

Aus der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde

der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. Dr. h.c. F. Grehn

**Langzeitergebnisse nach kombinierter Divergenzoperation bei
Strabismus divergens intermittens und dekompensierender Exophorie**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Stefanie Hübner

aus Basel

Basel, März 2014

Referent: Prof. Dr. med. Heimo Steffen
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. rer. nat. Thomas Meigen
Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 29.09.2014

Die Promovendin ist Ärztin.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Klinisches Bild.....	2
1.1.1	Strabismus divergens intermittens	2
1.1.2	Dekompensierende Exophorie.....	6
1.2	Operative Behandlung	7
1.2.1	Strabismus divergens intermittens	7
1.2.2	Dekompensierende Exophorie.....	9
1.2.3	Operationsverfahren – Kombinierte Divergenzoperation	10
1.3	Fragestellung.....	11
2	Material und Methoden.....	12
2.1	Patienten	12
2.2	Ein- und Ausschlusskriterien	12
2.3	Untersuchungszeitpunkte	12
2.4	Erhebung der Daten und statistische Auswertung	13
2.4.1	Untersuchungsmethoden	13
2.4.1.1	Winkelmessung	13
2.4.1.2	Bestimmung der Binokularfunktionen	13
2.4.1.2.1	Bagolini-Lichtstreifentest.....	13
2.4.1.2.2	Lang-Stereotest.....	14
2.4.1.2.3	Titmus-Test.....	15
2.4.1.2.4	TNO-Test	15
2.4.2	Statistische Auswertung.....	16
2.5	Verwendete Operationstechnik – Kombinierte Divergenzoperation	16
3	Ergebnisse	18
3.1	Strabismus divergens intermittens	18
3.1.1	Allgemeine Einteilung.....	18
3.1.2	Manifestationszeitpunkt	18
3.1.3	Erstoperation.....	19
3.1.3.1	Alters- und Geschlechterverteilung	19

Inhaltsverzeichnis

3.1.3.2	Präoperativer Fern-Nahschielwinkel-Unterschied	20
3.1.3.3	Binokularsehen vor operativer Behandlung.....	22
3.1.3.4	Operationsindikation.....	23
3.1.3.5	Operiertes Auge	23
3.1.3.6	Operations-Strecke.....	23
3.1.3.7	Schielwinkelveränderung	25
3.1.3.8	Operationsergebnisse	29
3.1.3.9	Änderung der Binokularfunktionen.....	32
3.1.3.10	Operations-Effektivität	34
3.1.3.11	Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe	36
3.1.4	Revisionsoperation.....	40
3.1.4.1	Alters- und Geschlechterverteilung	41
3.1.4.2	Zeitraum bis zur Revisionsoperation.....	41
3.1.4.3	Operationsindikation.....	42
3.1.4.4	Operiertes Auge	43
3.1.4.5	Operationsstrecke	43
3.1.4.6	Schielwinkelveränderungen	43
3.1.4.7	Operationsergebnisse	46
3.1.4.8	Änderung der Binokularfunktionen.....	47
3.1.4.9	Operations-Effektivität	48
3.1.4.10	Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe	49
3.2	Dekompensierende Exophorie.....	52
3.2.1	Allgemeine Einteilung.....	52
3.2.1.1	Manifestationszeitpunkt	52
3.2.1.2	Präoperativer Fern-Nahschielwinkel-Unterschied	53
3.2.1.3	Binokularsehen vor operativer Behandlung.....	53
3.2.1.4	Operationsindikation.....	54
3.2.2	Erstoperation.....	54
3.2.2.1	Alters- und Geschlechterverteilung	54
3.2.2.2	Operiertes Auge	55
3.2.2.3	Operationsstrecke	55
3.2.2.4	Schielwinkelveränderung	56
3.2.2.5	Operationsergebnisse	59

Inhaltsverzeichnis

3.2.2.6	Änderung der Binokularfunktionen.....	62
3.2.2.7	Patientenzufriedenheit	63
3.2.2.8	Operationseffektivität	63
3.2.2.9	Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe	64
3.2.3	Revisionsoperation.....	67
3.2.3.1	Alters- und Geschlechterverteilung	67
3.2.3.2	Operiertes Auge	67
3.2.3.3	Zeitraum bis zur Revisionsoperation.....	67
3.2.3.4	Schielwinkelveränderungen	68
3.2.3.5	Operationsergebnisse	70
3.2.3.6	Änderung der Binokularfunktionen.....	71
3.2.3.7	Operationseffektivität	71
4	Diskussion.....	72
4.1	Strabismus divergens intermittens	72
4.1.1	Erstoperation.....	72
4.1.1.1	Schielwinkelveränderung	72
4.1.1.2	Operations-Ergebnisse	75
4.1.1.3	Änderung der Binokularfunktionen.....	78
4.1.1.4	Operations-Effektivität.....	80
4.1.1.5	Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe	82
4.1.2	Revisionsoperation.....	87
4.1.2.1	Gründe für Revisionsoperation	87
4.1.2.2	Schielwinkelveränderung	88
4.1.2.3	Operations-Ergebnisse	89
4.1.2.4	Änderung der Binokularfunktionen.....	90
4.1.2.5	Operations-Effektivität.....	91
4.1.2.6	Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe	91
4.2	Dekompensierende Exophorie.....	93
4.2.1	Erstoperation.....	93
4.2.1.1	Schielwinkelveränderung	93
4.2.1.2	Operations-Ergebnisse	94
4.2.1.3	Patientenzufriedenheit	94
4.2.1.4	Änderung der Binokularfunktionen.....	94

Inhaltsverzeichnis

4.2.1.5	Operations-Effektivität	95
4.2.1.6	Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe	95
4.2.2	Revisionsoperation.....	96
4.2.2.1	Zeitraum bis zur Revisionsoperation.....	96
4.2.2.2	Schielwinkelveränderung	96
4.2.2.3	Operations-Ergebnisse	97
4.2.2.4	Änderung der Binokularfunktionen.....	97
4.2.2.5	Operations-Effektivität.....	97
5	Zusammenfassung.....	98
6	Literaturverzeichnis.....	101
7	Abbildungsverzeichnis.....	108
8	Tabellenverzeichnis.....	114

1 Einleitung

„Unter Strabismus versteht man die Fehlstellung eines Auges. Hierbei ist das fixierende Auge auf das Sehobjekt gerichtet, das nicht fixierende (schielende) Auge weicht ab“ [77]. So lautet die Definition im Pschyrembel, dem medizinischen Nachschlagewerk, unter dem Stichwort „Schielen“.

Diese Erkrankung ist in der mitteleuropäischen Gesellschaft keine Seltenheit, wenn man bedenkt, dass 5,3 bis 7,4 % [24,35] der Menschen betroffen sind. Nach der Richtung des abweichenden Auges unterscheidet man Außen-, Innen- und Höhenschielen. Der Strabismus divergens, bei Asiaten die häufigste Schielform, ist bei Kaukasiern seltener als ein Innenschielen [24,45].

In dieser Arbeit werden die operativen Langzeitergebnisse von zwei grundsätzlich unterschiedlichen Schielformen untersucht, deren gemeinsames Kennzeichen ein Wechsel zwischen Parallelstand und manifestem Außenschielen ist. Sowohl beim Strabismus divergens intermittens als auch bei der dekompensierenden Exophorie wechseln Phasen des Parallelstandes mit denen einer manifesten Außenschielstellung ab. Beide Schielformen unterscheiden sich jedoch im Hinblick auf ihre Sensorik, ihre Beschwerden, die sie beim Betroffenen auslösen und ihre Operationsindikationen.

Leider wird in der vorhandenen Literatur nicht immer strikt zwischen beiden Erkrankungen getrennt. So wird nicht selten, insbesondere im angloamerikanischen Schrifttum der Begriff „intermittent exotropia“ deskriptiv benutzt, um jede Form eines intermittierenden Außenschielens zu beschreiben. Nur in wenigen Arbeiten erfolgt eine strikte Trennung zwischen beiden Außenschielformen, was die Ergebnisse vieler Studien zu diesem Thema, insbesondere im Hinblick auf operative Langzeitergebnisse wertlos macht [88].

Die erste Beschreibung veröffentlichte Albrecht von Gräfe im Jahr 1857, wobei er jedoch nicht zwischen beiden Erkrankungen differenzierte, sondern sie zusammenfasst als „intercurrentes oder periodisches divergierendes Schielen“ [34] bezeichnete.

In den USA war es Burian [13,15], der in den 60er Jahren die genauen Unterschiede zwischen beiden Krankheitsbildern beschrieb. In Deutschland erfolgte die strikte Trennung beider Erkrankungen erstmals 1956 durch Jaentsch [46]. Diesem schloss sich eine weitere Beschreibungen von Krüger 1982 [59] an.

1.1 Klinisches Bild

Das intermittierende Außenschielen und die dekompensierende Exophorie sollten also streng voneinander unterschieden werden. Die Differenzierung ist möglich, da bei Patienten mit dekompensierender Exophorie in der Abweichphase spontan Diplopie auftritt, während von intermittierendem Außenschielen Betroffene ein Auge supprimieren oder Panoramasehen angeben [81].

1.1.1 Strabismus divergens intermittens

Unter dem Strabismus divergens intermittens versteht man eine periodisch manifeste Exotropie. Die Verteilung von Parallelstands- und Abweichphase kann hierbei recht unterschiedlich sein.

Das klinische Bild der intermittierenden Exotropie wurde von Jampolsky 1962 [47] folgendermaßen knapp zusammenfassend beschrieben: „Exodeviation mit Perioden von manifestem Schielen ohne Diplopie abwechselnd mit Perioden von Kompensation mit Binokularsehen.“

Die sensorischen Befunde bei dieser Erkrankung sind konvergenz- und stellungsabhängig [42]. Sobald ein Auge in die Divergenz abweicht ändern sich die Korrespondenzverhältnisse. Normale Korrespondenzverhältnisse, d.h. gleiche subjektive Raumwerte der Retina auf denen sich das fixierte Objekt abbildet, liegen nur bei Parallelstand vor. In der Abweichphase wird der Seheindruck dieses Auges entweder supprimiert oder es herrscht sogenanntes Panoramasehen vor, d.h. der Seheindruck des abgewichenen Auges wird in den binokularen Gesamteindruck integriert [85]. Die Suppression ist der Grund, weshalb es nicht zur Wahrnehmung von Doppelbildern kommt. Die Patienten, bei denen im Zustand des Schielens nicht Suppression, sondern Panoramasehen vorliegt, geben an, dass sich ihr Gesichtsfeld zur Seite des nach außen abweichenden Au-

ges hin erweitert [92]. In Ausnahmefällen geben Patienten mit Strabismus divergens intermittens auch Diplopie an. Dann wird das wahrgenommene Doppelbild nicht, wie bei normaler Korrespondenz gekreuzt, sondern gleichnamig wahrgenommen, weshalb man auch von paradoxer Diplopie spricht [88].

Im Gegensatz dazu liegt in der Kompensationsphase mit Parallelstand bifoveoläre Fixation mit meist sehr guten Binokularfunktionen vor [43,92]. Bei manchen Patienten kann während der Abweichphase mit speziellen Tests anormale Korrespondenz und während der Parallelstandsphase normale Korrespondenz nachgewiesen werden [7].

Diese echte zweiphasische Sehweise gilt als spezifisches Grundcharakteristikum der intermittierenden Exotropie und hilft das Krankheitsbild gegen andere wie z.B. die dekompensierende Exophorie abzugrenzen.

Die „Augenbewusstheit“ kann bei diesen Patienten recht unterschiedlich sein. Die einen merken nicht, wenn ein Auge abweicht und nehmen davon nur Kenntnis, weil sie von Personen in der Umgebung darauf aufmerksam gemacht werden. Die anderen bemerken die Abweichung, können darauf jedoch nicht einwirken und wieder andere sind in der Lage willentlich Einfluss auf die Augenstellung zu nehmen [39,92].

Typische Phänomene für den Strabismus divergens intermittens sind die Dekompensation beim Blick in weite Ferne sowie die spontane Kompensation bei Stereoanforderung.

Eine weitere Besonderheit ist die Blendempfindlichkeit. Kinder mit intermittierender Exotropie kneifen bei relativ hellem Sonnenlicht ein Auge zu [90]. Bei diesem Phänomen spricht man von Photalgie [61]. Das Zukneifen erfolgt nicht zur Vermeidung von Diplopie, sondern zum Schutz vor unerwünschter binokularer Summation [16,88].

Die Dekompensation eines Schielens aus dem Parallelstand kann entweder spontan erfolgen oder aber durch bestimmte Faktoren wie Müdigkeit und Krankheit getriggert werden. Desweiteren tritt ein manifestes Außenschielen häufiger auf, wenn der Patient in Tagträume vertieft ist. Auch Alkohol und Sedativa führen zu verstärkter Manifestation [7,93].

Der Manifestationszeitpunkt des Strabismus divergens intermittens ist bei einem Teil der Patienten schon im ersten Lebensjahr. Bei einer noch größeren Gruppe jedoch lässt sich der Beginn auf das 2. bis 4. Lebensjahr und später festlegen [42].

Zur Diagnostik und Beschreibung des intermittierenden Außenschielens wird häufig die Einteilung nach Burian verwendet [13]. Diese beruht auf den Überlegungen von Duane [25]. Grundlage hierfür sind die im alternierenden Abdecktest gemessenen Schielwinkel bei Fernblick und Nahblick.

- Divergenzexzesstyp: Der Schielwinkel ist bei Fernblick um mindestens 7° größer gemessen als bei Nahblick.
- Pseudodivergenzexzesstyp: Der Fernschielwinkel ist hierbei anfangs ebenfalls um mindestens 7° größer als der Nahschielwinkel, jedoch gleichen sich die Winkel nach diagnostischer Okklusion an, indem der Nahwinkel zunimmt.
- Basistyp: Der Schielwinkel für Ferne und Nähe ist etwa gleich groß.
- Konvergenzschwächetyp: Der im Nahbereich gemessene Schielwinkel ist um mindestens 7° größer als der Fernwinkel.

Der Hauptanteil der Patienten lässt sich in die Gruppen des Basis- und Pseudodivergenzexzesstypes einordnen. Divergenzexzess- und Konvergenzinsuffizienttyp sind seltener [42].

Die Ätiologie des Strabismus divergens intermittens ist noch nicht hinreichend geklärt. In den USA vertritt man die Theorie des Divergenzexzesses, indem man davon ausgeht, dass es eine aktive Divergenz gibt, die pathologisch vermehrt ist [25,34]. In Europa wird das Konzept einer aktiven Divergenz angezweifelt und eher von einer Anomalie der Ruhelage der Augenmuskeln gesprochen [8-9,34].

Die Divergenzexzesstheorie hält eine aktiv innervierte Abweichung für die Ursache der Exotropie, ihrer periodischen Manifestation als auch für die Winkelzunahme beim Blick in die Ferne [20]. Die Klassifikation von Duane, der nach klinischem Aspekt in Diver-

genzexzesstyp, Neutraltyp und Konvergenzschwächetyp untergliederte, basiert auf dieser These [25].

Dunnington stimmt Duane [25] zu, dass jedes divergierende Begleitschielen durch ein Innervationsungleichgewicht entstehe, welches die wechselseitige Beziehung zwischen aktiver Konvergenz und Divergenzmechanismus durcheinander bringt. Bei der Divergenz käme es zu einer zeitgleichen Kontraktion beider Musculi recti externi begleitet von der gleichzeitigen Relaxation der Musculi recti interni [27].

Unter Divergenzexzess versteht Dunnington eine abnormal starke Tendenz der Augen nach außen, verursacht durch eine Überstimulation eines postulierten Divergenzzentrums [27]. Aufgrund der hierbei zu starken Wirkung der beiden Musculi recti laterales wird in den USA die beidseitige Rücklagerung der Musculi recti laterales als richtige Therapie angesehen [20]. Die Schielwinkel für die Ferne sind demzufolge größer als die für die Nähe.

Die Konvergenzinsuffizienz hingegen zeigt sich in einer Unterfunktion der Konvergenz, welche bei Nahfixation manifest wird. Man unterscheidet den akkommodativen Typ, der z.B. bei einer unkorrigierten Myopie entsteht vom nicht-akkommodativen Typ, der sehr unterschiedliche Ursachen (z.B. eine neurologische Erkrankung) haben kann. Da sich die Musculi recti mediales im Nahblick anspannen und bei Fernfixation relaxieren scheint hierfür die Resektion eines oder beider Musculi recti mediales die richtige Therapie zu sein [27].

Im Elektromyogramm wurde diese Divergenzexzesstheorie von Adler [2] und Breinin [11] bestätigt, die zeigten, dass die Abweichung aktiv innerviert ist. Hierbei sollte man jedoch bedenken, dass bei jeder Augenbewegung die Augenmuskeln mehr oder weniger innerviert sind [22].

Die in Europa verfochtene Theorie der Anomalie der Ruhelage geht auf Albrecht von Gräfe [34] zurück. Hiernach werde die abnorme Ruhelage durch vermehrte akkommodative Konvergenz überwunden, welche wiederum zur Myopie führen müsse.

Bielschowsky [8] stand der Existenz der aktiven Divergenz nicht abweisend gegenüber, zeigte jedoch auf, dass diese die mit Exodeviationen assoziierte anomale Ruhelage

nicht berücksichtigte, welche durch anatomische und mechanische Faktoren bedingt sei. Diese Einflussfaktoren auf die anomale Ruhelage seien beispielsweise topographische und physikalische Bestandteile des extrabulbären Gewebes, die Form und Drehachse der Orbita, der interpupilläre Abstand sowie die Größe des Augapfels [89].

Die meisten aktuellen Theorien über die Entstehung der Exodeviationen kombinieren die Ideen von Duane und Bielschowsky. Sie verfolgen die Idee, dass die Ursache eine Kombination von mechanischen und die Innervation betreffenden Faktoren ist [89].

1.1.2 Dekompensierende Exophorie

Unter Phorie versteht man die Vergenzstellung (=Winkel zwischen den Fixierlinien beider Augen), die sich bei Aufhebung der Fusionsmöglichkeit (z.B. mit dem Abdecktest) einstellt. Wenn trotz Aufhebung der Fusion sich die Fixierlinien in dem angeblickten Fixierobjekt schneiden, spricht man von Orthophorie. Eine Abweichung nach außen wird als Exophorie bezeichnet [56]. Exophorie ist also eine Außenschielstellung, die erst bei Aufhebung der Fusion z.B. durch Abdecken eines Auges manifest wird.

Den meisten Menschen mit Heterophorie (und das sind nach Literaturangaben immerhin ca. 70-80 % [10,50]) bereitet die Korrektur dieser phorischen Abweichung durch Fusion keine Schwierigkeiten. Man spricht auch von einer kompensierten Phorie. Wenn jedoch das Fusionsvermögen aus irgendeinem Grund nicht ausreicht, um den Parallelstand aufrecht zu erhalten, dekomponiert die Phorie. In Ausnahmefällen kann das Aufrechterhalten des Parallelstandes der Augen durch Fusion zu Beschwerden, wie ziehende Kopfschmerzen, Übelkeit oder Erschöpfung führen. Man bezeichnet diese auch als asthenopische Beschwerden [48]. Hiervon sind jedoch nur wenige (ca. 10 %) der heterophoren Patienten betroffen [50,70,72].

Dekomponiert bei einem Patienten mit Exophorie die Augenstellung, kommt es zur Wahrnehmung von Doppelbildern, die immer gekreuzt sind, da normale Korrespondenz vorliegt. [22,81,89].

Da sich die Dekompensation meist schleichend entwickelt, hat das Gehirn Zeit kompensatorisch eine große Fusionsbreite auszubilden, welche vor allem für die Ferne gut entwickelt ist [21-22].

Die asthenopischen Beschwerden [48,79] über die Patienten klagen, entstehen durch den Zwang, die Abweichung durch Verschmelzung der Bilder beider Augen zu überwinden [56]. Diese können sehr vielgestaltig sein. Es kann beispielsweise zu geröteten, schweren, trockenen Augen, Schmerzen im, um oder hinter dem Auge, Kopfschmerzen, Übelkeit, Unschärfe-Sehen oder Tränen der Augen kommen [23].

Nach Duane [25] werden die Exophorien je nach Schielwinkel (Fernschielwinkel – Nahschielwinkel) wie folgt eingeteilt:

- Divergenzexzesstyp: Fernexophorie wird um mindestens 8° größer gemessen als die Nahexophorie
- Basistyp: Fernexophorie gleich Nahexophorie innerhalb eines Bereichs von 8°
- Konvergenzinsuffizienztyp: Fernexophorie wird um mindestens 8° kleiner gemessen als Nahexophorie

Die genaue Ursache, weshalb bei manchen Patienten eine Exophorie dekompensiert, bei anderen nicht ist letztlich unklar [81].

1.2 Operative Behandlung

1.2.1 Strabismus divergens intermittens

Die konservative Therapie der intermittierenden Exotropie mit orthoptischer Behandlung, Refraktionskorrektur und Prismen-therapie spielt in Deutschland eine untergeordnete Rolle.

Operations-Indikationen bei Strabismus divergens intermittens sind ein störender Schielwinkel und eine Schielfrequenz, die die Qualität der Binokularfunktionen beeinträchtigt [88].

Viele Augenärzte operieren sobald für mehr als 50 % der Wachzeit ein manifestes Schielen besteht. Allerdings ist diese Zahl niemals in Studien genauer untersucht worden. Unabhängig von der Schielfrequenz ist eine Verschlechterung des beidäugigen Sehens eine Operations-Indikation. Als weiterer Faktor ist der drohende Verlust des Binokularsehens zu nennen [29]. Abrams et al. konnten in ihrer Arbeit zeigen, dass die Qualität des Binokularsehens nach einer Operation maßgeblich von der Manifestationshäufigkeit beeinflusst wird [1]. Zusätzliche Indikationen sind eine veränderte Sehweise bei manifestem Schielwinkel, die trotz fehlender Diplopie als störend empfunden wird. [29].

Ziel der Operation ist die Beseitigung der Abweichung. Als mögliche Operationsverfahren bei Strabismus divergens intermittens stehen die ein- oder beidseitige Rücklagerung des M. rectus lateralis, die ein- oder beidseitige Vorlagerung/Resektion des M. rectus medialis sowie die kombinierte Divergenzoperation (M. rectus lateralis-Rücklagerung und M. rectus medialis Faltung) zur Wahl.

Über die Frage bei welchem Typ eines Strabismus divergens intermittens welche Operation am besten durchgeführt werden sollte, gehen die Meinungen auseinander.

Die Indikation für die einzelnen Operationsverfahren kann nach der Einteilung von Burian [13-15] gestellt werden [42,52]:

- Rücklagerung des M. rectus lateralis bei Divergenzexzess
- Beidseitige M. rectus medialis-Resektion bei Konvergenzinsuffizienz
- Kombinierte Divergenzoperation bei Basistyp

Demgegenüber steht die Meinung von Kushner [62-63]. Dieser hält nicht einen Divergenzexzess für die Ursache, falls die gemessene Fern-Exotropie die Nah-Exotropie übertrifft. Vielmehr sieht er den Grund hierfür darin, dass der Patient einen stärkeren Konvergenz- oder Fusionsmechanismus besitzt, der die Augen in der Nähe zusammenhält. Diesen Mechanismus, der bei Messung des Nahschielwinkels nach monokularer Okklusion nachweisbar wird, da hiernach der Nahschielwinkel größer gemessen wird, beschreibt er als „tenacious proximal fusional“-Mechanismus (TPF).

Kushner führt desweiteren an, dass Patienten, die diesen TPF-Mechanismus nicht besitzen (Patienten mit intermittierender Exotropie vom Basis-Typ), schlechter mit einer lateralen Rectus-Resektion fahren, als Patienten, die diesen Mechanismus besitzen (Typ des simulierten Divergenzexzesses). Bei diesen Personen könnte eine einseitig kombinierte Operation aufgrund des Spannungseffekts, der hierdurch verursacht wird, ein besseres Ergebnis erbringen. Auf der anderen Seite erklärt er, dass Patienten, die den Nutzen des TPF-Mechanismus besitzen, mit jeder beliebigen Operation behandelt werden können, je nach Präferenz des Operateurs. Seiner Meinung nach hat der relative Nutzen einer Operationsart gegenüber der anderen wenig mit deren unterschiedlicher Veränderung der Nah- oder Fernabweichung zu tun.

Laut Kaufmann [52] ist ein Vorteil der kombinierten Divergenzoperation, dass bei Bedarf einer Revisionsoperation diese leicht am anderen vormals nicht-operierten Auge durchgeführt werden kann. Desweiteren liegen die Vorteile in der hohen Effektivität und der guten Dosierbarkeit, die gegenüber der postoperativen Inkomitanz abzuwägen sind.

In dieser Arbeit wird das Langzeitergebnis nach operativer Korrektur bei Patienten mit Strabismus divergens intermittens untersucht, die mit einer kombinierten Divergenzoperation behandelt worden sind.

1.2.2 Dekompensierende Exophorie

Bei der Behandlung der Exophorie ist die erste und wichtigste Maßnahme der Ausgleich einer Refraktionsanomalie. Die Verschreibung der richtigen Korrektur lindert bei vielen Patienten die Beschwerden. Kleinere Abweichungen können mit Prismen behandelt werden, bei größeren Abweichungen bietet sich eine operative Therapie an. Orthoptische Schulungen, Myopisierung mit Kontaktlinsen oder andere Maßnahmen wie Biofeedback spielen eine untergeordnete Rolle. [81,88].

Ist einmal die Entscheidung für eine Operation gefallen, gelten die gleichen operativen Prinzipien wie beim Strabismus divergens intermittens.

In der vorliegenden Arbeit wurden nur Personen mit dekompensierender Exophorie eingeschlossen, bei denen eine kombinierte Divergenzoperation durchgeführt worden ist.

1.2.3 Operationsverfahren – Kombinierte Divergenzoperation

Bei der kombinierten Divergenzoperation wird eine Musculus-rectus-lateralis-Rücklagerung mit einer Verkürzung des Musculus rectus medialis kombiniert. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um den M. rectus medialis zu verstärken, nämlich die Resektion, Faltung sowie Vorlagerung des Muskels. In der vorliegenden Arbeit erfolgte die Verstärkung des Muskels mittels Faltung.

Um das Wirkprinzip hinter dieser Operationsmethode zu verstehen, stelle man sich vor, man löse das Auge am Kraftangriffspunkt von Agonist und Antagonist, drehe es in die gewünschte Parallelposition und nähe die Muskeln an der neuen Position wieder an. Somit sind die Muskeln im Idealfall nach der Operation weder gedehnt noch gespannt (Abb. 1). Die Drehmomente wurden also nicht verändert, sondern nur die Bulbusstellung in der sie wirksam werden [51].

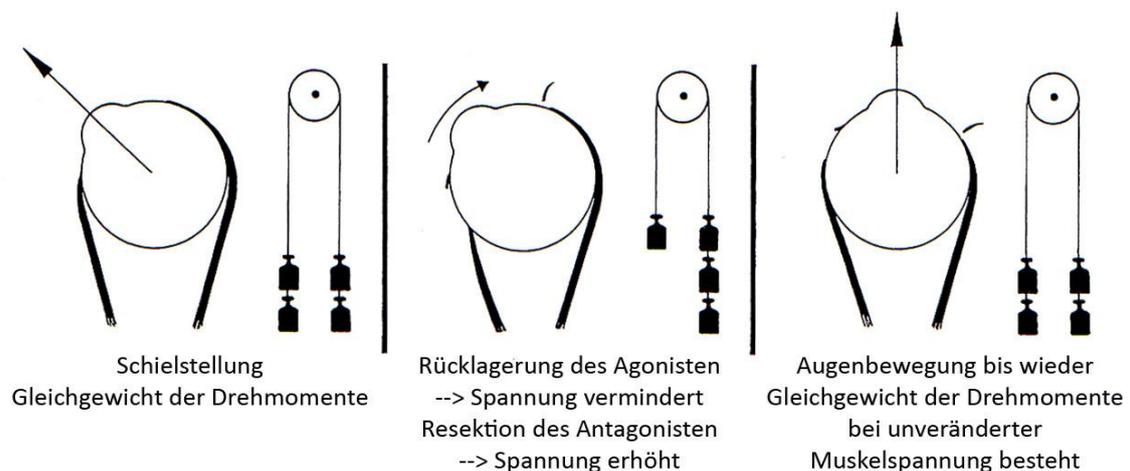


Abb. 1: Wirkungsprinzip der kombinierten Operation, Abbildung modifiziert nach Kaufmann [51]

Dieses Prinzip ist weitgehend fiktiv, da Rückstellkräfte wirken, die das Auge in die ursprüngliche Position zurückzubewegen versuchen. Hierbei spricht man von der elastischen Kraft der passiven orbitalen Gewebe. Diese Kraft setzt sich aus den elastischen Kräften des Bandapparates und des N. opticus sowie den Drehmomenten der anderen

Augenmuskeln zusammen. All diese Effekte müssen durch eine zusätzliche Rücklagerung des einen und eine zusätzliche Verkürzung des anderen Muskels überwunden werden. Somit sind der Schielwinkel sowie die elastischen Rückstellkräfte bei der Operationsdosierung zu berücksichtigen [51].

1.3 Fragestellung

Die vorliegende Arbeit untersucht die Langzeitergebnisse nach operativer Korrektur bei Patienten mit Strabismus divergens intermittens und dekompensierender Exophorie. Die Fragestellung nach den Langzeitergebnissen drängt sich deshalb auf, weil es in beiden Gruppen nach operativer Behandlung eine hohe Rezidivrate von bis zu 30 % gibt. Konkret sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie gestaltet sich die Langzeitwirkung nach der Operation in Bezug auf die Schielwinkel im Fern-, Nah- und Seitblick?
- Verändert die Operation das Binokularsehen?
- Wie verhält sich die Effektivität des Eingriffes nach 3 Monaten?
- Können mögliche Einflussfaktoren auf die Effektivität direkt postoperativ sowie nach drei Monaten gefunden werden?
- Gibt es eventuell Faktoren, die mit ein Nachlassen des Operationseffektes erklären könnten?

2 Material und Methoden

2.1 Patienten

Retrospektiv wurden die Daten von 180 Patienten ausgewertet, die in der Zeit vom 21.10.2003 bis 01.04.2008 in der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Universität Würzburg aufgrund eines Strabismus divergens intermittens oder einer dekompenzierenden Exophorie mit einer kombinierten Divergenzoperation behandelt worden sind.

Bei den 173 in die Studie eingeschossenen Personen, fanden sich 127 Patienten mit der Diagnose Strabismus divergens intermittens sowie 46 Patienten mit dekompenzierender Exophorie.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Es wurden Patienten in die Studie aufgenommen, die im Zeitraum vom 21.10.2003 bis 31.04.2008 in der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde in Würzburg aufgrund eines Strabismus divergens intermittens oder einer dekompenzierenden Exophorie operiert worden sind. Einschlusskriterium war, dass eine kombinierte Divergenzoperation durchgeführt worden ist.

Als Ausschlusskriterien galten eine beidseitige Operation (zehn Patienten), eine alleinige M.-lateralis-Rücklagerung (ein Patient) sowie eine alleinige M.-medialis-Faltung (vier Patienten).

2.3 Untersuchungszeitpunkte

Die Patienten wurden am Tag vor der Operation, am Tag danach und drei Monate später untersucht.

2.4 Erhebung der Daten und statistische Auswertung

2.4.1 Untersuchungsmethoden

Bei den Patienten wurden die Schielwinkel gemessen sowie das Binokularsehen anhand von Bagolini-, Lang-, Titmus- und TNO-Test überprüft.

2.4.1.1 Winkelmessung

Die Schielwinkel wurden mit dem alternierenden Prismencovertest in Primärposition bei Nah- (ca. 30 cm) und Fernfixation (5 m) sowie beim Rechts- bzw. Linksblick in Fernfixation bestimmt.

Bei diesem Testverfahren wird eine Prismenleiste vor ein Auge gehalten und abwechselnd das rechte und linke Auge abgedeckt, sodass nie beide Augen gleichzeitig fixieren können. Hierdurch wird die Fusion aufgehoben. Die Basis des Prismas zeigt immer in die der Abweichung entgegengesetzte Richtung. Man beobachtet, ob das gerade freigegebene Auge unter dem Prisma eine Einstellbewegung durchführt und verändert je nach Einstellrichtung von temporal oder nasal die Prismenstärke. Ist keine Einstellbewegung mehr sichtbar, entspricht der Wert des vorgehaltenen Prismas dem Schielwinkel.

2.4.1.2 Bestimmung der Binokularfunktionen

Zur Bestimmung der Binokularfunktionen wurden der Lang-Stereotest, der Bagolini-Lichtstreifentest, sowie der Titmus- bzw. TNO-Test herangezogen.

2.4.1.2.1 Bagolini-Lichtstreifentest

Beim Bagolini-Lichtstreifentest [4] wird das Simultansehen und grob die Korrespondenz geprüft. Der Patient blickt durch eine Brille mit Plangläsern, die mit einer feinen Parallelstreifung versehen sind. Am rechten Auge sind die Streifen in einem Winkel von 135° , am linken Auge mit 45° angeordnet. Betrachtet man nun eine punktförmige Lichtquelle, sieht jedes Auge einen Lichtschweif. Der Lichtstreifen des linken Auges verläuft von rechts oben nach links unten, der des rechten Auges von links oben nach

rechts unten. Der Vorteil dieses Tests ist, dass die natürlichen Sehbedingungen nicht verfälscht werden, da hiermit noch ein Visus von 1,0 möglich ist, und die Fusion nicht unterbrochen wird.

Man prüft nun bei Fixation einer kleinen Lichtquelle in 5 m sowie in 30-40 cm Abstand. Bei der Auswertung sind mehrere Möglichkeiten vorhanden (Abb. 2):

- Sieht der Patient zwei Strahlen, die sich im Licht kreuzen, besteht, falls ein Parallelstand der Augen vorliegt, eine normale Korrespondenz. Ist eine Schielabweichung sichtbar oder wurde diese im alternierenden Abdecktest nachgewiesen, so handelt es sich um eine harmonisch anormale Korrespondenz.
- Wird von der getesteten Person nur ein Streifen wahrgenommen, so wird der Seheindruck eines Auges exkludiert.
- Nimmt der Patient zwei Lichtstreifen wahr, von denen einer in der Nähe der Lichtquelle unterbrochen ist, so liegt ein Fixierpunktskotom vor.
- Kreuzen sich die Lichtstreifen außerhalb des Lichtpunktes und werden zwei Lichtpunkte wahrgenommen, so handelt es sich um Diplopie.

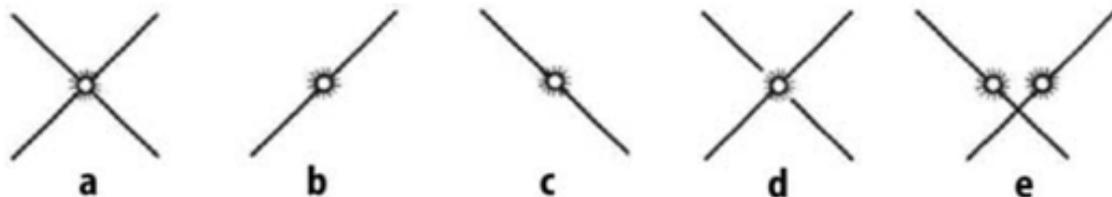


Abb. 2: Befunde beim Lichtschweiftest nach Bagolini: a) normales Schweifkreuz (kann bei normaler und harmonisch anormaler Korrespondenz angegeben werden); b) Exklusion rechts; c) Exklusion links; d) Schweifkreuz mit zentraler Exklusion rechts; e) gekreuzte Diplopie (rechter Schweif nach links, linker nach rechts lokalisiert) [78]

2.4.1.2.2 Lang-Stereotest

Mit dem Lang-Stereotest [65] wird überprüft, ob Stereosehen für die Nähe vorhanden ist. Der Test beruht auf dem Prinzip des Zylinder-Raster-Verfahrens von W. R. Hess [41]. Hierbei werden beiden Augen zwei verschiedene Bilder durch ein System feiner, vertikal parallel angeordneter Halbzylinder angeboten. Die Bildvorlage besteht aus vielen schwarzen, zufallsweise verteilten Punkten auf weißem Hintergrund („random dot pattern“ nach Julesz [49]), wobei Teilmengen der Punkte Figuren darstellen und in beiden Halbbildern in horizontaler Richtung eine systematische Abweichung (Disparation) aufweisen [3].

Der Test wird in einem Abstand von ca. 40 cm durchgeführt. Beim Lang-Stereotest I, der in dieser Untersuchung herangezogen wurde, sind eine Katze mit einer Querdisparität von 1200 Winkelsekunden, ein Stern mit 600 und ein Auto mit 550 Winkelsekunden zu sehen [65]. Der Vorteil dieses Tests ist, dass keine Brille getragen werden muss und auch an den Augenbewegungen erkannt werden kann, ob die Figuren gesehen werden.

2.4.1.2.3 Titmus-Test

Auch der Titmus-Test wird in einer Entfernung von 0,40 m durchgeführt und funktioniert über die durch Polarisation mögliche Bildtrennung. Der Patient trägt eine Polarisationsbrille, die nur Licht einer bestimmten Schwingungsrichtung (Polarisationsebene) durchlässt. Es handelt sich um eine „gekreuzte Polarisation“, das heißt, dass die Polarisationsebene des zum rechten Auge durchgelassenen Lichtes genau senkrecht zu der des linken Auges steht. Der Patient betrachtet nun eine entsprechend polarisierte Vorlage mit gekreuzt querdisparten Halbbildern. Der räumliche Seheindruck entsteht durch die kortikale Bildverarbeitung, nämlich die sensorische Fusion. [3]

Bei der Titmus-Fliege sind die Flügelspitzen 7,5 mm dispart und erscheinen unter einer Disparität von 3800 Sekunden. Weiterhin kann mit einer abgestuften Serie die feine Tiefenwahrnehmung getestet werden. Jedes der 9 Quadrate enthält 4 Kreise. Immer nur einer der Kreise weist einen Disparationsgrad auf und erscheint erhöht, wenn normale Fusion vorhanden ist. Hierdurch kann eine Tiefensehschärfe bis zu 40 Winkelsekunden gemessen werden.

2.4.1.2.4 TNO-Test

Der TNO-Test ist ein weiterer Stereotest für den Nahblick. Die erforderliche Bildtrennung beruht hier auf dem Prinzip der Farbfilterhaploskopie. Der Patient trägt eine Rot-Grün-Brille und betrachtet ein Zufallsmuster aus roten und grünen Punkten (random dot pattern). Teilmengen dieser Punkte bilden geometrische Figuren, die sich querdisparat auf der Netzhaut beider Augen abbilden. Hat der Patient Stereosehen, so erscheinen ihm bestimmte „versteckte“ Formen näher als der Hintergrund. Die Querdisparationen liegen beim TNO-Test zwischen 15 und 480 Bogensekunden [3].

2.4.2 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen Statistica 8.0 sowie Microsoft Excel 2007.

Um auf Normalverteilung zu überprüfen wurde der Shapiro-Wilk-Test angewendet. Zum Vergleich zweier abhängiger Parameter benutzte man den Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben, falls keine Normalverteilung der Daten vorlag. Bei Normalverteilung griff man auf den t-Test zurück.

Um eine Regressionsanalyse durchzuführen, wurde zuerst anhand der Varianzanalyse getestet, ob die Gesamtheit der Regressoren außer der Konstanten, einen signifikanten Einfluss auf die Zielgröße hat. Wenn bei dieser Varianzanalyse ein p-Wert erreicht wurde, der das Signifikanzniveau von 0,05 überstieg, so konnte kein Einfluss aller Regressoren zusammen nachgewiesen werden. Deshalb musste anstatt der Regressionsanalyse eine Korrelationsanalyse folgen.

Es wurde der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient herangezogen, da die zu überprüfenden Daten keine Normalverteilung aufwiesen. So konnte ein eventueller Zusammenhang zwischen zwei Datenreihen ermittelt werden.

Das Signifikanzniveau wurde allgemein für $p=0,05$ angenommen. Beim multiplen Testen wurde die sequentielle Bonferroni-Korrektur angewandt und somit das Signifikanzniveau angeglichen.

2.5 Verwendete Operationstechnik – Kombinierte Divergenzoperation

Zuerst erfolgte die Hautdesinfektion mit Braunol. Man begann hierauf mit der Medialisrücklagerung und eröffnete die Bindehaut mit einem lateralen Türflügelschnitt. Es wurde der Musculus rectus lateralis aufgesucht und mit 6.0 Safil angeschlungen. Danach wurde er abgetrennt und neu an der Sklera fixiert. Die Weite der Rücklagerung war vom präoperativ gemessenen Schielwinkel abhängig. Hiernach wurde die Bindehaut mit Vicryl Rapid 8.0 genäht.

Sodann schloss sich die Medialisfaltung an, wozu ein medialer Türflügelschnitt durchgeführt wurde. Hier suchte man den Musculus rectus medialis auf und schlang diesen

Material und Methoden

mit Safil 6.0 an. Es erfolgte eine Muskelfaltung wobei die gefaltete Strecke vom Schielwinkel abhing. Die Bindehaut wurde ebenso mit Vicryl Rapid 8.0 verschlossen.

Am Ende der OP erfolgte eine Funduskopie in Mydriasis. Man gab Dexamytrex-Augensalbe und verschloss das Auge mit einem Monokulus.

3 Ergebnisse

3.1 Strabismus divergens intermittens

3.1.1 Allgemeine Einteilung

Die Patienten mit der Diagnose Strabismus divergens intermittens wurden unter dem Gesichtspunkt Erst- oder Revisionsoperation aufgeteilt (Abb. 3). Acht Patienten wurden im untersuchten Zeitraum zweimal operiert, weshalb die Summe der Erst- und Zweitoperationen größer als 127 ist.

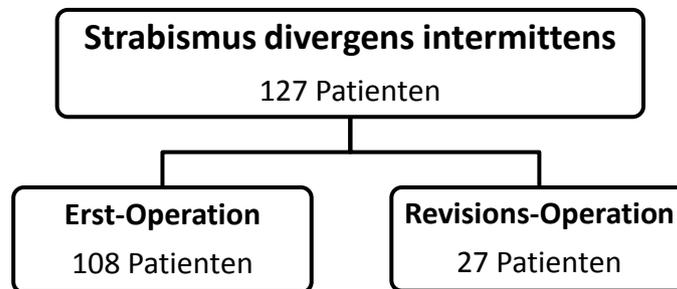


Abb. 3: Unterteilung der Strabismus-divergens-intermittens-Patienten nach Erst- und Revisionsoperation. Acht Personen sind in beide Gruppen eingeteilt, da sie im Untersuchungszeitraum zweimal operiert wurden.

3.1.2 Manifestationszeitpunkt

Bei 108 der 127 Patienten waren Angaben zum Manifestationszeitpunkt des intermittierenden Außenschielens vermerkt. Bei der statistischen Auswertung ergibt sich ein Median von 1,8 IQR 3,0 Jahren für das Alter bei Schielbeginn (Abb. 4). Der Modus liegt bei 0,0 Jahren, d.h. bei 31 Patienten manifestierte sich der Strabismus direkt nach Geburt.

Bei 85,0 % (= 92 Personen) der ausgewerteten Patienten ist das Schielen innerhalb der ersten 4 Lebensjahre aufgetreten. Die Daten weisen keine Normalverteilung auf (Shapiro-Wilk-Test: $W=0,376$; $p<0,001$).

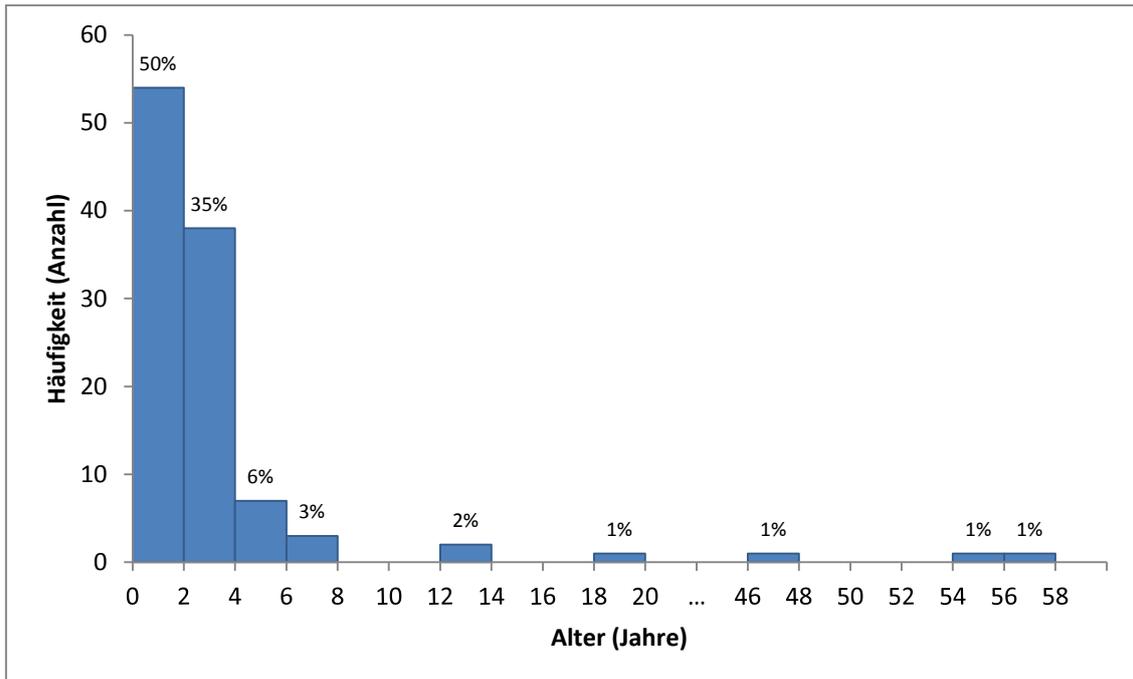


Abb. 4: Alter der Patienten mit Strabismus divergens intermittens zum Zeitpunkt des Schielbeginns (n=108).

3.1.3 Erstoperation

3.1.3.1 Alters- und Geschlechterverteilung

Die Altersverteilung (Abb. 5) der 108 erstoperierten Patienten weist einen Median von 8,3 Jahren und einen Interquartilsabstand (IQR) von 9,8 Jahren auf (=8,3; IQR 9,8 Jahre; Mittelwert: $15,5 \pm 17,1$ Jahre). 64 Patienten (entsprechend 59,3 %) waren zum Zeitpunkt der Operation jünger bzw. genau zehn Jahre alt. Der Jüngste war 1,4 Jahre und der Älteste 79,0 Jahre alt. Die Daten sind nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test, $W=0,699$; $p<0,001$).

Die Gruppe besteht aus 51 männlichen und 57 weiblichen Personen, entsprechend 47,2 % und 52,8 %.

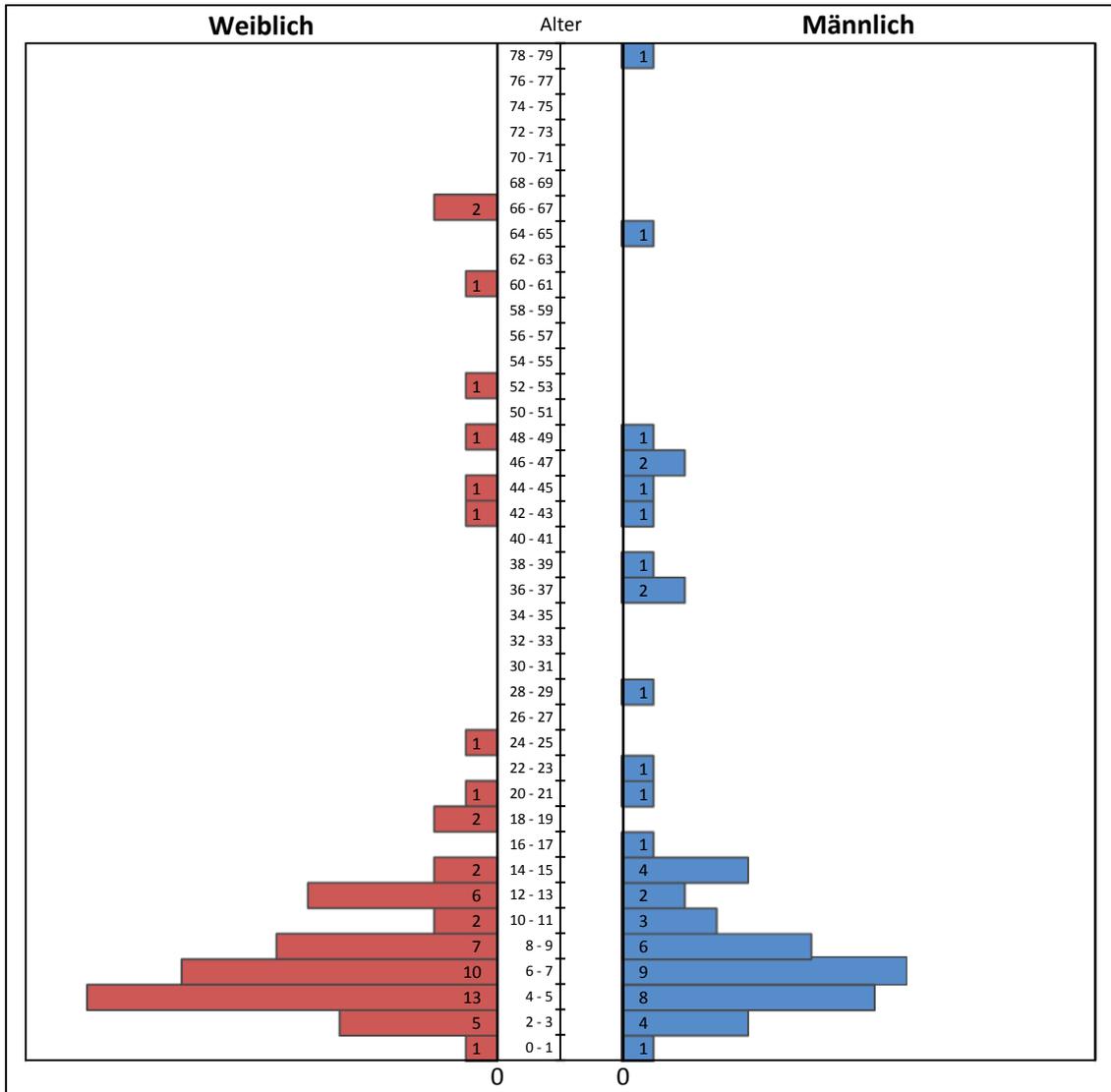


Abb. 5: Alterspyramide der Patienten mit intermittierendem Außenschielen zum Zeitpunkt der Erstoperation (n=108).

3.1.3.2 Präoperativer Fern-Nahschielwinkel-Unterschied

In 3.1.3.7 bzw. Abb. 11 und Abb. 12 wird genauer auf die präoperativen Schielwinkel im Nah- und Fernblick eingegangen. An diesem Punkt soll der präoperative Unterschied zwischen Fern- und Nahschielwinkel bei Patienten mit Strabismus divergens intermittens, die zur Erstoperation erschienen sind, betrachtet werden. Hierbei errechnet sich eine mittlere Differenz von $+1,63^\circ \pm 4,30^\circ$. Dies bedeutet, dass der Fernschielwinkel im Durchschnitt größer als der Nahschielwinkel gemessen wurde.

Eine genaue Einteilung nach Burian, wie in 1.1.1 beschrieben, ist leider nicht möglich, da bei der Auswertung der Patientenakten nicht definitiv zwischen vor bzw. nach diagnostischer Okklusion gemessenen Werten unterschieden worden ist. Es wurde jeweils nur der größte präoperativ gemessene Schielwinkel in die Auswertung einbezogen. Aufgrund dieser Tatsache gliedern wir hier vereinfachend:

- Konvergenzinsuffizienztyp: Fern-Nahschielwinkel-Unterschied $< -7^\circ$
- Basistyp: Fern-Nahschielwinkel-Unterschied zwischen -7° und $+7^\circ$
- Divergenzexzesstyp: Fern-Nahschielwinkel-Unterschied $> +7^\circ$

Es stellen sich vier Patienten vom Konvergenzinsuffizienztyp ($\approx 3,7\%$), 10 vom Divergenzexzesstyp ($\approx 9,3\%$) und 94 vom Basistyp ($\approx 87,0\%$) heraus (siehe Abb. 6).

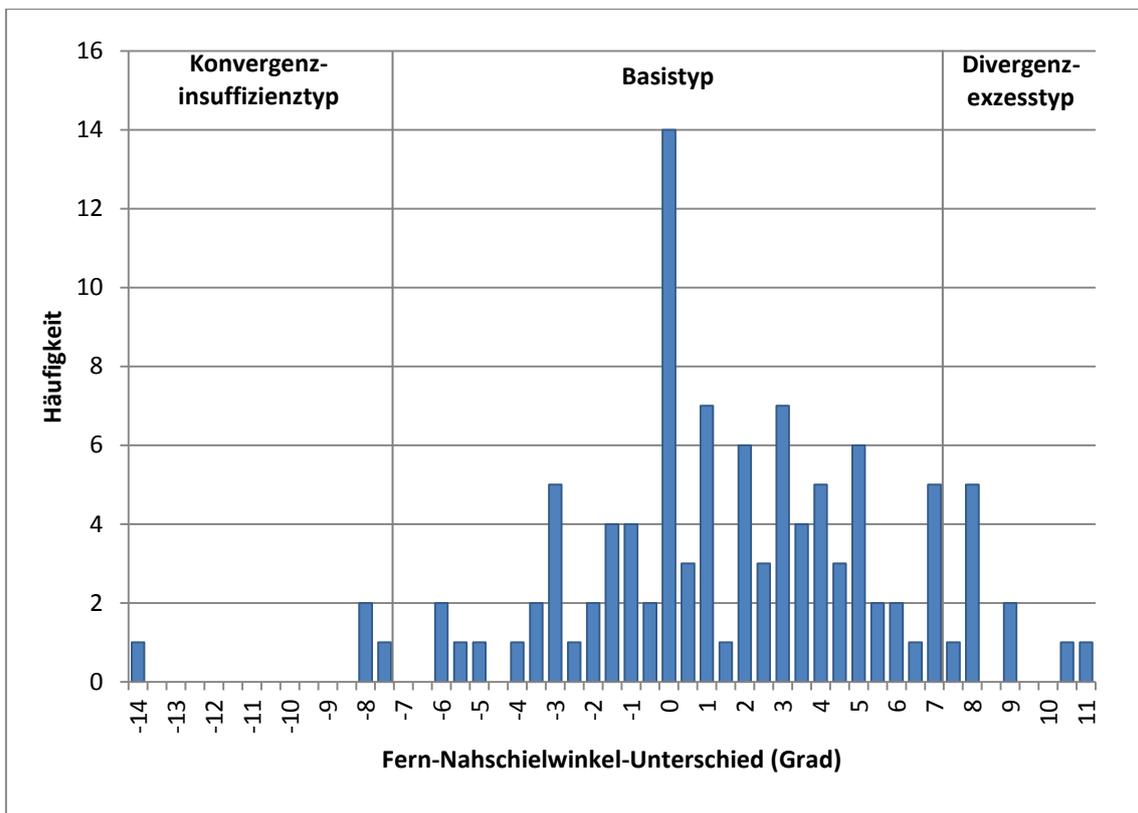


Abb. 6: Differenz der Fern- und Nahschielwinkel vor jeglicher Operation eines Strabismus divergens intermittens (n=108).

3.1.3.3 Binokularsehen vor operativer Behandlung

Um die Binokularfunktionen zu beurteilen wurden die in 2.4.1.2 beschriebenen Binokular-Tests durchgeführt und die Patienten je nach Ergebnis in 5 Gruppen eingeteilt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Binokularfunktionen in Ordinalskala

0	Exklusion bzw. Diplopie	Im Bagolini-Test
1	Simultansehen	Bagolini Test positiv
2	grobe Stereopsis	Titmus-Fliege positiv
3	feine Stereopsis	Lang-, Titmus- oder TNO-Test $\geq 100''$
4	Random-Dot-Stereopsis	Titmus- oder TNO-Test $< 100''$

Vor jeglicher operativer Behandlung der intermittierenden Exotropie wiesen 79 % der Patienten eine feine bzw. Random-Dot-Stereopsis auf. Nur Exklusion bzw. Diplopie im Bagolini-Test konnte bei 13 % der Untersuchten festgestellt werden (Abb. 7). Die Daten sind nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test: $W=0,738$; $p<0,001$).

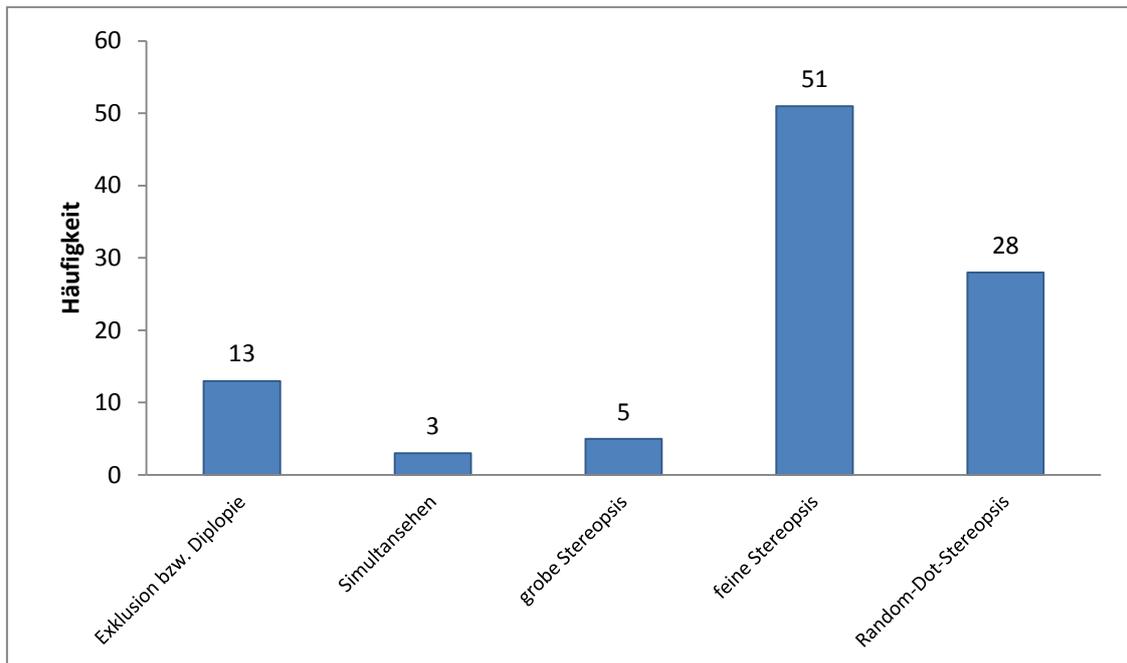


Abb. 7: Verteilung des Binokularsehens vor operativer Behandlung eines Strabismus divergens intermittens (n=100).

3.1.3.4 Operationsindikation

Aussagen über die Operationsindikation bei Erstoperation konnten 71 der 116 ausgewerteten Akten entnommen werden. Bei 26 Patienten wurde die Operation aufgrund häufiger Dekompensation durchgeführt. 20 Patienten ließen den Eingriff durchführen, da sie durch das Schielen gestört waren bzw. es auffällig war. Kopfschmerzen waren der Operationsgrund für 12 Personen. Weitere Behandlungsgrundlagen umfassen den Erhalt des Binokularsehens sowie eine zunehmende Schielwinkelvergrößerung (siehe Abb. 8)

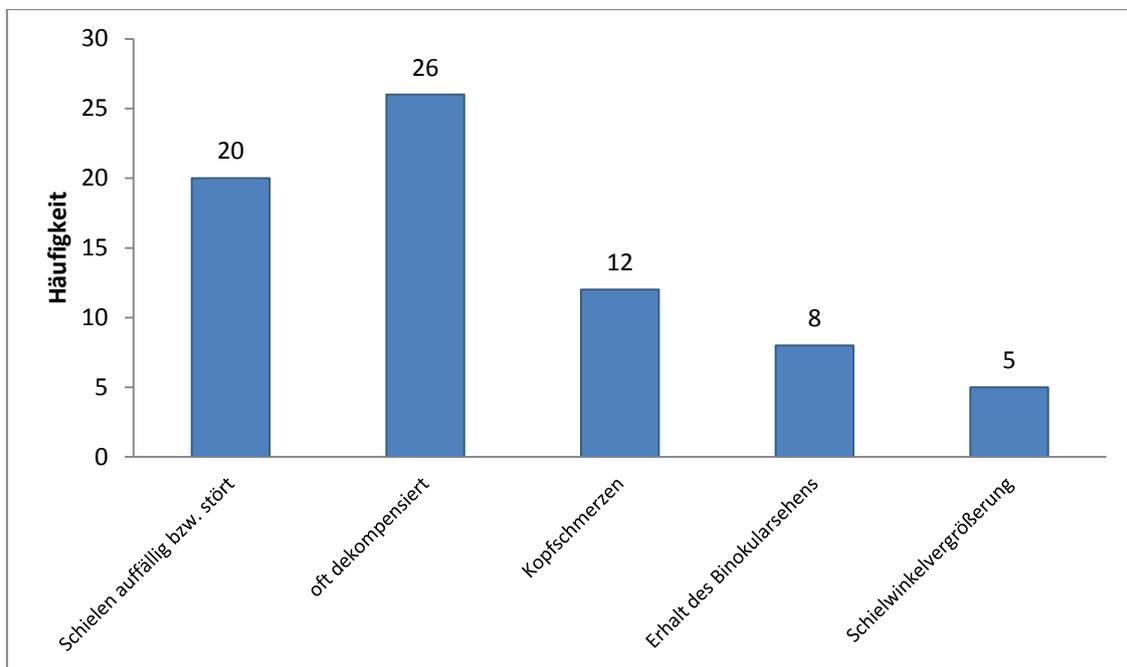


Abb. 8: OP-Indikation bei Erstoperation des intermittierenden Außenschielens (n=71).

3.1.3.5 Operiertes Auge

Es wurde 58 mal das rechte und 50 mal das linke Auge operiert.

3.1.3.6 Operations-Strecke

Die Gesamtoperationsstrecke der kombinierten Divergenzoperation entspricht der Summe aus Rücklagerungs- und Faltungsstrecke.

Die gesamte Operationsstrecke beträgt im Mittel $9,7 \pm 2,2$ mm (Median 9,0 IQR 3,2), die M.-lateralis-Rücklagerung $4,6 \pm 1,1$ mm (5,0 IQR 2,0) und die M.-medialis-Faltung $5,1 \pm 1,3$ mm (5,0 IQR 2,0) (siehe Abb. 9).

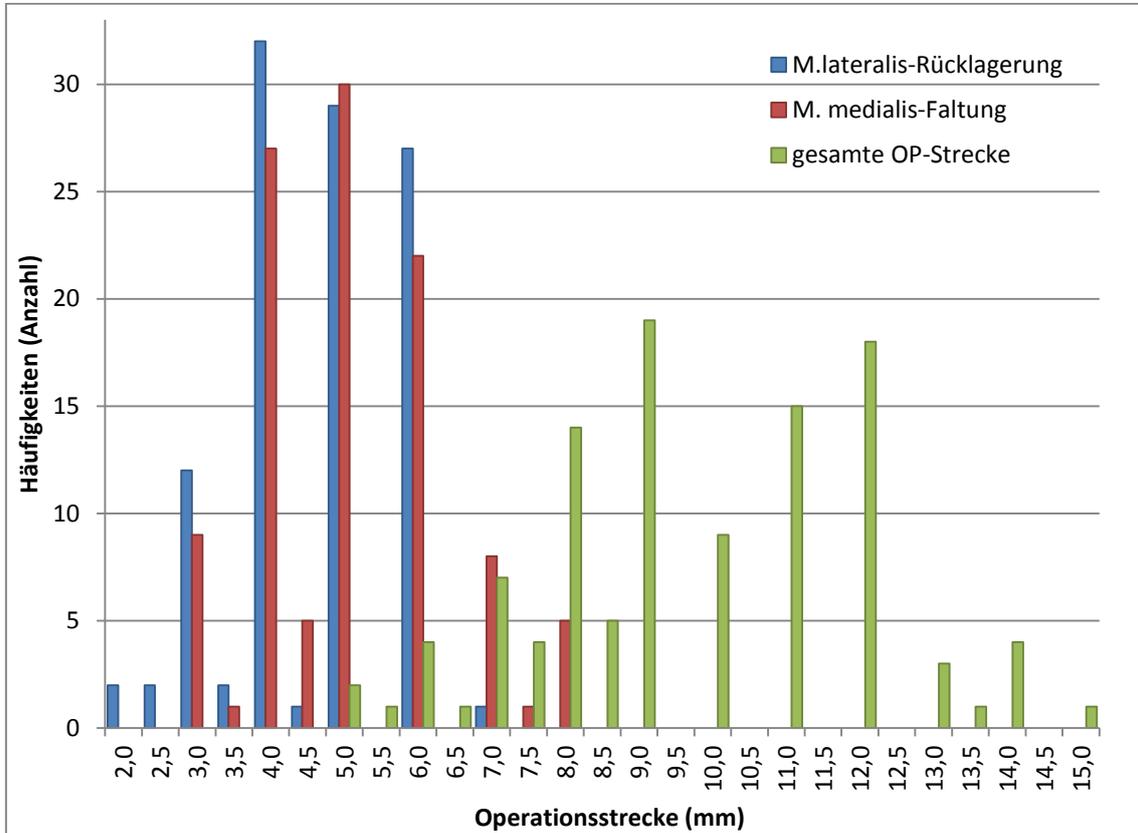


Abb. 9: Operationsstrecke: Gesamtstrecke der kombinierten Divergenzoperation (grün) und Unterteilung nach Strecke der M.-lateralis-Rücklagerung (blau) und der M.-medialis-Faltung (rot) (jeweils n=108).

Abb. 10 zeigt die Operationsdosierungen die bei verschiedenen präoperativen Fernschielwinkeln angewandt wurden (blaue Punkte). Die Gerade stellt eine virtuelle Dosierung von $1,5^\circ/\text{mm}$ dar. Man erkennt, dass bei geringen Schielwinkeln diese Dosierung gut eingehalten wurde. Je größer jedoch der präoperative Fernwinkel war, desto vorsichtiger wurde die Operation dosiert. Bei einem Schielwinkel über 30° plante man schon im Voraus diesen durch zwei Operationen zu beheben. Die roten Punkte in der Abbildung markieren das tatsächliche Ergebnis, das sich direkt postoperativ einstellte.

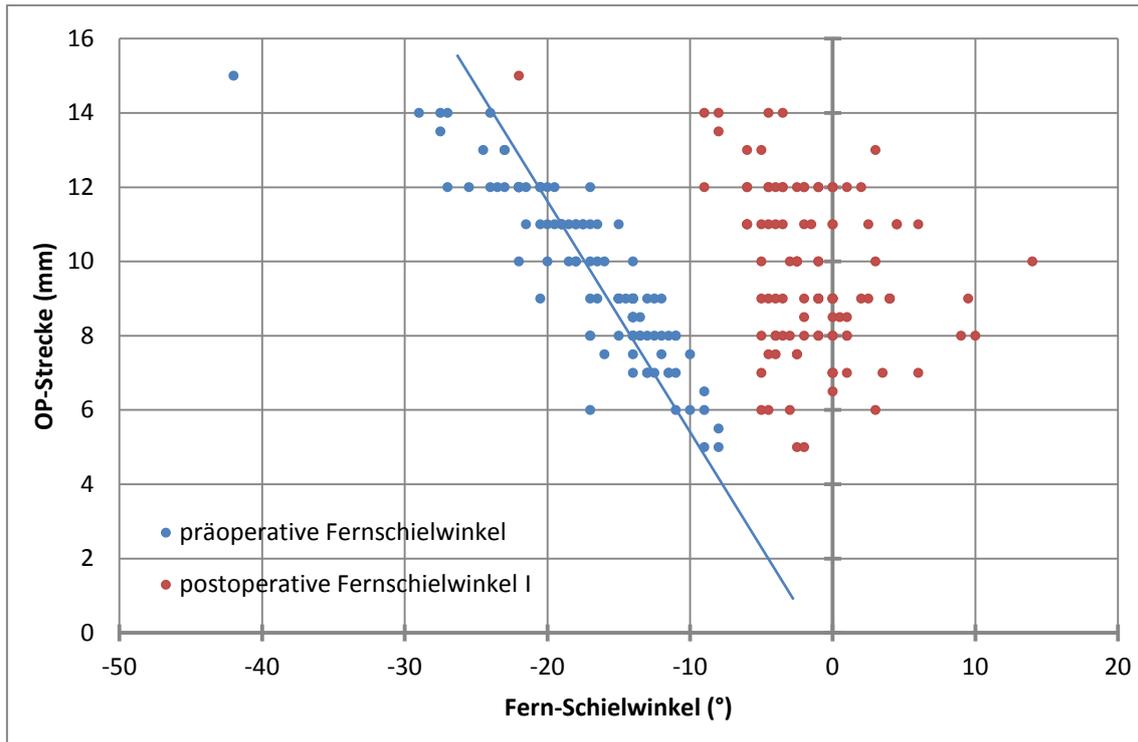


Abb. 10: Operationsdosierungen in Bezug auf den präoperativen Fernschielwinkel bei kombinierter Divergenzoperation. Die OP-Strecke ergibt sich aus der Summe von Resektion und Rücklagerung. Die Gerade zeigt eine Dosierung von 1,5°/mm an.

3.1.3.7 Schielwinkelveränderung

Die Schielwinkel wurden immer mit dem alternierenden Prismenabdecktest, am Tag vor der OP (= prä OP), am Tag danach (= post OP I) und drei Monate nach der Operation (= post OP II) gemessen. Außenschielen wird durch ein negatives, Innenschielen durch ein positives Vorzeichen des Schielwinkelwertes gekennzeichnet.

Beim Blick in die Ferne in Primärposition (Abb. 11) hat sich der Mittelwert von $-17,0^\circ \pm 5,3^\circ$ (Median: $-16,3^\circ$; IQR $-6,6^\circ$) auf $-1,4^\circ \pm 4,4^\circ$ ($-2,0^\circ$; IQR $-4,0^\circ$) am Tag nach der Operation verkleinert. Der Drei-Monats-Wert zeigt eine Winkelvergrößerung auf $-6,5^\circ \pm 4,7^\circ$ ($-6,0^\circ$; IQR $-7,0^\circ$) an. Somit hat drei Monate nach dem Eingriff der Operationseffekt nachgelassen. Die direkt nach der Operation gemessenen Werte unterscheiden sich von den Drei-Monats-Messwerten signifikant (Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben: $n=93$; $Z=7,63$; $p<0,001$). Der Wilcoxon-Test kann durchgeführt werden, da die zugrundeliegenden Daten nicht normalverteilt sind.

Ergebnisse - Strabismus divergens intermittens - Erstoperation

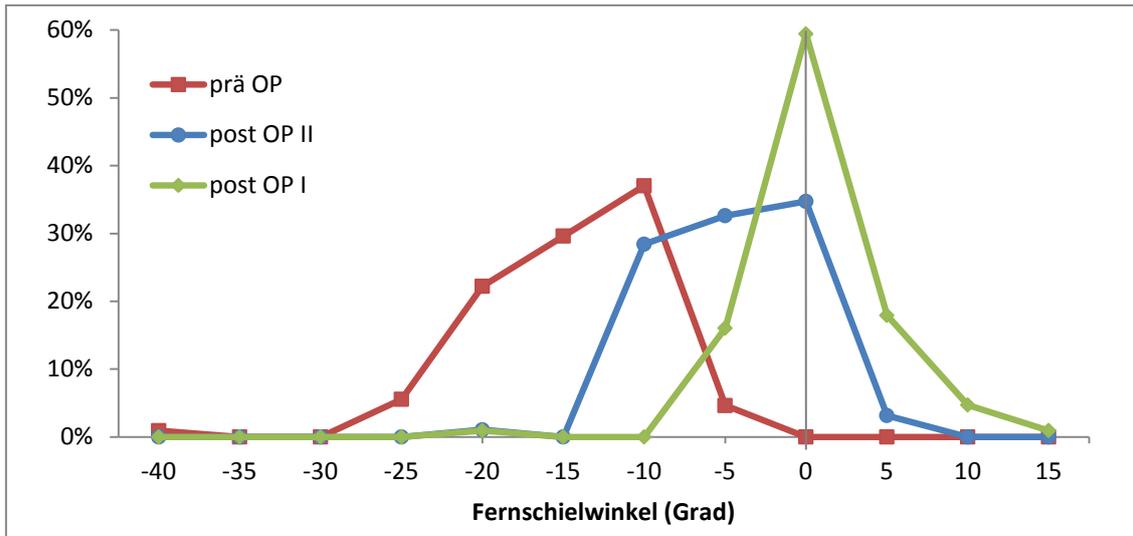


Abb. 11: Fernschielwinkel gemessen im alternierenden Abdecktest in Primärposition vor (rot), einen Tag nach kombinierter Divergenzoperation (grün) und 3 Monate später (blau) ($n_{\text{präOP}}=108$; $n_{\text{postOPI}}=106$; $n_{\text{postOPII}}=95$).

Führt man die gleichen Berechnungen bei Nahfixation (0,30 m) durch (Abb. 12), so ergibt sich vor der Operation ein mittlerer Schielwinkel von $-18,6^\circ \pm 6,6^\circ$ ($-18,0^\circ$; IQR $-8,0^\circ$). Direkt nach der kombinierten Divergenzoperation wurde im Schnitt ein Winkel von $-2,5^\circ \pm 4,6^\circ$ ($-2,5^\circ$; IQR $-4,5^\circ$) und drei Monate später ein Wert von $-5,7^\circ \pm 5,4^\circ$ ($-5,0^\circ$; IQR $-7,0^\circ$) gemessen. Die Werte haben sich im postoperativen Verlauf signifikant geändert (Wilcoxon-Test: $n=92$; $Z=5,59$; $p<0,001$).

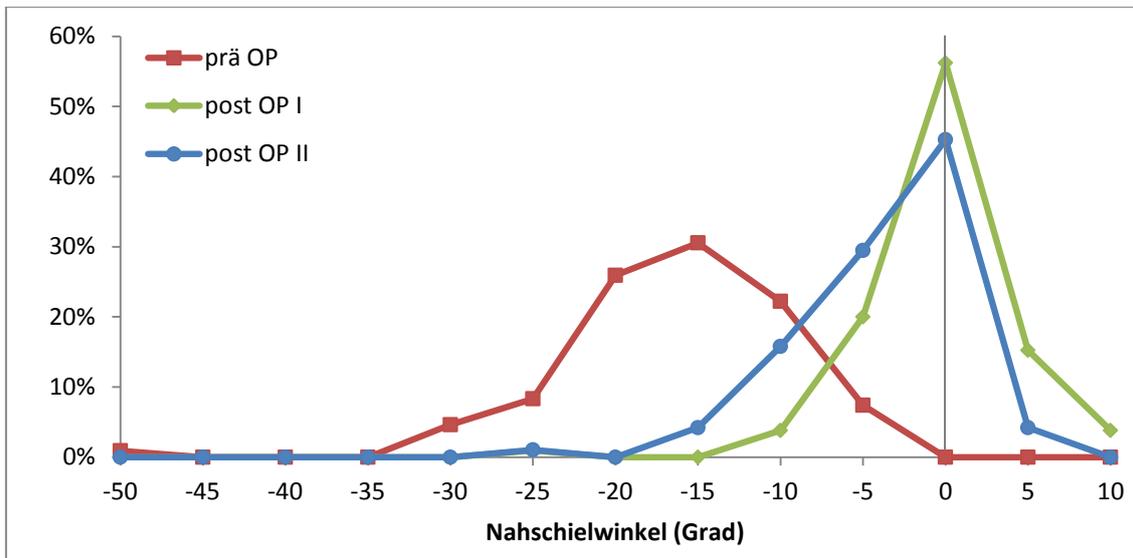


Abb. 12: Nahschielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest in Primärposition vor (rot), einen Tag nach kombinierter Divergenzoperation (grün) und 3 Monate später (blau) ($n_{\text{präOP}}=108$; $n_{\text{postOPI}}=105$; $n_{\text{postOPII}}=95$).

Desweiteren wurden die Schielwinkel beim Seitblick in Fernfixation bestimmt. Um eine bessere Aussagekraft dieser Werte zu erhalten, wird der Seitblick zuerst auf die Seite des operierten Auges bezogen und anschließend in Richtung des nicht operierten Auges. Hiernach fallen in die erste Gruppe Werte von Personen, die am linken Auge operiert worden sind, aus dem Linksblick und bei rechts Operierten aus dem Rechtsblick.

Zuerst betrachten wir die Schielwinkel, die im Blick zur operierten Seite hin gemessen worden sind (Tabelle 2). Präoperativ sind Werte von 100 Patienten in den Akten vorhanden, einen Tag postoperativ von 60 und nach 3 Monaten Messungen von 73 Personen. Der Grund für die fehlenden Messungen im Seitblick bei einigen Patienten sind die postoperativen Beschwerden (Schmerzen), die eine zuverlässige Winkelmessung im Seitblick nicht immer ermöglichen.

Tabelle 2: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des operierten Auges (d.h. bei Operation am rechten Auge Werte aus der Messung im Rechtsblick, bei linksseitig Operierten Werte aus der Messung im Linksblick).

	Mittelwert	Median
Prä OP	-12,5° ± 5,7°	-11,5° IQR -6,5°
Post OP I	+2,7° ± 4,5°	+2,5° IQR -3,4°
Post OP II	-2,8° ± 4,4°	-1,5° IQR -6,3°

Im Vergleich dazu ergeben sich beim Blick zur nicht operierten Seite folgende Werte (Tabelle 3):

Tabelle 3: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des nicht-operierten Auges.

	Mittelwert	Median
Prä OP	-12,4° ± 5,5°	-11,5° IQR -8,0°
Post OP I	-1,0° ± 4,8°	0,0° IQR -3,6°
Post OP II	-4,1° ± 4,3°	-3,5° IQR -6,5°

Im folgenden Box-Plot (Abb. 13) vergleichen wir jeweils die Ergebnisse vor OP, am ersten Tag post operationem und nach drei Monaten zwischen dem Blick in Richtung des operierten Auges und entgegengesetzt. Für die Berechnungen wurden jeweils alle verfügbaren Messungen berücksichtigt.

Mit dem Shapiro-Wilks-Test wurde nachgewiesen, dass alle im Seitblick gemessenen Daten nicht normalverteilt sind. Deshalb wird der Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben angewandt, um auf Unterschiede zu überprüfen.

Hierbei erkennt man, dass die Werte im Rechts- bzw. Linksblick vor der Operation nicht signifikant unterschiedlich sind (Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben: $n=99$; $Z=0,492$; $p=0,622$).

Betrachtet man jedoch die Messungen nach der Operation, so ist in beiden Fällen (einen Tag post operationem und nach drei Monaten) ein signifikanter Unterschied zwischen dem Blick in Richtung des operierten Auges und in die entgegengesetzte Richtung auszumachen (post OP I: $n=60$; $Z=5,054$; $p<0,001$; post OP II: $n=72$; $Z=4,180$; $p<0,001$).

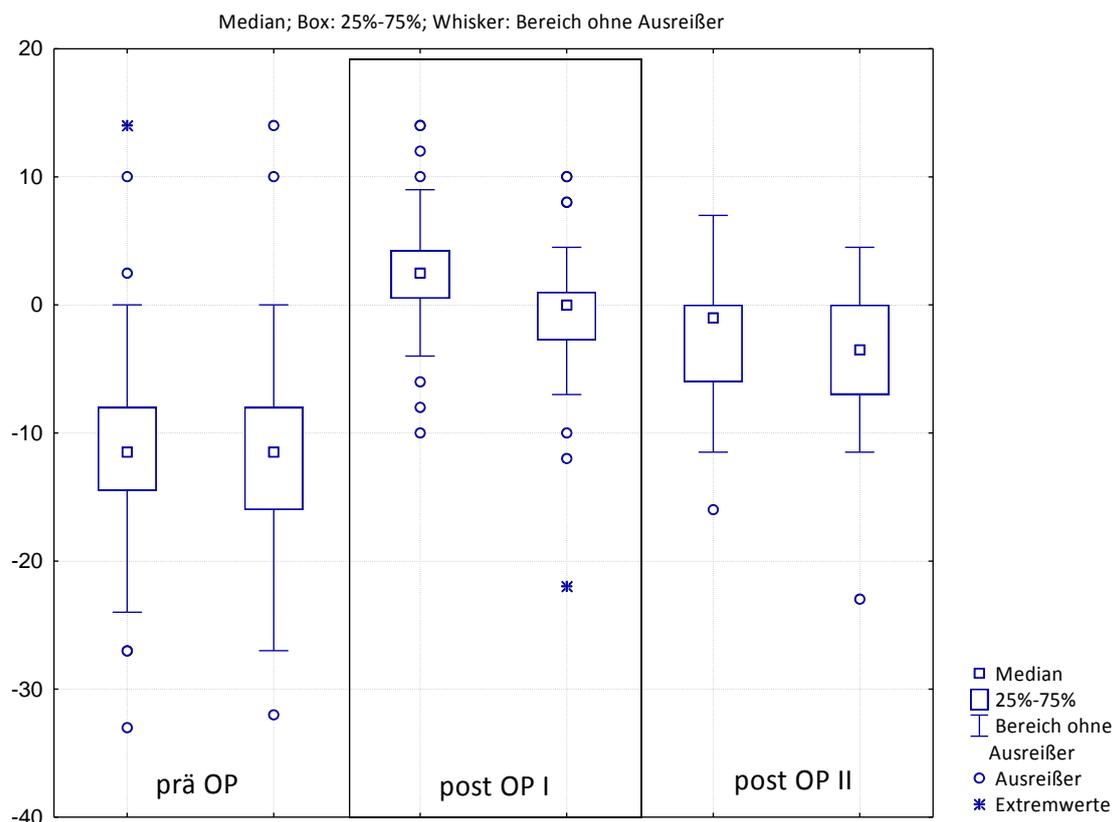


Abb. 13: Box-Plot für multiple Variablen unterteilt in 3 Gruppen: prä OP, 1 Tag post OP (=post OP I) und drei Monate nach Operation (=post OP II). Der erste Box-Plot in jedem Abschnitt zeigt die Schielwinkelgröße (°) in Richtung des operierten Auges an und der zweite infolgedessen die Schielwinkelgröße beim Blick zur anderen, nicht operierten Seite.

3.1.3.8 Operationsergebnisse

Da viele Studien eine Graduierung des OP-Erfolges vornehmen wird auch in dieser Arbeit eine Einteilung versucht, um die Ergebnisse besser mit anderen Autoren vergleichen zu können. Dies stellt sich als schwierig und unzureichend heraus, da man Operationserfolg und – misserfolg nicht nur mit den postoperativ gemessenen Schielwinkeln ausdrücken kann da viel mehr Faktoren wie beispielsweise die postoperative Kompensation eine Rolle spielen. Um die Operationsergebnisse zu beurteilen, nehmen wir dennoch folgende Einteilung vor (Tabelle 4):

Tabelle 4: Einteilung der Operationsergebnisse

Einteilung	Definition
Gut	Orthophorie oder –tropie mit Exo- oder Esophorie bis 5°
Zufriedenstellend	Orthotropie mit Exo- oder Esophorie größer 5°, aber unter dem präoperativen Wert
Schlecht	Exotropie oder Schielwinkel wie präoperativ bzw. größer
Überkorrektur	Esotropie

Im Folgenden sollen zuerst die Operationsergebnisse in Bezug auf die Fernschielwinkel (Abb. 15), hierauf in Bezug auf die Nahschielwinkel (Abb. 16) genauer betrachtet werden.

Es zeigt sich, dass am ersten postoperativen Tag bei 13 Personen eine konsekutive Esotropie aufgetreten ist, wovon 11 die Wahrnehmung von Doppelbildern angaben. Diese Patienten waren im Mittel $20,6 \pm 20,1$ Jahre alt (Altersspanne von 3,1 bis 60,9 Jahre). Abb. 14 (blaue Punkte) zeigt die Größe der konsekutiven Esotropie für die Ferne ($S_{F_{\text{postOP}}}$) in Bezug auf das Alter des Patienten (Alter_{OP}). Es besteht keine lineare Abhängigkeit zwischen diesen beiden Werten ($r=0,024$; $p=0,938$; $S_{F_{\text{postOP}}} = 5,912 + 0,004 \times \text{Alter}_{\text{OP}}$). Nach drei Monaten waren die Operationseffekte soweit rückläufig, dass keiner dieser Patienten mehr konstantes Innenschielen aufwies. Desweiteren gab im Verlauf auch niemand Doppelbilder an, sodass wegen postoperativer persistierender Diplopie keine Revisionsoperation erforderlich war.

Ergebnisse - Strabismus divergens intermittens - Erstoperation

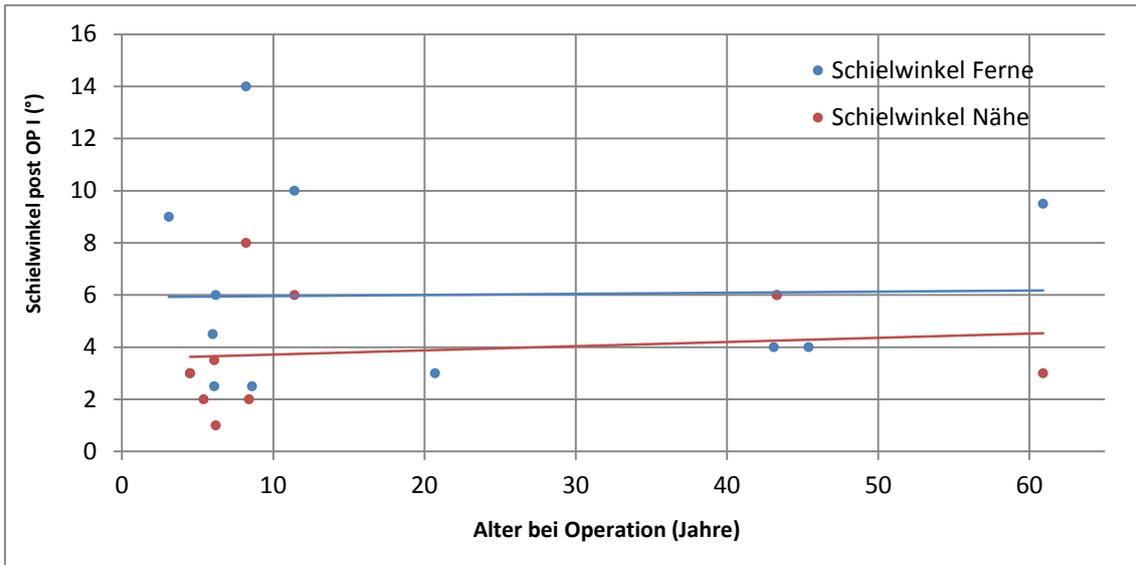


Abb. 14: Patienten mit konsekutiver Esotropie am ersten postoperativen Tag nach Erstbehandlung bei Strabismus divergens intermittens. Veranschaulichung des postoperativen Schielwinkels in Bezug auf das Alter bei OP.

Ebenso zeigte sich bei den Patienten, bei denen nach der Operation eine Phorie bzw. ein intermittierendes Schielen vorlag (Ergebnisgruppen „gut“ und „zufriedenstellend“), der abnehmende Effekt der Operation. Man kann verallgemeinernd sagen, dass direkt postoperativ der Hauptteil der Patienten (ca. 75 %) im guten Ergebnisbereich zu finden war, sich jedoch im Laufe von drei Monaten die Fernschielwinkel wieder weiter in die Divergenz (in den zufriedenstellenden Bereich zwischen -5° und -10°) verschoben haben (Abb. 15).

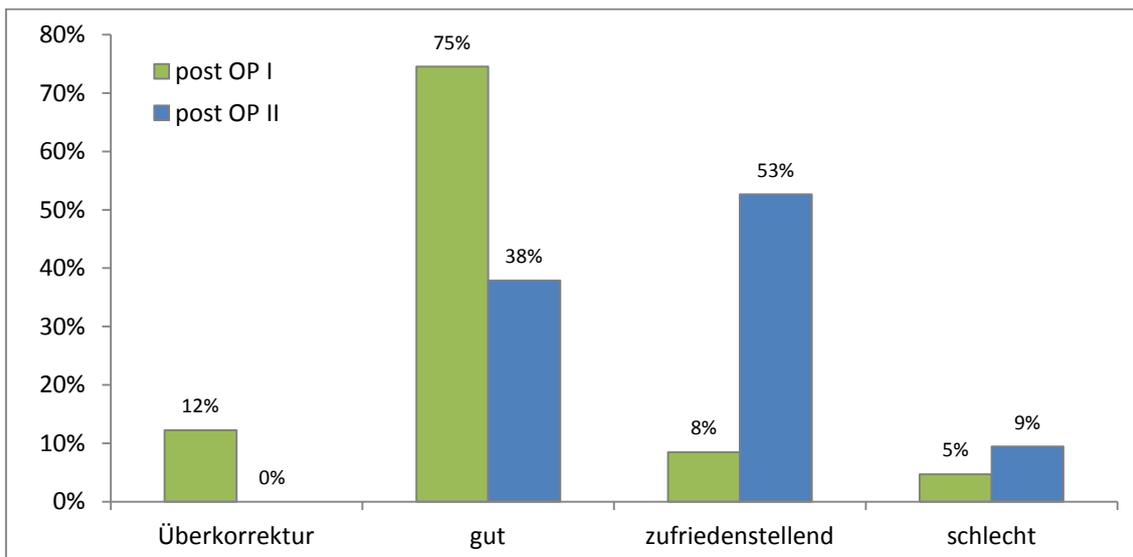


Abb. 15: Operationsergebnisse im Fernblick nach Erstoperation eines Strabismus divergens intermittens am ersten postoperativen Tag (post OP I, grün) sowie nach drei Monaten (post OP II, blau) ($n_{\text{postOP I}}=106$; $n_{\text{postOP II}}=95$).

Direkt nach dem operativen Eingriff fiel bei fünf Patienten eine Exotropie auf, deren Wert im Mittel $-3,8^\circ \pm 5,6^\circ$ betrug. Durch den nachlassenden Operationseffekt vergrößerte sich auch diese Gruppe über die Zeit. In der Verlaufsuntersuchung nach drei Monaten fielen neun Patienten in die Gruppe mit schlechtem Operationsergebnis, wovon acht Personen konstant nach außen schielten ($-7,1^\circ \pm 3,5^\circ$) und ein Patient mit $-14,5^\circ$ seinen präoperativ gemessenen Fernschielwinkel (-10°) übertraf.

Schaut man sich nun die Ergebnisse in Bezug auf die Nahschielwinkel (Abb. 16) an, findet man ein ähnliches Ergebnis. Direkt postoperativ sind zehn Personen (entsprechend 10 %) überkorrigiert, das heißt es liegt eine konsekutive Esotropie (bei sechs Patienten mit Doppelbildern) vor. Diese Patienten sind im Mittel $17,2 \pm 20,4$ Jahre alt (Altersspanne: 4,5 - 60,9 Jahre). Es lässt sich kein linearer Zusammenhang (Abb. 14, rote Punkte) zwischen den esotropen Schielwinkeln im Nahblick und dem Alter zum Operationszeitpunkt nachweisen ($r=0,141$; $p=0,718$; $S_{N_{\text{postOP}}} = 3,559 + 0,016 \times \text{Alter}_{\text{OP}}$). In der Kontrolluntersuchung nach drei Monaten hat auch hier der Effekt soweit nachgelassen, dass kein Patient mehr bei Nahfixation im esotropen Bereich liegt und auch keine Doppelbilder mehr angegeben werden.

87 % der Patienten schielten direkt nach der Operation weiterhin periodisch bzw. es lag eine Phorie im Bereich bis -10° vor. Ein gutes Ergebnis, dies bedeutet einen Schielwinkel $\leq 5^\circ$, ist bei 65 % der Operierten zu finden. Nach drei Monaten lässt auch im Nahblick die Operationseffektivität nach, sodass nun die Gruppen mit dem guten (51 %) sowie mit dem zufriedenstellenden Ergebnis (46 %) einen fast gleichgroßen Teil der latent bzw. periodisch Schielenden ausmacht.

Im Gegensatz zum Blick in die Ferne, findet man beim Nahblick weniger Personen mit schlechtem Ergebnis. Hier kommt eine Exotropie nur dreimal mit einem Mittelwert von $-4,8^\circ \pm 1,0^\circ$ vor. Nach drei Monaten umfasst diese Gruppe wiederum drei Personen, wobei zwei exotrop sind ($-5,0^\circ \pm 4,2^\circ$) und einer seinen präoperativen Winkel von -14° wieder erreicht hat.

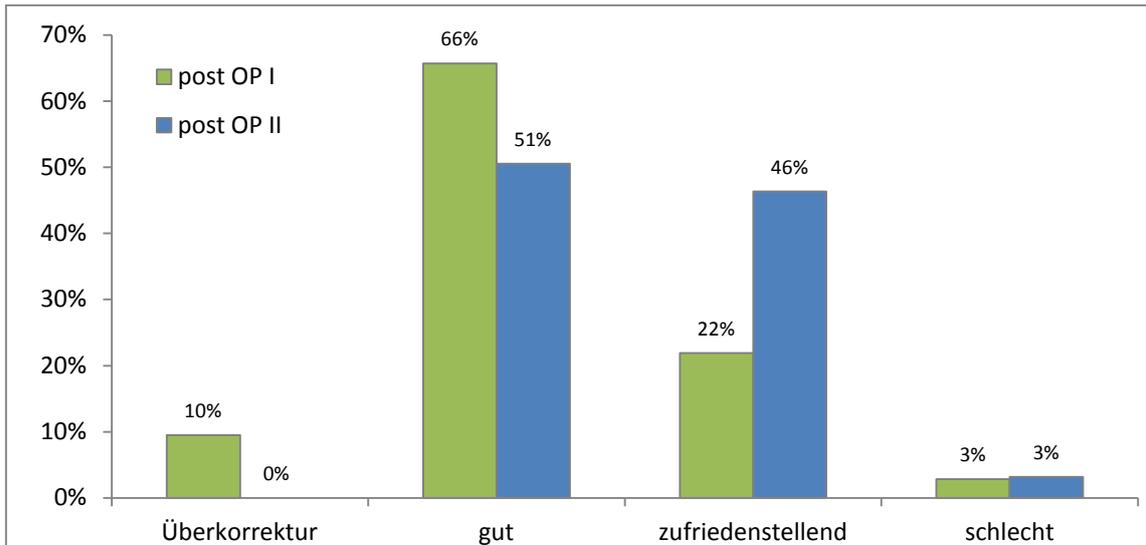


Abb. 16: Operationsergebnisse im Nahblick nach Erstoperation eines Strabismus divergens intermittens am ersten postoperativen Tag (grün) sowie nach drei Monaten (blau) ($n_{\text{postOP I}}=105$; $n_{\text{postOP II}}=95$).

3.1.3.9 Änderung der Binokularfunktionen

Um die Binokularfunktionen zu beurteilen wurden die in 2.4.1.2 genannten Binokular-Tests durchgeführt und die Patienten je nach Ergebnis in 5 Gruppen eingeteilt (Tabelle 1 zur besseren Veranschaulichung hier nochmals aufgeführt).

Tabelle 1: Binokularfunktionen in Ordinalskala

0	Exklusion bzw. Diplopie	Im Bagolini-Test
1	Simultansehen	Bagolini Test positiv
2	grobe Stereopsis	Titmus-Fliege positiv
3	feine Stereopsis	Lang-, Titmus- oder TNO-Test $\geq 100''$
4	Random-Dot-Stereopsis	Titmus- oder TNO-Test $< 100''$

Da direkt postoperativ ein Auge noch durch die Behandlung beeinträchtigt ist und somit die Binokularfunktionen eventuell noch nicht wieder vollständig vorhanden sind, beschränken wir uns in dieser Untersuchung auf die Werte, die im Verlauf von drei Monaten gemessen worden sind.

Um eine relevante Veränderung des Binokularsehens nach der Operation zu erkennen, setzen wir fest, dass eine Änderung um mindestens zwei Stufen nach obiger Einteilung vorliegen muss, da Hatt in ihrer Studie gezeigt hat, dass geringe Schwankungen des Binokularsehens einer Person sogar innerhalb eines Tages möglich sind [40]. Somit

könnte eine Änderung um eine Stufe vor der OP und nach drei Monaten in die normale Schwankungsbreite fallen.

Tabelle 5: Veränderung der Binokularfunktionen einen Tag (post OP I) bzw. 3 Monate (post OP II) nach kombinierter Divergenzoperation zur Behandlung eines Strabismus divergens intermittens.

	Post OP II
besser	7 (8 %)
unverändert	76 (91 %)
schlechter	1 (1 %)

In 91 % der Fälle haben sich die Binokularfunktionen durch die Operation nicht verändert. Bei sieben Personen stellte sich eine Verbesserung ein (Tabelle 5, Abb. 17). Bei einem acht-jährigen Patienten, der präoperativ im TNO-Test ein Binokularsehen von 200'' erreicht hatte, konnte im drei monatigen Abstand zur Operation nur noch Simultansehen (positiver Bagolini-Test) festgestellt werden. Das sonstige Operationsergebnis war mit einer Exophorie mit -1° für Ferne und Nähe mehr als zufriedenstellend. Bei einer weiteren Verlaufsuntersuchung konnte der Junge den Titmus-Fliege-Test positiv beantworten und zeigte somit wieder grobe Stereopsis (Gruppe 2).

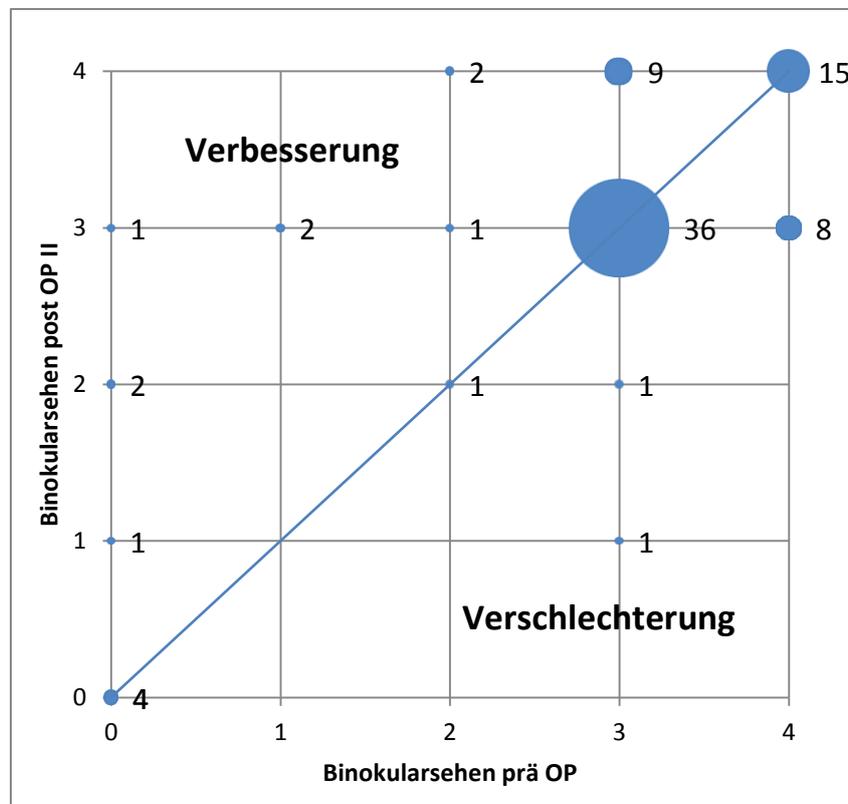


Abb. 17: Veränderung des Binokularsehens durch die Operation gemessen nach 3 Monaten. Die Größe der Punkte und die Zahlen daneben geben die Häufigkeit der gezeigten Veränderung an (n=84).

3.1.3.10 Operations-Effektivität

Die OP-Effektivität setzt sich aus der durch die Operation erzielten Schielwinkelreduktion und der Gesamtoperationsstrecke nach folgender Formel zusammen:

$$\text{Effektivität} = \frac{\text{präoperativer Schielwinkel} - \text{postoperativer Schielwinkel}}{\text{Gesamtoperationsstrecke}}$$

Bei den Fernschielwinkeln ergibt sich eine mittlere Effektivität von $-1,6^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke ($\pm 0,4^\circ/\text{mm}$) am ersten postoperativen Tag sowie von $-1,1^\circ/\text{mm}$ ($\pm 0,5^\circ/\text{mm}$) nach drei Monaten (siehe Abb. 18). Für die direkt postoperative Fernschielwinkeleffektivität zeigt der Shapiro-Wilk-Test keine Normalverteilung ($p < 0,001$). Die Daten nach drei Monaten sind normalverteilt ($p = 0,112$). Nach dem Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben unterscheiden sich diese Werte signifikant ($n = 94$; $Z = 7,561$; $p < 0,001$). Somit hat der Operationseffekt im Verlauf der drei Monate um $-0,47 \pm 0,47^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke abgenommen.

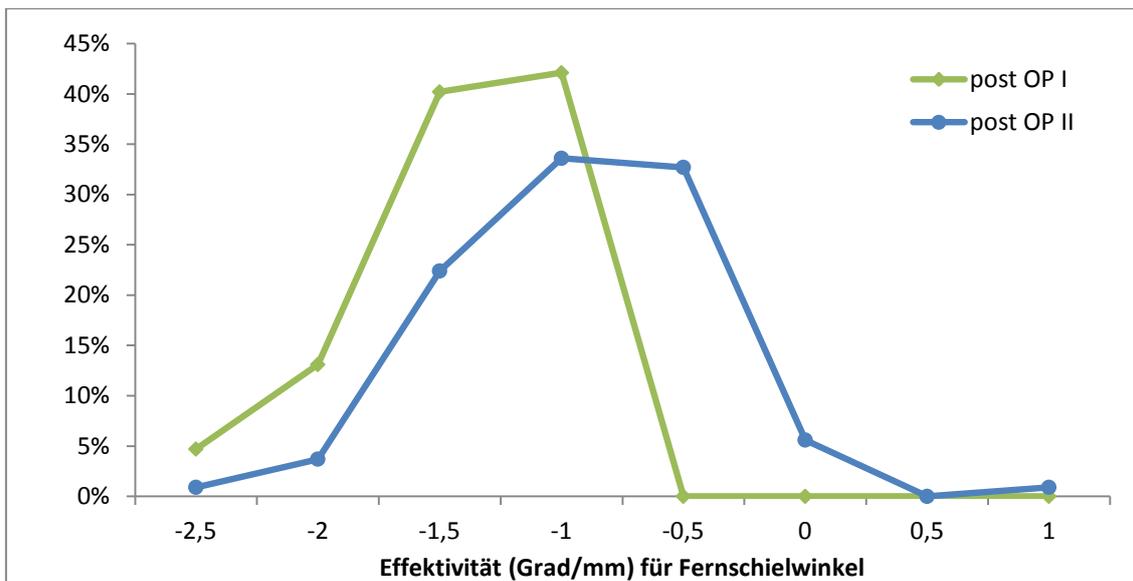


Abb. 18: Effektivität in Grad Fernschielwinkel pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag (grün) und nach 3 Monaten (blau) ($n_{\text{postOP I}} = 107$; $n_{\text{postOP II}} = 96$).

Wendet man dieselben Berechnungen auf die Nahschielwinkel an, so erhält man eine mittlere Effektivität am ersten Tag nach der Operation von $-1,7^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke ($\pm 0,5^\circ/\text{mm}$) sowie nach drei Monaten von $-1,3^\circ/\text{mm}$ ($\pm 0,5^\circ/\text{mm}$). Nach dem Shapiro-Wilk-Test sind diese Daten normalverteilt (post OP I: $p = 0,180$; post OP II: $p = 0,652$), weshalb der t-Test angewandt werden muss, um zu zeigen, dass auch diese Werte sich

signifikant unterscheiden ($n=92$; $t=-6,890$; $FG=91$; $p<0,001$). Die Effektivität hat im Laufe des Beobachtungszeitraums um $-0,30 \pm 0,41$ °/mm Operationsstrecke abgenommen. Beim Seitenblick in Richtung des operierten Auges ergibt sich eine mittlere Effektivität am ersten postoperativen Tag von $-1,5^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke ($\pm 0,5^\circ/\text{mm}$) sowie nach 3 Monaten von $-1,0^\circ/\text{mm}$ ($\pm 0,5^\circ/\text{mm}$). Im Blick zur nicht operierten Seite betragen die Mittelwerte der Effektivität $-1,1^\circ/\text{mm}$ ($\pm 0,4^\circ/\text{mm}$) bzw. $-0,8^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke ($\pm 0,5^\circ/\text{mm}$). Die post OP I gemessenen Werte zeigen eine Normalverteilung (Blick zur OP-Seite: $p=0,108$; Blick zur nicht-OP-Seite: $p=0,110$), die nach drei Monaten gemessenen hingegen nicht (Blick zur OP-Seite: $p=0,020$; Blick zur nicht-OP-Seite: $p<0,001$). Ein signifikanter Unterschied liegt für die Effektivitäten zwischen beiden Richtungen zum gleichen Zeitpunkt (post OP I: t-Test: $n=59$; $t=-5,824$; $FG=58$; $p<0,001$; post OP II: Wilcoxon-Test: $n=71$; $Z=3,353$; $p<0,001$) sowie zwischen einer Richtung zu verschiedenen Zeitpunkten vor (jeweils Wilcoxon-Test: Blick zur operierten Seite: $n=47$; $Z=5,265$; $p<0,001$; Blick zur nicht operierten Seite: $n=47$; $Z=3,025$; $p=0,003$).

Es zeigt sich für die Ferne ein linearer Zusammenhang zwischen dem Schielwinkel S_F nach drei Monaten sowie der Ab- bzw. Zunahme der Effektivität V_{EF} in diesem Zeitraum (Abb. 19; $r=0,4576$; $p<0,001$; $V_{EF}=0,0419 \cdot S_F - 0,2549$).

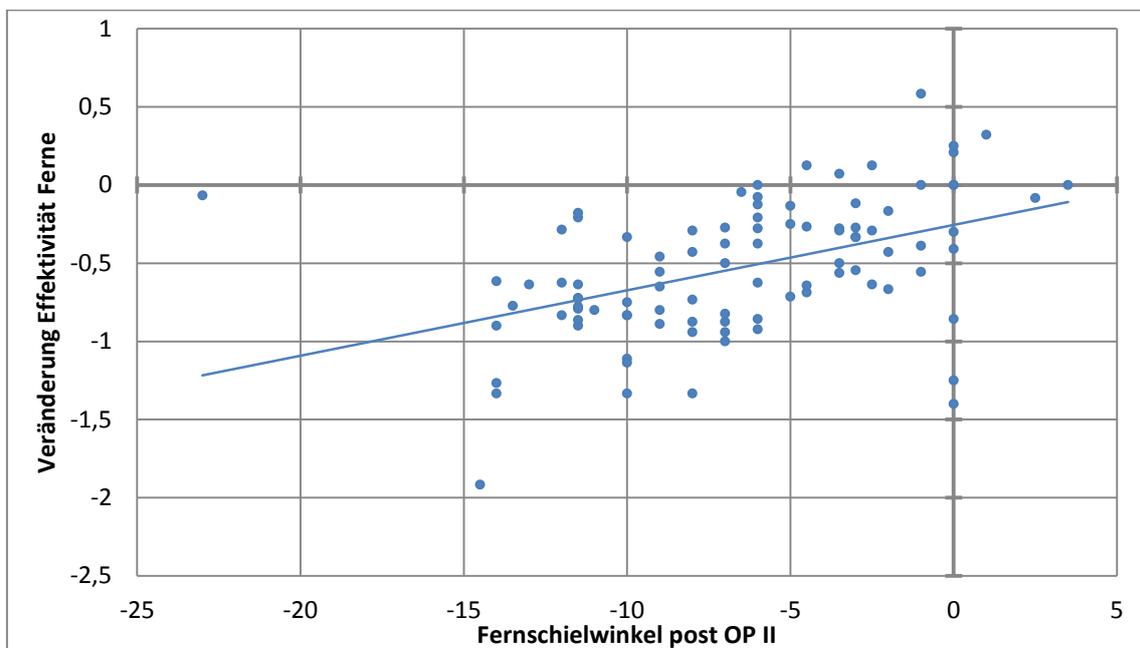


Abb. 19: Zusammenhang zwischen der Veränderung der OP-Effektivität bei Fernblick und dem nach 3 Monaten gemessenen Fernschielwinkel ($r=0,4576$; $p<0,001$; $V_{EF}=0,0419 \cdot S_F - 0,2549$).

Ebenso verhält sich die Beziehung zwischen Nahschielwinkel S_N und Veränderung der Effektivität V_{EN} . Je mehr die Operationseffektivität im Zeitraum von drei Monaten nachgelassen hat, desto divergenter ist der gemessene Nahschielwinkel ($r = 0,5675$; $p < 0,001$; $V_{EN} = 0,0435 * S_N - 0,0473$) geworden (Abb. 20).

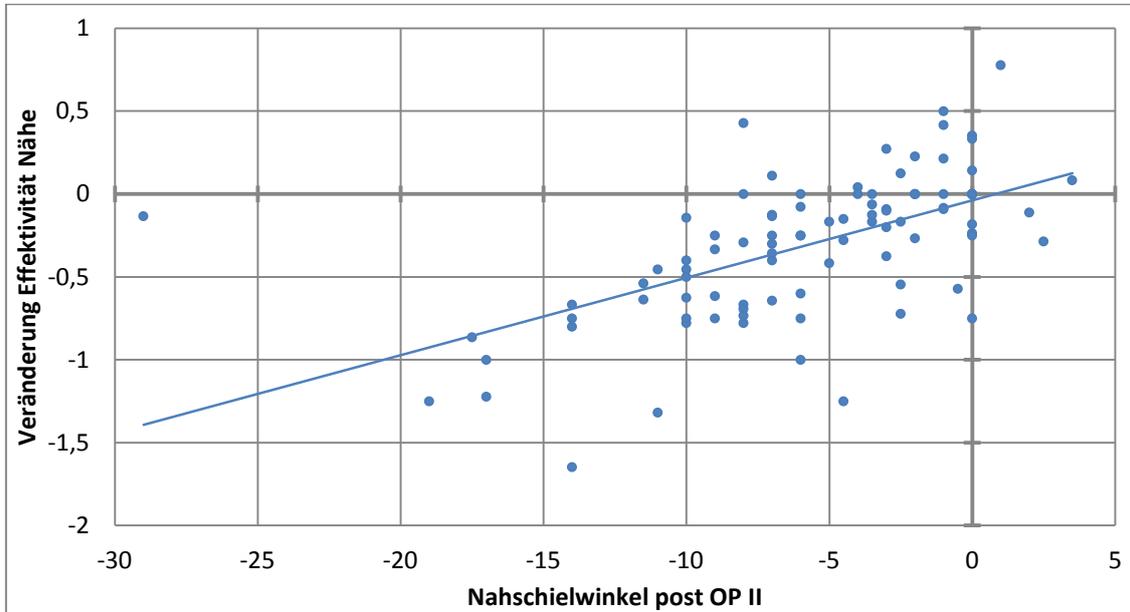


Abb. 20: Beziehung zwischen der Veränderung der Operationseffektivität für die Nähe und dem nach 3 Monaten gemessenen Nahschielwinkel ($r = 0,5675$; $p < 0,001$; $V_{EN} = 0,0435 * S_N - 0,0473$).

3.1.3.11 Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe

Wie in den oben stehenden Abbildungen Abb. 19 und Abb. 20 zu erkennen ist, lässt der Operationseffekt in der Zeit zwischen der Operation und der Drei-Monats-Untersuchung in unterschiedlichem Maße nach. Aufgrund dieser Tatsache ist es interessant zu sehen, ob sich hierfür ein bestimmter Einflussfaktor ausmachen lässt.

Nach ersten Überlegungen schien es sinnvoll, einen Zusammenhang zwischen der Operationseffektivität für die Ferne bzw. Nähe direkt postoperativ sowie nach drei Monaten und folgenden Faktoren zu untersuchen:

- präoperativer Schielwinkel
- Alter bei Diagnosestellung
- Alter zum Operationszeitpunkt

- Schieldauer
- Operationsstrecke
- Binokularsehen vor der Operation

Beschäftigt man sich jedoch genauer mit diesen Faktoren, so ist zu bedenken, dass die Schieldauer aus der Differenz zwischen Alter zum Operationszeitpunkt und Alter bei Diagnosestellung entstanden ist. Aufgrund dieser Tatsache, sollte die Schieldauer nicht zusammen mit den beiden anderen Faktoren, aus denen sie berechnet wird, zu Regressionsanalysen verwendet werden.

Desweiteren ist zu überlegen, wie die Operationseffektivität errechnet wird. In dieser Formel sind von den zu untersuchenden Einflussfaktoren der präoperative Schielwinkel sowie die Operationsstrecke enthalten. Deshalb sollte man auch diese beiden Faktoren nicht in die Regressionsanalyse einbeziehen, da aufgrund der Tatsache, wie sich die Effektivität errechnet, ein Zusammenhang notwendigerweise besteht.

Somit bleiben am Ende nur noch folgende drei Faktoren zu überprüfen, ob sie einen Einfluss auf die postoperative Effektivität haben:

- Alter bei Diagnosestellung
- Alter zum Operationszeitpunkt
- Präoperatives Binokularsehen

Hierbei stehen für Berechnungen in Bezug auf die Fernschielwinkel 95 bzw. auf die Nahschielwinkel 92 vollständige Datensätze zur Verfügung.

Zuerst soll ein möglicher Einflussfaktor auf die Fernschielwinkel-Effektivitäten analysiert werden. Da die Varianzanalysen in Bezug auf die Effektivitäten post OP I sowie II und die oben genannten möglichen Einflussfaktoren (Alter zum OP-Zeitpunkt bzw. bei Schielbeginn und präoperatives Binokularsehen) keine Signifikanz zeigen (post OP I: $F=0,172$ (3; 74), $p=0,915$; post OP II: $F=1,891$ (3,74), $p=0,138$)), darf hier keine Regressionsanalyse durchgeführt werden. Daher wird auf die Korrelationsanalysen zurückgegriffen.

Da die Daten, die die Effektivität eventuell beeinflussen, nicht normalverteilt sind (siehe S. 19, 18, 22), wird der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient verwendet. Direkt nach der Operation zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Fernschielwinkel-Effektivität und den zu untersuchenden möglichen Einflussfaktoren (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Fernschielwinkel direkt postoperativ und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Erstoperation).

Effektivität Ferne post OP I			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	94	-0,061	0,558
Alter bei Erstdiagnose	81	-0,008	0,944
Präoperatives Binokularsehen	90	-0,134	0,209

Nach drei Monate hingegen, kann man erkennen, dass das Alter zum Operationszeitpunkt eventuell einen Einfluss auf die Operationseffektivität aufweist (Tabelle 7).

Tabelle 7: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Fernschielwinkel nach drei Monaten und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Erstoperation).

Effektivität Ferne post OP II			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	94	-0,243	0,018
Alter bei Erstdiagnose	81	0,024	0,830
Präoperatives Binokularsehen	90	-0,031	0,773

Es zeigt sich ein negativer linearer Zusammenhang zwischen der Operationseffektivität bezogen auf den Schielwinkel im Fernblick nach drei Monaten ($=E_{FpostOPII}$) sowie dem Alter zum Operationszeitpunkt ($=Alter_{OP}$) (Regressionsgerade: $E_{FpostOPII} = -0,0054 \times Alter_{OP} - 0,9966$). Je älter der Patient, desto weniger hat die Fernschielwinkeleffektivität nach drei Monaten nachgelassen (Abb. 21).

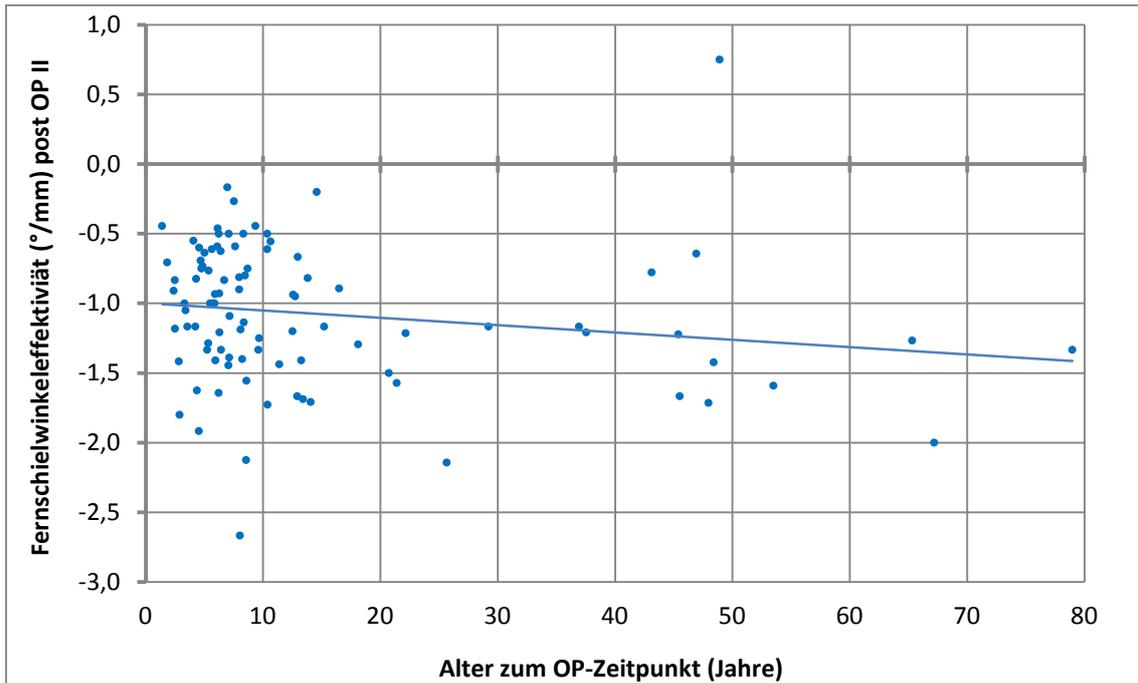


Abb. 21: Scatterplot: Beziehung zwischen der Fernschielwinkeleffektivität nach drei Monaten und dem Alter zum Operationszeitpunkt.

Bei den Operationseffektivitäten in Bezug auf den Nahblick verhält es sich ähnlich. Eine Regressionsanalyse ist leider nicht möglich, da die Varianzanalysen bezogen auf die Daten direkt postoperativ sowie nach drei Monaten und den zu untersuchenden Faktoren keine Signifikanz aufweisen (post OP I: $F=0,647$ (3, 74), $p=0,587$; post OP II: $F=2,724$ (3, 74), $p=0,050$). Aufgrund dessen wird auch hier auf die Spearman-Rangkorrelation zurückgegriffen.

Auf die Nahschielwinkel-Effektivität direkt nach der Operation lässt sich kein signifikanter Einfluss der untersuchten Faktoren ermitteln (Tabelle 8).

Tabelle 8: Spearman-Rangkorrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Nahschielwinkel direkt postoperativ und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren.

	Effektivität Nähe post OP I		
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	92	-0,100	0,344
Alter bei Erstdiagnose	79	0,088	0,440
Präoperatives Binokularsehen	90	-0,166	0,117

Wiederholt man die Berechnungen jedoch mit den nach drei Monaten aufgenommenen Daten, so zeigt sich eine schwache negative Korrelation zwischen der Nah-Effektivität und dem Alter zum Operationszeitpunkt ($r_s = -0,240$) (Tabelle 9).

Tabelle 9: Spearman-Rangkorrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Nahschielwinkel nach drei Monaten und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren.

Effektivität Nähe post OP II			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	92	-0,240	0,021
Alter bei Erstdiagnose	79	0,041	0,722
Präoperatives Binokularsehen	90	-0,184	0,083

Hier verhält es sich ebenso wie beim Blick in die Ferne. Mit steigendem Alter hat die Operationseffektivität weniger nachgelassen (Regressionsgerade: $E_{N_{\text{postOP II}}} = -0,0088 \times \text{Alter}_{\text{OP}} - 1,1851$) (Abb. 22).

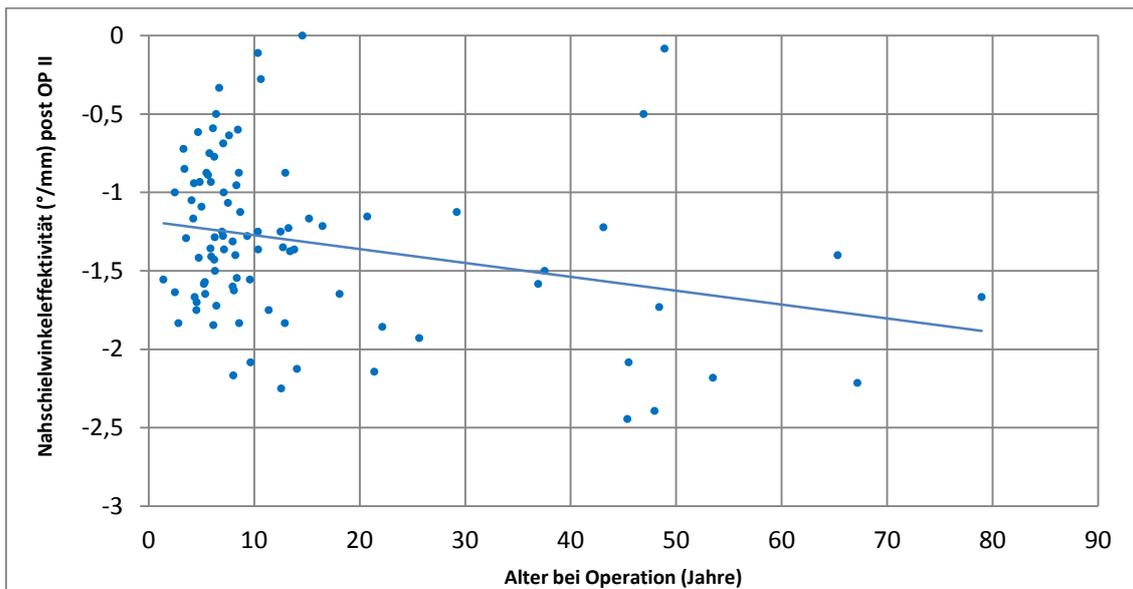


Abb. 22: Scatterplot: Beziehung zwischen der Nahschielwinkeleffektivität nach drei Monaten und dem Alter zum Operationszeitpunkt.

3.1.4 Revisionsoperation

Bei den im untersuchten Zeitraum behandelten Patienten handelte es sich 27 Mal um eine Revisionsoperation. Zwei Personen wurden insgesamt das dritte Mal operiert, die restlichen 25 zum zweiten Mal.

3.1.4.1 Alters- und Geschlechterverteilung

Betrachtet man die Altersverteilung der Gruppe der 27 Patienten, die zu einer Revisionsoperation gekommen sind (Abb. 23), errechnet sich ein Median von 12,0 IQR 23,6 Jahren ($19,3 \pm 14,4$ Jahre). Das Minimum liegt bei 5,1, das Maximum bei 52,8 Jahren. Auch hier liegt keine Normalverteilung vor (Shapiro-Wilk-Test, $W=0,821$; $p<0,001$).

Bei Revisionsoperationen fällt die Verteilung zugunsten der weiblichen Personen aus. Es ergeben sich Prozentsätze von 25,9 % (= 7 Personen) und 74,1 % (= 20 Personen).

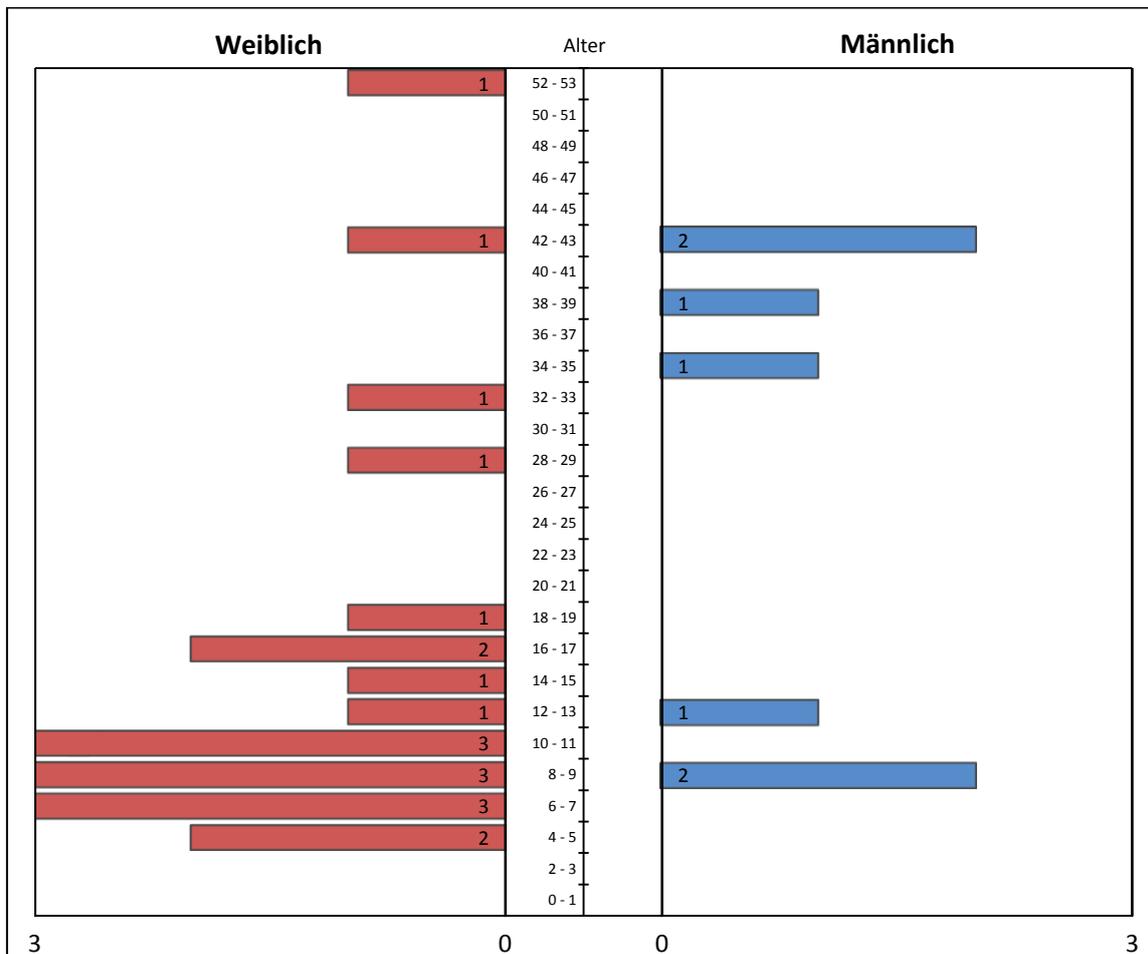


Abb. 23: Alterspyramide der Patienten mit intermittierendem Außenschielen zum Zeitpunkt der Revisionsoperation (n=27).

3.1.4.2 Zeitraum bis zur Revisionsoperation

Der Median der Zeit zwischen Erst- und Revisionsoperation beträgt 3,4 Jahre (IQR 5,3 Jahre). 44 % (entsprechend 12 Personen) der Untersuchten wurden innerhalb der ersten 2,5 Jahre ein weiteres Mal operiert (siehe Abb. 24).

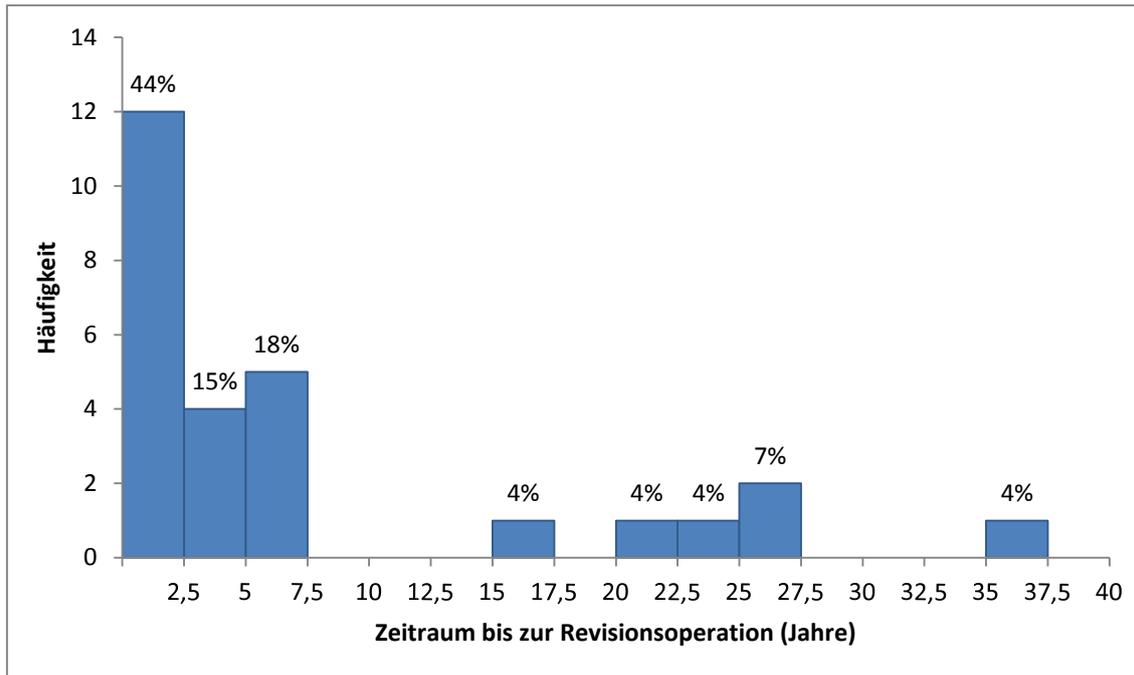


Abb. 24: Zeitraum zwischen den letzten beiden Operationen in Jahren (n=26).

3.1.4.3 Operationsindikation

Bei den Revisionsoperationen waren Kopfschmerzen der häufigste Operationsgrund (acht Personen). Fünf Patienten wurden behandelt, da sich der Schielwinkel wieder vergrößert hatte. Drei Personen, weil sie das Schielen weiter störte bzw. auffällig war (Abb. 25). Hier lagen insgesamt Daten von 16 der 27 Patienten vor.

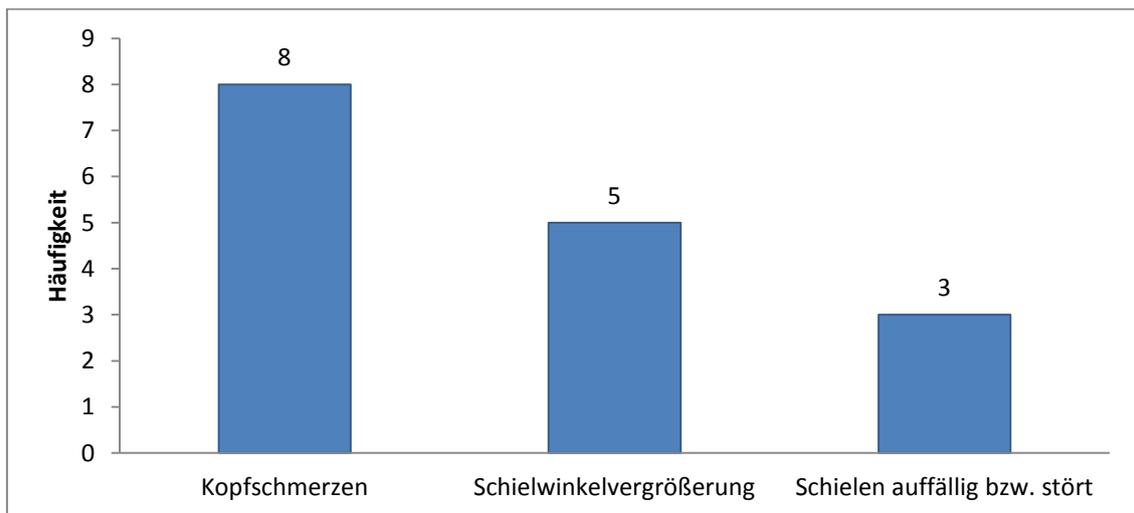


Abb. 25: OP-Indikation bei Revisionsoperation des Strabismus divergens intermittens (n=16).

3.1.4.4 Operiertes Auge

Es wurde 15 mal das rechte und 12 mal das linke Auge operiert.

3.1.4.5 Operationsstrecke

Die Gesamtoperationsstrecke bei Revisionsoperation aufgrund eines intermittierenden Außenschielens beträgt $9,4 \pm 1,8$ mm (10,8 IQR -2,8 mm). Diese setzt sich aus einer mittleren M.-lateralis-Rücklagerung von $4,4 \pm 1,0$ mm (4,5 IQR -1,0 mm) und einer M.-medialis-Faltung von $5,0 \pm 0,9$ mm (5,0 IQR -2,0) zusammen (Abb. 26).

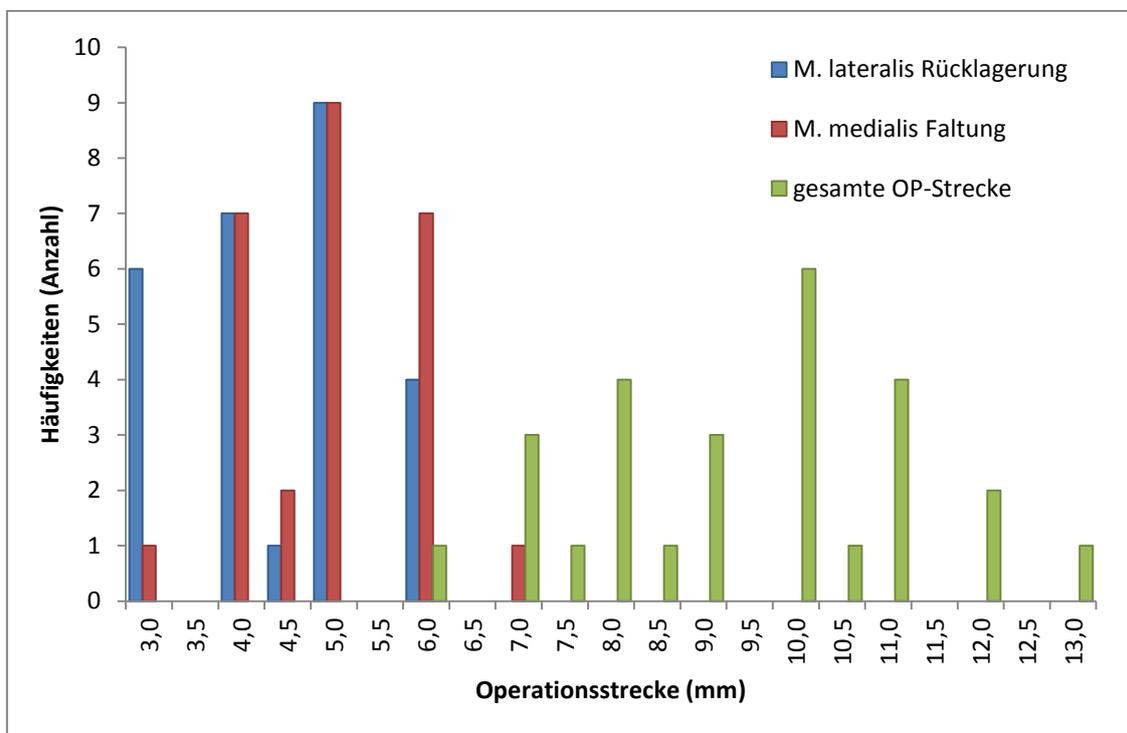


Abb. 26: Operationsstrecken bei Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens

3.1.4.6 Schielwinkelveränderungen

Bei detaillierter Betrachtung der Fernschielwinkel nach Revisionsoperation bei intermittierendem Außenschielen zeigt sich ein Median vor der Operation von $-14,0^\circ$ IQR $-5,5^\circ$ (Mittelwert: $-14,7^\circ \pm 3,5^\circ$), nach einem Tag von $-2,0^\circ$ IQR $6,0^\circ$ ($+0,2^\circ \pm 4,7^\circ$) und nach weiteren drei Monaten von $-3,0^\circ$ IQR $-8,0^\circ$ ($-3,4^\circ \pm 4,0^\circ$) (Abb. 27).

Ergebnisse - Strabismus divergens intermittens - Revisionsoperation

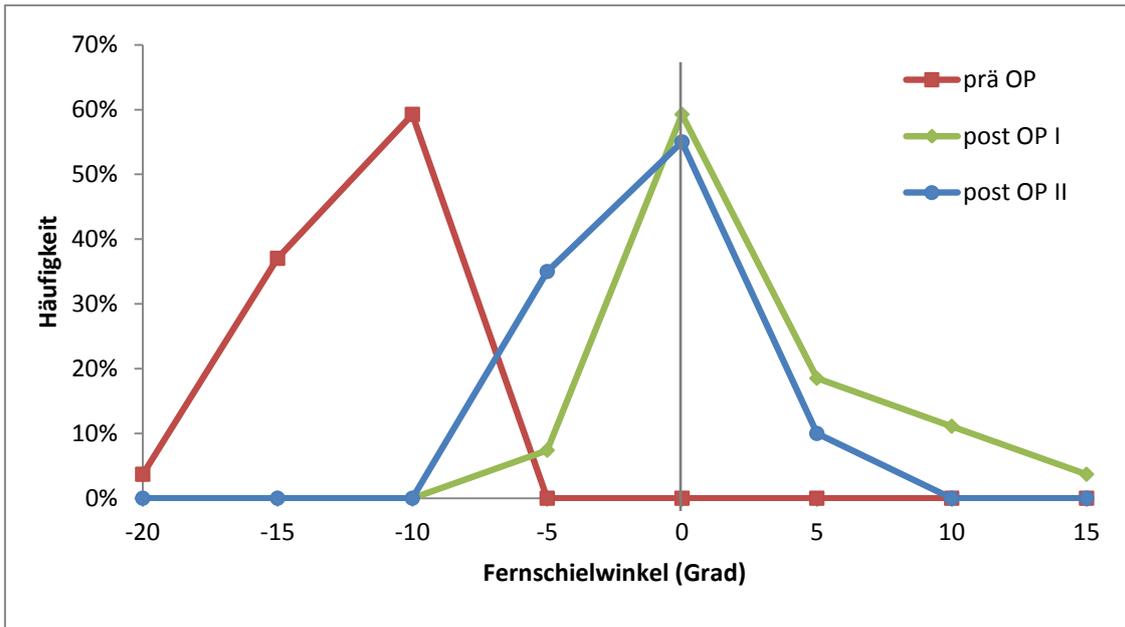


Abb. 27: Entwicklung der Fernschielwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=27$; $n_{\text{postOP I}}=27$; $n_{\text{postOP II}}=20$)

Die Messungen der Nahschielwinkel zeigen vor dem chirurgischen Eingriff einen Median von $-18,0^\circ$ IQR $-4,8^\circ$ ($-18,0^\circ \pm 4,5^\circ$), am Tag danach von $-1,0^\circ$ IQR $-6,3^\circ$ ($-0,9^\circ \pm 5,6^\circ$) und nach drei Monaten von $-3,0^\circ$ IQR $-10,1^\circ$ ($-4,7^\circ \pm 6,0^\circ$) (Abb. 28).

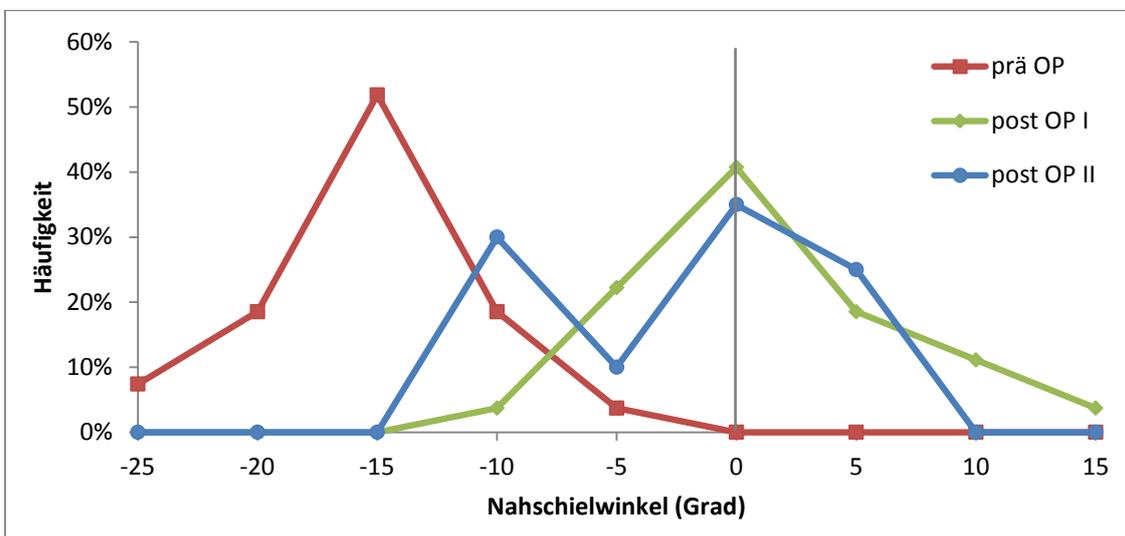


Abb. 28: Entwicklung der Nahschielwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=27$; $n_{\text{postOP I}}=27$; $n_{\text{postOP II}}=20$)

Beim Blick zur operierten Seite errechnet sich vor OP ein Median von $-10,5^\circ$ IQR $-7,0^\circ$ ($-10,5^\circ \pm 4,8^\circ$), am Tag danach von $+1,5^\circ$ IQR $-5,3^\circ$ ($+1,5^\circ \pm 5,5^\circ$) und nach drei Monaten von 0° IQR $-7,5^\circ$ ($+0,7^\circ \pm 5,3^\circ$) (Abb. 29).

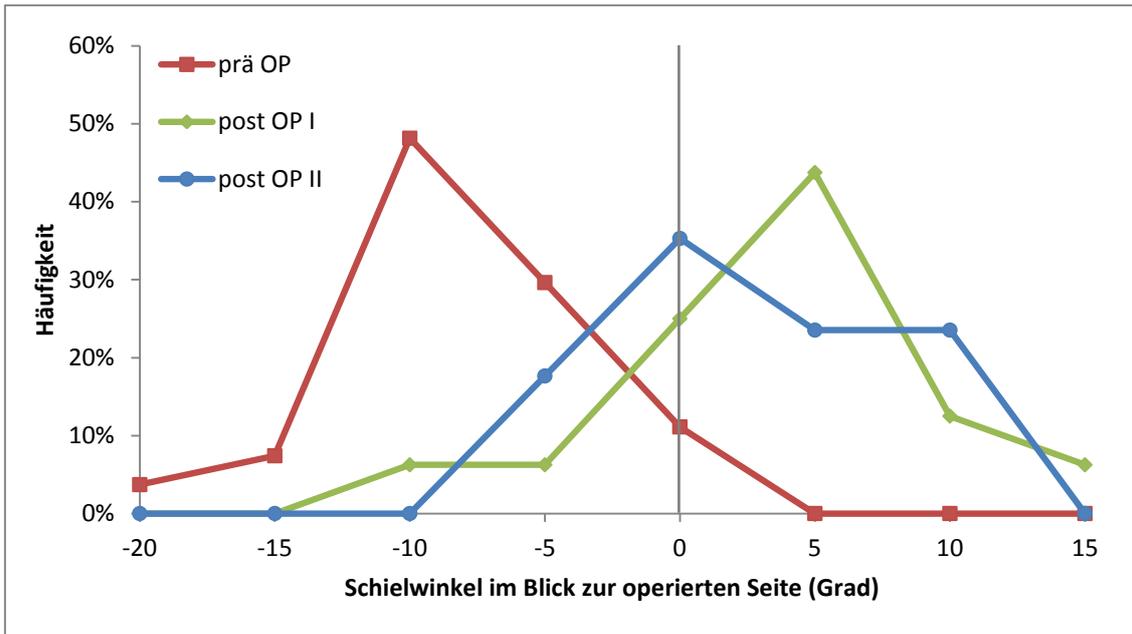


Abb. 29: Entwicklung der Schielwinkel im Blick zur operierten Seite durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=27$; $n_{\text{postOP I}}=16$; $n_{\text{postOP II}}=17$)

Im Vergleich dazu liegt der Median des Schielwinkels beim Blick zur nicht operierten Seite vor dem chirurgischen Eingriff bei $-9,0^\circ$ IQR $-7,0^\circ$ ($-10,2^\circ \pm 4,6^\circ$) einen Tag später bei $0,0^\circ$ IQR $-5,8^\circ$ ($-0,2^\circ \pm 4,2^\circ$) und nach weiteren drei Monaten bei $-1,0^\circ$ IQR $-8,0^\circ$ ($-1,2^\circ \pm 5,9^\circ$) (Abb. 30).

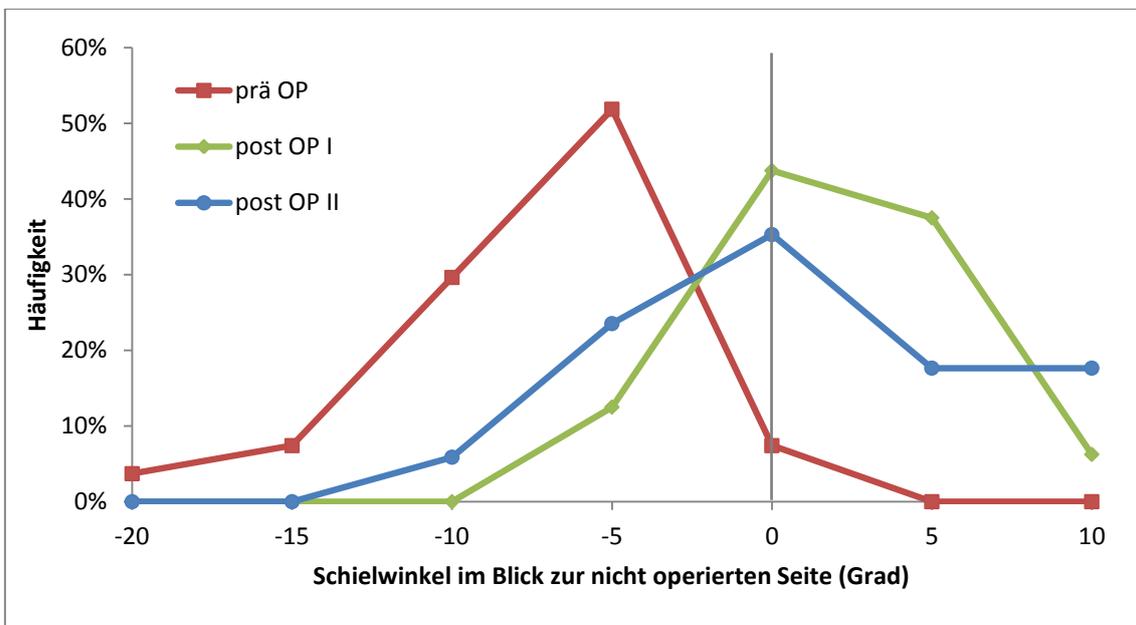


Abb. 30: Entwicklung der Schielwinkel im Blick zur nicht operierten Seite: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=27$; $n_{\text{postOP I}}=16$; $n_{\text{postOP II}}=17$)

3.1.4.7 Operationsergebnisse

Um die Operationsergebnisse beurteilen zu können, nehmen wir die Einteilung nach Tabelle 4 vor. Zuerst veranschaulichen wir die Revisionsoperationsergebnisse im Fernblick (Abb. 31).

Direkt post operationem zeigten sieben Patienten eine konsekutive Esotropie (Mittelwert: $6,2^\circ \pm 3,4^\circ$). Sechs dieser Personen gaben die Wahrnehmung von Diplopie an. Im Verlauf waren die Überkorrekturen rückläufig, so dass nach drei Monaten keine Eso- tropie mehr gemessen werden konnte.

Zwei Patienten schielten direkt nach der Operation für die Ferne konstant nach außen mit einem Winkel von -3° bzw. -6° . Bei beiden bildete sich die Exotropie im Laufe der Zeit zurück, sodass der Strabismus nach drei Monaten nur noch latent auftrat.

67 % der Behandelten waren nach dem chirurgischen Eingriff in die Gruppen „gut“ und „zufriedenstellend“ einzugliedern (Mittelwert: $-1,7^\circ \pm 2,8^\circ$), da sie in der Ferne nicht konstant schielten und sich der Schielwinkel verringert hatte. Nach drei Monaten waren alle Patienten diesen beiden Gruppierungen zuzuordnen ($-3,4^\circ \pm 4,0^\circ$).

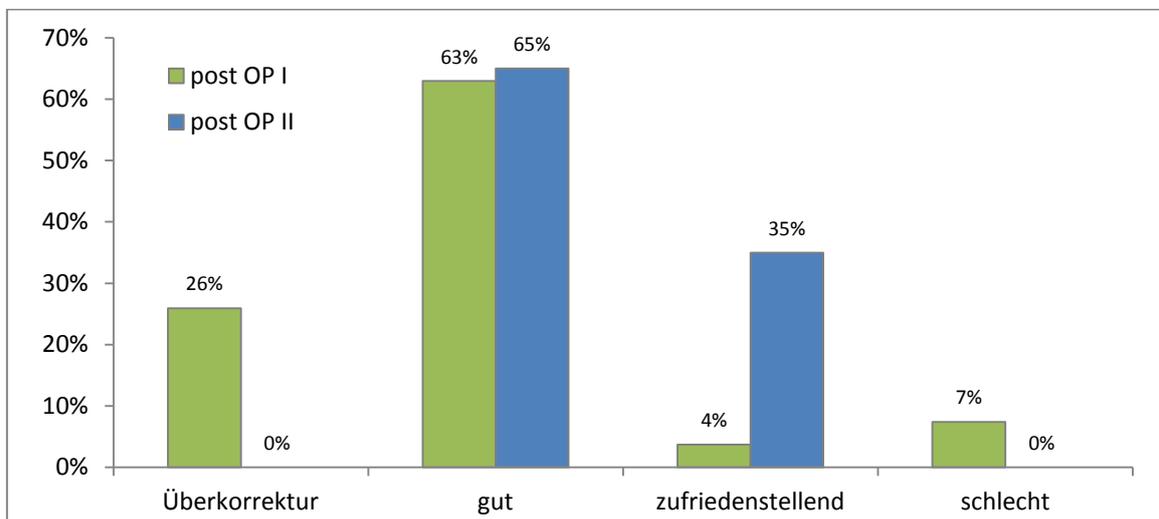


Abb. 31: Operationsergebnisse im Fernblick nach Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens am ersten postoperativen Tag (post OP I, grün) sowie nach drei Monaten (post OP II, blau)

Bei Betrachtung der Nahschielwinkel (Abb. 32) wird deutlich, dass im Anschluss an die Operation sechs Patienten konstant nach innen schielten (Mittelwert: $5,6^\circ \pm 4,6^\circ$), wobei fünf Personen Doppelbilder angaben. Auch hier, wie schon beim Blick in die Ferne,

hat der Operationseffekt nach drei Monaten soweit nachgelassen, dass keine Überkorrektur mehr vorhanden war.

Zwei Patienten wiesen nach dem chirurgischen Eingriff eine Exotropie von -3° bzw. -8° auf, die sich jedoch im Verlauf in eine Exophorie wandelte.

Ein gutes bis zufriedenstellendes Operationsergebnis zeigten 81 % der Patienten direkt postoperativ ($-2,6^\circ \pm 4,3^\circ$) sowie 100 % nach drei Monaten ($-4,7^\circ \pm 6,0^\circ$).

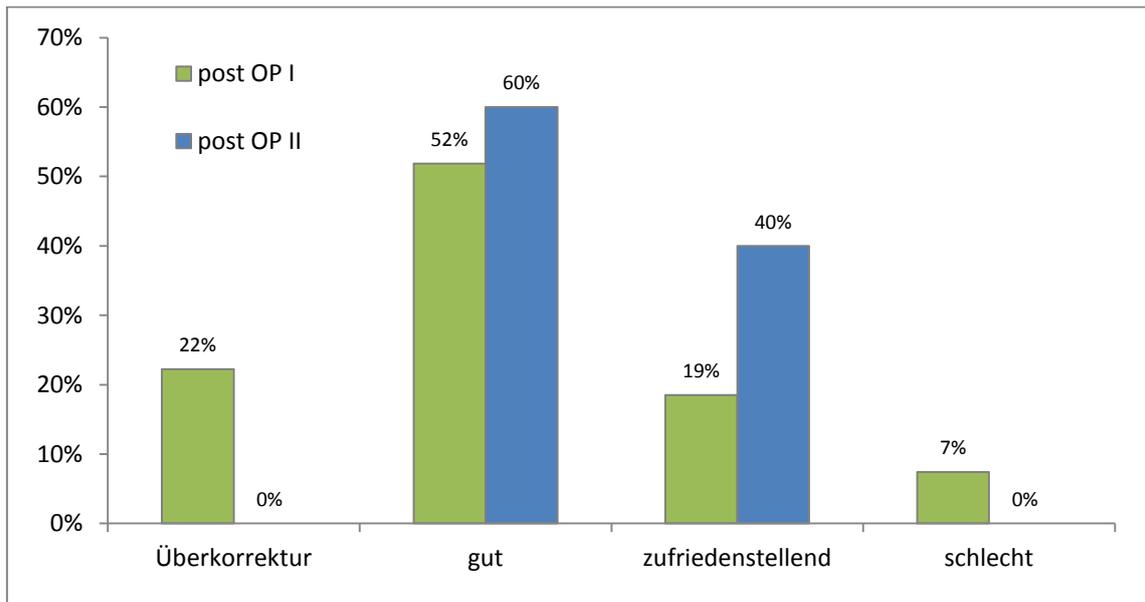


Abb. 32: Operationsergebnisse im Nahblick nach Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens direkt postoperativ (grün) sowie nach drei Monaten (blau).

3.1.4.8 Änderung der Binokularfunktionen

Wie bereits in 3.1.3.9 beschrieben, werden die Ergebnisse der Binokulartests nach der aus Tabelle 1 ersichtlichen Ordinalskala einer von fünf möglichen Gruppen (0-4) zugeordnet. Eine Veränderung um mindestens zwei Stufen nach oben bzw. unten wird als Verbesserung bzw. Verschlechterung des Binokularsehens durch die Operation im Verlauf von drei Monaten gewertet.

Bei Vergleich der Ergebnisse vor der Operation mit den Messungen nach drei Monaten, zeigte ein Patient eine Verbesserung der Binokularfunktionen, die restlichen blieben auf ihrem Niveau bestehen bzw. wiesen eine Schwankungsbreite von einer Stufe auf (Abb. 33).

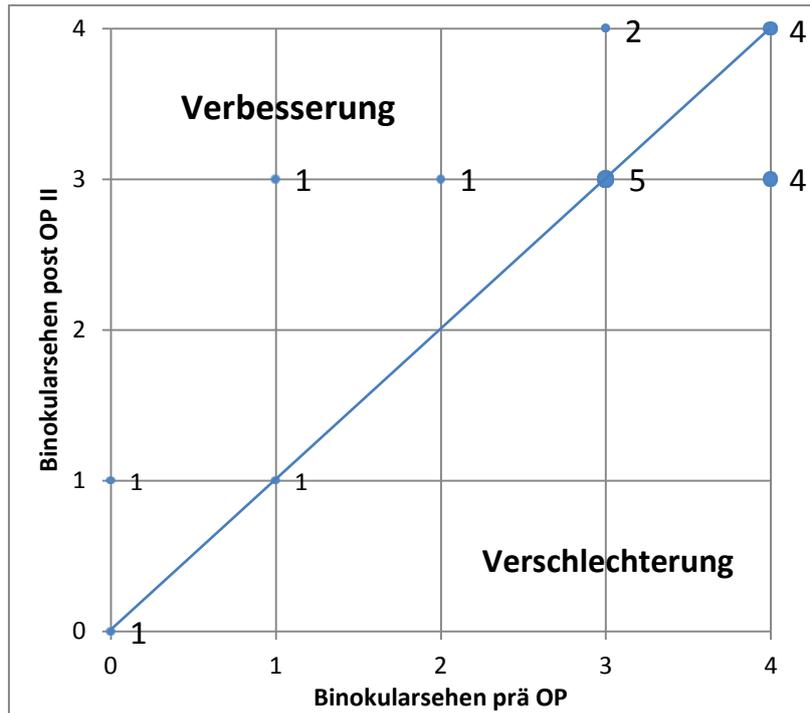


Abb. 33: Veränderung des Binokularesehens durch die Revisionsoperation gemessen nach drei Monaten. Die Größe der Punkte und die Zahlen daneben geben die Häufigkeit der gezeigten Veränderung an (n=20)

3.1.4.9 Operations-Effektivität

Die Operations-Effektivität berechnen wir mit der in 3.1.3.10 angegebenen Formel. Beim Blick in die Ferne ergibt sich eine mittlere Effektivität direkt nach der Operation von $-1,59 \pm 0,46$ sowie von $-1,27 \pm 0,41$ nach drei Monaten (Abb. 34). Die im Verlauf von drei Monaten gemessenen Werte unterscheiden sich signifikant von den direkt postoperativ gemessenen Werten (n=28; Z=2,875; p=0,004).

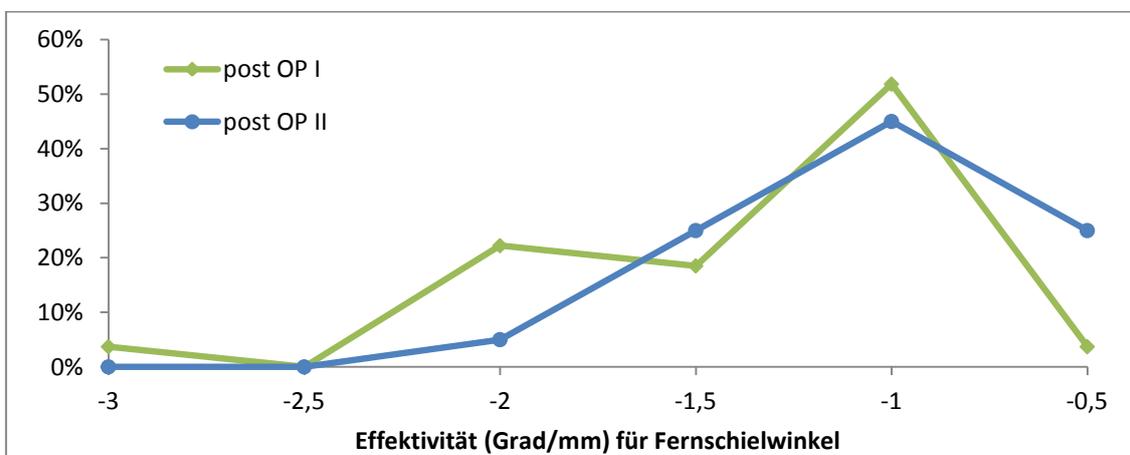


Abb. 34: Effektivität in Grad Fernschielwinkel pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag (grün; n=27) sowie nach drei Monaten (blau; n=20) bei Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens-

Bei Betrachtung der Nahschielwinkel errechnet sich eine mittlere Effektivität direkt postoperativ von $-1,79 \pm 0,53^\circ/\text{mm}$ sowie von $-1,41 \pm 0,57^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke nach dem dreimonatigen Beobachtungszeitraum (Abb. 35). Auch diese Werte zeigen nach dem Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben einen signifikanten Unterschied ($n=20$; $Z=2,616$; $p=0,009$).

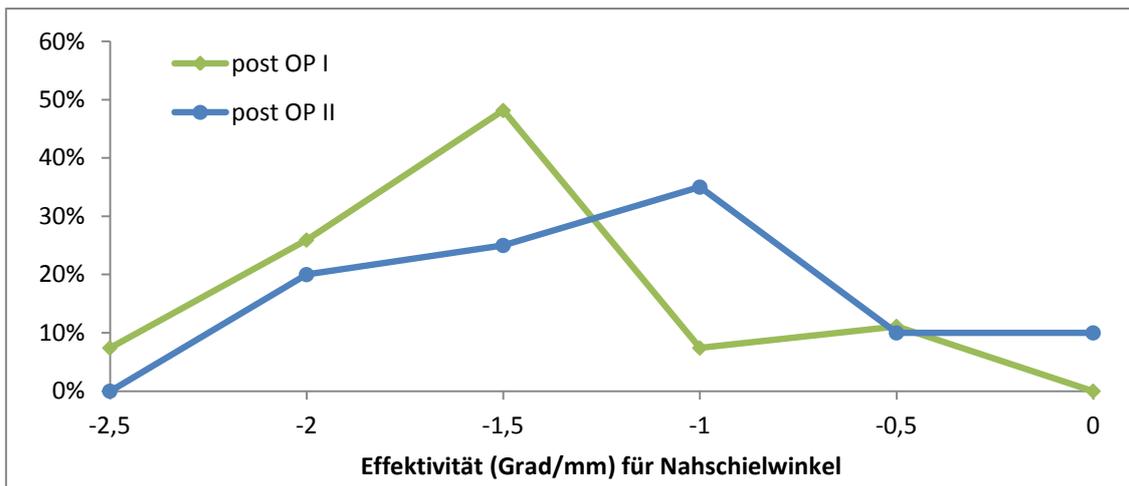


Abb. 35: Effektivität in Grad Nahschielwinkel pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag (grün; $n=27$) sowie nach drei Monaten (blau; $n=20$) bei Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens.

3.1.4.10 Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe

Aufgrund der Überlegungen aus 3.1.3.11, soll auch hier ein Zusammenhang zwischen der Operationseffektivität direkt post operationem sowie nach drei Monaten und folgenden Faktoren untersucht werden:

- Alter zum Operationszeitpunkt
- Alter bei Erstdiagnose
- Präoperatives Binokularsehen

Zuerst liegt das Augenmerk auf den Operationseffektivitäten, die auf Schielwinkelmessungen im Fernblick beruhen. Um eine Regressionsanalyse durchzuführen wird zuerst anhand der Varianzanalyse geprüft, ob alle Faktoren zusammen (ohne die Konstante) einen Einfluss ausüben. Dies ist nicht der Fall, da die Varianzanalyse keine Signifikanz zeigt (post OP I: $F=1,277$ (3, 8), $p=0,346$; post OP II: $F=0,561$ (3,8), $p=0,655$). Aufgrund dessen wird auf die Korrelationsanalyse zurückgegriffen.

Tabelle 10: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt postoperativ gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).

Effektivität Ferne post OP I			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	20	0,308	0,187
Alter bei Erstdiagnose	12	0,372	0,234
Präoperatives Binokularsehen	20	-0,134	0,572

In Bezug auf die Fernschielwinkel kann direkt postoperativ sowie nach drei Monaten kein signifikanter Einfluss der untersuchten Faktoren Alter bei Operation, Alter bei Erstdiagnose sowie präoperatives Binokularsehen gefunden werden (Tabelle 10, Tabelle 11).

Tabelle 11: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die drei Monate nach Operation gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).

Effektivität Ferne post OP II			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	20	-0,122	0,609
Alter bei Erstdiagnose	12	0,183	0,570
Präoperatives Binokularsehen	20	-0,283	0,227

Auch zwischen den Operationseffektivitäten die in Bezug auf die Nahschielwinkel errechnet worden sind und den zu untersuchenden Einflussfaktoren lässt sich keine Regressionsanalyse durchführen, da die Varianzanalyse nicht signifikant ausfällt (post OP I: $F=0,755$ (3, 8), $p=0,550$; post OP II: $F=1,119$ (3,8), $p=0,397$).

Bei Durchführung der Spearman-Korrelation lassen sich im Nahblick direkt nach der Operation keine Korrelationen der untersuchten Faktoren mit der Operationseffektivität nachweisen (Tabelle 12).

Tabelle 12: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).

Effektivität Nähe post OP I			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	20	0,165	0,488
Alter bei Erstdiagnose	12	0,098	0,763
Präoperatives Binokularsehen	20	-0,261	0,266

Dahingegen scheint die Effektivität nach drei Monaten bezogen auf den Nahblick von den präoperativ gemessenen Binokularfunktionen beeinflusst zu werden. Es besteht ein deutlicher negativer Zusammenhang mit $r_s = -0,547$ (Tabelle 13).

Tabelle 13: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die drei Monate nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).

Effektivität Nähe post OP II			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	20	0,188	0,427
Alter bei Erstdiagnose	12	-0,177	0,582
Präoperatives Binokularsehen	20	-0,547	0,012

Je besser das Binokularsehen vor Operation ($=B_{\text{präOP}}$) war, desto weniger hat die Effektivität ($=E_{\text{FpostOPII}}$) im Laufe der drei Monate nachgelassen (Regressionsgerade: $E_{\text{FpostOPII}} = -0,2439 \times B_{\text{präOP}} - 0,7173$) (Abb. 36).

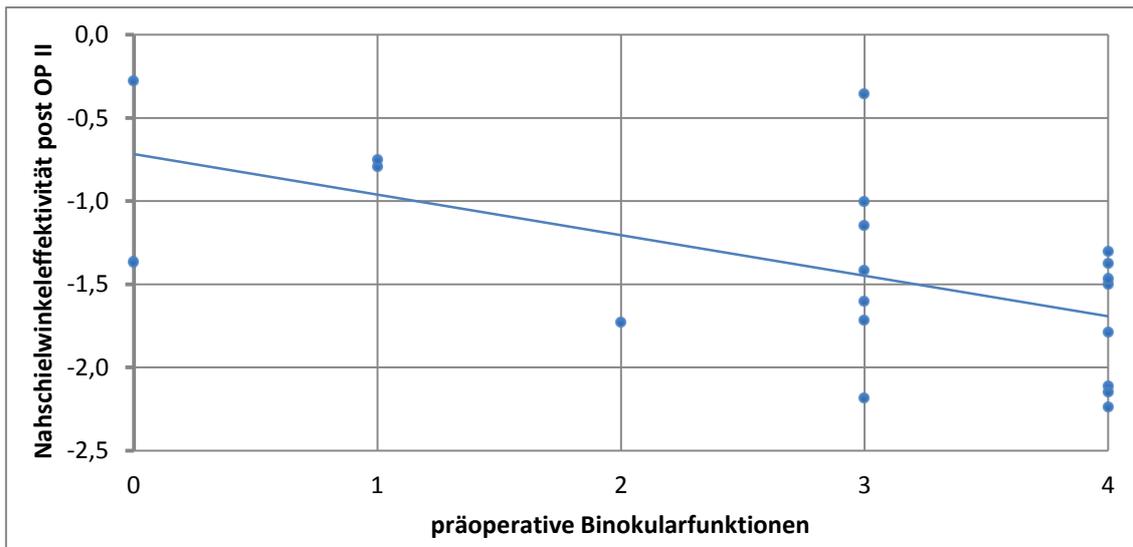


Abb. 36: Scatterplot: Einfluss der präoperativen Binokularfunktionen auf die Nahschielwinkeleffektivität nach drei Monaten.

3.2 Dekompensierende Exophorie

3.2.1 Allgemeine Einteilung

Die Patienten mit dekompensierender Exophorie wurden in zwei Gruppen unter dem Gesichtspunkt, ob es sich um eine Erst- oder Revisionsoperation handelt, eingeteilt. Drei Patienten wurden im untersuchten Zeitraum zweimal operiert und sind somit in beide Gruppen einzuordnen (Abb. 37).

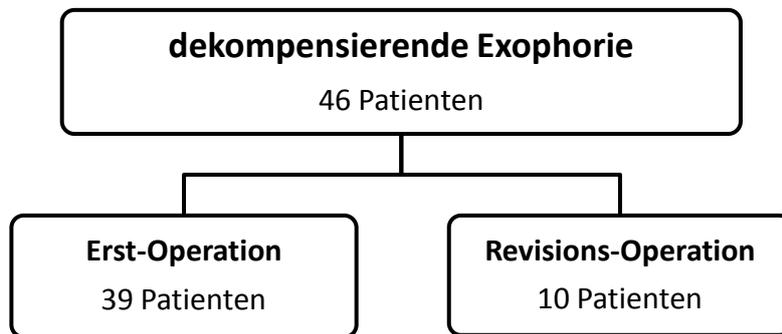


Abb. 37: Unterteilung der Patienten mit dekompensierender Exophorie unter dem Gesichtspunkt der Erst- bzw. Revisionsoperation. Drei Patienten mussten sich zwei Operationen unterziehen und werden somit in beide Gruppen eingeteilt.

3.2.1.1 Manifestationszeitpunkt

Bei 24 der insgesamt 46 Patienten mit dekompensierender Exophorie lagen Daten zum Manifestationszeitpunkt vor. Hier betrug der Median 22,0 Jahre (IQR 23,3 Jahre; Mittelwert $26,0 \pm 16,7$ Jahre). Der jüngste Patient war bei Beginn der Erkrankung 7,0 Jahre, der älteste 64,0 Jahre alt (Abb. 38). Die Daten zeigen keine Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test: $W=0,890$; $p=0,032$).

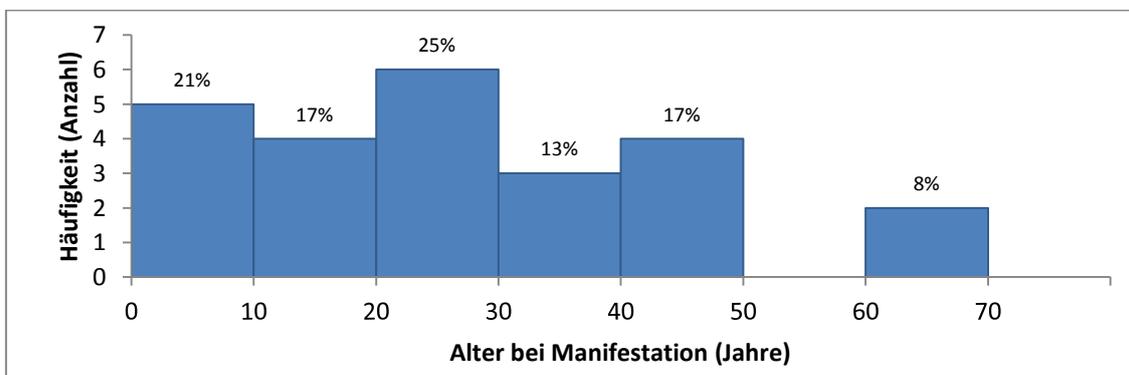


Abb. 38: Alter bei Manifestation der dekompensierenden Exophorie (n=24).

3.2.1.2 Präoperativer Fern-Nahschielwinkel-Unterschied

Um die Einteilung der Exophorie nach Duane (1.1.2) vorzunehmen, ist es nötig, die Fern-Nahschielwinkel-Differenz näher zu betrachten. Aufgrund der in 3.2.2.4 dargestellten präoperativen Schielwinkelmessungen ergibt sich, dass 33 Patienten dem Basistyp und 6 dem Divergenzexzesstyp zuzuordnen sind (Abb. 39). In die Gruppe der Konvergenzinsuffizienz fällt aus dieser Patientengruppe niemand.

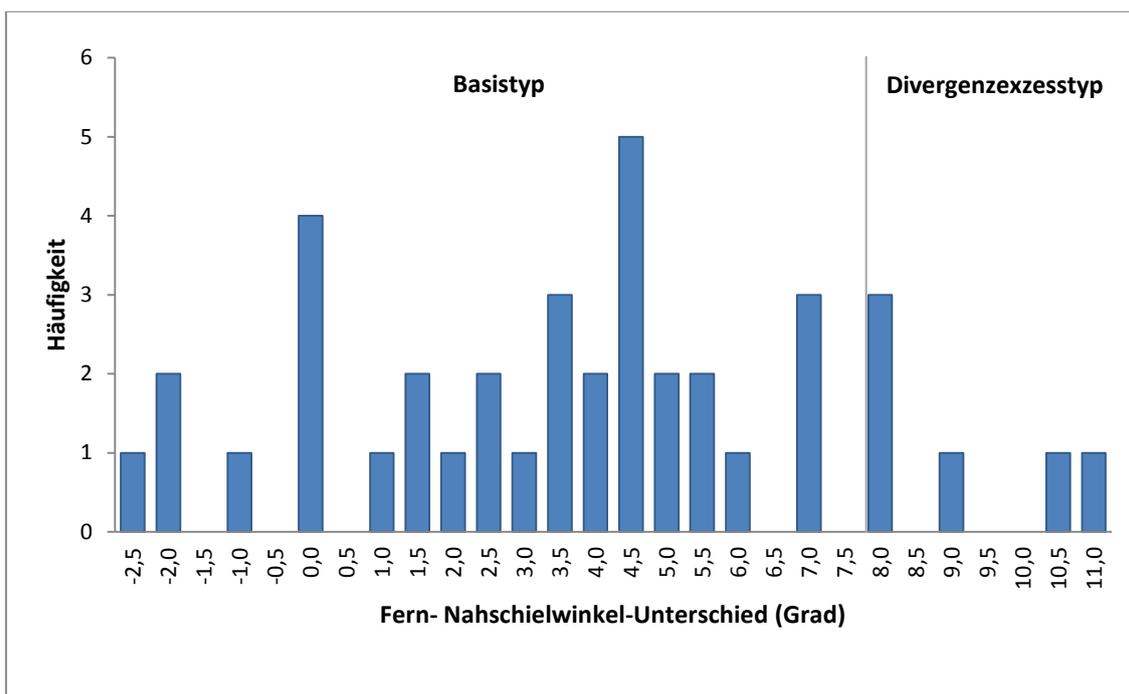


Abb. 39: Fern-Nahschielwinkel-Unterschied in Grad vor jeglicher operativer Behandlung einer dekompensierenden Exophorie (n=39).

3.2.1.3 Binokularesehen vor operativer Behandlung

Auch bei der Beurteilung des Binokularesehens vor jeglicher chirurgischer Behandlung der Patienten mit dekompensierender Exophorie wurde die Einteilung nach Tabelle 1 vorgenommen. Hierbei zeigt sich, dass 94 % der Betroffenen feine bis Random-Dot-Stereopsis vor der Operation aufwiesen (Abb. 40). Die Daten sind nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test: $W=0,697$; $p<0,001$).

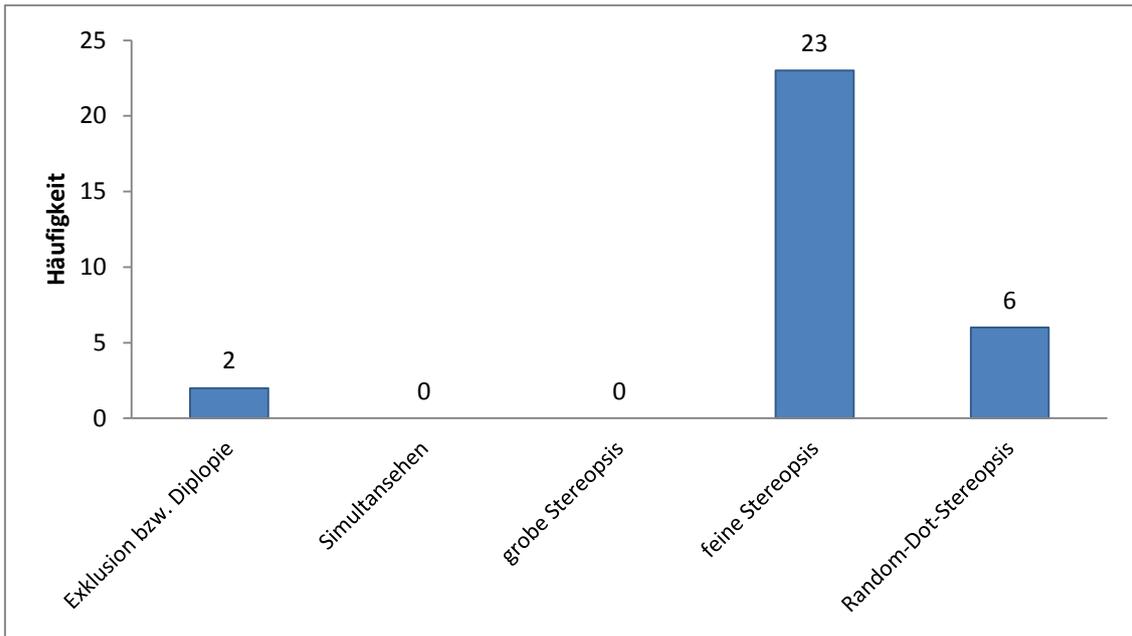


Abb. 40: Verteilung des Binokularsehens bei Patienten mit dekompensierender Exophorie vor operativer Behandlung (n=31).

3.2.1.4 Operationsindikation

Bei allen Patienten wurde die Operation aufgrund von Doppelbildern und asthenoptischen Beschwerden indiziert.

3.2.2 Erstoperation

Die Gruppe der Erstoperierten mit der Diagnose dekompensierende Exophorie umfasst 39 Patienten.

3.2.2.1 Alters- und Geschlechterverteilung

Bei den Patienten mit dekompensierender Exophorie liegt der Median der Altersverteilung zum Zeitpunkt der Erstoperation bei 31,2 (IQR 38,3 Jahre) Jahren (Abb. 41, Mittelwert: $34,2 \pm 21,4$ Jahre). Der Jüngste war zum Operationszeitpunkt 7,8 Jahre, der älteste 74,5 Jahre alt. Die Daten sind nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test, $W=0,914$; $p=0,006$).

Die Geschlechterverteilung der dekompensierende-Exophorie-Patienten zeigt 38,5 % (entspricht 15) männliche und 61,5 % (entspricht 24) weibliche Personen bei Erstoperation.

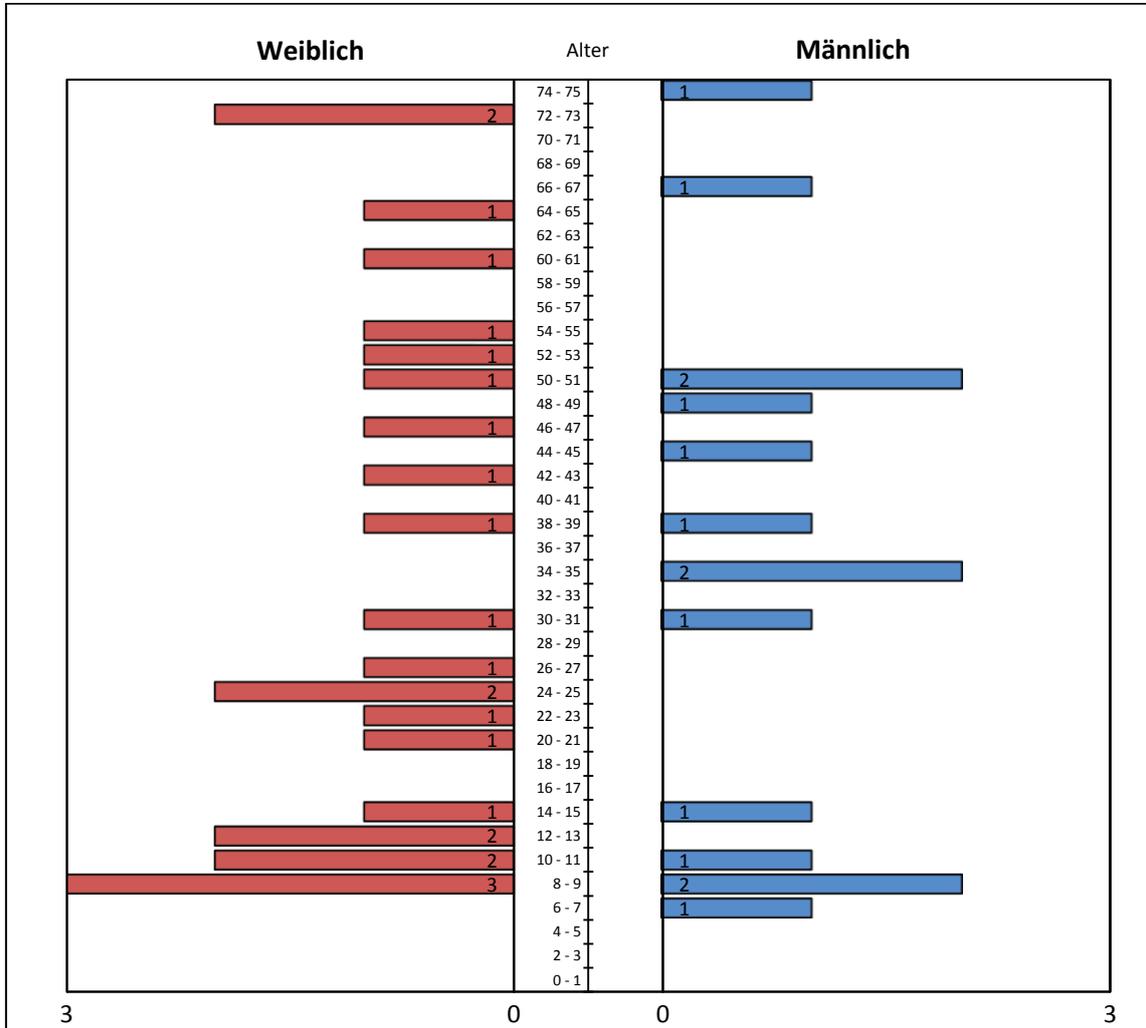


Abb. 41: Alterspyramide der Patienten mit dekompensierender Exophorie bei Erstoperation (n=39).

3.2.2.2 Operiertes Auge

Es wurden insgesamt 21 rechte und 18 linke Augen operiert.

3.2.2.3 Operationsstrecke

Da es sich auch hier um kombinierte Divergenzoperationen handelt, setzt sich jede Operation aus einer M.-lateralis-Rücklagerung und einer M.-medialis-Faltung zusammen.

Die Gesamtoperationsstrecke beträgt im Mittel $8,3 \pm 2,6$ mm (8,0 IQR 3,8 mm), die M.-lateralis-Rücklagerung $3,9 \pm 1,2$ mm (4,0 IQR 2,0 mm) und die M.-medialis-Faltung $4,4 \pm 1,5$ mm (4,0 IQR 2,0 mm) (Abb. 42).

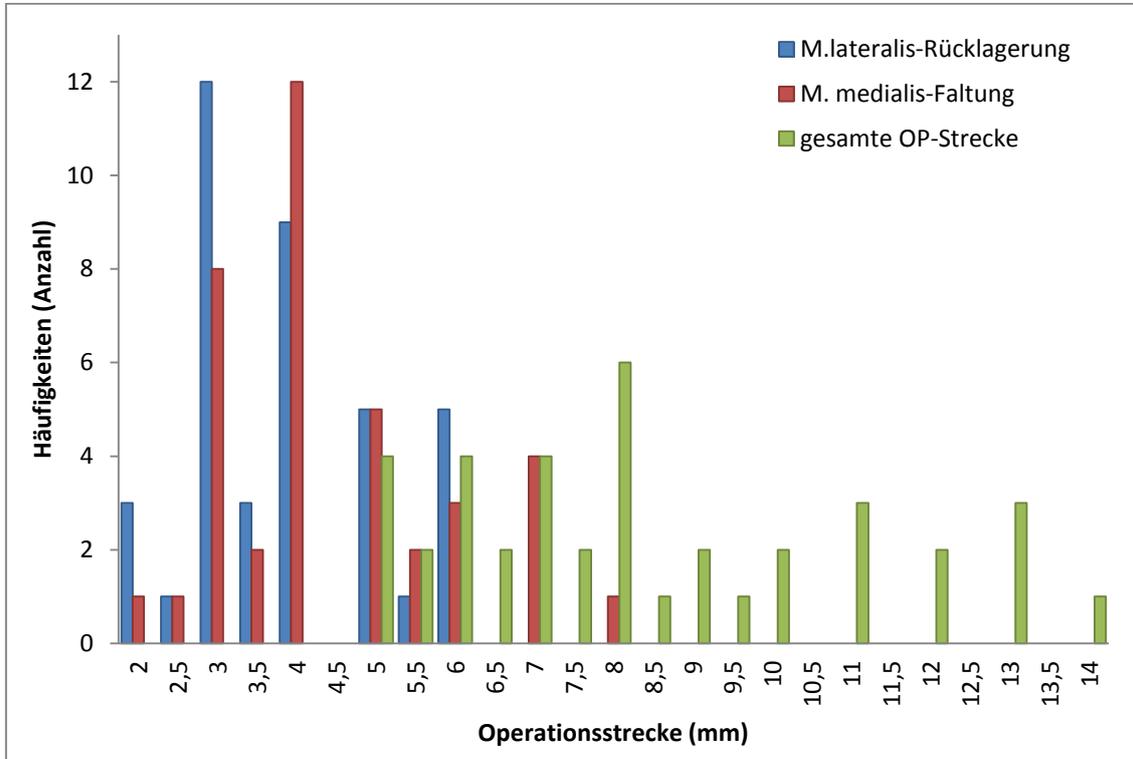


Abb. 42: Operationsstrecke bei dekompensierender Exophorie: Gesamtstrecke der kombinierten Divergenzoperation (grün; n=39), M.-lateralis-Rücklagerung (blau; n=39) und M.-medialis-Faltung (rot; n=39).

3.2.2.4 Schielwinkelveränderung

Bei der Betrachtung der Schielwinkelveränderung wird wie in der Gruppe der Patienten mit Strabismus divergens intermittens unterschieden zwischen Fernschielwinkel, Nahschielwinkel und Schielwinkel im Seitblick zur operierten bzw. nicht operierten Seite.

Beim Blick in die Ferne ergeben sich im alternierenden Prismenabdecktest vor der Operation im Mittel Werte von $-14,5^\circ \pm 6,2^\circ$ (Median = $-13,0^\circ$, IQR = $7,5^\circ$), einen Tag postoperativ $-0,3^\circ \pm 2,6^\circ$ ($0,0^\circ$ IQR $2,5^\circ$) und nach drei Monaten $-3,1^\circ \pm 3,5^\circ$ ($-2,8^\circ$ IQR $5,0^\circ$) (Abb. 43).

Ergebnisse - Dekompensierende Exophorie - Erstoperation

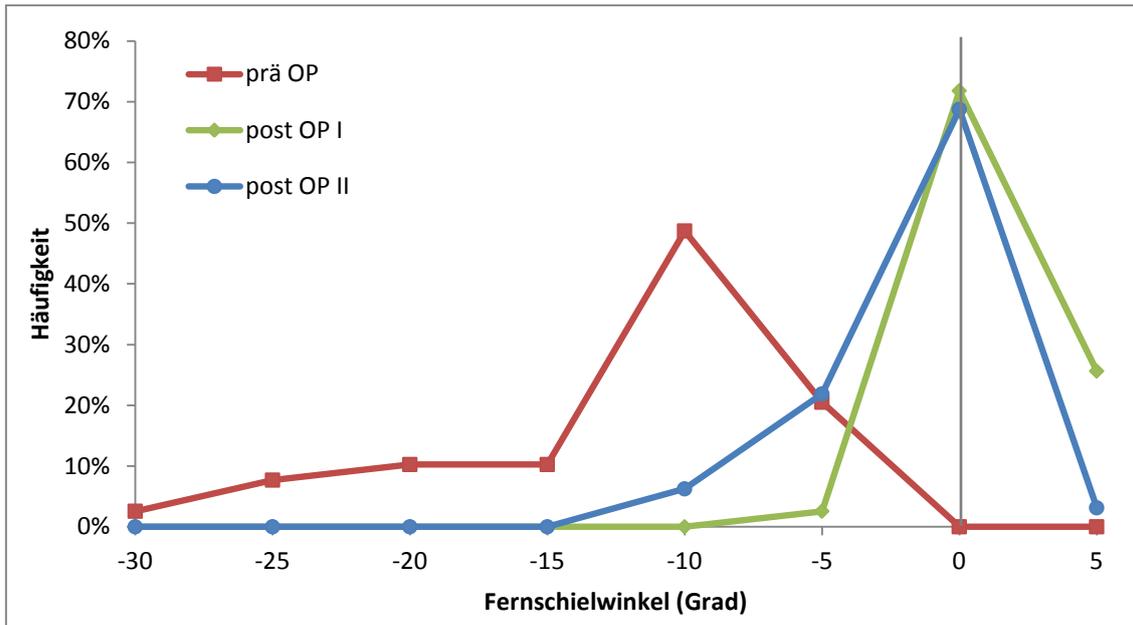


Abb. 43: Fernschielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest: Werte vor der Operation (rot; n=39), einen Tag nach der Operation (grün; n=39) und drei Monate später (blau; n=32).

Untersucht man die Schielwinkel in Nahfixation so ergibt sich beim unbehandelten Patienten ein Mittelwert von $-18,4^\circ \pm 7,1^\circ$ (Median: $-16,5^\circ$ IQR $7,3^\circ$). Am ersten postoperativen Tag beträgt der mittlere Nahschielwinkel $-3,3^\circ \pm 3,8^\circ$ ($-3,0^\circ$ IQR $7,0^\circ$) und nach drei Monaten $-4,2^\circ \pm 4,3^\circ$ ($-3,5^\circ$ IQR $6,0^\circ$) (Abb. 44).

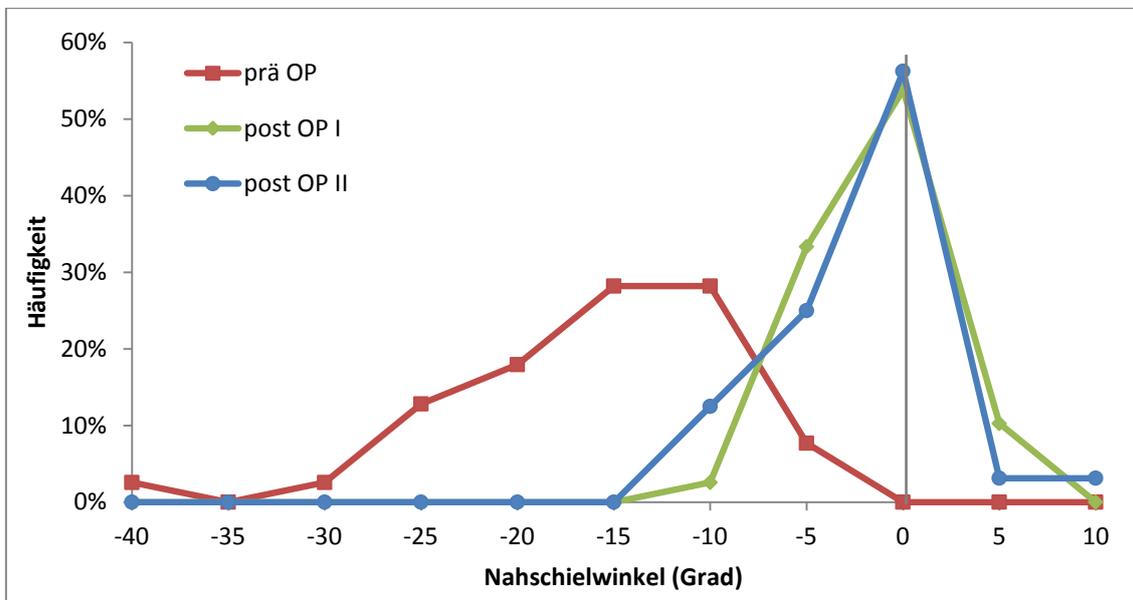


Abb. 44: Nahschielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest in Primärposition vor (rot; n=39), einen Tag nach kombinierter Divergenzoperation (grün; n=39) und drei Monate später (blau; n=32).

Beim Blick zur Seite wird in Richtung des operierten Auges und entgegengesetzt unterschieden (Tabelle 14, Tabelle 15).

Tabelle 14: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des operierten Auges (d.h. bei Operation am rechten Auge Werte aus der Messung im Rechtsblick, bei linksseitig Operierten Werte aus der Messung im Linksblick).

	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Interquartils-abstand
präOP (n=36)	-8,9°	7,1°	-7°	5,2°
postOP I (n=23)	+3,0°	4,7°	+2,5°	8,0°
postOP II (n=30)	+0,7°	4,3°	0,0°	3,5°

Tabelle 15: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des nicht-operierten Auges.

	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Interquartils-abstand
präOP (n=36)	-9,0°	6,7°	-9,0°	7,3°
postOP I (n=23)	-1,1°	3,5°	-2,0°	5,0°
postOP II (n=30)	-2,6°	2,9°	-2,5°	4,0°

Mit einem Box-Plot werden nun die Werte zwischen dem Blick zur operierten Seite und entgegengesetzt verglichen. Der jeweils erste Box-Plot in jedem Abschnitt zeigt den Schielwinkel im Blick zur operierten Seite, der jeweils zweite den Winkel im Blick zur anderen Richtung (Abb. 45).

Hierbei zeigt sich, dass sich vor der Operation die Winkel nicht signifikant unterscheiden (Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben $p=0,78$). Nach der Operation ergeben sich jedoch immer kleinere Winkel im Blick zur nicht-operierten Seite als zur operierten Seite. Hier unterscheiden sich die Schielwinkel signifikant (jeweils $p<0,01$).

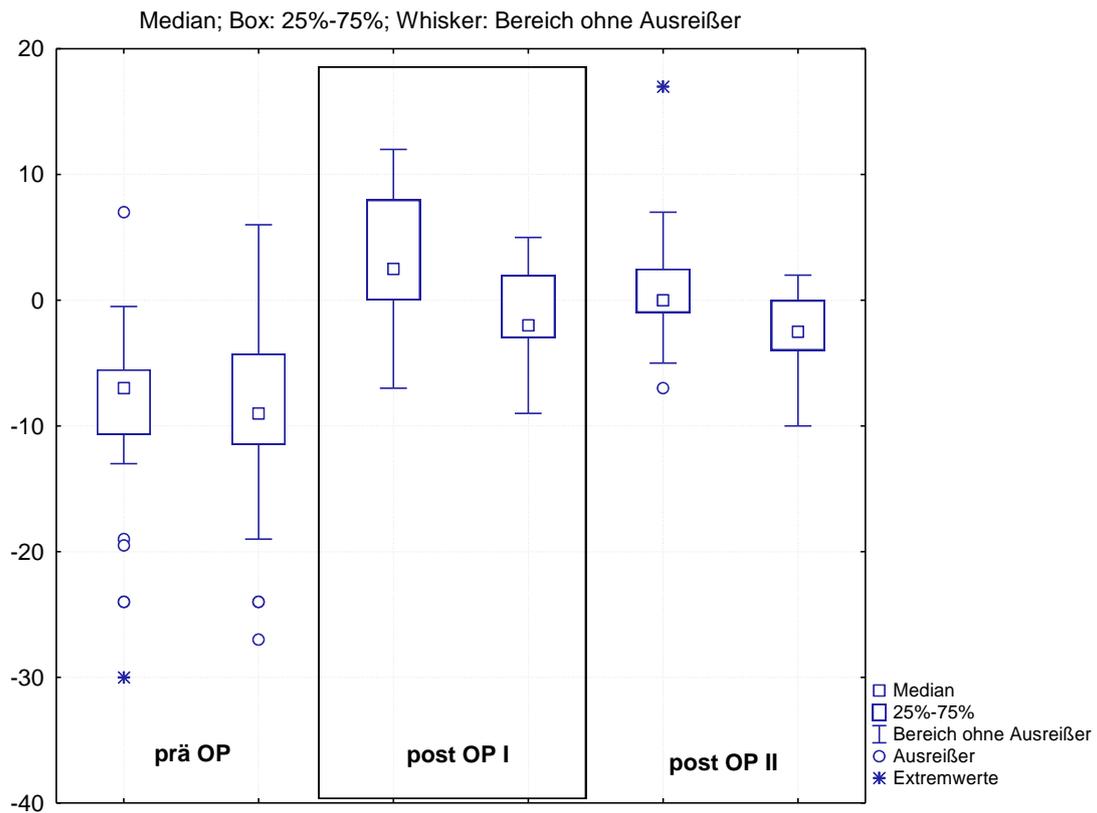


Abb. 45: Box-Plot für multiple Variablen unterteilt in 3 Gruppen: prä OP, 1 Tag post OP (=post OP I) und 3 Monate nach Operation (=post OP II). Der erste Box-Plot in jedem Abschnitt zeigt die Schielwinkelgröße (°) in Richtung des operierten Auges an und der zweite infolgedessen die Schielwinkelgröße beim Blick zur anderen, nicht operierten Seite.

3.2.2.5 Operationsergebnisse

Zur Beurteilung der Operationsergebnisse bei dekompenzierender Exophorie wird die gleiche Einteilung verwendet wie beim Strabismus divergens intermittens (Tabelle 4 hier zur besseren Anschaulichkeit nochmals aufgeführt).

Tabelle 4: Einteilung der Operationsergebnisse

Einteilung	Definition
Gut	Orthophorie oder -tropie mit Exo- oder Esophorie bis 5°
Zufriedenstellend	Orthotropie mit Exo- oder Esophorie größer 5°, aber unter dem präoperativen Wert
Schlecht	Exotropie oder Schielwinkel wie präoperativ bzw. größer
Überkorrektur	Esotropie

Zuerst veranschaulichen wir die gemessenen Werte beim Fernblick (Abb. 46), hierauf beim Blick in die Nähe (Abb. 48).

Ergebnisse - Dekompensierende Exophorie - Erstoperation

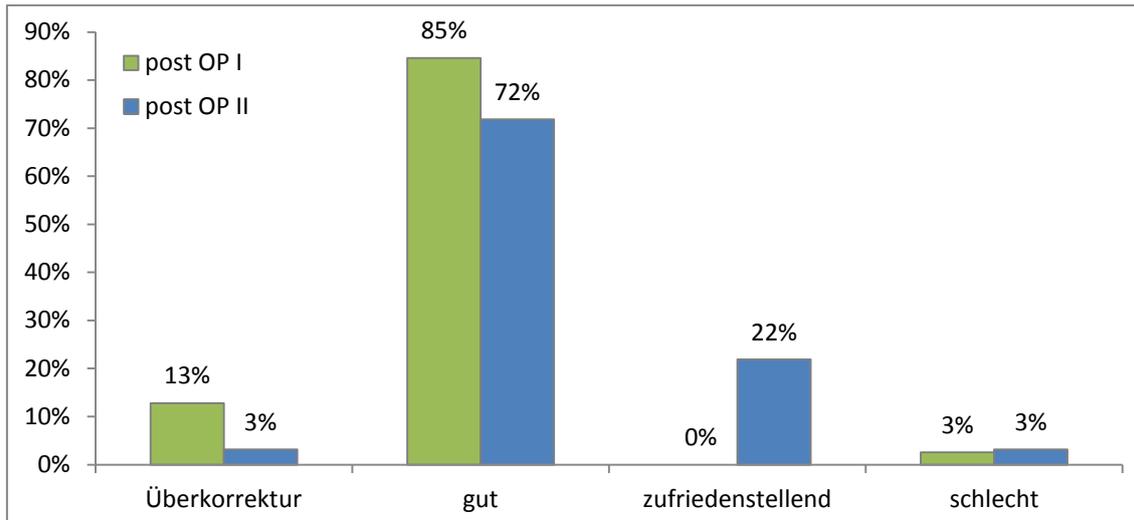


Abb. 46: Operationsergebnis im Fernblick nach kombinierter Divergenzoperation zur Behandlung einer dekompenzierenden Exophorie am ersten postoperativen Tag (post OP I; grün, n=39), sowie nach drei Monaten (post OP II; blau, n=32)

Direkt nach der Operation zeigten fünf Patienten eine Überkorrektur mit konsekutiver Esotropie (Mittelwert: $3,9^\circ \pm 0,7^\circ$), wobei vier dieser Patienten Doppelbilder angaben. Diese waren im Mittel $42,8 \pm 12,2$ Jahre alt (Abb. 47). Durch das Nachlassen des Operationseffektes über die Zeit ist nach drei Monaten nur noch ein Patient im konstant esotropen Bereich mit 3° . Dieser gibt jedoch weiterhin Doppelbilder im Linksblick an, die auch durch eine Revisionsoperation nicht komplett behoben werden konnten.

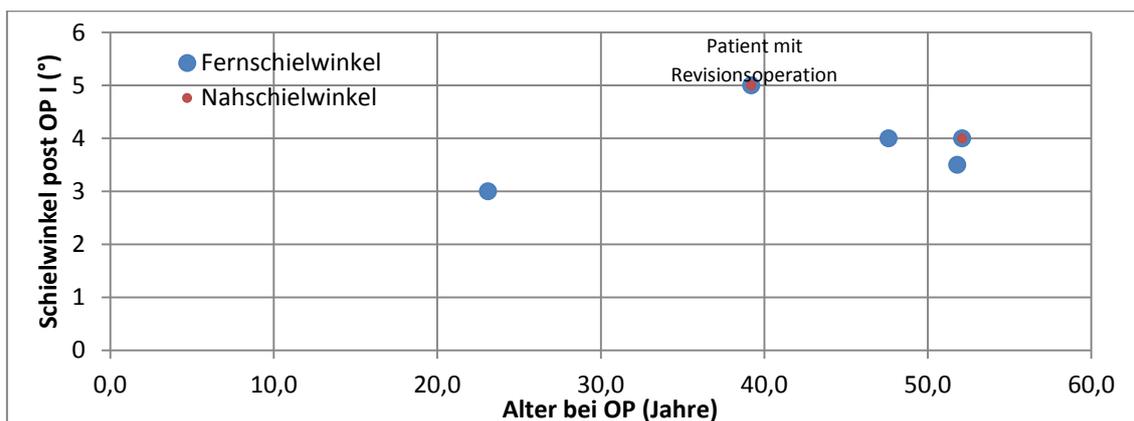


Abb. 47: Patienten mit konsekutiver Esotropie am ersten post operativen Tag. Schielwinkel in Bezug auf das Alter bei Operation.

Betrachtet man die Patienten, die nach der Operation im Fernblick nicht mehr oder weiterhin latent schielen, jedoch ohne hierbei Symptome anzugeben, errechnet sich eine Erfolgsquote von ca. 85 % direkt postoperativ innerhalb eines Spielraumes von 5°

(Mittelwert: $-0,8^\circ \pm 2,1^\circ$). Bei der Nachuntersuchung nach drei Monaten können 94 % der Patienten in die Ergebnisgruppen „gut“ und „zufriedenstellend“ (Mittelwert: $-3,3^\circ \pm 3,2^\circ$) eingeteilt werden. Diese konnten durch die Behandlung von ihren Beschwerden geheilt werden.

Jeweils ein Patient musste direkt nach der Operation bzw. nach drei Monaten in die Gruppe mit schlechtem Ergebnis einsortiert werden, da er nun konstant schielte. Der direkt nach der Operation noch exotrope Patient war nach drei Monaten exophor und gab keine Symptome mehr an. Der andere Behandelte, der nach dem Beobachtungszeitraum von drei Monaten exotrop geworden war, gab störende Doppelbilder an und musste deshalb nach ca. einem Jahr nachoperiert werden. Hiernach war die Diplopie beseitigt und das Ergebnis sehr gut mit einer Exophorie von -1° .

Desweiteren wollen wir die Ergebnisse im Nahblick genauer unter die Lupe nehmen (Abb. 48).

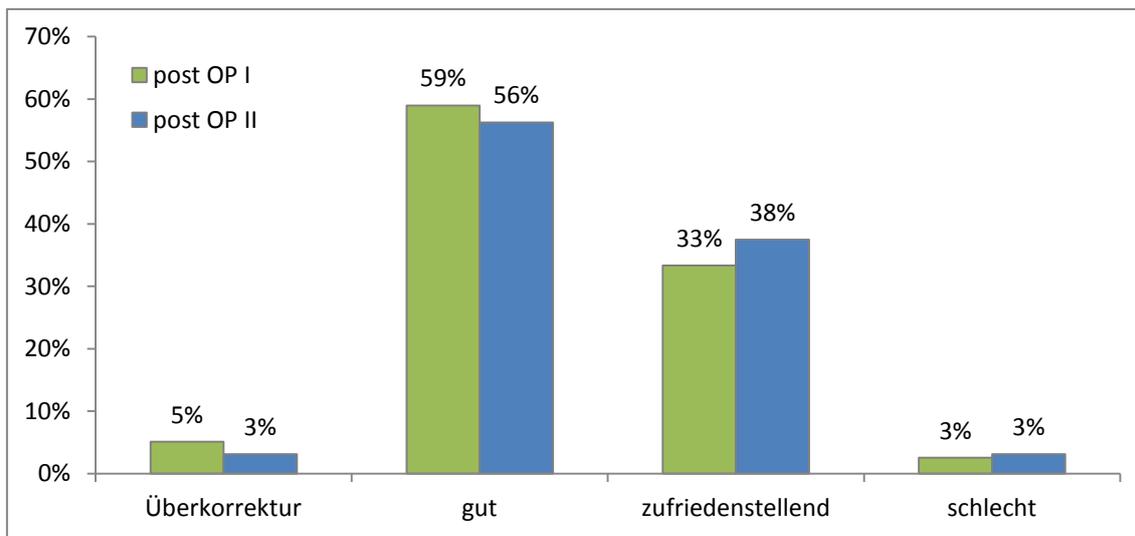


Abb. 48: Operationsergebnis im Nahblick nach kombinierter Divergenzoperation zur Behandlung einer dekompensierenden Exophorie am ersten postoperativen Tag (post OP I; grün, n=39), sowie nach drei Monaten (post OP II; blau, n=32)

Eine konsekutive Esotropie im Nahblick war direkt postoperativ bei zwei Personen zu beobachten (Abb. 47). Beide zeigten ebenfalls im Fernblick diese Esotropie und beklagten Doppelbilder. Wohingegen bei einem dieser Beiden nach drei Monaten die Esotropie von 4° in eine Exophorie von -1° übergegangen ist, zeigte der zweite Patient eine Verstärkung von 5° auf $7,5^\circ$. Es handelt sich hierbei um denselben Patienten, der auch

im Fernblick nach drei Monaten noch esotrop war und deshalb nachoperiert werden musste.

92 % der Behandelten waren direkt postoperativ von ihren Symptomen befreit und schielten im Nahblick nicht mehr manifest (Mittelwert: $-3,5^\circ \pm 3,3^\circ$). Bei der Nachuntersuchung konnten sogar 94 % in diese Gruppe einsortiert werden ($-4,5^\circ \pm 3,6^\circ$).

Dieselben Patienten die schon im Fernblick ein schlechtes Operationsergebnis aufgewiesen hatten, zeigten dies auch im Nahblick.

3.2.2.6 Änderung der Binokularfunktionen

Zur Beurteilung der Binokularfunktionen teilten wir die Patienten nach Ergebnis der Binokular-Tests in fünf Gruppen ein (Tabelle 1). Wir betrachten auch hier wie schon bei der Auswertung der Patienten mit Strabismus divergens intermittens nur die Veränderungen nach drei Monaten im Vergleich zu den präoperativen Messungen.

Tabelle 1: Binokularfunktionen in Ordinalskala

0	Exklusion bzw. Diplopie	Im Bagolini-Test
1	Simultansehen	Bagolini Test positiv
2	grobe Stereopsis	Titmus-Fliege positiv
3	feine Stereopsis	Lang-, Titmus- oder TNO-Test $\geq 100''$
4	Random-Dot-Stereopsis	Titmus- oder TNO-Test $< 100''$

Eine Veränderung der Gruppeneinteilung um zwei oder mehr Stufen wird als Verbesserung oder Verschlechterung des Binokularsehens gewertet.

Tabelle 16: Veränderung der Binokularfunktionen durch kombinierte Divergenzoperation bei dekompensierender Exophorie nach 3 Monaten (post OP II).

	Post OP II
besser	2 (7 %)
unverändert	25 (93 %)
schlechter	0 (0 %)

Bei der Erstoperation der dekompensierenden Exophorie zeigten zwei Personen eine Verbesserung des Binokularsehens durch die Operation. 25 Patienten (entsprechend 93%) wiesen keine Veränderung auf. Eine Verschlechterung des Stereosehens ist bei keinem Behandelnden zu beklagen (Tabelle 16).

3.2.2.7 Patientenzufriedenheit

Bei der letzten Untersuchung wurden die Patienten gefragt, ob sie mit der Operation zufrieden seien oder ob noch Beschwerden, wie Doppelbilder aufträten. Hierbei ergab sich, dass 26 Patienten (= 76 %) keine Beschwerden mehr hatten und mit der Operation zufrieden waren. Bei sechs Personen (= 18 %) traten noch ab und zu Doppelbilder auf und 2 (= 6 %) beklagten dauerhaft Doppelbilder im Seitblick. Bei diesen beiden Patienten lag nach der Operation eine konsekutive Esotropie beim Blick zur operierten Seite vor.

3.2.2.8 Operationseffektivität

Die Operationseffektivität wird nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Effektivität} = \frac{\text{präoperativer Schielwinkel} - \text{postoperativer Schielwinkel}}{\text{Gesamtoptionsstrecke}}$$

Für die gemessenen Fernschielwinkel ergibt sich am ersten postoperativen Tag eine mittlere Effektivität von $-1,7^\circ \pm 0,4^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke (Median: $-1,7^\circ$, IQR: $0,6^\circ/\text{mm}$) und drei Monate später von $-1,3^\circ \pm 0,5^\circ/\text{mm}$ ($-1,4^\circ$ IQR $0,6^\circ$) (Abb. 49). Die einen Tag bzw. drei Monate nach der Operation gemessenen Werte unterscheiden sich signifikant (Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben: $n=32$; $Z=4,229$; $p<0,001$).

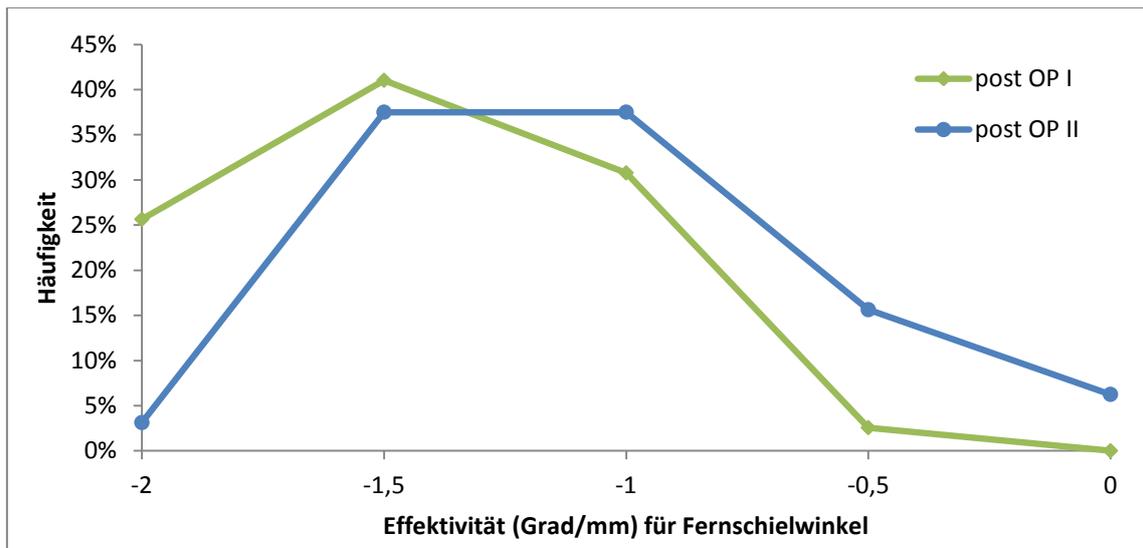


Abb. 49: Effektivität in Grad Fernschielwinkel/mm Operationsstrecke gemessen am ersten postoperativen Tag (grün; $n=39$) und nach drei Monaten (blau; $n=32$).

Im Vergleich dazu hat sich die mittlere Effektivität durch die Operation bezogen auf die Nahschielwinkel von $-1,8^\circ \pm 0,5^\circ/\text{mm}$ ($-1,7^\circ$ IQR $0,7^\circ/\text{mm}$) einen Tag nach der Operation auf $-1,6^\circ \pm 0,7^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke ($-1,7^\circ \pm 0,9^\circ/\text{mm}$) nach drei Monaten verändert (Abb. 50). Diese Werte zeigen keinen signifikanten Unterschied auf (Wilcoxon-Test für gepaarte Stichproben: $n=32$; $Z=1,844$; $p=0,065$).

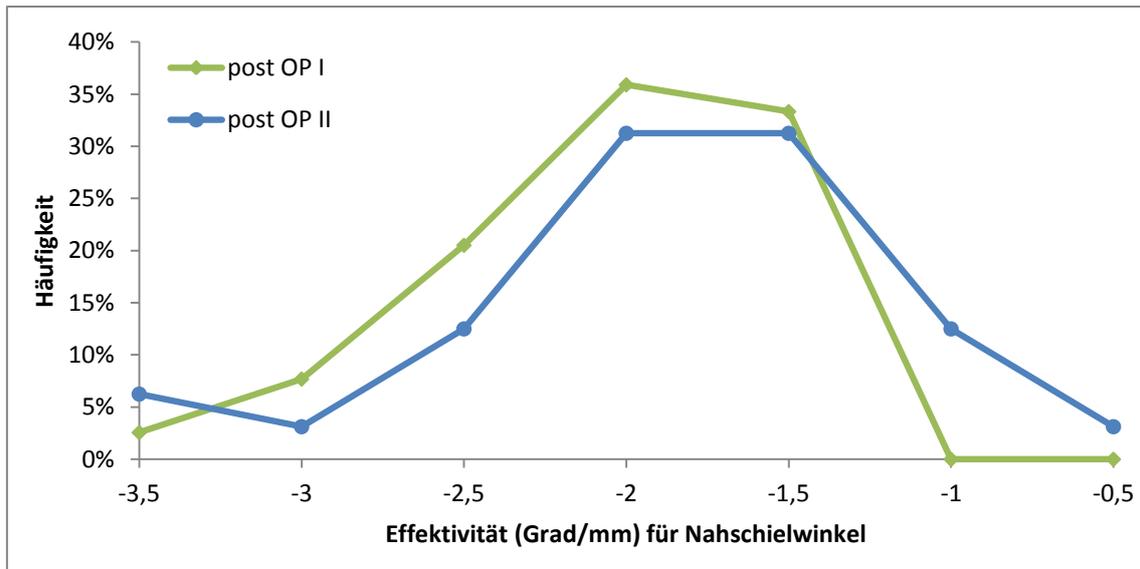


Abb. 50: Effektivität in Grad Nahschielwinkel/mm Operationsstrecke gemessen am ersten postoperativen Tag (grün; $n=39$) und nach drei Monaten (blau; $n=32$).

Wendet man dieselben Berechnungen auf die im Seitblick gemessenen Schielwinkel an, so ergibt sich am ersten Tag post operationem beim Blick in Richtung des operierten Auges eine mittlere Effektivität von $-1,5^\circ \pm 1,4^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke (Median: $-1,3^\circ$, IQR: $-1,4^\circ/\text{mm}$) bzw. in die entgegengesetzte Richtung ein Wert von $-1,0^\circ \pm 1,0^\circ/\text{mm}$ ($-0,9^\circ$ IQR $1,1^\circ/\text{mm}$). Nach drei Monaten hat sich der Mittelwert der Effektivität beim Blick zur operierten Seite auf $-1,1^\circ \pm 1,3^\circ/\text{mm}$ ($-0,8^\circ$ IQR $0,8^\circ/\text{mm}$) und in die andere Richtung auf $-0,8^\circ \pm 1,0^\circ/\text{mm}$ ($-0,6^\circ \pm 0,9^\circ/\text{mm}$) verändert. Die Werte unterscheiden sich jeweils signifikant ($p=0,03$ für Messungen zur operierten Seite hin bzw. $p=0,02$ zur nicht-operierten Seite).

3.2.2.9 Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe

Auch in der Gruppe der Patienten mit dekompensierender Exophorie soll der Versuch unternommen werden, einen Einflussfaktor auf die Operationseffektivität direkt post-

operativ sowie nach drei Monaten zu finden. Nach den Überlegungen aus 3.1.3.11 sind die zu untersuchenden Faktoren:

- Alter zum Operationszeitpunkt
- Alter bei Erstdiagnose
- Präoperatives Binokularsehen

Zur Auswertung stehen die kompletten Datensätze von 32 Patienten zur Verfügung. Aufgrund der Tatsache, dass die Varianzanalyse für die Fernblickdaten keine Signifikanz zeigt (post OP I: $F=1,288$ (3, 13), $p=0,320$; post OP II: $F=1,093$ (3, 13), $p=0,387$), wird die Spearman-Korrelation herangezogen.

Hierbei zeigen sich keine signifikanten Einflüsse der untersuchten Faktoren auf die Operationseffektivität bezogen auf den Fernblick sowohl direkt nach der Operation als auch nach drei Monaten Verlaufszeit (Tabelle 17, Tabelle 18).

Tabelle 17: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).

Effektivität Ferne post OP I			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	32	-0,004	0,981
Alter bei Erstdiagnose	19	-0,005	0,984
Präoperatives Binokularsehen	29	0,030	0,877

Tabelle 18: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die drei Monate nach Operation gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).

Effektivität Ferne post OP II			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	32	-0,084	0,650
Alter bei Erstdiagnose	19	-0,032	0,897
Präoperatives Binokularsehen	29	0,146	0,449

Desweiteren soll das Augenmerk auf den Effektivitäten liegen, die auf im Nahblick gemessenen Daten beruhen. Die auch hier durchgeführte Varianzanalyse ist nicht signifikant (post OP I: $F=0,959$ (3, 13), $p=0,441$; post OP II: $F=0,313$ (3, 13), $p=0,816$). Demzufolge wird auf die Spearman-Korrelation zurückgegriffen.

Sowohl direkt post operationem als auch nach drei Monaten lassen sich keine signifikanten Einflüsse der untersuchten Faktoren Operationsalter, Alter bei Erstdiagnose sowie präoperative Binokularfunktionen nachweisen (siehe Tabelle 19, Tabelle 20).

Tabelle 19: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).

Effektivität Nähe post OP I			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	32	0,054	0,767
Alter bei Erstdiagnose	19	-0,057	0,816
Präoperatives Binokularsehen	29	0,252	0,186

Tabelle 20: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).

Effektivität Nähe post OP II			
	N	Spearman r_s	p-Wert
Alter bei Operation	32	-0,117	0,523
Alter bei Erstdiagnose	19	-0,116	0,638
Präoperatives Binokularsehen	29	0,116	0,547

3.2.3 Revisionsoperation

Bei zehn Patienten wurde eine Revisionsoperation durchgeführt. Bei dreien dieser Patienten hat im Untersuchungszeitraum auch die Erstoperation stattgefunden. Es handelt sich bei allen zehn Personen um eine Zweitoperation.

3.2.3.1 Alters- und Geschlechterverteilung

Bei Revisionsoperation beträgt der Alters-Median 18,3 (IQR 19,5 Jahre) Jahre (Mittelwert $22,8 \pm 12,0$ Jahre).

Die Geschlechterverteilung der dekompensierende-Exophorie-Patienten zeigt eine 50/50 Verteilung bei Revisionsoperation.

3.2.3.2 Operiertes Auge

Es wurde 6 mal das rechte und 4 mal das linke Auge der Operation unterzogen.

3.2.3.3 Zeitraum bis zur Revisionsoperation

Es wird deutlich, dass sich fünf Personen (=50%) innerhalb von fünf Jahren (Abb. 51) ein zweites Mal aufgrund von Doppelbildern oder Kopfschmerzen operieren ließen. Insgesamt betrug der Zeitraum bis zur erneuten Behandlung im Mittel $7,4 \pm 8,4$ Jahre.

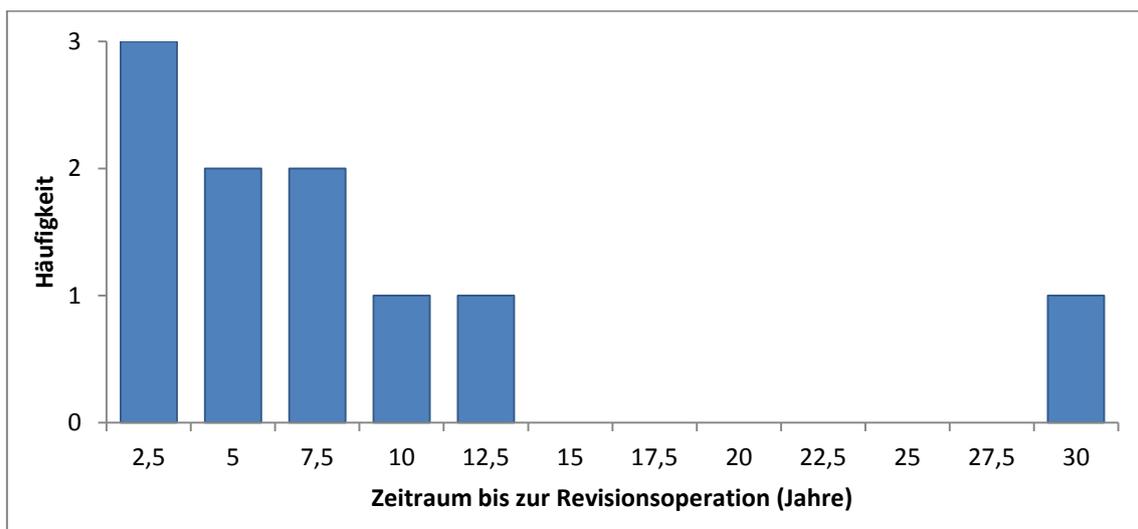


Abb. 51: Zeitraum zwischen Erst- und Zweitoperation bei dekompensierender Exophorie (n=10).

3.2.3.4 Schielwinkelveränderungen

In der Gruppe der Patienten mit Revisionsoperation bei dekompensierende Exophorie ist es schwierig vernünftige Ergebnisse zu bekommen, da die Gruppe insgesamt nur zehn Personen umfasst, von denen zur Drei-Monats-Nachuntersuchung nur die Hälfte erschienen ist.

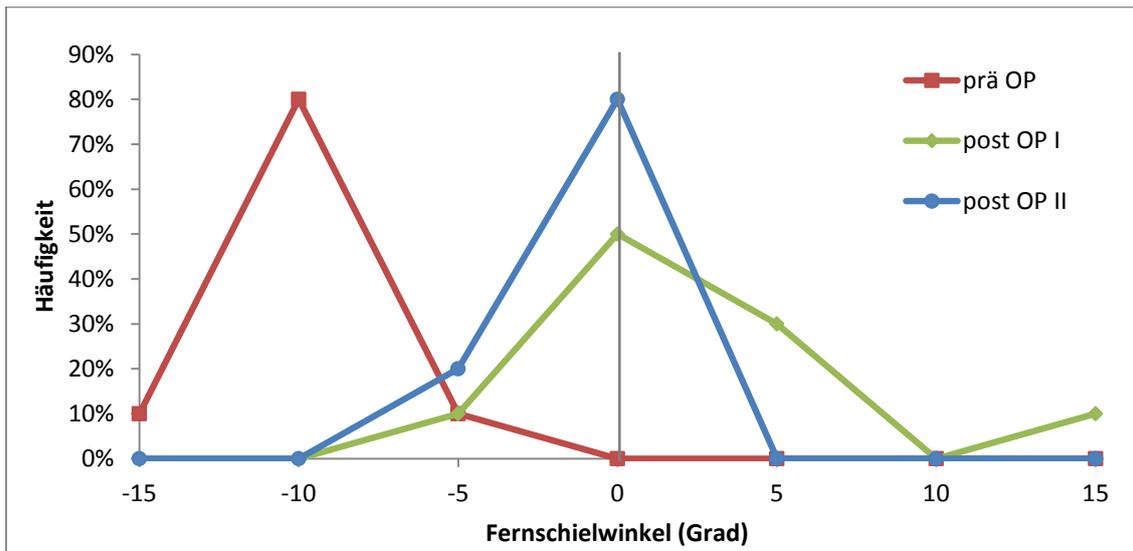


Abb. 52: Entwicklung der Fernschielwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOP I}}=10$; $n_{\text{postOP II}}=5$).

Beim Blick in die Ferne beträgt der Median für die Schielwinkel vor Operation $-11,8^\circ$ IQR $2,9^\circ$ (Mittelwert: $-12,0^\circ \pm 2,4^\circ$), sofort nach der Operation $0,0^\circ$ IQR $5,1^\circ$ ($+ 0,7^\circ \pm 5,7^\circ$) und nach drei Monaten $0,0^\circ$ IQR $1,0^\circ$ ($-2,0^\circ \pm 3,9^\circ$) (Abb. 52).

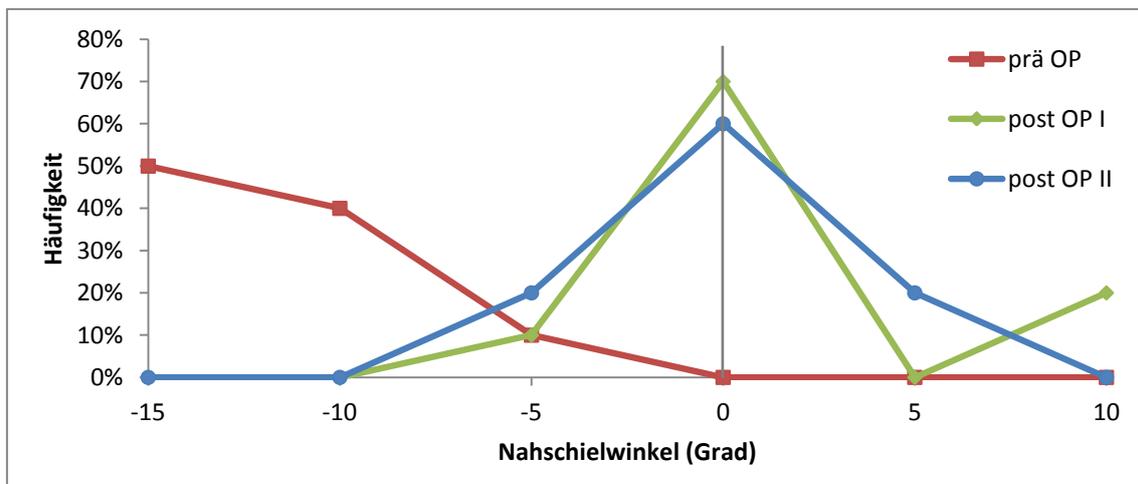


Abb. 53: Entwicklung der Nahschielwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau) ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOP I}}=10$; $n_{\text{postOP II}}=5$)

Bei Bestimmung der Nahschielwinkel findet sich vor Operation ein Median von $-13,0^\circ$ IQR $6,8^\circ$ ($-13,5^\circ \pm 3,8^\circ$), am ersten postoperativen Tag von $-0,5^\circ$ IQR $3,5^\circ$ ($-0,4^\circ \pm 4,1^\circ$) und nach drei Monaten von $-1,0^\circ$ IQR $2,5^\circ$ ($-1,8^\circ \pm 3,9^\circ$) (Abb. 53).

Desweiteren wollen wir die Veränderung des Schielwinkels im Seitblick durch die Operation beurteilen. Hier liegt ebenfalls das Problem vor, dass vor der Operation die Werte von zehn Patienten vorliegen, am ersten postoperativen Tag nur noch von sechs und nach drei Monaten nur noch die Werte von vier Patienten. Dies schränkt die Beurteilungsfähigkeit stark ein.

Es ergibt sich beim Blick zur operierten Seite ein Median von $-7,5^\circ$ IQR $5,5^\circ$ ($-7,4^\circ \pm 4,9^\circ$) vor der Operation, von $+1,8^\circ$ IQR $3,0^\circ$ ($+1,8^\circ \pm 1,6^\circ$) am ersten Tag danach und von $+1,5^\circ$ IQR $4,3^\circ$ ($+0,1^\circ \pm 3,5^\circ$) nach drei Monaten (Abb. 54).

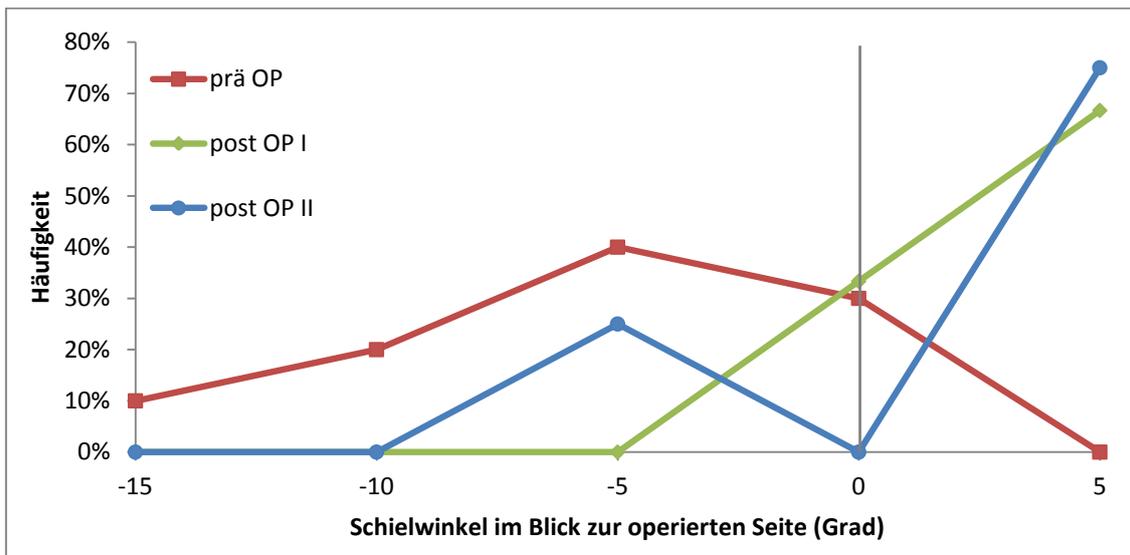


Abb. 54: Entwicklung der Schielwinkel im Blick zur operierten Seite durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOP I}}=6$; $n_{\text{postOP II}}=4$)

Im Blick zur nicht operierten Seite ergibt sich als Median ein Wert von $-4,5^\circ$ IQR $6,5^\circ$ ($-4,7^\circ \pm 6,1^\circ$) vor der Operation, nach einem Tag von 0° IQR $4,0^\circ$ ($-1,2^\circ \pm 3,8^\circ$) und nach drei Monaten von 0° IQR $2,8^\circ$ ($-1,2^\circ \pm 2,6^\circ$) (Abb. 55).

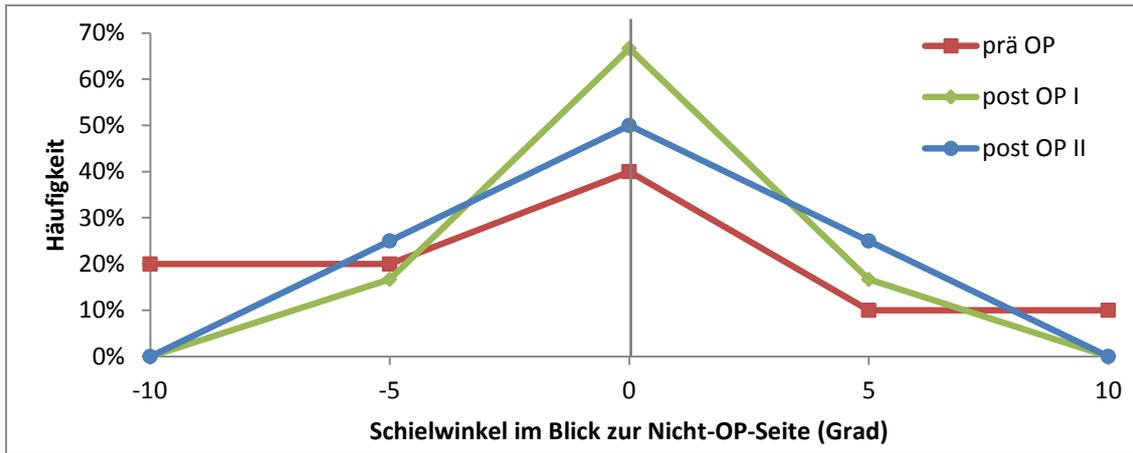


Abb. 55: Entwicklung der Schielwinkel im Blick zur nicht operierten Seite durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOP I}}=6$; $n_{\text{postOP II}}=4$)

3.2.3.5 Operationsergebnisse

Betrachtet man die Entwicklung der Fernschielwinkel (Abb. 56) direkt nach der Operation, so zeigt sich, dass bei 30 % eine konsekutive Esotropie vorlag. Bei der Nachuntersuchung im Intervall von drei Monaten, konnte keine Esotropie mehr festgestellt werden. Jedoch muss man hierzu aufführen, dass nur die Hälfte der operierten Patienten zur Verlaufskontrolle erschienen ist. Beispielsweise ist der Patient, der direkt postoperativ eine Esotropie von 14° im Fernblick aufwies, nicht gekommen.

Die übrigen Patienten zeigten direkt postoperativ sowie nach drei Monaten eine Phorie im Fernblick. Kein Behandler musste in die Gruppe mit schlechtem Ergebnis eingeordnet werden.

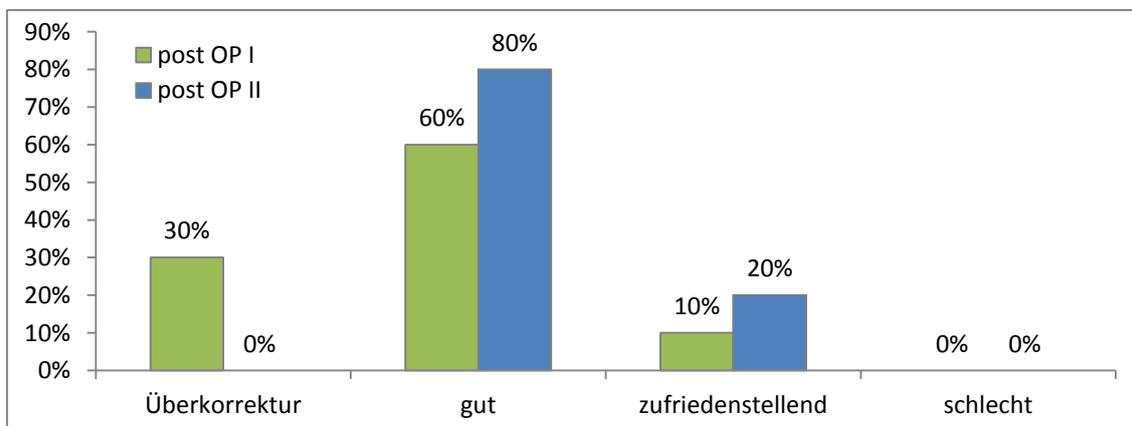


Abb. 56: Operationsergebnisse im Fernblick nach Revisionsoperation einer dekompensierenden Exophorie am ersten postoperativen Tag (post OP I, grün) sowie nach drei Monaten (post OP II, blau) ($n_{\text{postOP I}}=10$; $n_{\text{postOP II}}=5$).

Bei den Nahschielwinkeln ist das Ergebnis (Abb. 57) ähnlich wie beim Blick in die Ferne. Direkt postoperativ waren zwei Personen überkorrigiert, im Verlauf war dies bei beiden rückläufig.

80 % der Behandelten schielten nach der Operation latent innerhalb eines Bereiches von $\pm 5^\circ$ Grad. Nach drei Monaten waren alle Patienten im latenten Schielbereich von 0 bis -10° Grad zu finden.

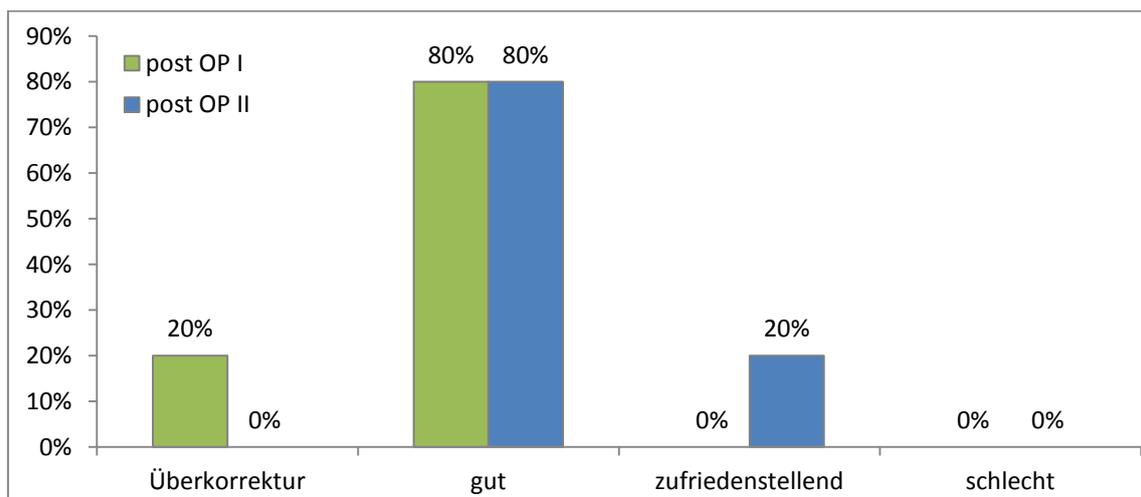


Abb. 57: Operationsergebnisse im Nahblick bei Revisionsoperation einer dekompensierenden Exophorie direkt postoperativ sowie nach drei Monaten ($n_{\text{postOP I}}=10$; $n_{\text{postOP II}}=5$).

3.2.3.6 Änderung der Binokularfunktionen

Wir nehmen bei den Patienten mit Revisionsoperation einer dekompensierenden Exophorie dieselbe Einteilung vor wie schon bei Erstoperation in 3.2.2.6 beschrieben. Es liegen nach drei Monaten nur Daten von vier Patienten vor, wobei sich das Binokularsehen jeweils nicht verändert hat.

Aufgrund der geringen Datenanzahl lässt sich jedoch keine genaue Aussage über die Veränderung des Binokularsehens durch Revisionsoperation bei dekompensierender Exophorie machen.

3.2.3.7 Operationseffektivität

Wegen der geringen Datenlage erscheint es nicht sinnvoll die Operationseffektivität zu berechnen sowie Einflussfaktoren darauf zu untersuchen.

4 Diskussion

4.1 Strabismus divergens intermittens

4.1.1 Erstoperation

Die kombinierte Divergenzoperation ist das Standardverfahren zur Behandlung des Strabismus divergens intermittens in vielen europäischen Ländern einschließlich der Bundesrepublik [20]. Da Kinder mit intermittierender Exotropie nicht generell Symptome wie Asthenopie oder Doppelbilder angeben, sind der Nutzen der Operation die Verbesserung der Augenstellung während der Abweichphasen sowie die Stabilisierung/Verbesserung der Binokularfunktionen und des Stereosehens [38].

4.1.1.1 Schielwinkelveränderung

In unserem Patientengut wurde die Operation mit dem Ziel dosiert, den präoperativen Schielwinkel komplett zu korrigieren, jedoch ohne erwünschte Überkorrektur. Einige Autoren vertreten die Meinung, eine initiale Überkorrektur, die im Laufe der ersten postoperativen Wochen nachlässt, würde ein besseres Endergebnis bewirken [37,53,57,60,67,73,80,84,89]. Andere hingegen halten eine geplante Überkorrektur nicht für sinnvoll, da ihr Erfolg nicht bewiesen ist und die Gefahr einer längeren konsekutiven Esotropie mit ihren Folgen wie Verlust der Binokularfunktionen und Amblyopie, insbesondere im Kindesalter bestehen [33,44,58,69,76,83,89,92].

Es ist bekannt [19,33,42,52,58,60,64,68-69,73,80,84,89,92], dass der Operationseffekt mit der Zeit nachlässt und es zu einem Exo-Drift kommt. Als mögliche Erklärung hierfür nennen Chia et al., dass der initiale Spannungseffekt zusätzlich zur medialen Rectus-Resektion einen anfänglichen Erfolg bewirkt, die Inkomitanz im Horizontalblick jedoch zu einem schrittweisen Verlust der Fusion und einem daraus folgenden Auswärtsweichen des Auges führen könnte [17].

Auch in unserer Patientengruppe haben sich die Schielwinkel innerhalb des Beobachtungszeitraums von drei Monaten wieder in Richtung Exodeviation verändert. Waren die Schielwinkel in Primärposition bei Fern- bzw. Nahfixation direkt postoperativ noch

im Mittel bei $-1,4^\circ \pm 4,4^\circ$ bzw. $-2,5^\circ \pm 4,5^\circ$, lies der Effekt innerhalb der drei Monate so stark nach, dass diese hierauf wieder $-6,5^\circ \pm 4,7^\circ$ bzw. $-5,7^\circ \pm 5,4^\circ$ betragen.

Tabelle 21 vergleicht den Verlauf der Fern- und Nahschielwinkelgröße bei unseren Patienten mit denen bei Wang [91], Choi [19], Kordic [58], Chia [17], Gräf [33], Kaufmann [52], Lange [66] sowie Bruppacher [12]. Werte in Prismendioptrien wurden der Veranschaulichung halber in Grad umgerechnet [31]. Man erkennt bei allen Autoren die Tendenz des Auswärtswiehens im postoperativen Verlauf.

Tabelle 21: Vergleich der Fern- und Nahschielwinkel präoperativ, direkt postoperativ sowie im Verlauf bei verschiedenen Autoren.

	Einschränkungen	Anzahl	Alter bei OP (Jahre)	Fernschielwinkel (°)			Nahschielwinkel (°)		
				Prä OP	Post OP I	Post OP II	Prä OP	Post OP I	Post OP II
Eigene Ergebnisse		$n_{\text{präOP}}=108$ $n_{\text{postOP I}}=106$ $n_{\text{postOP II}}=95$	15,5±17,1	-17,0±5,3	-1,4±4,4	-6,5±4,7	-18,6±6,6	-2,5±4,5	-5,7±5,4
Wang 2013	Post OP II 13,5±9,2 Mo	47	8,1±2,5	-18,7±5,3	+1,5±3,6	-0,9±3,7	-23,5±4,0	+0,5±2,9	-0,5±4,1
Choi 2012	post OP II 6 Mo	73	7,2±2,3	-17,0±2,0	+4,7±3,8	-2,7±5,0	-17,3±3,7	+3,4±4,4	-3,3±6,0
Kordic 2009	6xdek. Exoph. 11xkonst. Exo, 24xStr.div.int.	41	19	-18,8	-0,2	-2,8			
Chia 2006	postOP II 1 Jahr	54	8,3±2,9	-21,9±3,7		+0,7±4,7	-4,4±8,3		-0,1±4,1
Gräf 2001	postOP I 1 Wo.	89	6,6	-15,7±4,2	+0,2±4,7	-4,8±5,3	-14,9±5,6	+1,3±5,0	-2,9±5,5
Kaufmann 1994	postOP I 1 Wo postOP II 3-6 Mo	50		-15,5	+0,3	-3,3	-16,7	+0,3	-3,5
Lange 1993	Str.div.int. & dek. Exo.	72		-17,8±8,3	-1,7±4,3	-5,9±7,2	-19,5±7,9	-3,1±5,0	-5,9±7,2
Bruppacher 1978	postOP II 6 Mo. 70% komb. Div-OP			-16,9	-1,5	-5,1			

Als Nebenwirkung der kombinierten Operation kennt man eine postoperative Inkomitanz. Diese ist durch die stärkere Wirkung der Operation in Blickrichtung zur Seite des rückgelagerten Muskels verursacht und kann zu Diplopie im Seitblick führen. Dort ist der Schielwinkel ohnehin oft geringer ist als in Primärposition [52,89].

Bei unseren Patienten zeigte sich direkt postoperativ ein Winkelunterschied von $3,7^\circ$ ($+2,7^\circ$ bei Blick in Richtung operiertes Auge bzw. $-1,0^\circ$ bei Blick in Richtung nicht-operiertes Auge) bzw. $1,3^\circ$ ($-2,8^\circ$ bzw. $-4,1^\circ$) nach drei Monaten beim Seitblick in Richtung des operierten bzw. nicht operierten Auges. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit den Ergebnissen von Gräf et al. [33], die eine postoperative horizontale Inkomitanz von im Mittel 2° anführten.

Eine etwas größere Inkomitanz ergab sich bei der Auswertung von Kaufmann 1994 [52]. In dessen Patientengruppe betrug der Unterschied $4,9^\circ$ ($4,9^\circ$ bzw. 0°) innerhalb der ersten postoperativen Woche. Auch bei ihm ließ die Inkomitanz jedoch im Laufe des Beobachtungszeitraums von drei bis sechs Monaten nach, war hiernach aber weiterhin nachweisbar. In diesem Punkt konnte Kaufmann des Weiteren keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Inkomitanz und der Rücklagerungsstrecke finden.

Dieser Winkelunterschied kann im Einzelfall erheblich stören, wenn Doppelbilder im Seitblick auftreten. Dies war bei einer 45 jährigen Patientin aus unserem Kollektiv der Fall. Die präoperativen Schielwinkel waren mit -8° in beide Seit-Richtungen deutlich geringer als die im Fern- (-12°) bzw. Nahblick (-21°). Direkt nach der Operation zeigte sich eine konsekutive Esotropie von $+8^\circ$ für den Blick zur operierten (rechts) bzw. $+3^\circ$ zur nicht-operierten Seite. Im Verlauf von drei Monaten ließ der Operationseffekt zwar nach, es blieben jedoch esotrope Winkel von $+3,5^\circ$ bzw. $+1^\circ$ bestehen. Bei einer Kontrolluntersuchung 13 Monate nach Operation hatte sich der Schielwinkel im Rechtsblick sogar wieder auf $+9^\circ$ erweitert, sodass die Patientin weiterhin über Doppelbilder im Rechtsblick klagt.

4.1.1.2 Operations-Ergebnisse

Die Operations-Ergebnisse unterscheiden sich bei verschiedenen Autoren. In Tabelle 22 sind die Erfolgsraten nach kombinierter Divergenzoperation bei Wang [91], Choi [19], Lim [68], Chia [17], Ekdawi [28], Fiorelli [30], Lee [67], Kushner [63] sowie unsere eigenen Ergebnisse zum Vergleich zusammengestellt.

Tabelle 22: Erfolgsraten nach kombinierter Divergenzoperation als Erstoperation eines Strabismus divergens intermittens

	n	Anmerkungen	Beobachtungs- zeitraum	Fernschielwinkel			Nahschielwinkel		
				Kons. Eso-tropie	Erfolg Phorie 0-5°	Exophorie > 5°	Kons. Eso-tropie	Erfolg Phorie 0-5°	Exophorie > 5°
Eigene Ergebnisse	95		3 Monate	0%	38%	62%	0%	50%	50%
Wang, 2013	47	Basistyp Erfolg: Phorie +3 bis -5°	14,8±9,5 Monate	8%	85%	6%			
Choi, 2012	73	Erfolg Phorie +2,8° bis -5°; Überkorrektur >+2,8°	6 Monate 2 Jahre	8% 7%	70% 44%	22% 44%			
Lim, 2011	489		1 Jahr	0%	58%	42%			
Ekdawi, 2009	33	leichte Überkorrektur erwünscht	7,8 Jahre		58%				
Fiorelli, 2007	66	Nur Basis-Typ Erfolg: Ortho- oder gut komp. Phorie	1 Jahr	2%	77%	21%			
Chia, 2006	54	Divergenzexzess- und Basistyp leichte Überkorrektur erwünscht	1 Jahr	13%	74%	13%			
Lee, 2001	57	Basistyp, Pseudodivergenzexzess-Typ Überkorrektur erwünscht	1 Jahr	10%	60%	30%			
Kushner, 1998	17	Basistyp	1 Jahr	6%	82%	12%			

Da es keine allgemeingültige Operations-Erfolgs-Definition gibt [18], die bei allen Studien Verwendung findet, haben wir versucht verallgemeinernd die Ergebnisse in kon-

sekutive Esotropie, Erfolg (Orthophorie, Eso- oder Exophorie 5° bis -5°) sowie Exophorie über -5° einzuteilen, da diese oder eine ähnliche Einteilung bei den meisten Autoren Verwendung findet. Ergebnisse hierfür waren aus den Studien der oben genannten Verfasser ablesbar.

Man sollte hierbei einschränkend bedenken, dass eine Einteilung nur nach postoperativen Schielwinkeln schwierig und unzureichend ist, da man Operationserfolg und -misserfolg nicht nur mit den postoperativ gemessenen Schielwinkeln ausdrücken kann da viel mehr Faktoren wie beispielsweise die postoperative Kompensation eine Rolle spielen. Man stelle sich beispielsweise einen Patienten vor, der präoperativ einen Schielwinkel von -10 Grad hatte, direkt postoperativ parallel stand und drei Monate später -8 schielt, aber wesentlich besser kompensieren kann als vor dem Eingriff. Am ehesten würde man den Operationserfolg mit einem entsprechenden Fragebogen über Patientenzufriedenheit feststellen können. Dies könnte Umfang weiterer Studien sein.

Die Erfolgsraten erstrecken sich zwischen Werten von 58 - 85 % nach einem Beobachtungszeitraum von 1 bis 7,8 Jahren. Choi, Chia, Fiorelli, Lee, Wang sowie Kushner haben Patienten mit konsekutiver Esotropie zu beklagen. Die Rate für das Auftreten dieses Ereignisses liegt zwischen 2 und 13 %. Vergleicht man nun unsere Ergebnisse mit diesen Daten, so fällt zu allererst die geringe Erfolgsrate von nur 38 % auf. Hierbei sollte man beachten, dass bei unseren Patienten keine konsekutiven Esotropien nach einem Zeitraum von drei Monaten vorhanden waren. Die „nicht-Erfolglichen“ 62 % fallen vollständig auf Patienten mit einer Exophorie bzw. intermittierenden Exotropie von über -5° . Dies ist nicht erstaunlich, da bekannter Weise der Operationseffekt postoperativ nachlässt und wir keine Überkorrekturen wünschten. Das nicht-Vorhandensein von konsekutiven Esotropien in unserer Gruppe wurde also wohl damit erkauft, dass die Mehrheit der Patienten wieder in die Exostellung rutscht und eventuell Revisionsoperationen nötig werden.

Noch einmal zum Vergleich mit den anderen Autoren. Lee, Ekadwi sowie Chia strebten eine leichte postoperative Überkorrektur an. In den Arbeiten der fünf anderen Autoren Choi, Lim, Fiorelli, Wang sowie Kushner, sind keine Angaben zu finden, ob eine Über-

korrektur erwünscht war oder nicht. Dies könnte die höhere Erfolgsrate sowie das Auftreten der konsekutiven Esotropien erklären.

Eine weitere Einschränkung unseres Vergleichs ist, dass Fiorelli, Wang sowie Kushner nur Patienten mit Strabismus divergens intermittens vom Basistyp in ihre Studie eingeschlossen haben. Chia und Lee betrachteten Patienten vom Basis- sowie (Pseudo-) Divergenzexzesstyp. Lim, Ekdawi, Chiu und wir berücksichtigten alle Klassen des intermittierenden Außenschielens. Die Tatsache, dass in den Studien, die nur Patienten vom Basistyp einbezogen haben, höhere Erfolgsraten (77, 82 bzw. 85%) nach einem Jahr zu verzeichnen waren, könnte die Meinung bestätigen, dass diese Patienten mit Basistyp nach der Einteilung von Burian [13] mit einer kombinierten Divergenzoperation sehr gut behandelt sind und diese Therapie beibehalten werden sollten [42,52].

Die Gefahr bei jeder Operation ist eine Überkorrektur mit konsekutiver Esotropie. Die möglichen Folgen hierbei sind Diplopie, der Verlust des Stereosehens oder Entwicklung einer Amblyopie [38]. Diese konsekutive Esotropie ist besonders bei Kleinkindern gefürchtet und sollte unbedingt vermieden werden [89].

In unserem Patientengut war bei keinem Patienten nach der Beobachtungszeit von drei Monaten eine konsekutive Esotropie zu beklagen. Direkt postoperativ zeigten 13 Patienten im Fern- sowie 10 Patienten im Nahblick ein manifestes Innenschielen. Wir können auch die Beobachtung von Park [74] bestätigen, dass das Alter bei Operation die Inzidenz dieser Esotropie nicht beeinflusst (Abb. 14). Auch Dunlap [26] fand keinen Einfluss des Alters zum OP-Zeitpunkt auf das Auftreten einer eventuellen Überkorrektur. In seiner Studie war die Revisionsrate wegen postoperativer Überkorrektur bei Patienten, die jünger als 5 Jahre alt waren, grösser.

Gräf [33] untersuchte die Frage nach einer postoperativen Überkorrektur und fand im eigenen Patientengut nur eine geringe Gefährdung der Binokularfunktionen durch eine konsekutive Esotropie, falls wegen Nachlassen des Operationseffektes keine Überkorrektur angestrebt wurde. Gräfs Patientengut umfasste unter anderem neun Kinder unter drei Jahren, von denen bei keinem nach den beobachteten drei Monaten ein konstantes Innenschielen existierte.

Die Patienten, bei denen der Operationseffekt soweit rückläufig war, dass eine Revisionsoperation nötig wurde, werden im Abschnitt 4.1.2 behandelt.

4.1.1.3 Änderung der Binokularfunktionen

Die meisten Patienten mit intermittierender Exotropie haben ein normales Fusionsvermögen mit Stereosehen von 40“ im kompensierten Zustand, jedoch Suppression ohne Stereosehen in Schielstellung [22,42,61]. Wir haben uns nun die Frage gestellt, inwieweit die Binokularfunktionen durch die Operation verändert werden. Hierzu führte von Noorden [89] an, dass die Wiederherstellung guter Binokularfunktionen bei intermittierend Exotropen eine Herausforderung darstellt, die durch eine Operation nicht immer befriedigend gelöst werden kann.

Diesbezüglich stellen wir unsere Ergebnisse denen von Gräf [33] in Tabelle 23 gegenüber. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen haben wir die Angaben von Gräf etwas angepasst. Hierzu fassten wir jeweils die Änderung des Binokularsehens um eine Stufe zusammen, sodass nun die Ergebnisse mit Veränderung um zwei Stufen vorliegen, wie sie in unserer Studie Verwendung fanden. Da sich unsere Einteilung der Binokularfunktionen (Tabelle 1) an der von Gräf orientiert hat, ist eine Gegenüberstellung gut möglich. Man erkennt, dass sich die Resultate ähneln. Bei 8 bzw. 11 % der Patienten verbesserten sich die Binokularfunktionen nach kombinierter Divergenz-Operation. Bei 1 bzw. 5 % verschlechterten sie sich, der Großteil blieb unverändert. Auch bei Baker [5] zeigte sich bei dem Großteil der Fälle keine Veränderung der Binokularfunktionen durch chirurgische Behandlung.

Tabelle 23: Vergleichende Darstellung der Veränderung der Binokularfunktionen nach kombinierter Divergenzoperation nach einem Beobachtungszeitraum von drei Monaten.

	n	Verbesserung	Gleich	Verschlechterung
Eigene Ergebnisse	84	8 %	91 %	1 %
Gräf, 2001 (Umrechnung auf Veränderung um 2 Stufen)	95	11 %	84 %	5 %

In unserer Patientengruppe verschlechterte sich das Stereosehen eines Patienten durch die Operation. Hierbei handelte es sich um einen 8-jährigen Jungen, der präope-

rativ im TNO-Test ein Ergebnis von 200'' erreichte. Nach drei Monaten war nur noch Simultansehen nachweisbar (positiver Bagolini-Test). Das sonstige Operationsergebnis war mit einer Exophorie von -1° für Ferne sowie Nähe mehr als zufriedenstellend. Bei einer Verlaufsuntersuchung konnte der Patient den Titmus-Fliege-Test wieder positiv beantworten und zeigte somit wieder grobe Stereopsis. Dieses Beispiel zeigt, wie fragwürdig es sein kann, die Güte der Binokularfunktionen mit einer einzigen Untersuchung zu bestimmen.

Gräf [33] hat desweiteren die Binokularfunktionen in Bezug auf das postoperative Ergebnis der Augenstellung untersucht. Hierbei ergaben sich keine Unterschiede zwischen der Gruppe der Patienten mit konsekutiver Esotropie nach Operation und der ohne. Er führt jedoch an, dass bei den vier Kindern, die postoperativ eine manifeste Esotropie für beide Entfernungen (Nähe sowie Ferne) aufwiesen, sich die Binokularfunktionen durch die Operation verschlechterten. In der Folgezeit kam es bei den beiden Patienten dieser Gruppe, die zu Verlaufsuntersuchungen erschienen sind, wieder zu einer Verbesserung des Stereosehens [33]. Zu dieser Sachlage können wir keine Angaben machen, da bei uns kein Patient nach dem Beobachtungszeitraum von drei Monaten esotrop war.

Im Gegensatz zu unseren Untersuchungen konnten Saxena et al. [83] 2010 eine Verbesserung der Binokularfunktionen für Ferne und Nähe nach Operation eines Strabismus divergens intermittens nachweisen. Das Stereosehen für die Nähe verbesserte sich bei deren Patienten von präoperativ 180'' auf 90'' nach drei Monaten postoperativ. Saxena legte des Weiteren dar, dass das Erreichen normaler Binokularfunktionen nach chirurgischer Behandlung von der präoperativen Funktion dessen abzuhängen scheint. Einschränkend muss erwähnt werden, dass in dessen Studiengruppe nur 50 % der Patienten mit einer kombinierten Divergenzoperation behandelt worden sind sowie nur intermittierend Exotrope vom Basistyp eingeschlossen wurden. Auch in der Patientengruppe von Kruse et al. [60] verbesserte sich das Binokularsehen postoperativ in vielen Fällen.

In der Arbeit von Sharma et al. [86] wurde dargelegt, dass das Stereosehen für die Nähe sich zwar durch eine Operation signifikant verbesserte, jedoch immer noch in einem

schlechteren Bereich war als bei der Referenzgruppe. Als mögliche Erklärung hierfür führten sie an, dass sich ihre Patienten eventuell in einem späteren Stadium der Erkrankung befanden.

In der Arbeit von Morrison [71] verlor kein Kind mit sehr guten präoperativen Binokularfunktionen sein Stereosehen durch eine bilaterale Resektion des Musculus rectus medialis. Morrison bestätigte, dass eine persistierende Esotropie im postoperativen Verlauf häufig zu einem Verlust des Stereosehens führt. Persistierende postoperative Überkorrekturen traten häufiger bei Patienten mit schlechten präoperativen Binokularfunktionen auf als bei Patienten mit guten präoperativen Binokularfunktionen.

Laut Sharma [86] beeinträchtigt eine intermittierende Exotropie das Stereosehen für die Ferne stärker und früher als für die Nähe, da die Abweichung häufig zuerst für den Fernblick und erst später bei Nahblick manifest wird. Sharma plädiert deshalb für eine Bestimmung der Binokularfunktionen auch bei Fernblick, um so rechtzeitig eine Operationsindikation stellen zu können. Auch Stathacopoulos et al. [87], plädieren für eine Berücksichtigung der Binokularfunktionen für die Ferne bei der OP-Indikation.

Die Konsequenz dieser Argumentation bedeutet jedoch, dass jeder Patient mit sehr guten Binokularfunktionen bei Nahblick und fehlenden Beschwerden bei einem Divergenzexzess und reduziertem Fern-Stereosehen sofort operiert werden müsste. Dieser Sichtweise können wir uns nicht anschließen.

4.1.1.4 Operations-Effektivität

Ein weiterer Punkt mit dem wir uns genauer beschäftigen wollen ist die Operationseffektivität. Diese wurde nach der Formel in 3.1.3.10 berechnet.

Bei unseren Patienten wurde eine Operationsdosierung von $1,5^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke angestrebt. Abb. 10 zeigt, dass bei größeren präoperativen Fernschielwinkeln vorsichtiger dosiert wurde als bei kleineren Winkeln. Dieses Vorgehen entspricht auch dem von Kordic [58]. Dieser gibt erklärend an, dass bei größeren Winkeln eine stärkere Vordehnung der Muskeln herrsche und somit der operative Wirkungsgrad höher sei als bei kleineren Winkeln. Bei aggressiverem Vorgehen und stärkerer Dosierung ergäbe

sich wieder das oben genannte Problem mit vermehrtem Auftreten einer konsekutiven Esotropie.

Tabelle 24 zeigt einen Vergleich der Operationseffektivitäten bei verschiedenen Autoren. In unserem Patientengut ergab sich bei Betrachtung der Fernschielwinkel eine mittlere Effektivität von $-1,6^\circ/\text{mm}$ direkt postoperativ sowie von $-1,1^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke nach drei Monaten. Ein ähnliches Ergebnis zeigten auch die Untersuchungen von Gräf [33] mit $-1,8^\circ/\text{mm}$ bzw. $-1,2^\circ/\text{mm}$. Die Effektivität für die Nahschielwinkel hat bei uns sowie bei Gräf im Beobachtungszeitraum weniger abgenommen, nämlich von $-1,7^\circ/\text{mm}$ auf $-1,3^\circ/\text{mm}$ bzw. $-1,8^\circ/\text{mm}$ auf $-1,3^\circ/\text{mm}$. Wir stimmen mit Gräf überein, dass eine gewisse Steigerung der Operationsdosierung sicherlich nützlich wäre, um die Anzahl der divergenten Restschielwinkel zu reduzieren, dies jedoch notgedrungen mit einer größeren Menge konsekutiver Esotropien einherginge.

Ebenso zeigte sich in der Arbeit von Kaufmann 1994 [52] ein Rückgang der Operationseffektivität für Ferne bzw. Nähe von $-1,6^\circ/\text{mm}$ bzw. $-1,7^\circ/\text{mm}$ auf jeweils $-1,3^\circ/\text{mm}$ bei Patienten mit Strabismus divergens intermittens sowie dekompensierender Exophorie.

Tabelle 24: Vergleich der Operationseffektivitäten in Primärposition für Nähe und Ferne sowie im Seitblick bei verschiedenen Autoren (Gräf und Kaufmann post OP I nach einer Woche).

	Effektivität Ferne ($^\circ/\text{mm}$)		Effektivität Nähe ($^\circ/\text{mm}$)		Blick zur OP-Seite ($^\circ/\text{mm}$)		Blick zur nicht OP-Seite ($^\circ/\text{mm}$)	
	Post OP I	Post OP II	Post OP I	Post OP II	Post OP I	Post OP II	Post OP I	Post OP II
Eigene Ergebnisse	$-1,6 \pm 0,4$	$-1,1 \pm 0,5$	$-1,7 \pm 0,5$	$-1,3 \pm 0,5$	$-1,5 \pm 0,5$	$-1,0 \pm 0,5$	$-1,1 \pm 0,4$	$-0,8 \pm 0,5$
Gräf 2001	$-1,8 \pm 0,6$	$-1,2 \pm 0,6$	$-1,8 \pm 0,7$	$-1,3 \pm 0,8$	$-1,9 \pm 0,7$	$-1,2 \pm 0,6$	$-1,4 \pm 0,6$	$-0,9 \pm 0,6$
Kaufmann, 1994	-1,6	-1,3	-1,7	-1,3				

Auch Lange und de Decker [66] nahmen sich diesem Thema an. In ihrer Untersuchung von intermittierend schielenden Patienten erreichten sie nach kombinierter Divergenzoperation eine Effektivität von $-1,5^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke. Sie führen des Weiteren an, dass die Effektivität im Laufe der Zeit nachließ. In ihrer Gruppe habe diese vor allem bei den Patienten mit größtem sowie denen mit kleinsten Schielwinkeln am stärksten nachgelassen. Genaue Zahlen werden jedoch nicht genannt.

Vergleicht man die Werte, die sich aus Messungen im Seitblick ergeben, erkennt man, dass die Effektivität für den Schielwinkel im Blick zur operierten Seite deutlich größer ausfällt als im Blick zur nicht operierten Seite ($-1,5^\circ/\text{mm}$ bzw. $-1,1^\circ/\text{mm}$). Im Verlauf der drei Monate ließ der Effekt auf der operierten Seite zwar stärker nach als auf der Gegenseite, der Unterschied war jedoch immer noch merkbar ($-1,0^\circ/\text{mm}$ bzw. $-0,8^\circ/\text{mm}$). Auch diese Erkenntnis findet sich in sehr ähnlicher Art bei Gräf [33] wieder.

4.1.1.5 Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe

Da, wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, die Operationseffektivität im Laufe der postoperativen Zeit nachlässt, besteht nun die Frage, ob Einflussfaktoren gefunden werden können, die dies verursachen oder begünstigen.

In dieser Arbeit untersuchten wir eventuelle Einflüsse der Faktoren Alter bei Diagnosestellung, Alter bei Operation sowie präoperatives Binokularsehen. Wir unterließen in diesem Zusammenhang eine Betrachtung der Faktoren präoperativer Schielwinkel, Schieldauer sowie Operationsstrecke, wie sie bei anderen Autoren Verwendung fand. Hierzu führte die Überlegung, dass die Faktoren präoperativer Schielwinkel sowie Operationsstrecke in die Berechnungsformel der Operationseffektivität wie in 3.1.3.10 angegeben, einbezogen sind. Somit sollte eine gewisse Abhängigkeit notwendigerweise gegeben sein. Zum Ausschluss des Faktors Schieldauer brachte uns die Tatsache, dass dieser durch die Differenz von Alter bei OP sowie Alter bei Diagnosestellung errechnet wird. Somit würden wir den Einfluss voneinander abhängiger Faktoren untersuchen, was nicht sinnvoll ist.

Wir fanden heraus, dass das Alter bei Operation einen signifikanten negativen Einfluss auf die Operationseffektivität nach drei Monaten sowohl für die Nah- ($E_{N_{\text{postOPII}}} = -0,0088 \times \text{Alter}_{\text{OP}} - 1,1851$; $r_s = -0,240$; $p = 0,021$) als auch für die Fernschielwinkel ($E_{F_{\text{postOPII}}} = -0,0054 \times \text{Alter}_{\text{OP}} - 0,9966$; $r_s = -0,243$; $p = 0,018$) zu haben scheint. Je älter der Patient zum Operationszeitpunkt, desto weniger ließ der Operationseffekt nach drei Monaten nach. Die übrigen Parameter zeigten keinen signifikanten Einfluss.

Den Einfluss des Alters bei Operation auf das Ergebnis beschrieben auch Lim et al. [68] in einer neueren Studie. Je älter ein Patient bei Operation war, desto weniger ließ der Operationseffekt im postoperativen Verlauf nach. Lim et al deuteten ihr Ergebnis wie folgt: (1) Bei höherem Alter könnte eine erhöhte Stabilität des Schielwinkels bestehen, da der Winkel meist mit der Zeit zunimmt und so eventuell schon seinen „Höchststand“ erreicht hat, der dann korrigiert wird. (2) Desweiteren könnten Patienten, die erst später zur Operation erscheinen, eine leichtere Ausprägung der Erkrankung haben. (3) Außerdem könnten ältere Patienten verglichen mit jüngeren eine bessere Fusionsfähigkeit sowie Stereosehen haben. Dies wäre von Vorteil, da allgemein angenommen wird, dass bessere präoperative Binokularfunktionen häufiger mit einem erfolgreichen Operationsergebnis einhergehen.

Lim et al. konnten neben einem Unterschied des Alters bei Operation zwischen der Gruppe mit Operationserfolg und der mit Schielwinkelnachlass auch das Alter bei Schielbeginn sowie den direkt nach Operation gemessenen Schielwinkel als einflussnehmende Faktoren darstellen. Ähnlich wie im vorangehenden Absatz beschrieben, scheint das Alter bei Schielbeginn das Ergebnis mitzugestalten. Je älter der Patient bei Diagnose, desto weniger hat der Schielwinkel nach Operation nachgelassen. Die Augenstellung direkt postoperativ beeinflusst desweiteren das Ergebnis im Verlauf. Ist diese im Erfolgsbereich, ist auch die Wahrscheinlichkeit größer, dass sie im Verlauf der Zeit in diesem Bereich bleibt.

Im Gegensatz hierzu zeigte Ekdawi 2009 [28] in seiner Untersuchung, dass eine erfolgreiche postoperative Augenstellung nicht durch das Alter bei Operation beeinflusst werde. Ebenso würden die Schieldauer, der präoperative Fernschielwinkel, das Stereosehen sowie die Operationsart das Ergebnis nicht signifikant beeinflussen. Als einzigen Faktor, der eine Wirkung auf das Resultat habe, nennt er den Beobachtungszeitraum ($p=0,016$). Je länger dieser sei, desto mehr nehme der Schielwinkel wieder in Richtung Exodeviation zu. In diesem einen Punkt stimmen ihm auch Lim et al. [68] und Choi [19] bei. Je länger deren Beobachtungszeitraum wurde, desto mehr wichen die Fernschielwinkel bei den Gruppen mit Operationserfolg sowie Nachlass des Erfolgs auseinander.

Auch Koo [57] konnte keinen signifikanten Einfluss des Alters bei Operation auf das Ergebnis nachweisen. Als einzigen Faktor, der auf das Resultat einzuwirken scheint, nennt er den direkt nach chirurgischer Behandlung gemessenen Schielwinkel ($p=0,000$). Dieser beeinflusst signifikant das Ergebnis nach einem Jahr. Seiner Meinung nach würde eine Überkorrektur von einigen Grad direkt postoperativ das Ergebnis positiv beeinflussen, da es den auftretenden Exodrift ausgleiche. Einschränkend muss erwähnt werden, dass diese Studie mit unserer nur bedingt vergleichbar ist, da hier nur bei 30% der Patienten eine kombinierte Divergenzoperation durchgeführt wurde, der Rest wurde mit bilateraler Rectus-Resektion behandelt.

Ebenfalls bei Chia et al. [17] zeigte sich keine Beziehung zwischen dem Alter bei Operation und dem Endergebnis. Diese verglichen das Outcome zwischen Patienten verschiedener Altersgruppe (≤ 5 Jahre, 5-8 Jahre, 8-16 Jahre). Im Gegensatz zu dieser Studie, waren bei uns Patienten jeden Alters eingeschlossen, nicht ausschließlich Kinder.

Desweiteren konnte Wang [91] keinen Einfluss des Alters bei Operation oder der präoperativen Abweichung auf die Erfolgsquote nach dem Beobachtungszeitraum nachweisen.

Gezer [32] untersuchte 2004 die Einflüsse auf die Operationseffektivität bei Patienten mit Exotropie, wovon 89% mit kombinierter Divergenzoperation behandelt worden sind. In seiner Studie wiesen 39,5 % der Patienten einen divergierenden Strabismus vom intermittierenden Typ auf, der Rest schielte konstant. Er konnte darstellen, dass der präoperative Schielwinkel wohl den größten Effekt auf die Operationseffektivität ausübt ($p<0,001$). Desweiteren seien die Größe der Operationsstrecke sowie ein möglicher Refraktionsfehler in Richtung Myopie beteiligt. Auch er konnte keinen Einfluss des Alters bei OP auf das Ergebnis nachweisen.

Auch bei der Untersuchung von Lee [67] ergab sich als Resultat, dass der Operationserfolg nicht vom Alter bei Operation abzuhängen scheint. Er widerspricht jedoch Gezer [32] in der Ansicht, dass der präoperative Schielwinkel das Ergebnis beeinflusst. Als einzig positiven Faktor fand er wie auch Koo [57] den Schielwinkel, der am ersten

postoperativen Tag gemessen wurde. Bei ihm erreichten Patienten mit einer Überkorrektur von 1-20 PD am ersten Tag nach der Operation das beste Langzeitergebnis.

In der Arbeit von Gräf [33] wird ebenfalls eine signifikante Korrelation zwischen dem präoperativen Schielwinkel sowie der Operationseffektivität (Ferne: $r=0,27$; $p=0,0028$; Nähe: $r=0,35$; $p=0,0001$) beschrieben. Die außerdem nachweisbare geringere Korrelation zwischen dem Alter zum Operationszeitpunkt und der Nahwinkel-Effektivität ($r=0,19$, $p=0,028$) erklärt er sich durch den gleichzeitigen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem präoperativen Schielwinkel.

Auch Koklanis [55] hat sich 2009 diesem Thema angenommen. In ihrer Studie konnte kein Faktor gefunden werden, der das Endergebnis bei Behandlung eines Strabismus divergens intermittens beeinflusst. Von den in Tabelle 25 aufgeführten Faktoren untersuchte sie das Alter bei Diagnosestellung sowie bei Operation, die Größe des präoperativen Schielwinkels, die Binokularfunktionen für die Nähe sowie die postoperative Stellung.

Tabelle 25 zeigt zusammenfassend die untersuchten Einflussfaktoren auf das Operationsergebnis bei verschiedenen Autoren sowie deren Ergebnis. Abschließend lässt sich hierzu sagen, dass der von uns gefundene negativ signifikante Einfluss des Alter bei Operation auf die Operationseffektivität von den meisten anderen Autoren nicht bestätigt werden konnte [17,28,32,57,67,91]. Allein Lim et al. [68] konnten unserem Ergebnis voll und ganz zustimmen. Auch diese zeigten, dass ein höheres Alter bei Operation sich positiv auf die postoperativ erreichbaren Schielwinkel auszuwirken scheint. Je älter ein Patient, desto weniger driftete das Auge im postoperativen Verlauf in die Exostellung. Desweiteren stimmte Gräf [33] unserem Ergebnis teilweise zu. Dieser führte jedoch einschränkend an, dass dies wohl mit dem mit dem Alter ansteigenden präoperativen Schielwinkel zusammenhänge, der in diesem Zusammenhang den größeren Einfluss bewirke.

Letztlich bleibt unklar, warum in einigen Studien – wie auch in der vorliegenden Arbeit – das Alter zum Operationszeitpunkt einen Einfluss auf die Stabilität des postoperati-

ven Ergebnisses hat und warum diese Gegebenheit in anderen Studien nicht bestätigt werden kann.

Unabhängig davon scheinen der präoperative Schielwinkel [32-33] wie auch der Winkel am ersten postoperativen Tag [57,67-68] eine Bedeutung für das Operationsergebnis zu haben. Desweiteren beschreiben Lim [68], Choi [19] und Ekdawi [28] den Beobachtungszeitraum als Einflussfaktor. Je länger dieser werde, desto stärker lasse der Operationseffekt nach und um so mehr gehe das Auge wieder in die Auswärtsstellung zurück.

Tabelle 25: Einfluss verschiedener Faktoren auf das Operationsergebnis bei unterschiedlichen Autoren

Einflussfaktoren	Präoperativer Schielwinkel	Alter bei OP	Alter bei Diagnosestellung	Zeit von Diagnose bis OP	Stereosehen	Beobachtungszeitraum	Winkel am 1.postop Tag
Eigene Ergebnisse		Signif. neg. Einfluss	Kein signif. Einfluss		Kein signif. Einfluss		
Wang, 2013	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	-	-	-	-	-
Choi, 2012	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	-	Signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss
Lim, 2011	Kein signif. Einfluss	Signif. neg. Einfluss	Signif. neg. Einfluss	-	-	Signif. Einfluss	Signif. Einfluss
Ekadwi, 2009	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	-	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	Signif. Einfluss	-
Koklanis, 2009	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	.	Kein signif. Einfluss	-	Kein signif. Einfluss
Koo, 2006	-	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	-	-	-	Signif. Einfluss
Chia, 2006	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss					
Gezer, 2004	Signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	-	Kein signif. Einfluss	-	-
Lee, 2001	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss		-	-	-	Signif. Einfluss
Gräf, 2001	Signif. Einfluss	gering signif. Einfluss		-	-	-	-

4.1.2 Revisionsoperation

Häufig bringt eine einzige Operation bei Strabismus divergens intermittens kein ausreichend befriedigendes Langzeitergebnis, da der Effekt mit der Zeit nachlässt und eine erneute Behandlung nötig wird. Die Re-Operationsraten variieren in der Literatur zwischen 11 % und 60 % [19,28,30,32,60,75,80,82] abhängig vom Beobachtungszeitraum.

Von unseren 127 in die Studie eingeschlossenen Patienten wurden 27 Personen wegen eines Strabismus divergens intermittens nicht zum ersten Mal operiert. Bei acht (7 %) Patienten lagen Erst- sowie Revisionsoperation im untersuchten Zeitraum von 4,5 Jahren. Der mittlere Abstand zwischen Erst- und Revisionsoperation betrug $8,2 \pm 10,3$ Jahre.

Eine ähnliche Dauer zwischen Erst- und Zweitoperation gaben Pineles et al. [75] mit $7,4 \pm 8$ Jahre in ihrer Studie an. Deren Untersuchungszeitraum übertraf den unseren mit 28 Jahren (1970 - 1998) und einem Mindest-Follow-Up von zehn Jahren. Des Weiteren mussten sich in ihrer Gruppe 60 % einer erneuten chirurgischen Behandlung unterziehen, was darauf schließen lässt, dass bei ansteigendem Beobachtungszeitraum auch die Rate der Revisionsoperationen zunimmt. Bei Pineles et al. wurden drei Patienten 3x, drei Patienten 4x sowie ein Patient sogar 5x insgesamt operiert. Bei uns erhielten zwei Personen drei Operationen, der Rest zwei.

Kim [54] untersuchte 20 Patienten, die aufgrund eines Strabismus divergens intermittens mit einer kombinierten Divergenzoperation behandelt worden sind. Diese erhielten aufgrund einer erneuten Exodeviation von $-13,4^\circ \pm 1,7^\circ$ für die Ferne eine weitere Operation mit der gleichen Methode am anderen Auge nach durchschnittlich $4,0 \pm 2,0$ Jahren.

4.1.2.1 Gründe für Revisionsoperation

In unserem Patientenkollektiv wurden die Patienten aufgrund eines Rezidivs der manifesten Abweichung oder eines Rezidivs asthenopischer Beschwerden ein weiteres Mal operiert. Eine konsekutive Esotropie war nie der Grund für eine Revision. Pineles et al.

[75] führen als Indikationen Doppelbilder, fortschreitenden Verlust des Stereosehens, konsekutive Esotropie von mehr als 10 PD sowie erneutes Auftreten der Exotropie an.

Bei Ekdawi [28] wurden 17 % der Patienten aufgrund einer konsekutiven Esotropie, die restlichen 83 % wegen eines erneuten Exodrifts nach durchschnittlich acht Jahren operiert. Neun Personen mit divergenten Restwinkeln sowie zwei überkorrigierte Patienten mussten sich bei Kruse et al. [60] einer erneuten Operation unterziehen.

In der Arbeit von Choi [19] wird eine Revisionsoperationsrate von 2,7 % (2 Patienten) aufgrund konsekutiver Esotropie nach 10 bzw. 19 Monaten beschrieben. Bei 28,8 % der Patienten erfolgte eine zweite Operation aufgrund erneuter Exodeviation nach durchschnittlich $3,7 \pm 1,6$ Jahren nach kombinierter Divergenzoperation.

4.1.2.2 Schielwinkelveränderung

Betrachtet man die Veränderung der Schielwinkel durch die Operation, so ergibt sich in unserer Patientengruppe eine Verbesserung von $-14,7^\circ \pm 3,5^\circ$ bzw. $-18,0^\circ \pm 4,5^\circ$ (Fern- bzw. Nahwinkel) auf $+0,2^\circ \pm 4,7^\circ$ bzw. $-0,9^\circ \pm 5,6^\circ$ direkt nach Behandlung sowie von $-3,4^\circ \pm 4,0^\circ$ bzw. $-4,7^\circ \pm 6,0^\circ$ nach der Beobachtungszeit von drei Monaten. Man erkennt einen geringeren Exodrift als bei den erstoperierten Patienten ($-6,5^\circ \pm 4,7^\circ$ bzw. $-5,7^\circ \pm 5,4^\circ$).

In der Studie von Kim [54] stellte sich eine postoperative Überkorrektur von durchschnittlich $+2,4^\circ \pm 2,9^\circ$ am ersten postoperativen Tag heraus. Nach 3 Monaten lag der Schielwinkel bei $-0,7^\circ \pm 1,9^\circ$. In diese Gruppe waren nur Patienten eingeschlossen, die eine zweite kombinierte Divergenzoperation am anderen Auge aufgrund eines erneuten Exodrifts erhielten.

Auch Kruse et al. [60] beschreiben in ihrer Arbeit die Tendenz zu divergenten Schielwinkeln nach Revisionsoperation. Genaue Zahlen sind ihren Daten leider nicht zu entnehmen.

Tabelle 26 vergleicht unsere Schielwinkel mit den Werten von Kim.

Tabelle 26: Vergleich unserer Schielwinkel für Ferne- und Nähe präoperativ sowie im postoperativen Verlauf mit den Werten von Kim

	Anzahl	Alter bei OP (Jahre)	Fernschielwinkel (°)			Nahschielwinkel (°)		
			Prä OP	Post OP I	Post OP II	Prä OP	Post OP I	Post OP II
Eigene Ergebnisse	$n_{\text{präOP}}=27$ $n_{\text{postOP I}}=27$ $n_{\text{postOP II}}=20$		-14,7±3,5	+0,2±4,7	-3,4±4,0	-18,0±4,5	-0,9±5,6	-4,7±6,0
Kim, 2013	20	8,4±2,7	-13,5±1,7	+2,4±2,9	-0,7±1,9	-13,3±2,0		

Weitere Studien mit genauen Ergebnissen nach kombinierter Divergenzoperation zur Revision eines Strabismus divergens intermittens konnten leider nicht gefunden werden. Es wäre interessant zu sehen, wie sich der Langzeitverlauf dieser Patienten entwickelt. Dies sollte in zukünftigen Studien untersucht werden.

4.1.2.3 Operations-Ergebnisse

In unserer Gruppe befanden sich drei Monate nach Operation 65 bzw. 60 % der Patienten bei der Schielwinkelmessung für Ferne bzw. Nähe im Bereich eines guten Ergebnisses mit einer Phorie zwischen +5° und -5°. Konsekutive Esotropien waren nicht zu beklagen. Der restliche Teil der Patienten wies im Verlauf erneut einen Exodrift über -5° auf.

Die Studie von Hahm [36] 2005 bestätigt unsere Ergebnisse. Auch bei diesem zeigt der Hauptteil der Patienten einen guten Erfolg mit 71 %. Die restlichen 29 % veränderten sich wieder in Richtung Auswärtsstellung. Ein ähnliches Ergebnis erhielten Kim et al. [54] mit einer Erfolgsrate von 85 % nach 3 Monaten und 65 % beim End-Follow-Up.

Tabelle 27 zeigt vergleichend die Ergebnisse der verschiedenen Autoren nach Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens.

Tabelle 27: Ergebnisse nach kombinierter Divergenzoperation als Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens bei verschiedenen Autoren

	n	Beobachtungs- zeitraum	Fernschielwinkel			Nahschielwinkel		
			Kons. Eso- tropie	Erfolg Phorie 0-5°	Exophorie > 5°	Kons. Eso- tropie	Erfolg Phorie 0-5°	Exophorie > 5°
Eigene Ergebnisse	20	3 Monate	0 %	65 %	35 %	0 %	60 %	40 %
Kia, 2013	20	3 Monate 30,5±26,8 Monate		85 % 65 %				
Hahm, 2005	58	18 Monate	0 %	71 %	29 %			
Gezer, 2004	25			55 %	45 %			

Nun wollen wir die Ergebnisse der Patienten, die zur Revisionsoperation gekommen sind, mit denen der Erstoperierten vergleichen. Hierbei fällt auf, dass es zu einem geringeren Exodrift nach Zweitoperation zu kommen scheint. Unsere Zahlen zeigen bei Erstoperation 38 % bzw. 50 % (Fern- bzw. Nahschielwinkel) der Operierten im Erfolgsbereich, bei Revisionsoperation jedoch 65 % bzw. 60 %. Ebendieses Ergebnis konnte auch Hahm [36] zeigen. In der Untersuchung von Gezer [32] offenbarte sich kein so deutlicher aber dennoch ein sichtbarer Unterschied mit 49 % Erfolg nach Erst- sowie 55 % nach Zweitoperation.

Es lässt sich verallgemeinernd sagen, dass das erneute Abweichen in die Exostellung bei Revisionsoperation weniger ausgeprägt zu sein scheint als bei Erstoperation.

4.1.2.4 Änderung der Binokularfunktionen

Die Binokularfunktionen änderten sich in unserem Patientengut kaum. 95% der Patienten zeigten vor sowie nach Operation das gleiche Ergebnis. Die Binokularfunktionen wurden wie schon bei der Untersuchung der Patienten nach Erstoperation nach der Einteilung in Tabelle 1 klassifiziert. Eine Veränderung um zwei Stufen zählte als Verbesserung bzw. Verschlechterung. Bei einem Patienten (5 %) kam es postoperativ zu einer Verbesserung.

Kim et al. [54] konnten in ihrem Patientengut eine Verbesserung des Binokularsehens nach erneuter kombinierter Divergenzoperation nachweisen. Hier wurde jedoch nur

zwischen Stereofunktionen besser als 100`` und darunter unterschieden. Postoperativ zeigten 47,1% der Patienten eine Verbesserung. Einschränkend lässt sich anführen, dass nur bei kooperativen Personen die Binokularfunktionen getestet werden konnten. Dies waren in diesem Fall nur 7 Personen bei der letzten Kontrolluntersuchung.

Die Datenlage in Bezug auf die Binokularfunktionen nach Revisionsoperation ist sehr gering. Daher scheint eine Untersuchung dieser nach Sekundäroperation einer intermittierenden Exotropie sinnvoll, um unser Ergebnis zu bestätigen bzw. zu revidieren und den Langzeitverlauf darzustellen.

4.1.2.5 Operations-Effektivität

Wie schon bei den erstoperierten Patienten betrachten wir nun die Operationseffektivitäten der ein weiteres Mal operierten Patienten, berechnet nach der Formel aus 3.1.3.10. Die Effektivität für Ferne bzw. Nähe änderte sich von direkt postoperativ $-1,6^\circ \pm 0,5^\circ$ bzw. $-1,8^\circ \pm 0,5^\circ$ auf $-1,3^\circ \pm 0,4^\circ$ bzw. $-1,4^\circ \pm 0,6^\circ$ nach drei Monaten. Vergleicht man diese Werte mit denen nach Erstoperation ($-1,6^\circ \pm 0,4^\circ$ auf $-1,1^\circ \pm 0,5^\circ$ bzw. $-1,7^\circ \pm 0,5^\circ$ auf $-1,3^\circ \pm 0,5^\circ$), so erkennt man, dass die Effektivität vor allem für die Ferne nach Re-Operation weniger nachgelassen hat als nach Erstoperation.

In der Arbeit von Bedrossian [6] sind zwar keine genauen Angaben über die Operationseffektivität bei Revisionsoperation enthalten, jedoch konnte er darlegen, dass eine Sekundäroperation mit einer größeren Winkelkorrektur einhergeht als eine Erstoperation. Somit müsste also die Effektivität größer sein.

4.1.2.6 Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe

In unserer Arbeit wurden die Einflüsse des Alters bei Diagnosestellung sowie bei Operation und des Stereosehens auf die Effektivität untersucht. Als einzig signifikantes Ergebnis zeigte sich ein negativer Einfluss des präoperativen Stereosehens auf die Operationseffektivität. Je besser das Binokularsehen vor Operation, desto weniger hat die Operationseffektivität im Laufe der Zeit nachgelassen.

Als Risikofaktoren für ein schlechtes Ergebnis nach einer weiteren Operation nennen Pineles et al. [75] eine Unterkorrektur am ersten postoperativen Tag sowie eine laterale Inkomitanz. Er verglich hierzu verschiedene Faktoren in der Gruppe der Patienten mit einer bzw. mehreren Operationen. In seiner Arbeit sind 33% der erneut operierten Patienten mit kombinierter Divergenzoperation behandelt worden.

In der Arbeit von Hahm [36] stellte sich als einzig signifikanter Einflussfaktor für postoperativen Erfolg der gemessene Schielwinkel eine Woche nach Operation heraus. Im Laufe des Beobachtungszeitraums ließ der Operationseffekt desweiteren ebenso wie bei Erstoperationen nach, jedoch in einem kleineren Ausmaß.

Tabelle 28 zeigt noch einmal zusammenfassend die Einflussfaktoren auf das Ergebnis nach Revisionsoperation bei verschiedenen Autoren.

Tabelle 28: Zusammenstellung der Einflussfaktoren auf das Operationsergebnis nach Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens bei verschiedenen Autoren

Einflussfaktoren	Präoperativer Schielwinkel	Alter bei OP	Alter bei Diagnosestellung	Stereosehen	Beobachtungszeitraum	Winkel am 1.postop Tag	Laterale Inkomitanz
Eigene Ergebnisse	-	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	Signif. neg. Einfluss für Nahwinkel (p=0,012)	-	-	-
Pineles, 2010	Kein signif. Einfluss	-	Kein signif. Einfluss	-	-	Signif. Einfluss (p=0,006)	Signif. Einfluss (p=0,0008)
Hahm, 2005	Kein signif. Einfluss	Kein signif. Einfluss	-	-	Signif. Einfluss	Signif. Einfluss	-

4.2 Dekompensierende Exophorie

In der englischsprachigen Literatur wird häufig nicht genau zwischen Strabismus divergens intermittens und dekompensierender Exophorie unterschieden. Beides wird gerne zusammenfassend als „intermittent exotropia“ bezeichnet. Aus diesem Grund ist das Zitieren anderer Arbeiten nur einschränkend möglich.

4.2.1 Erstoperation

Eine kombinierte Divergenzoperation als erste chirurgische Behandlung erhielten 39 Patienten im von uns untersuchten Zeitraum.

4.2.1.1 Schielwinkelveränderung

In unserer Studie nahmen die Schielwinkel von durchschnittlich $-14,5^\circ \pm 6,2^\circ$ bzw. $-18,4^\circ \pm 7,1^\circ$ für Ferne bzw. Nähe auf $-0,3^\circ \pm 2,6^\circ$ bzw. $-3,3^\circ \pm 3,8^\circ$ durch die Operation ab. Im Verlauf der drei Beobachtungsmonate kam es, wie schon bei den Patienten mit Strabismus divergens intermittens, zu einer erneuten Winkelzunahme auf $-3,1^\circ \pm 3,5^\circ$ bzw. $-4,2^\circ \pm 4,3^\circ$.

Auch Kaufmann [52] zeigte ein ähnliches Ergebnis. Bei ihm ließ der Operationseffekt im postoperativen Verlauf von drei bis sechs Monaten um $\approx 3^\circ$ nach. Tabelle 29 vergleicht die Fern- sowie Nahschielwinkel Kaufmanns mit unseren eigenen Ergebnissen. Direkt postoperativ ergeben sich bei Kaufmann leicht positive Schielwinkel und somit im Vergleich zu unseren Ergebnissen etwas geringere exotrope Werte nach drei Monaten.

Tabelle 29: Vergleich unserer Schielwinkel für Ferne- und Nähe präoperativ sowie im postoperativen Verlauf mit den Werten von Kaufmann.

	Anzahl	Alter bei OP (Jahre)	Fernschielwinkel (°)			Nahschielwinkel (°)		
			Prä OP	Post OP I	Post OP II	Prä OP	Post OP I	Post OP II
Eigene Ergebnisse	$n_{\text{präOP}}=39$	$34,2 \pm 21,4$	$-14,5 \pm 6,2$	$-0,3 \pm 2,6$	$-3,1 \pm 3,5$	$-18,4 \pm 7,1$	$-3,3 \pm 3,8$	$-4,2 \pm 4,3$
	$n_{\text{postOP I}}=39$							
	$n_{\text{postOP II}}=32$							
Kaufmann, 1994	53		-13,9	+0,8	-2,7	-15,8	+0,2	-3,4

4.2.1.2 Operations-Ergebnisse

Drei Monate nach Operation befanden sich die Fernschielwinkel von 72 % der Patienten in einem eso- bzw. exophoren Bereich zwischen $+5^\circ$ und -5° . Bei einem Patienten lag eine konsekutive Esotropie mit $+3^\circ$ vor. Dieser gab im Verlauf weiterhin Doppelbilder im Linksblick an, die auch durch eine Revisionsoperation nicht komplett behoben werden konnten.

Lange und de Decker [66] untersuchten in ihrer Arbeit zwei verschiedene Operationsarten sowohl bei Strabismus divergens intermittens als auch bei dekompensierender Exophorie. Hierbei stellte sich heraus, dass bei mit bilateraler Resektion des M. rectus medialis behandelten Patienten die Operations-Erfolgs-Gruppe (-5° bis $+5^\circ$) bei Exophorie-Patienten um 5 % größer war als bei Patienten mit Strabismus divergens intermittens. Desweiteren empfahlen die Autoren die Durchführung einer kombinierten Divergenzoperation bei Patienten mit dekompensierender Exophorie und einem Schielwinkel zwischen 10 und 20 Grad.

4.2.1.3 Patientenzufriedenheit

Nach drei Monaten wurde eine Befragung der Patienten durchgeführt, inwieweit sie mit der Operation zufrieden seien und ob noch Beschwerden wie beispielsweise Doppelbilder bestünden. Hier zeigten sich 78 % ohne Beschwerden und zufrieden mit dem Ergebnis. Bei 18 % käme es noch gelegentlich zu Doppeltsehen. Zwei Patienten beklagten Diplopie beim Seitblick. Hierbei handelte es sich um die beiden Patienten mit konsekutiver Esotropie beim Blick zur operierten Seite.

4.2.1.4 Änderung der Binokularfunktionen

Von unseren Patienten lagen bei 27 Informationen über das Binokularsehen für die Nähe präoperativ sowie drei Monate nach Operation vor. 93 % zeigten keine Änderung dieses Wertes, bei 7 % der Behandelten stellte sich eine Besserung um 2 Stufen nach der Einteilung aus Tabelle 1 ein. In der Literatur konnten keine Untersuchungen zu diesem Tatbestand gefunden werden. Wir empfehlen daher in weiteren Studien die Ver-

änderung der Binokularfunktionen für Ferne sowie Nähe nach Operation bei Patienten mit dekompenzierender Exophorie genauer zu untersuchen.

4.2.1.5 Operations-Effektivität

Tabelle 30 macht deutlich, dass die Operationseffektivität für die Ferne in unserem Patientengut von direkt postoperativ $-1,7^\circ \pm 0,4^\circ/\text{mm}$ auf $-1,3^\circ \pm 0,5^\circ/\text{mm}$ Operationsstrecke nachgelassen hat. Somit liegt unser Ergebnis im Bereich dessen von Kaufmann [52], der 1994 ein Nachlassen der Operationseffektivität im postoperativen Verlauf von Anfangswerten zwischen $1,6^\circ$ - $1,7^\circ/\text{mm}$ direkt nach Operation auf nur noch $1,3^\circ/\text{mm}$ nachwies.

Tabelle 30: Operationseffektivität nach kombinierter Divergenzoperation einer dekompenzierender Exophorie bei Kaufmann sowie in unserer eigenen Arbeit.

	Effektivität Ferne (°/mm)		Effektivität Nähe (°/mm)		Blick zur OP-Seite (°/mm)		Blick zur nicht OP- Seite (°/mm)	
	Post OP I	Post OP II	Post OP I	Post OP II	Post OP I	Post OP II	Post OP I	Post OP II
Eigene Ergebnisse	-1,7±0,4	-1,3±0,5	-1,8±0,5	-1,6±0,7	-1,5±1,4	-1,1±1,3	-1,0±1,0	-0,8±1,0
Kaufmann, 1994	-1,6	-1,3						

In weiteren Untersuchungen sollte genauer auf den Verlauf der Operationseffektivitäten in Bezug auf die Schielwinkel gemessen in Primärposition für Nähe sowie beim Seitblick eingegangen werden.

4.2.1.6 Einflüsse auf die Operationseffektivität für Ferne und Nähe

Wir konnten keine Einflüsse auf die Operationseffektivität nach kombinierter Divergenzoperation einer dekompenzierenden Exophorie nachweisen. Alter bei OP sowie bei Diagnosestellung erwiesen sich ebenso wie das präoperative Binokularsehen als nicht einflussnehmend. In der aktuellen Literatur konnten keine Arbeiten über die Veränderung der Effektivität nach Operation einer dekompenzierenden Exophorie gefunden werden. Dieses Thema sollte in weiteren Studien behandelt werden, um unsere Ergebnisse bestätigen bzw. revidieren zu können.

4.2.2 Revisionsoperation

Zehn Patienten wurden im Beobachtungszeitraum von 4,5 Jahren mit einer kombinierten Divergenzoperation als Revisionsoperation behandelt. Bei drei (7,7%) der erstoperierten Patienten fanden Erst- sowie Zweitoperation im untersuchten Zeitraum statt. Da von diesen zehn Patienten nur die Hälfte zur Drei-Monats-Kontrolle erschienen ist, verfügen wir nur über eine sehr geringe Datenmenge. Daher sind genaue Aussagen nur begrenzt möglich.

Die Revisionsoperationsrate wurde in der Arbeit von Rüssmann [80] mit 20 % angegeben. Hierbei fielen 13% auf erneute Exodeviationen sowie 7 % auf eine konsekutive Esotropie. Er erwähnt desweiteren, dass die Häufigkeit einer erneuten Operation bei Patienten mit dekompensierender Exotropie signifikant niedriger ausfällt als bei Patienten mit Strabismus divergens intermittens. Hierzu führt er zugleich einschränkend an, dass alle außer einem Patienten mit dekompensierender Exotropie im Alter über 6 Jahren operiert worden sind. Dies könnte einen Einfluss haben, da in seiner Untersuchung die Revisionsoperationsrate bei jüngeren Patienten höher auszufallen scheint als bei älteren.

4.2.2.1 Zeitraum bis zur Revisionsoperation

Der Zeitraum bis zur erneuten Operation betrug im Mittel $7,4 \pm 8,4$ Jahre. Langzeitstudien mit Beobachtungsräumen von 30 Jahren und mehr würden wahrscheinlich höhere Reoperationsraten liefern.

4.2.2.2 Schielwinkelveränderung

Die Schielwinkel für Ferne- bzw. Nähe änderten sich durch die Operation von präoperativ $-12,0^\circ \pm 2,4^\circ$ bzw. $-13,5^\circ \pm 3,8^\circ$ auf $+0,7^\circ \pm 5,7^\circ$ bzw. $-0,4^\circ \pm 4,1^\circ$ direkt postoperativ. Nach drei Monaten ließ der Effekt etwas, jedoch nicht so stark wie bei Erstoperation (siehe 3.2.2.4), auf $-2,0^\circ \pm 5,7^\circ$ bzw. $-1,8^\circ \pm 3,9^\circ$ nach. Die geringe Anzahl von Patienten vor allem derer, die zur Drei-Monats-Untersuchung gekommen sind, schränkt die Aussagekraft stark ein. Es sollte in nachfolgenden Studien mit größeren Patientenzahlen nochmals auf dieses Thema eingegangen werden.

4.2.2.3 Operations-Ergebnisse

In unserer Patientengruppe bestand direkt nach Operation bei 30 % der Patienten eine konsekutive Esotropie. Bei der Nachuntersuchung im Intervall von drei Monaten ließ sich kein konstantes Innenschielen mehr feststellen und 80% der Behandelten befanden sich in der Gruppe mit Operationserfolg. Hierzu muss man jedoch einschränkend anführen, dass beispielsweise der Patient, der direkt postoperative eine Esotropie von $+14^\circ$ beklagte, nicht zur Kontrolluntersuchung erschienen ist.

Auch hierzu konnten in der Literatur keine genauen Angaben gefunden werden. Es wäre interessant in einer größeren Patientengruppe zu untersuchen, ob die kombinierte Divergenzoperation als Revisionsoperation einer dekompensierenden Exophorie schwerer zu dosieren ist. Dies könnte ein möglicher Grund dafür sein, dass es häufiger zu unerwünschten Überkorrekturen kommt. Desweiteren wäre interessant, wie sich diese im Langzeitverlauf verhalten.

4.2.2.4 Änderung der Binokularfunktionen

In Bezug auf die Binokularfunktionen für die Nähe gab es in unserer Patientengruppe keine Veränderung.

4.2.2.5 Operations-Effektivität

Wir unterließen eine Berechnung der Operationseffektivität sowie möglicher Einflussfaktoren aufgrund der geringen Datenlage.

5 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurden die operativen Langzeitergebnisse von zwei unterschiedlichen Schielformen untersucht, deren gemeinsames Kennzeichen ein Wechsel zwischen Parallelstand und manifestem Außenschielen ist. Sowohl beim Strabismus divergens intermittens als auch bei der dekompensierenden Exophorie wechseln Phasen des Parallelstandes mit denen einer manifesten Außenschiellstellung ab. Beide Schielformen unterscheiden sich jedoch im Hinblick auf ihre Sensorik, ihre Beschwerden, die sie beim Betroffenen auslösen, und ihre Operationsindikationen.

In der Zeit von 2003 bis 2008 wurden 123 kombinierte Divergenzoperationen aufgrund eines Strabismus divergens intermittens (108 Erst-, 27 Revisionsoperationen) sowie 46 aufgrund einer dekompensierenden Exophorie (39 Erst-, 10 Revisionsoperationen) an der Universitäts-Augenklinik Würzburg durchgeführt. Zur Verlaufsbeurteilung wurden die Schielwinkel in Primärposition bei Nah- (30 cm) und Fernfixation (5 m) sowie im Seitblick mit dem alternierenden Prismenabdecktest präoperativ, am ersten postoperativen Tag sowie nach drei Monaten bestimmt. Desweiteren wurden die Binokularfunktionen gemessen.

Unmittelbar postoperativ lagen die Schielwinkel von 75 % der Patienten mit Strabismus divergens intermittens im Erfolgsbereich (Orthotropie, Exo- oder Esophorie von bis zu 5 °). Nach drei Monaten kam es zu einem deutlichen Nachlassen des Operationseffektes und somit zu einer Erfolgsquote von nur noch 38 %. Bei den übrigen Patienten kam es in der Regel zwar auch zu einer deutlichen Schielwinkelreduktion, allerdings waren die Langzeitabweichungen entweder bei Fern- oder Nahblick größer als 5°.

Am ersten postoperativen Tag bestand bei dreizehn Patienten eine konsekutive Esotropie, also eine manifeste Überkorrektur, die bei elf Personen zu Doppelbildern führte. Durch den postoperativen Exodrift wies nach drei Monaten kein Patient mehr konstantes Innenschielen auf. Die Augenstellung veränderte sich im Mittel um $-4,8^\circ$ in Richtung Divergenz.

Da auch in anderen Arbeiten ein Nachlassen des Operationseffektes beschrieben wird, stellte sich die Frage nach diesbezüglichen Einflussfaktoren. Zwischen der Operations-

effektivität für Ferne sowie Nähe nach drei Monaten und dem Alter zum Operationszeitpunkt zeigte sich in unserer Arbeit ein signifikanter negativ linearer Zusammenhang. Je älter der Patient bei OP, desto weniger hat die Effektivität nach drei Monaten nachgelassen.

27 unserer Patienten erschienen zur Revisionsoperation bei Strabismus divergens intermittens. Der Zeitraum zwischen Erst- und Revisionsoperation betrug im Mittel 8,2 Jahre. Am ersten postoperativen Tag lagen die Ergebnisse von 65 % der Patienten im definierten Erfolgsbereich. Es kam zu einem geringen Nachlassen des Operationseffektes als bei Erstoperation im Verlauf der 3 Monate, sodass sich hiernach noch 60% in diesem Bereich befanden.

Die bei sieben Personen direkt nach Operation aufgetretene konsekutive Esotropie war bei allen soweit rückläufig, dass sie nach drei Monaten nicht mehr nachweisbar war.

Das Nachlassen der Effektivität des Revisions-Eingriffs im Verlauf zeigten auch die Arbeiten anderer Autoren. Bei unseren Korrelationsanalysen konnten wir keinen Einflussfaktor auf die Operationseffektivität in Bezug auf die Fernschielwinkel finden. Dahingegen scheint die Effektivität nach drei Monaten bezogen auf den Nahblick von den präoperativ gemessenen Binokularfunktionen beeinträchtigt zu werden. Es besteht ein deutlich negativer Zusammenhang. Je besser das Binokularsehen vor Operation war, desto weniger hat die Effektivität im Laufe der Zeit nachgelassen.

Einer Erstoperation aufgrund dekompensierender Exophorie unterzogen sich 39 Patienten. Betrachtet man die Patienten, die nach der Operation im Fernblick nicht mehr oder weiterhin latent schielten, jedoch ohne hierbei Symptome anzugeben, errechnet sich eine Erfolgsquote von ca. 85 % direkt postoperativ innerhalb eines Spielraumes von $\pm 5^\circ$. Bei der Untersuchung nach drei Monaten konnten noch 72 % der Patienten in diese Gruppe eingeteilt werden.

Direkt nach der Operation zeigten fünf Patienten eine Überkorrektur mit konsekutiver Esotropie für die Ferne, wobei vier dieser Patienten Doppelbilder beklagten. Durch das Nachlassen des Operationseffektes über die Zeit lag nach drei Monaten nur noch ein

Patient im konstant esotropen Bereich mit $+3^\circ$. Dieser gab jedoch weiterhin Doppelbilder im Linksblick an, die auch durch eine Revisionsoperation nicht komplett behoben werden konnten. Ähnlich verhielten sich die Ergebnisse beim Blick in die Nähe.

Auch bei diesen Patienten kam es zu einem Nachlassen des Operationseffektes über die Zeit, jedoch weniger als bei den Patienten mit Strabismus divergens intermittens. Beim Versuch herauszufinden, was die Operationseffektivität beeinflusst, konnten keine signifikanten Faktoren gefunden werden.

Zehn Patienten erschienen zur Revisionsoperation bei dekompensierender Exophorie. Bei der Hälfte dieser Personen fand die Operation innerhalb von fünf Jahren nach Ersteingriff statt. Da nur fünf Patienten zur Drei-Monats-Nachuntersuchung erschienen, ist es nicht möglich aussagekräftige Ergebnisse zu ziehen.

Die vorliegende Arbeit bestätigt zum Teil bereits bekannte Ergebnisse. Die kombinierte Divergenzoperation ist eine Methode, die eine dekompensierende Exophorie und einen Strabismus divergens intermittens deutlich verbessern kann. Das Nachlassen des OP-Effektes stellt jedoch nach wie vor eine Herausforderung dar, die bei vielen Patienten eine Revisionsoperation erforderlich macht. Die eigentliche Ursache hierfür bleibt ungeklärt, auch wenn die vorliegende Arbeit einen stabilisierenden Effekt des Alters zum OP-Zeitpunkt auf die Operationseffektivität nachweist.

6 Literaturverzeichnis

1. Abroms AD, Mohney BG, Rush DP, Parks MM, Tong PY. Timely surgery in intermittent and constant exotropia for superior sensory outcome. *American Journal of Ophthalmology* 2001;131:111-116
2. Adler FH, Jackson FE. Correlations Between Sensory and Motor Disturbances in convergent squint. *Arch Ophthal* 1947;38:289-300
3. Alexandridis E, Straub W. *Augenärztliche Untersuchungsmethoden, 73 Tabellen. 2., völlig neu bearb. Aufl. ed. Stuttgart: Enke; 1995:XXVIII, 736 S. : zahlr. Ill., graph. Darst.*
4. Bagolini B. [Technic for examination of binocular vision without introduction of dissociating elements: the striated glass test]. *Boll Ocul* 1958;37:195-209
5. Baker JD, Davies GT. Monofixational Intermittent Exotropia. *Arch Ophthalmol* 1979;97:93-95
6. Bedrossian EH. Surgical results after recession-resection operation for intermittent exotropia. In: Donelson R. M ed, *Symposium on Horizontal Ocular Deviations*. Saint Louis: The C. V. Mosby Company; 1971:162-168
7. Bholra R, MD. Intermittent Exotropia: A Major Review. *EyeRoundsorg* 2006
8. Bielschowsky A. Divergence Excess. *Arch Ophthal* 1934;12:157-166
9. Bielschowsky A. Exophorie und Divergenzexzess. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1934;92:11-28
10. Bielschowsky A, Ludwig A. Das Wesen und die Bedeutung latenter Gleichgewichtsstörungen der Augen, insbesondere der Vertikalablenkungen. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* 1906;62:400-463
11. Breinin GM, Moldaver J. Electromyography of the Human Extraocular Muscles: I. Normal Kinesiology; Divergence Mechanism. *AMA Arch Ophthalmol* 1955;54:200-210
12. Bruppacher M, Wieser D. [Results of the surgical therapy of exotropia (author's transl)]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1978;172:534-537
13. Burian HM. Exodeviations: their classification, diagnosis and treatment. *American Journal of Ophthalmology* 1966;62:1161-1166
14. Burian HM, Franceschetti AT. Evaluation of diagnostic methods for the classification of exodeviations. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1970;68:56-71
15. Burian HM, Spivey BE. The Surgical Management of Exodeviations. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1964;62:276-306

Literaturverzeichnis

16. Campos EC, Cipolli C. Binocularity and photophobia in intermittent exotropia; 1992:1168-1170
17. Chia A, Seenyen L, Long QB. Surgical experiences with two-muscle surgery for the treatment of intermittent exotropia. *Journal of Aapos: American Association for Pediatric Ophthalmology & Strabismus* 2006;10:206-211
18. Chiu AK, Din N, Ali N. Standardising reported outcomes of surgery for intermittent exotropia - a systematic literature review. *Strabismus* 2014;22:32-36
19. Choi J, Chang JW, Kim SJ, Yu YS. The long-term survival analysis of bilateral lateral rectus recession versus unilateral recession-resection for intermittent exotropia. *Am J Ophthalmol* 2012;153:343-351 e341
20. de Decker W. Heterotropie (manifestes Strabismus). In: Kaufmann H ed, *Strabismus*. 3., grundlegend überarb. und erw. Aufl. ed. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2004:188-243
21. de Decker W, Dannheim de Decker E. Intermittent Exotropia: Strabismus theory and surgical management. *Z prakt Augenheilkd* 1994;15:246-254
22. de Decker W, Friedburg D. [Intermittent divergent squint--two therapeutic concepts (author's transl)]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1974;165:184-191
23. de Decker W, Lange F, Muhlendyck H, Russmann W, Wieser D. [Round table discussion on heterophoria, held at the 85th meeting of the German Society of Ophthalmology, September 1987, Heidelberg]. *Fortschr Ophthalmol* 1988;85:331-338
24. de Decker W, Tessmer J. [Occurrence of squint and efficiency of treatment in Schleswig-Holstein]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1973;162:34-42
25. Duane A. A new classification of the motor anomalies of the eye. New York; 1897
26. Dunlap E. Overcorrections in exotropia surgery. In: Manley D ed, *Symposium on Horizontal Ocular Deviations*. St. Louis: Mosby; 1971:183
27. Dunnington JH. Concomitant divergent strabismus. *Amer J Ophthalmol* 1927;10:490-493
28. Ekdawi NS, Nusz KJ, Diehl NN, Mohney BG. Postoperative outcomes in children with intermittent exotropia from a population-based cohort. *Journal of Aapos: American Association for Pediatric Ophthalmology & Strabismus* 2009;13:4-7
29. Estermann SS, Mojon D. [Opinions of German-Speaking Experts about Strabismus Surgery.]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 2009;27:27

Literaturverzeichnis

30. Fiorelli VMB, Goldchmit M, Uesugui CF, Souza-Dias C. Intermittent exotropia: comparative surgical results of lateral recti-recession and monocular recess-resect. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia* 2007;70:429-432
31. Friedburg D. Stellenwert der Prismenkorrektion im Rahmen der Schielbehandlung. In: Lachenmayr B ed, *Auge - Brille - Refraktion Schober-Kurs: verstehen - lernen - anwenden ; 24 Tabellen. 4., überarb. Aufl. ed. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2006:S.101*
32. Gezer A, Sezen F, Nasri N, Gözümlü N. Factors influencing the outcome of strabismus surgery in patients with exotropia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2004;8:56-60
33. Gräf M, Rost, Daniela, Kaufmann, Herbert. Ergebnisse der kombinierten Divergenzoperation bei intermittierender Exotropie bei 120 Kindern. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 2001:31-37
34. Gräfe Av. Beiträge zur Lehre vom Schielen und von der Schiel-Operation. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* 1857;3:308-326
35. Haase W, Muhlig HP. [The incidence of squinting in school beginners in Hamburg (author's transl)]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1979;174:232-235
36. Hahm IR, Yoon SW, Baek S-H, Kong SM. The Clinical Course of Recurrent Exotropia after Reoperation for Exodeviation. *Korean J Ophthalmol* 2005;19:140-144
37. Hardesty HH, Boynton JR, Keenan JP. Treatment of Intermittent Exotropia. *Arch Ophthalmol* 1978;96:268-274
38. Hatt SR, Gnanaraj L. Interventions for intermittent exotropia. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009
39. Hatt SR, Leske DA, Holmes JM. Awareness of exodeviation in children with intermittent exotropia. *Strabismus* 2009;17:101-106
40. Hatt SR, Mohny BG, Leske DA, Holmes JM. Variability of stereoacuity in intermittent exotropia. *American Journal of Ophthalmology* 2008;145:556-561
41. Hess WR. Direkt wirkende Stereoskopbilder. *Zeitschr f wiss Photographie XIV Band, Leipzig* 1914:34-38
42. Holland G. Rundtischgespräch über den Strabismus divergens intermittens und seine Behandlung. *Ber Dtsch Ophthalmol Ges* 1979;76:657-676
43. Holmes JM, Birch EE, Leske DA, Fu VL, Mohny BG. New tests of distance stereoacuity and their role in evaluating intermittent exotropia. *Ophthalmology* 2007;114:1215-1220

Literaturverzeichnis

44. Ing M, Nishimura J, Okino L. Outcome study of unilateral lateral rectus recession for intermittent exotropia in children. *Ophthalmic Surgery and Lasers* 1999;30:110-117
45. Ing MR PS. The racial distribution of strabismus. New York; 1978
46. Jaensch PA. [Diagnosis and therapy of strabismus; heterophoria and strabismus concomitans.]. *Buch Augenarzt* 1956;24:1-138
47. Jampolsky A. Management of exodeviations. In, *Strabismus, Symposium of the New Orleans Academy of Ophthalmology*. St, Louis, Mosby; 1962
48. Jonkers GH, Vader J, Weil HJ. [Results of orthoptic therapy of decompensated phorias.]. *Klin* 1960;136:449-459
49. Julesz B. Foundations of cyclopean perception. University of Chicago press 1971
50. Kaden R. Zur Häufigkeit der Heterophorien. *Fortschritte der Ophthalmologie* 1988;85:478-480
51. Kaufmann H. Augenmuskeloperationen. In: Kaufmann H ed, *Strabismus*. 3. grundlegend überarb. und erw. Aufl. ed. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2004:497-566
52. Kaufmann H. Ergebnisse operativer Therapie der Exodeviationen. *Zeitschrift praktische Augenheilkunde* 1994;15:270-276
53. Keech RV, Stewart SA. The surgical overcorrection of intermittent exotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1990;27:218-220
54. Kim JH, Kim HJ, Choi DG. Contralateral lateral rectus recession versus recess-resect for recurrent exotropia after unilateral recess-resect. *Br J Ophthalmol* 2013;97:752-756
55. Koklanis K, Georgievski Z. Recurrence of intermittent exotropia: factors associated with surgical outcomes. *Strabismus* 2009;17:37-40
56. Kommerell G, Kromeier M. Prismenkorrektur bei Heterophorie. *Der Ophthalmologe* 2002;99:3-9
57. Koo N-K, Lee Y-C, Lee S-Y. Clinical Study for the Undercorrection Factor in Intermittent Exotropia. *Korean J Ophthalmol* 2006;20:182-187
58. Kordic H, Sturm V, Landau K. [Long-term follow-up after surgery for exodeviation]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 2009;226:315-320
59. Krüger K-E, Tost M, Ulrich CE. Physiologische und methodische Grundlagen der Pleoptik und Orthoptik. 3. überarb. Aufl. ed. Leipzig: Thieme; 1982:383 S. : Ill., graph. Darst.

Literaturverzeichnis

60. Kruse H, Pfeiffer C, Russmann W. [Results of surgical treatment in intermittent divergent squint with deliberate overcorrection (author's transl)]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 1978;172:63-70
61. Kushner BJ. Exotropic Deviations. In: Wilson ME ed, *Pediatric Ophthalmology*. Berlin; Heidelberg: Springer; 2009:97-111
62. Kushner BJ. Exotropic deviations: a functional classification and approach to treatment. *American Orthoptic Journal* 1988;38:81-93
63. Kushner BJ. Selective Surgery for Intermittent Exotropia Based on Distance/Near Differences. *Arch Ophthalmol* 1998;116:324-328
64. Kushner BJ, Fisher MR, Lucchese NJ, Morton GV. Factors Influencing Response to Strabismus Surgery. *Arch Ophthalmol* 1993;111:75-79
65. Lang J. A new stereotest. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1983;20:72-74
66. Lange W, De Decker W. Two therapeutic concepts in intermittent divergent squint. *Documenta Ophthalmologica* 1993;84:187-200
67. Lee S, Lee YC. Relationship between motor alignment at postoperative day 1 and at year 1 after symmetric and asymmetric surgery in intermittent exotropia. *Japanese Journal of Ophthalmology* 2001;45:167-171
68. Lim SH, Hong JS, Kim MM. Prognostic factors for recurrence with unilateral recess-resect procedure in patients with intermittent exotropia. *Eye* 2011
69. Maruo T, Kubota N, Sakaue T, Usui C. Intermittent exotropia surgery in children: long term outcome regarding changes in binocular alignment. A study of 666 cases. *Binocul Vis Strabismus Q* 2001;16:265-270
70. Morgan MW, Jr., Peters HB. Accomodative-Convergence in Presbyopia [Article]. 1951;28(1):3-9
71. Morrison D, McSwain W, Donahue S. Comparison of sensory outcomes in patients with monofixation versus bifoveal fusion after surgery for intermittent exotropia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2010;14:47-51
72. Niesel P, Stieger E. Der Pola-Test bei asthenopischen Beschwerden - Ein Versuch zur Indikationsstellung für eine Behandlung. *The Pola-Test in Asthenopia* 1980;176:572-576
73. Oh JY, Hwang JM. Survival analysis of 365 patients with exotropia after surgery. *Eye (Lond)* 2006;20:1268-1272

Literaturverzeichnis

74. Park H-J, Kong S-M, Baek S-H. Consecutive Esodeviation After Exotropia Surgery in Patients Older than 15 Years: Comparison with Younger Patients. *Korean J Ophthalmol* 2008;22:178-182
75. Pineles SL, Ela-Dalman N, Zvansky AG, Yu F, Rosenbaum AL. Long-term results of the surgical management of intermittent exotropia. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2010;14:298-304
76. Pratt-Johnson JA, Barlow JM, Tillson G. Early surgery in intermittent exotropia. *Am J Ophthalmol* 1977;84:689-694
77. Pschyrembel W. *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch*. 261., neu bearb. und erw. Aufl. ed. Berlin [u.a.]: de Gruyter; 2007:XXV, 2132 S.
78. Rüssmann W. Basisuntersuchungen der Strabismologie. *Der Ophthalmologe* 2003;100:416-432
79. Rüssmann W, Düttmann A, Eithoff S. Differenzialdiagnostische und therapeutische Aspekte der Asthenopie. *Z prakt Augenheilkd* 1988;9:249-252
80. Rüssmann W, Eithoff B., Sandor B. Surgical treatment of intermittent exodeviations. In: Kaufmann ed, *Transactions 16th Meeting European Strabismological Association*. Giessen; 1987:215-220
81. Rüssmann W, Neugebauer, A., Fricke, J. Heterophorie und Asthenopie. In: Kaufmann H ed, *Strabismus 3., grundlegend überarb. und erw. Aufl. ed*. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2004:185-187
82. Rutstein RP, Corliss DA. The clinical course of intermittent exotropia. *Optometry & Vision Science* 2003;80:644-649
83. Saxena R, Kakkar A, Menon V, Sharma P, Phuljhele S. Evaluation of factors influencing distance stereoacuity on Frisby–Davis Distance Test (FD2) in intermittent exotropia. *British Journal of Ophthalmology* 2010
84. Scott WE, Keech R, Mash AJ. The Postoperative Results and Stability of Exodeviations. *Arch Ophthalmol* 1981;99:1814-1818
85. Serrano-Pedraza I, Clarke MP, Read JCA. Single vision during ocular deviation in intermittent exotropia. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2011;31:45-55
86. Sharma P, Saxena R, Narvekar M, Gadia R, Menon V. Evaluation of distance and near stereoacuity and fusional vergence in intermittent exotropia. *Indian J Ophthalmol* 2008;56:121-125

Literaturverzeichnis

87. Stathacopoulos RA, Rosenbaum AL, Zanoni D, et al. Distance stereoacuity. Assessing control in intermittent exotropia. *Ophthalmology* 1993;100:495-500
88. Steffen H, Kolling GH. Heterotropie. In: Steffen H, Kaufmann H eds, *Strabismus: Thieme*; 2012:249-254
89. Von Noorden GK, Campos EC. *Binocular vision and ocular motility - theory and management of strabismus*. 6. ed. ed. St. Louis [u.a.]: Mosby; 2002:XVI, 653 S. : zahlr. Ill., graph. Darst., 356-376
90. Wang FM, Chryssanthou G. Monocular eye closure in intermittent exotropia. *Arch Ophthalmol* 1988;106:941-942
91. Wang L, Wu Q, Kong X, Li Z. Comparison of bilateral lateral rectus recession and unilateral recession resection for basic type intermittent exotropia in children. *Br J Ophthalmol* 2013;97:870-873
92. Wieser D. Intermittierende Exotropie (X(T)). *Orthoptik-Pleoptik* 1992;17:73-83
93. Wright KW. *Pediatric ophthalmology and strabismus*; 2003: 224-231

7 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Wirkungsprinzip der kombinierten Operation, Abbildung modifiziert nach Kaufmann [51].....	10
Abb. 2: Befunde beim Lichtschweiftest nach Bagolini: a) normales Schweifkreuz (kann bei normaler und harmonisch anormaler Korrespondenz angegeben werden); b) Exklusion rechts; c) Exklusion links; d) Schweifkreuz mit zentraler Exklusion rechts; e) gekreuzte Diplopie (rechter Schweif nach links, linker nach rechts lokalisiert) [78].....	14
Abb. 3: Unterteilung der Strabismus-divergens-intermittens-Patienten nach Erst- und Revisionsoperation. Acht Personen sind in beide Gruppen eingeteilt, da sie im Untersuchungszeitraum zweimal operiert wurden.	18
Abb. 4: Alter der Patienten mit Strabismus divergens intermittens zum Zeitpunkt des Schielbeginns (n=108).	19
Abb. 5: Alterspyramide der Patienten mit intermittierendem Außenschielen zum Zeitpunkt der Erstoperation (n=108).	20
Abb. 6: Differenz der Fern- und Nahschielwinkel vor jeglicher Operation eines Strabismus divergens intermittens (n=108).....	21
Abb. 7: Verteilung des Binokularesehens vor operativer Behandlung eines Strabismus divergens intermittens (n=100).....	22
Abb. 8: OP-Indikation bei Erstoperation des intermittierenden Außenschielens (n=71). ..	23
Abb. 9: Operationsstrecke: Gesamtstrecke der kombinierten Divergenzoperation (grün) und Unterteilung nach Strecke der M.-lateralis-Rücklagerung (blau) und der M.-medialis-Faltung (rot) (jeweils n=108).	24
Abb. 10: Operationsdosierungen in Bezug auf den präoperativen Fernschielwinkel bei kombinierter Divergenzoperation. Die OP-Strecke ergibt sich aus der Summe von Resektion und Rücklagerung. Die Gerade zeigt eine Dosierung von 1,5°/mm an.....	25
Abb. 11: Fernschielwinkel gemessen im alternierenden Abdecktest in Primärposition vor (rot), einen Tag nach kombinierter Divergenzoperation (grün) und 3 Monate später (blau) (n _{präOP} =108; n _{postOPI} =106; n _{postOPII} =95).	26

Abbildungsverzeichnis

Abb. 12: Nahschielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest in Primärposition vor (rot), einen Tag nach kombinierter Divergenzoperation (grün) und 3 Monate später (blau) ($n_{\text{präOP}}=108$; $n_{\text{postOPI}}=105$; $n_{\text{postOPII}}=95$).	26
Abb. 13: Box-Plot für multiple Variablen unterteilt in 3 Gruppen: prä OP, 1 Tag post OP (=post OP I) und drei Monate nach Operation (=post OP II). Der erste Box-Plot in jedem Abschnitt zeigt die Schielwinkelgröße (°) in Richtung des operierten Auges an und der zweite infolgedessen die Schielwinkelgröße beim Blick zur anderen, nicht operierten Seite.	28
Abb. 14: Patienten mit konsekutiver Esotropie am ersten postoperativen Tag nach Erstbehandlung bei Strabismus divergens intermittens. Veranschaulichung des postoperativen Schielwinkels in Bezug auf das Alter bei OP.	30
Abb. 15: Operationsergebnisse im Fernblick nach Erstoperation eines Strabismus divergens intermittens am ersten postoperativen Tag (post OP I, grün) sowie nach drei Monaten (post OP II, blau) ($n_{\text{postOPI}}=106$; $n_{\text{postOPII}}=95$).	30
Abb. 16: Operationsergebnisse im Nahblick nach Erstoperation eines Strabismus divergens intermittens am ersten postoperativen Tag (grün) sowie nach drei Monaten (blau) ($n_{\text{postOPI}}=105$; $n_{\text{postOPII}}=95$).	32
Abb. 17: Veränderung des Binokularsehens durch die Operation gemessen nach 3 Monaten. Die Größe der Punkte und die Zahlen daneben geben die Häufigkeit der gezeigten Veränderung an ($n=84$).	33
Abb. 18: Effektivität in Grad Fernschielwinkel pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag (grün) und nach 3 Monaten (blau) ($n_{\text{postOPI}}=107$; $n_{\text{postOPII}}=96$).	34
Abb. 19: Zusammenhang zwischen der Veränderung der OP-Effektivität bei Fernblick und dem nach 3 Monaten gemessenen Fernschielwinkel ($r=0,4576$; $p<0,001$; $V_{\text{EF}}=0,0419 \cdot S_{\text{F}} - 0,2549$). 35	35
Abb. 20: Beziehung zwischen der Veränderung der Operationseffektivität für die Nähe und dem nach 3 Monaten gemessenen Nahschielwinkel ($r = 0,5675$; $p < 0,001$; $V_{\text{EN}}= 0,0435 \cdot S_{\text{N}} - 0,0473$).	36
Abb. 21: Scatterplot: Beziehung zwischen der Fernschielwinkeleffektivität nach drei Monaten und dem Alter zum Operationszeitpunkt.....	39

Abbildungsverzeichnis

Abb. 22: Scatterplot: Beziehung zwischen der Nahschielleffektivität nach drei Monaten und dem Alter zum Operationszeitpunkt.....	40
Abb. 23: Alterspyramide der Patienten mit intermittierendem Außenschielen zum Zeitpunkt der Revisionsoperation (n=27).	41
Abb. 24: Zeitraum zwischen den letzten beiden Operationen in Jahren (n=26).....	42
Abb. 25: OP-Indikation bei Revisionsoperation des Strabismus divergens intermittens (n=16). 42	
Abb. 26: Operationsstrecken bei Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens.....	43
Abb. 27: Entwicklung der Fernschiellwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). (n _{präOP} =27; n _{postOPI} =27; n _{postOPII} =20)	44
Abb. 28: Entwicklung der Nahschiellwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). (n _{präOP} =27; n _{postOPI} =27; n _{postOPII} =20)	44
Abb. 29: Entwicklung der Schiellwinkel im Blick zur operierten Seite durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). (n _{präOP} =27; n _{postOPI} =16; n _{postOPII} =17)	45
Abb. 30: Entwicklung der Schiellwinkel im Blick zur operierten Seite: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). (n _{präOP} =27; n _{postOPI} =16; n _{postOPII} =17)	45
Abb. 31: Operationsergebnisse im Fernblick nach Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens am ersten postoperativen Tag (post OP I, grün) sowie nach drei Monaten (post OP II, blau).....	46
Abb. 32: Operationsergebnisse im Nahblick nach Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens direkt postoperativ (grün) sowie nach drei Monaten (blau).	47
Abb. 33: Veränderung des Binokularesehens durch die Revisionsoperation gemessen nach drei Monaten. Die Größe der Punkte und die Zahlen daneben geben die Häufigkeit der gezeigten Veränderung an (n=20).....	48

Abbildungsverzeichnis

Abb. 34: Effektivität in Grad Fernschielwinkel pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag (grün; n=27) sowie nach drei Monaten (blau; n=20) bei Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens-.....	48
Abb. 35: Effektivität in Grad Nahschielwinkel pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag (grün; n=27) sowie nach drei Monaten (blau; n=20) bei Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens-.....	49
Abb. 36: Scatterplot: Einfluss der präoperativen Binokularfunktionen auf die Nahschielwinkeleffektivität nach drei Monaten-.....	51
Abb. 37: Unterteilung der Patienten mit dekompensierender Exophorie unter dem Gesichtspunkt der Erst- bzw. Revisionsoperation. Drei Patienten mussten sich zwei Operationen unterziehen und werden somit in beide Gruppen eingeteilt-.....	52
Abb. 38: Alter bei Manifestation der dekompensierenden Exophorie (n=24)-.....	52
Abb. 39: Fern-Nahschielwinkel-Unterschied in Grad vor jeglicher operativer Behandlung einer dekompensierenden Exophorie (n=39)-.....	53
Abb. 40: Verteilung des Binokularsehens bei Patienten mit dekompensierender Exophorie vor operativer Behandlung (n=31)-.....	54
Abb. 41: Alterspyramide der Patienten mit dekompensierender Exophorie bei Erstoperation (n=39)-.....	55
Abb. 42: Operationsstrecke bei dekompensierender Exophorie: Gesamtstrecke der kombinierten Divergenzoperation (grün; n=39), M.-lateralis-Rücklagerung (blau; n=39) und M.-medialis-Faltung (rot; n=39)-.....	56
Abb. 43: Fernschielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest: Werte vor der Operation (rot; n=39), einen Tag nach der Operation (grün; n=39) und drei Monate später (blau; n=32)-.....	57
Abb. 44: Nahschielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest in Primärposition vor (rot; n=39), einen Tag nach kombinierter Divergenzoperation (grün; n=39) und drei Monate später (blau; n=32)-.....	57
Abb. 45: Box-Plot für multiple Variablen unterteilt in 3 Gruppen: prä OP, 1 Tag post OP (=post OP I) und 3 Monate nach Operation (=post OP II). Der erste Box-Plot in jedem	

Abbildungsverzeichnis

Abschnitt zeigt die Schielwinkelgröße (°) in Richtung des operierten Auges an und der zweite infolgedessen die Schielwinkelgröße beim Blick zur anderen, nicht operierten Seite.	59
Abb. 46: Operationsergebnis im Fernblick nach kombinierter Divergenzoperation zur Behandlung einer dekompensierenden Exophorie am ersten postoperativen Tag (post OP I; grün, n=39), sowie nach drei Monaten (post OP II; blau, n=32)	60
Abb. 47: Patienten mit konsekutiver Esotropie am ersten post operativen Tag. Schielwinkel in Bezug auf das Alter bei Operation.....	60
Abb. 48: Operationsergebnis im Nahblick nach kombinierter Divergenzoperation zur Behandlung einer dekompensierenden Exophorie am ersten postoperativen Tag (post OP I; grün, n=39), sowie nach drei Monaten (post OP II; blau, n=32)	61
Abb. 49: Effektivität in Grad Fernschielwinkel/mm Operationsstrecke gemessen am ersten postoperativen Tag (grün; n=39) und nach drei Monaten (blau; n=32).....	63
Abb. 50: Effektivität in Grad Nahschielwinkel/mm Operationsstrecke gemessen am ersten postoperativen Tag (grün; n=39) und nach drei Monaten (blau; n=32).....	64
Abb. 51: Zeitraum zwischen Erst- und Zweitoperation bei dekompensierender Exophorie (n=10). 67	
Abb. 52: Entwicklung der Fernschielwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOPI}}=10$; $n_{\text{postOPII}}=5$)	68
Abb. 53: Entwicklung der Nahschielwinkel durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau) ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOPI}}=10$; $n_{\text{postOPII}}=5$)	68
Abb. 54: Entwicklung der Schielwinkel im Blick zur operierten Seite durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOPI}}=6$; $n_{\text{postOPII}}=4$)	69
Abb. 55: Entwicklung der Schielwinkel im Blick zur nicht operierten Seite durch die Operation: Werte vor Operation (rot), Werte am ersten postoperativen Tag (grün) und nach drei Monaten (blau). ($n_{\text{präOP}}=10$; $n_{\text{postOPI}}=6$; $n_{\text{postOPII}}=4$)	70

Abbildungsverzeichnis

Abb. 56: Operationsergebnisse im Fernblick nach Revisionsoperation einer dekompensierenden Exophorie am ersten postoperativen Tag (post OP I, grün) sowie nach drei Monaten (post OP II, blau) ($n_{\text{postOP I}}=10$; $n_{\text{postOP II}}=5$). 70

Abb. 57: Operationsergebnisse im Nahblick bei Revisionsoperation einer dekompensierenden Exophorie direkt postoperativ sowie nach drei Monaten ($n_{\text{postOP I}}=10$; $n_{\text{postOP II}}=5$). 71

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Binokularfunktionen in Ordinalskala.....	22
Tabelle 2: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des operierten Auges (d.h. bei Operation am rechten Auge Werte aus der Messung im Rechtsblick, bei linksseitig Operierten Werte aus der Messung im Linksblick)..	27
Tabelle 3: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des nicht-operierten Auges.....	27
Tabelle 4: Einteilung der Operationsergebnisse	29
Tabelle 5: Veränderung der Binokularfunktionen einen Tag (post OP I) bzw. 3 Monate (post OP II) nach kombinierter Divergenzoperation zur Behandlung eines Strabismus divergens intermittens.....	33
Tabelle 6: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Fernschielwinkel direkt postoperativ und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Erstoperation).....	38
Tabelle 7: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Fernschielwinkel nach drei Monaten und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Erstoperation).....	38
Tabelle 8: Spearman-Rangkorrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Nahschielwinkel direkt postoperativ und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren.....	39
Tabelle 9: Spearman-Rangkorrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die Nahschielwinkel nach drei Monaten und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren.....	40
Tabelle 10: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt postoperativ gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).....	50
Tabelle 11: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die drei Monate nach Operation gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).....	50
Tabelle 12: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).....	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 13: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die drei Monate nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (Strabismus divergens intermittens, Revisionsoperation).....	51
Tabelle 14: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des operierten Auges (d.h. bei Operation am rechten Auge Werte aus der Messung im Rechtsblick, bei linksseitig Operierten Werte aus der Messung im Linksblick)..	58
Tabelle 15: Schielwinkel gemessen im alternierenden Prismenabdecktest beim Seitblick in Richtung des nicht-operierten Auges.....	58
Tabelle 16: Veränderung der Binokularfunktionen durch kombinierte Divergenzoperation bei dekompensierender Exophorie nach 3 Monaten (post OP II).	62
Tabelle 17: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).....	65
Tabelle 18: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die drei Monate nach Operation gemessenen Fernschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).....	65
Tabelle 19: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).....	66
Tabelle 20: Spearman-Korrelation zwischen Operationseffektivität in Bezug auf die direkt nach Operation gemessenen Nahschielwinkel und verschiedenen möglichen Einflussfaktoren (dekompensierende Exophorie, Erstoperation).....	66
Tabelle 21: Vergleich der Fern- und Nahschielwinkel präoperativ, direkt postoperativ sowie im Verlauf bei verschiedenen Autoren.	73
Tabelle 22: Erfolgsraten nach kombinierter Divergenzoperation als Erstoperation eines Strabismus divergens intermittens	75
Tabelle 23: Vergleichende Darstellung der Veränderung der Binokularfunktionen nach kombinierter Divergenzoperation nach einem Beobachtungszeitraum von drei Monaten...	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 24: Vergleich der Operationseffektivitäten in Primärposition für Nähe und Ferne sowie im Seitblick bei verschiedenen Autoren (Gräf und Kaufmann post OP I nach einer Woche).	81
Tabelle 25: Einfluss verschiedener Faktoren auf das Operationsergebnis bei unterschiedlichen Autoren.....	86
Tabelle 26: Vergleich unserer Schielwinkel für Ferne- und Nähe präoperativ sowie im postoperativen Verlauf mit den Werten von Kim.....	89
Tabelle 27: Ergebnisse nach kombinierter Divergenzoperation als Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens bei verschiedenen Autoren	90
Tabelle 28: Zusammenstellung der Einflussfaktoren auf das Operationsergebnis nach Revisionsoperation eines Strabismus divergens intermittens bei verschiedenen Autoren ...	92
Tabelle 29: Vergleich unserer Schielwinkel für Ferne- und Nähe präoperativ sowie im postoperativen Verlauf mit den Werten von Kaufmann.	93
Tabelle 30: Operationseffektivität nach kombinierter Divergenzoperation einer dekompensierender Exophorie bei Kaufmann sowie in unserer eigenen Arbeit.	95