

Aus der Klinik für Augenheilkunde

(Prof. Dr. med. H. Hoerauf)

der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

**Rectus-internus-Fadenoperation versus
Rectus-internus-Rücklagerung
beim frühkindlichen Schielsyndrom**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades

der Medizinischen Fakultät der

Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Maren Horn

aus

Alfeld/Leine

Göttingen 2015

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. M. Schittkowski

2. Berichterstatter/in: Prof. Dr. med. R. Rödel

3. Berichterstatter/in:

Tag der mündlichen Prüfung: 25.02.2016

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	1
1 Einleitung.....	1
1.1 Das frühkindliche Schielsyndrom.....	1
1.1.1 Definition.....	1
1.1.2 Klinisches Bild.....	1
1.1.3 Epidemiologie.....	2
1.2 Therapie.....	3
1.2.1 Prämisse.....	3
1.2.2 Amblyopie – funktionelle Therapie.....	3
1.2.3 Operative Therapie.....	4
1.3 Prinzip der Fadenoperation.....	5
1.4 Prinzip der Rücklagerung.....	7
1.5 Fragestellung und Zielsetzung.....	8
2 Patienten und Methoden.....	9
2.1 Einschlusskriterien.....	9
2.2 Ausschlusskriterien.....	9
2.3 Patientenrekrutierung und Randomisierung.....	10
2.4 Ethik.....	10
2.5 Primäre Zielkriterien.....	10
2.6 Sekundäre Zielkriterien.....	11
2.7 Untersuchungen.....	11
2.7.1 Zeitpunkt.....	11
2.7.2 Untersuchungsumfang.....	11
2.8 Operationstechniken.....	13
2.8.1 Operationsvorbereitung.....	13
2.8.2 Operationstechnik: Rectus-internus-Fadenoperation.....	14
2.8.3 Operationstechnik: Rectus-internus-Rücklagerung.....	15
2.8.4 Operationsende.....	15
2.9 Statistische Methoden.....	17
3 Ergebnisse.....	19
3.1 Patientendaten.....	19
3.1.1 Gruppengrößen.....	19

3.1.2	Alter.....	19
3.1.3	Geschlecht	20
3.1.4	Refraktion.....	20
3.1.5	Präoperative Schielwinkel.....	20
3.1.6	Überprüfung der Randomisierung.....	20
3.2	Schielwinkel	21
3.2.1	Schielwinkelgröße	21
3.2.2	Erfolgsraten	27
3.2.3	Über- und Unterkorrekturen.....	33
3.3	Simultansehen (Bagolini-Test)	36
3.3.1	Rectus-internus-Fadenoperation.....	36
3.3.2	Rectus-internus-Rücklagerung	36
3.3.3	Vergleich zwischen den Gruppen	36
3.4	Stereosehen	39
3.4.1	Rectus-internus-Fadenoperation.....	39
3.4.2	Rectus-internus-Rücklagerung	39
3.4.3	Vergleich zwischen den Gruppen	40
3.5	Erneute Operationen.....	42
3.5.1	Rectus-internus-Fadenoperation.....	42
3.5.2	Rectus-internus-Rücklagerung	43
3.5.3	Vergleich zwischen den Gruppen	43
4	Diskussion	45
4.1	Überblick über die Literatur.....	45
4.2	Erfolgreiche Korrektur der Schielwinkel	46
4.2.1	Vergleich mit der Literatur zur Rectus-internus-Fadenoperation	46
4.2.2	Vergleich mit der Literatur zur Rectus-internus-Rücklagerung.....	48
4.2.3	Einflussfaktoren	50
4.3	Überkorrekturen	51
4.4	Unterkorrekturen.....	52
4.5	Simultan- und Stereosehen.....	53
4.6	Erneute Operationen.....	55
4.7	Fazit	56
5	Zusammenfassung.....	57

6	Anlage.....	59
6.1	Abbildungsverzeichnis.....	59
6.2	Tabellenverzeichnis.....	60
7	Literaturverzeichnis.....	62
	Danksagung.....	69
	Lebenslauf.....	70

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA:	analysis of variance
APCT:	alternierender Prismen-Covertest
BVA:	Berufsverband der Augenärzte e.V.
DOG:	Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft
dpt:	Dioptrien
F:	Ferne
Faden:	Rectus-internus-Fadenoperation
N:	Nähe
PD:	Prismendioptrien
p-Wert:	Signifikanzwert
Rück:	Rectus-internus-Rücklagerung
SD:	Standardabweichung
s. o.:	siehe oben
sph:	sphärisches Äquivalent

1 Einleitung

1.1 Das frühkindliche Schielsyndrom

1.1.1 Definition

Als frühkindliches Schielsyndrom (auch: frühkindliche oder kongenitale Esotropie) bezeichnet man eine Form des Innenschielens, das entweder von Geburt an besteht oder sich typischerweise zwischen dem 2. bis 6. Lebensmonat bei neurologisch gesunden Kindern manifestiert (STEFFEN und KOLLING 2012).

Es liegt oft eine Kombination mehrerer Symptome vor. Daher spricht man auch von einem frühkindlichen Schielsyndrom. Das Krankheitsbild wurde erstmalig in dieser Form 1967 von Joseph Lang beschrieben (LANG 1967).

1.1.2 Klinisches Bild

Der große und oft deutlich schwankende konvergente Schielwinkel liegt zumeist bei $+15^\circ$ oder größer (STEFFEN und KOLLING 2012). Das Innenschielen geht mit den im Folgenden beschriebenen Symptomen in unterschiedlicher Häufigkeit einher. Dabei sind neben dem Vollbild der Erkrankung verschiedene Kombinationen bis hin zu einzeln auftretenden Symptomen möglich (LANG 1967, STEFFEN und KOLLING 2012):

- Nystagmus latens

In etwa 55 % der Fälle (LANG 2003) ist ein Rucknystagmus vom Latenstyp zu beobachten. Der Nystagmus manifestiert sich erst durch Okklusion eines Auges oder wird dadurch verstärkt. Die Blickrichtung, in der das Augenzittern am ruhigsten ist, wird als Neutralzone bezeichnet und liegt meist in Adduktionstellung des fixierenden Auges. Dies kann zu einer Kopfzwangshaltung (Rechts- oder Linksdrehung) führen (STEFFEN und KOLLING 2012).

- Störungen der schrägen Augenmuskeln

Bei bis zu 78 % der Patienten (HILES et al. 1980, NELSON et al. 1987 a) treten Störungen im Innervationsmuster der schrägen Augenmuskeln auf, die sich häufig als Höhenschielen in Form eines Strabismus surso- oder deorsoadductorius zeigen. Zu-

dem kann es zu deutlichen Inkonanzen der Horizontalabweichungen bei Auf- und Abblick kommen. Man spricht von Alphabet- oder Buchstabenphänomenen (STEFFEN und KOLLING 2012).

- Dissoziierte Vertikaldeviation

Bei der dissoziierten Vertikaldeviation, die bei bis zu 90 % der Patienten (LANG 2003) zu finden ist, weicht das nicht führende Auge spontan oder unter Abdecken ohne erkennbare Gesetzmäßigkeiten langsam nach oben hin ab und senkt sich bei Wiederaufnahme der Fixation (STEFFEN und KOLLING 2012).

- Zyklorotation der Augen

In ca. 55 % der Fälle (LANG 2003) tritt eine Zyklorotation (Verrollungsschiel) auf. Das fixierende Auge macht dabei eine Inzyklorotation, das nicht-fixierende Auge eine Exzyklorotation (LANG 2003).

- Kopffehlhaltung

Eine Fehlhaltung des Kopfes wird bei etwa 70 % der Patienten beobachtet (LANG 2003). Einerseits kann durch den Nystagmus latens eine kompensatorische Kopfhaltung (Kopfzwangshaltung) hervorgerufen werden. Eine bestimmte Position des Kopfes führt hierbei zur Beruhigung des Nystagmus und damit zu besserem Sehen. Andererseits werden aber auch Kopffehlhaltungen eingenommen, die keinen erkennbaren funktionellen Vorteil mit sich bringen und möglicherweise durch die Zyklorotation oder eine subjektiv veränderte Vertikalempfindung hervorgerufen werden (LANG 2003, STEFFEN und KOLLING 2012).

1.1.3 Epidemiologie

Die frühkindliche Esotropie zählt zu den häufigsten Schielformen. Die Prävalenz wird bei Kaukasiern mit 0,25 bis 4 % (DE DECKER und TESSMER 1973, FRIEDMAN et al. 1980, GRAHAM 1974, GREENBERG et al. 2007, HAASE und MUHLIG 1979, MOHNEY 2007) angegeben.

1.2 Therapie

1.2.1 Prämisse

Eine vollständige funktionelle Heilung kann bei Kindern mit einem frühkindlichem Schiel-syndrom in der Regel nicht erreicht werden, da die binokulare Reifung in den ersten Lebens-wochen nicht oder nur rudimentär stattgefunden hat und dieser Prozess so nicht mehr nachzu-bilden ist. Lediglich bei einem geringen Anteil der Patienten kann nach abgeschlossener Behandlung subnormale Stereopsis nachgewiesen werden (BIRCH et al. 2000, BIRCH et al. 2004, ESSER et al. 1981).

1.2.2 Amblyopie – funktionelle Therapie

Das frühkindliche Schielsyndrom geht mit dem Risiko einer Amblyopieentwicklung einher. Entscheidend für eine erfolgreiche Amblyopiebehandlung ist der Zeitfaktor. Daher sollte nach Diagnosestellung einer frühkindlichen Esotropie eine Amblyopie oder deren Risiko durch häufige Kontrollen der Fähigkeit des Alternierens und des Visus frühzeitig erkannt und gege-benenfalls mittels Okklusionsbehandlung therapiert werden. Die Amblyopieprophylaxe und deren engmaschige Überwachung stehen bei Diagnosestellung im Vordergrund der Behand-lung und sollten der Operationsplanung vorausgehen (KÄSMANN-KELLNER und SEITZ 2012, STEFFEN und KOLLING 2012).

Des Weiteren ist die Brillenkorrektur einer bestehenden Refraktionsanomalie notwendig. In der Regel liegt bei Patienten mit frühkindlicher Esotropie eine Hyperopie vor. Erstmals wurde von DONDERS 1864 beschrieben, dass Innenschielen als Folge einer Hyperopie auftreten kann, da Akkommodation und Konvergenz miteinander gekoppelt sind. Daher ist es notwen-dig, durch eine optimale Korrektur in der Ferne einen möglichst akkomodationslosen Zustand herbeizuführen, um den akkomodativen Einfluss auf den Schielwinkel zu minimieren.

Man kann zwischen einer vollakkomodativen Schielform, bei der das Schielen nach Brillen-korrektur verschwindet, und einer teilakkomodativen Schielform, bei der das Schielen mit Brille nur verringert wird, aber nicht ganz verschwindet, unterscheiden.

Zudem kann ein normales Akkomodations-Konvergenz-Verhältnis vorliegen, bei dem der Schielwinkel für die Ferne und die Nähe gleichsam behoben oder reduziert werden kann oder aber es besteht ein anomales Verhältnis, bei dem nach Auskorrektur der Hyperopie die Augen in der Ferne parallel stehen, in der Nähe jedoch ein Restschielen bleibt. In diesem Fall ist die Verordnung einer Bifokalbrille angezeigt (LANG 2003).

1.2.3 Operative Therapie

1.2.3.1 Ziel

Die Augenmuskeloperation dient der Reduktion des Schielwinkels. Damit einhergehen kann eine Minderung oder Behebung einer vorliegenden Kopfwangshaltung oder auch die Beseitigung einer psychosozialen Benachteiligung bei großen Schielwinkeln (KAUFMANN und STEFFEN 2012, BERBERAT et al. 2013).

Zudem kann sich bei erfolgreicher Korrektur des Schielwinkels in den Bereich des Mikrostrabismus (Schielwinkel innerhalb von 5°) subnormales Binokularsehen entwickeln. Eine normale binokulare foveale Fixation und ein vollständiges Verschwinden der Symptome sind nicht zu erwarten (ESSER et al. 1981, BIRCH et al. 2000, BIRCH et al. 2004).

1.2.3.2 Zeitpunkt

Bezüglich des optimalen Operationszeitpunktes besteht Uneinigkeit. Während in Mitteleuropa üblicherweise im 4. bis 5. Lebensjahr operiert wird, werden vorzugsweise in Nordamerika sogenannte Frühoperationen bei Kindern unter 2 Jahren oder noch früher durchgeführt.

Frühe Operationen scheinen zu einem besseren Ergebnis hinsichtlich der Binokularfunktion zu führen (BIRCH und WANG 2009, BIRCH et al. 2000, BIRCH et al. 2004, SIMONSZ et al. 2005). In der ELISS-Studie (SIMONSZ et al. 2005) zeigte sich allerdings, dass bei den frühoperierten Kinder bis zum Alter von 6 Jahren im Durchschnitt mehr Operationen durchgeführt wurden, wobei der Nachbeobachtungszeitraum nach dem Ersteingriff bei den frühoperierten Kindern länger war als bei den spätoperierten Kindern. Zudem mussten in der Gruppe der Spätoperationen 20 % der Patienten wegen einer spontanen Verkleinerung des Schielwinkels, was insbesondere bei Schielwinkeln unter $+15^\circ$ und Hyperopien größer $+4$ Dioptrien auftrat, nicht mehr operiert werden (gegenüber 8,2 % in Gruppe der Frühoperationen), sodass man folgern kann, dass bei Frühoperationen einige Kinder möglicherweise unnötigerweise operiert werden (SIMONSZ und EIJKEMANS 2010). Zusammenfassend kann man beide Vorgehensweisen bezüglich des Operationszeitpunktes rechtfertigen (KAUFMANN und STEFFEN 2012, STEFFEN und KOLLING 2012).

1.2.3.3 Technik

Die Wahl der Operationsmethode beim frühkindlichen Schielsyndrom ist uneinheitlich.

Zu den standardmäßig eingesetzten Verfahren zählen:

- einseitig kombinierte Konvergenzoperationen (POLLING et al. 2009),
- beidseitige Rectus-internus-Rücklagerungen (GABRIEL 1968, HELVESTON et al. 1983, STAGER et al. 1994, WEAKLEY et al. 1991) und
- beidseitige Rectus-internus-Fadenoperationen (CÜPPERS 1974, DE DECKER 1981, MORO et al. 1981, STEFFEN et al. 1998).

Die Fadenoperation kann, vor allem bei großen Schielwinkeln, auch mit einer Rücklagerung kombiniert werden (DE DECKER 1983, GRÄF et al. 2012, MORO et al. 1982).

Relativ neu ist das von HASLWANTER et al. 2004 für die frühkindliche Esotropie mit Winkelschwankungen beschriebene Y-Splitting.

Insbesondere beim nichtakkomodativen Konvergenzexzess und Schielwinkelschwankungen werden sowohl die beidseitige Rectus-internus-Fadenoperation, die in Europa vorwiegend eingesetzt wird, als auch die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung durchgeführt.

Welche Methode zu den besseren Ergebnissen führt, ist in der Literatur bisher nicht ausreichend beschrieben: „Vergleichende Studien von Autoren, die über hinreichende Erfahrungen mit beiden Verfahren verfügen, fehlen“ (KAUFMANN und STEFFEN 2012, Seite 580).

1.2.3.4 Risiken

Jede Augenmuskeloperation kann zu einer Unterkorrektur (im Sinne einer Rest-Esotropie) oder einer Überkorrektur (im Sinne einer konsekutiven Exotropie) führen. Auch kann es im Verlauf zu einer erneuten Schielwinkelvergrößerung kommen, obwohl Arbeiten von KRZIZOK et al. 1998 und BAKER 2006 über stabile Langzeitergebnisse nach operativer Therapie des frühkindlichen Schielsyndroms berichten.

1.3 Prinzip der Fadenoperation

1974 beschrieb CÜPPERS die Fadenoperation (auch retroäquatoriale Myopexie) als weitere operative Option (CÜPPERS 1974).

Das Wirkprinzip dieses Verfahrens beruht im Wesentlichen auf einer Verkürzung der Abrollstrecke und des wirksamen Hebelarms:

Der Augenmuskel wird an beiden Seiten in einem definierten Abstand vom Ansatz muskelrandumfassend an der Sklera fixiert. Es entsteht eine zweite künstliche Insertion des Muskels hinter seinem Tangentialpunkt. Dadurch wird der wirksame Hebelarm verkürzt und das Drehmoment vermindert. Die unveränderte Gesamtmuskelkraft wird nur noch zum Teil in

eine Drehbewegung übertragen. Der restliche Anteil wird in Retraktion umgesetzt (KAUFMANN und STEFFEN 2012).

Die Wirkung der Myopexie ist progressiv, das heißt, dass bei Drehung des Auges in Zugrichtung des operierten Muskels die bulbisdrehende Wirkung im Sinne einer artifiziellen Parese des Muskels abnimmt (KAUFMANN und STEFFEN 2012). Auf diese Weise werden Winkelschwankungen, Konvergenzexzess und Seitblick gedämpft (CONRAD und TREUMER 1981).

In der Regel erfolgt die Fixation beim Musculus rectus internus in einem Abstand von 12 bis 15 mm zum Muskelansatz. Eine größere Operationsstrecke bewirkt eine stärkere Verkürzung des Hebelarms (Abbildung 1).

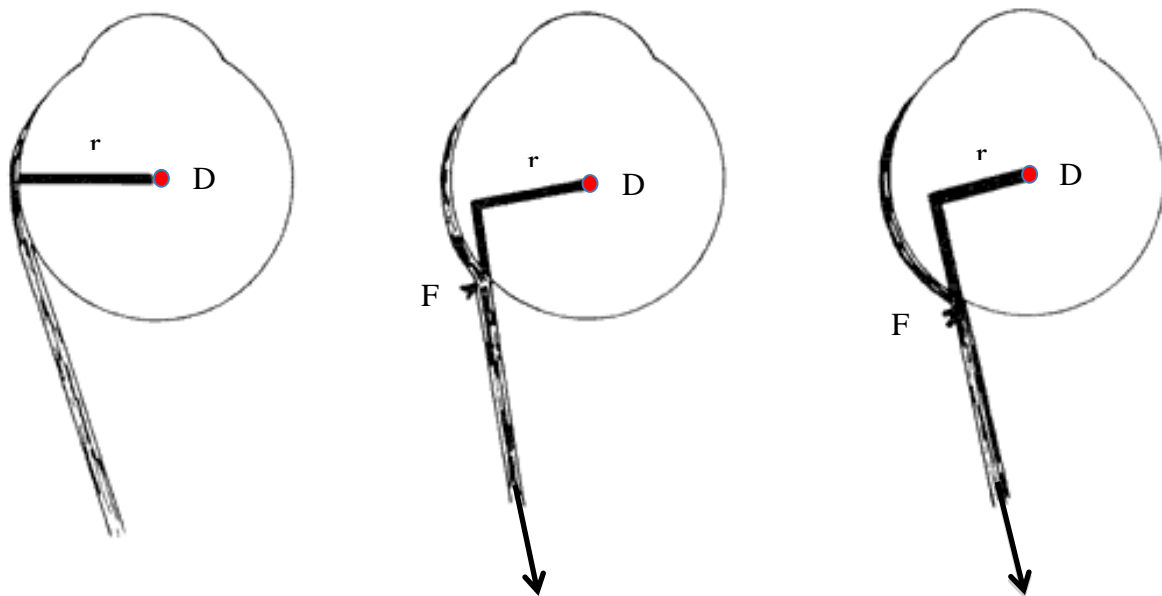


Abbildung 1: Verkürzung des Hebelarms durch Fadenoperation (modifiziert nach Sprague 2006). Der Abstand zwischen Drehpunkt (D) und Muskelzugrichtung (Pfeil) entspricht nach Fadenoperation dem wirksamen Hebelarm (r). Je weiter die Fixationsstelle (F) hinter dem Äquator liegt, umso größer ist der Effekt.

Neben der Verkürzung des Hebelarms wurden weitere Wirkkomponenten beschrieben:

- Der Muskel wird relativ verkürzt, da er daran gehindert wird, in einer Geraden zwischen Ansatz und Ursprung zu verlaufen. Das Drehmoment in Richtung des Muskelzugs wird dadurch verstärkt (KAUFMANN 1981).
- Die bindegewebigen Strukturen, die den Muskel umgeben, sind bestrebt den natürlichen Verlauf des Muskels zu erhalten und wirken dem Drehmoment in Muskelzugrichtung entgegen (KAUFMANN 1981).
- Ein Teil der kontraktilen Elemente des Muskels zwischen Ansatz und Fixationsstelle wird stillgelegt, sodass die Drehung des Bulbus vermindert wird (KAUFMANN 1981).

Die Methode der Fadenoperation wurde mehrfach modifiziert, ohne das Operationsprinzip aber wesentlich zu verändern (CÜPPERS 1976, De Decker und Conrad 1975, DE DECKER 1979, MÜHLENDYCK und LINNEN 1975, QUÉRÉ et al. 1977). Die verschiedenen Techniken werden mit oder ohne Desinsertion des Muskels durchgeführt und unterscheiden sich durch Art, Anzahl und Lage der Nähte innerhalb des Muskels. Solange eine sichere und dauerhafte Anheftung der Fadenfixationsstelle an der Sklera gelingt, ist die Art der Fixierung prinzipiell als unerheblich für die Wirkung der Operation anzusehen (KAUFMANN und STEFFEN 2012).

1.4 Prinzip der Rücklagerung

Das Prinzip der Rücklagerung beruht auf einer Minderung der elastischen Kraft des entsprechenden Muskels durch Verlagerung seines natürlichen Ansatzes (KAUFMANN und STEFFEN 2012):

Der Augenmuskel wird von seiner Insertion abgetrennt und in einem definierten Abstand vom Ansatzpunkt an der Sklera refixiert. Der Dosierung der Verlagerungsstrecke zugrunde gelegt wird der im alternierenden Prismen-Covertest gemessene Schielwinkel (KAUFMANN und STEFFEN 2012). Im Fall der beidseitigen Rectus-internus-Rücklagerung sind für die Korrektur von großen Schielwinkeln zwischen 20 und 25° in der Regel Rücklagerungsstrecken zwischen 6 und 7 mm notwendig (STACK et al. 2003, TRAN et al. 2002).

Durch eine Rücklagerung wird die vorhandene Vordehnung und damit die elastische Kraft des jeweiligen Muskels reduziert. Die unveränderte Kraft des Antagonisten wird relativ gestärkt. Dadurch wird der Augapfel in Richtung des Gegenspielers (beim Innenschielen also

nach außen in Richtung des Musculus rectus externus) in eine Stellung gedreht, in der ein Gleichgewicht der Drehmomente besteht. Das Ausmaß dieser Rotation hängt davon ab, wie stark die Vorspannung des Muskels ist. Bei Kontraktur des Muskels ist die präoperative Spannung des Muskels hoch und die Auswirkung auf die Augenstellung größer als bei leicht dehnbaren Muskeln. Dagegen nimmt der Operationseffekt ab, wenn die Kraft des Antagonisten zum Beispiel bei einer Augenmuskellähmung gering ist. Neben der Verminderung der Vordehnung des Muskels führen insbesondere große Rücklagerungsstrecken zu einer Verkürzung der Abrollstrecke, damit zu einer Hebelarmverkürzung und einer Minderung des Drehmoments. Insgesamt resultiert daraus eine Bewegungseinschränkung in Zugrichtung des rückgelagerten Muskels (KAUFMANN und STEFFEN 2012, LANG 2003).

1.5 Fragestellung und Zielsetzung

In der operativen Behandlung des frühkindlichen Schielsyndroms werden, insbesondere wenn Schielwinkelschwankungen vorliegen, häufig die beidseitige Rectus-internus-Fadenoperation oder die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung eingesetzt. Literatur über den Vergleich der beiden Methoden fehlt bisher.

Ziel dieser Arbeit ist, die beidseitige Rectus-internus-Fadenoperation und die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung in einer kontrollierten, prospektiven und randomisierten Studie hinsichtlich der postoperativen Stellung der Augen und der erreichten binokularen Sehfunktion zu vergleichen. Zudem soll die Häufigkeit von Über- und Unterkorrekturen sowie erneuter Operationen ausgewertet werden. Durch Untersuchung der beiden Studiengruppen in Hinblick auf Parameter wie Alter bei Operation und präoperative Refraktion können sich gegebenenfalls Prognosefaktoren für den Behandlungserfolg ableiten lassen. Die Ergebnisse sollen in Zukunft bei der Wahl des richtigen Verfahrens im klinischen Alltag helfen.

2 Patienten und Methoden

2.1 Einschlusskriterien

Um in die Studie aufgenommen zu werden, mussten die folgenden Kriterien erfüllt werden:

- Die Diagnose einer frühkindlichen Esotropie musste klinisch und anamnestisch gesichert sein.
- Die Patienten sollten am Operationstag jünger als 15 Jahre alt sein.
- Eine Skiaskopie in Zykloplegie (gemäß Leitlinie 26 c von BVA und DOG, <http://www.augeninfo.de/leit>) musste innerhalb der letzten 3 Monate präoperativ erfolgt sein.
- Das Tragen einer Vollkorrektur mit einem maximal zulässigen Abzug von +0,5 Dioptrien zum sphärischen Äquivalent war Voraussetzung.
- Bei den Patienten sollten Schielwinkelschwankungen ohne Parallelstandphasen in der Ferne vorliegen.
- Der größte im alternierenden Prismen-Covertest (APCT) messbare Fernwinkel sollte größer oder gleich 20° aber kleiner oder gleich 25° sein, der kleinste Fernwinkel unter Beobachtung nicht unter 10° liegen und die Nahwinkel-Fernwinkeldifferenz nicht mehr als 10° betragen.
- Beide Operationsverfahren sollten gleichermaßen und mit gleichem Chancen-Risiko-Verhältnis in Frage kommen.
- Eine gute Kooperation war Voraussetzung, sodass verlässliche Messungen der Schielwinkel durchgeführt werden konnten und bei der Testung der Binokularfunktion und des Visus zuverlässige Angaben gemacht wurden.
- Einer Teilnahme bei den Kontrollen 1 und 2 Tage postoperativ, 3 Monate postoperativ und 1 Jahr postoperativ sollte zugesagt werden.

2.2 Ausschlusskriterien

Bei Vorliegen eines der folgenden Kriterien erfolgte kein Einschluss in die Studie:

- Ausgeprägte Obliquusstörungen mit Buchstabenphänomen ($> 8^\circ$ Schielwinkel-Differenz zwischen Aufblick und Abblick) durften nicht vorliegen.

- Eine schwere geistige Retardierung, die zu einer eingeschränkten und die Untersuchung störenden Compliance führt, war nicht zulässig.
- Eine Voroperation an Augenmuskeln durfte im Vorfeld nicht stattgefunden haben.
- Ein akkomodativer Konvergenzexzess (hoher AC/A Quotient) durfte nicht bestehen.
- Eine Amblyopie mit mehr als 3 Zeilen Visusunterschied war nicht zulässig.

2.3 Patientenrekrutierung und Randomisierung

Der Rekrutierung für die Studie erfolgte im Rahmen der operativen Behandlung von Patienten, die in der Augenklinik der Universität Göttingen zur Schieloperation aufgenommen wurden. Am Tag vor der Operation wurden die Patienten auf die Ein- und Ausschlusskriterien hin überprüft. Nach Aufklärung und schriftlicher Einwilligung von Eltern und Patienten in Studie und Operation erfolgte die Randomisierung der Patienten in die zwei Therapiegruppen (Rectus-internus-Rücklagerung oder Rectus-internus-Fadenoperation). Hierfür wurden entsprechend der Fallzahlplanung pro Gruppe 89 Umschläge angefertigt, in denen die jeweilige Operationsmethode beschrieben wurde. Bei jedem Patienten wurde ein Umschlag gezogen und die Gruppenzuordnung notiert.

2.4 Ethik

Die Durchführung der Studie wurde von der Ethikkommission der Georg-August-Universität Göttingen genehmigt (Antragsnummer 11/7/11). Es wurde empfohlen, nach etwa der Hälfte der geplanten Patienten eine Auswertung der Daten vorzunehmen und dann über die Weiterführung der Studie zu entscheiden.

2.5 Primäre Zielkriterien

Als primäre Zielkriterien wurden definiert:

- Die Korrektur des Schielwinkels nach einem Jahr. Eine Augenstellung zwischen -5° und $+5^\circ$ wurde als Therapieerfolg gewertet.
- Der Nachweis von Simultansehen nach einem Jahr.
- Die Qualität von Stereosehen nach einem Jahr.

2.6 Sekundäre Zielkriterien

Als sekundäre Zielkriterien wurden definiert:

- Die Häufigkeit von Über- und Unterkorrekturen (konsekutive Exotropien und Rest-Esotropien).
- Die Korrektur des Schielwinkels in einen Bereich von -1° bis $+3^{\circ}$.
- Der Einfluss von Alter und Refraktion auf den postoperativen Schielwinkel.
- Die Stabilität des Operationsergebnisses im Verlauf von einem Jahr .
- Die Häufigkeit erneuter Operationen nach Ablauf von einem Jahr.

2.7 Untersuchungen

2.7.1 Zeitpunkt

Die Untersuchungen fanden bei jedem Patienten präoperativ sowie am zweiten postoperativen Tag statt. Die zweite postoperative Kontrolle wurde nach drei Monaten durchgeführt, wobei eine zeitliche Abweichung von maximal einem Monat möglich war. Die letzte Untersuchung erfolgte ein Jahr (\pm 2 Monate) nach der Operation.

2.7.2 Untersuchungsumfang

- Visusprüfung:
Die Überprüfung der Sehschärfe erfolgte präoperativ getrennt für beide Augen unter bestmöglicher Brillenkorrektur zum Ausschluss einer Amblyopie mit mehr als 3 Zeilen Visusunterschied. Als Prüfsymbole wurden, wenn zuverlässig möglich, Landoltringe, alternativ dazu E-Haken, eingesetzt. Der Visus wurde sowohl für die Ferne in einer Prüfdistanz von 5 m als auch für die Nähe im Abstand von 30 cm geprüft und in Dezimalen angegeben.
- Messung der Schielwinkel:
Zu allen Zeitpunkten wurde die Messung der Schielwinkel mit dem alternierenden Prismenabdecktest unter Vollkorrektur durchgeführt. Für die Ferne erfolgte die Messung unter Fixation eines Lichts in 5 m Abstand, für die Nähe mit einem fixationsanregenden Objekt in 30 cm Abstand. Beim alternierenden Prismenabdecktest werden

beide Augen abwechselnd abgedeckt, sodass die Fusion beider Augen unterbrochen wird. Vor das nichtführende Auge wird ein Prisma gehalten, dessen Wirkung solange abgeschwächt oder verstärkt wird bis keine Einstellbewegung mehr zu beobachten, also die Schielstellung neutralisiert ist. Das vorgehaltene Prisma entspricht dann der Größe des latenten Schielwinkels. Mit diesem Test wird die maximale Gesamtabweichung ermittelt (LANG 2003). Ausgewertet wurde der größte latente Winkel im Geradeausblick.

- Prüfung des Simultansehens:

Das Simultansehen wurde zu allen Untersuchungszeitpunkten getestet. Angewandt wurde der Bagolini-Lichtschweiftest unter Fixation einer Lichtquelle in 5 m Abstand für die Ferne und in 30 cm Abstand für die Nähe. Bei diesem Test werden mit feinen Rillen versehene Gläser vor die Augen des Patienten gehalten, die bewirken, dass punktförmige Lichtquellen zu einem Schweif verzogen werden. Die Rillen sind in beiden Gläsern senkrecht zueinander ausgerichtet und verlaufen nach dem TABO-Schema am rechten Auge in 135° diagonal nach rechts oben und am linken Auge in 45° diagonal nach links oben. Die Augen sehen daher in verschiedener Richtung verlaufende Lichtstrahlen, die senkrecht zur Streifenrichtung der Gläser verlaufen. Vorteil dieses Tests ist, dass die Sehschärfe kaum beeinträchtigt wird und die Fusion nicht unterbrochen wird. Die Angaben des Patienten ermöglichen die Unterscheidung zwischen:

- Fusion (Simultansehen): Der Patient sieht zwei sich im Licht kreuzende Strahlen.
- Suppression (Exklusion): Der Patient sieht nur einen Lichtstrahl, da der zweite supprimiert wird.
- Diplopie: Der Patient sieht zwei Lichtpunkte und zueinander verschobene Lichtstrahlen.
- Teilexklusion oder Skotom: Der Patient sieht zwei Lichtschweife, von denen einer nahe der Lichtquelle unterbrochen ist (LANG 2003, RÜSSMANN 2003).

Die Ergebnisse wurden in dieser Arbeit klassifiziert in Bagolini negativ (Exklusion) und Bagolini positiv (vorhandenes Simultansehen).

- Untersuchung des Stereosehens:

Das Stereosehen wurde zu allen Untersuchungszeitpunkten mit dem Titmus-Test und dem Lang-Test 1 überprüft. Beim Titmus-Test muss der Proband durch eine Polarisationsbrille in 40 cm Abstand verschiedene Bildvorlagen betrachten, bei denen Bildetails geringfügig horizontal verschoben sind. Durch die Polarisationsfilter in der Testbrille werden die Seheindrücke beider Augen getrennt und nach kortikaler Verarbeitung dreidimensional wahrgenommen, sofern der Patient über Stereosehen verfügt. Als Bildvorlage dient zum einen die Titmus-Hausfliege, deren Flügel dreidimensional erscheinen und die Flügelspitzen eine Disparität von 3800 Winkelsekunden aufweisen. Zum anderen bieten Ringvorlagen mit abnehmender Verschiebung die Möglichkeit, eine Tiefenwahrnehmung bis zu 40 Winkelsekunden nachzuweisen (LANG 2003).

Beim Lang-Test werden dem Probanden Testkarten dargeboten, die durch ein System vertikaler parallel angeordneter Halbzylinder beiden Augen verschiedene Bilder vermitteln. Auf den Testkarten befindet sich ein Punktmuster (Random-Dots), wobei Teile der Punkte Figuren darstellen, die binokular wahrgenommen werden können. Beim Lang-Test 1 erscheint eine Katze mit einer Disparität von 1200 Winkelsekunden, ein Stern mit 600 und ein Auto mit 550 Sekunden (LANG 2003, NEUGEBAUER et al. 2012).

2.8 Operationstechniken

Durchgeführt wurden die beidseitige Rectus-internus-Fadenoperation in einer Dosierung von 14 mm vom Muskelansatz mit dem Bogenmaß gemessen und die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung in einer Dosierung von 7 mm vom Muskelansatz aus gemessen. Die Operationen erfolgten in Vollnarkose.

2.8.1 Operationsvorbereitung

Die Vorbereitung der Operation war bei beiden Techniken identisch und wird daher im Folgenden für beide Methoden beschrieben:

Zunächst erfolgte das Ausspülen des Bindehautsackes mit wässriger Povidon-Iod-Lösung (Braunol®) und anschließender Nachspülung mit steriler Kochsalzlösung (BSS®). Danach wurden die Lider mit alkoholischer 1 % Povidon-Iod-Lösung (Braunoderm®) desinfiziert und das Operationsgebiet steril abgedeckt. Das Vorgehen war seitengleich.

2.8.2 Operationstechnik: Rectus-internus-Fadenoperation

Beginnend mit dem rechten Auge wurde nach Einsetzen des Lidsperrers die Bindehaut mittels Türflügelschnitt über dem Rectus internus eröffnet. Nach Anschlingen der Bindehautenden mit synthetischen resorbierbaren Fäden (Vicryl® 8/0) wurde der Muskel freigelegt und auf den Schielhaken aufgenommen. Nach Einsetzen eines schmalen Orbitaspatels wurde die Fadenfixationsstelle bei 14 mm vom Ansatz des Rectus internus aus mit dem Bogenmaß gemessen. Die Fadenfixation erfolgte mit nicht-resorbierbarem Nahtmaterial (Mersilene® 6/0), etwa 1/5 der Muskelbreite fassend mit doppelter Sklera-Muskelpassage an beiden Seiten des Muskels (Abbildung 2). Der Faden wurde geknotet und die Strecke nachgemessen. Die Bindehaut wurde wieder ausgebreitet und mit Vicryl® 8/0 mit Einzelknopfnähten verschlossen. Nun folgte der Wechsel auf das linke Auge, an dem identisch operiert wurde.

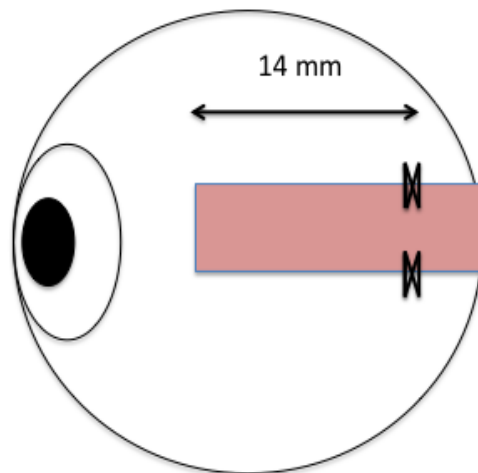


Abbildung 2: Fixation des Rectus internus in 14-mm-Abstand vom Ansatz bei der Fadenoperation.

2.8.3 Operationstechnik: Rectus-internus-Rücklagerung

Es wurde am rechten Auge begonnen und zunächst der Lidsperrer eingesetzt. Die Bindehaut wurde über dem Rectus internus türflügelartig eröffnet und die Bindehautenden mit synthetischen resorbierbaren Fäden (Vicryl® 8/0) angeschlungen. Nach Freilegen des Muskels und Aufnahme auf den Schielhaken erfolgte das beidseitige Anschlingen der Sehnenränder (Abbildung 3) mit synthetischem resorbierbarem Nahtmaterial (Vicryl® 6/0) und das Abtrennen des Muskels. Die Rücklagerungsstrecke von 7 mm wurde mit dem Zirkel vom Muskelansatz ausgehend in Verlaufsrichtung gemessen und markiert. Die anschließende sklerale Refixation erfolgte in doppelter Sklerapassage (Abbildung 4). Nach Wiederausbreiten der Bindehaut wurde diese mit Vicryl® 8/0 durch Einzelknopfnähte verschlossen.

Am linken Auge war das Vorgehen identisch.

2.8.4 Operationsende

Bei beiden Operationstechniken wurde am Ende der Operation beidseits eine antiphlogistische und antibiotische Augensalbe (Isopto-Max® Augensalbe) appliziert. Ein Auge erhielt einen sterilen Verband mit Oleotüll® und Monoculus.

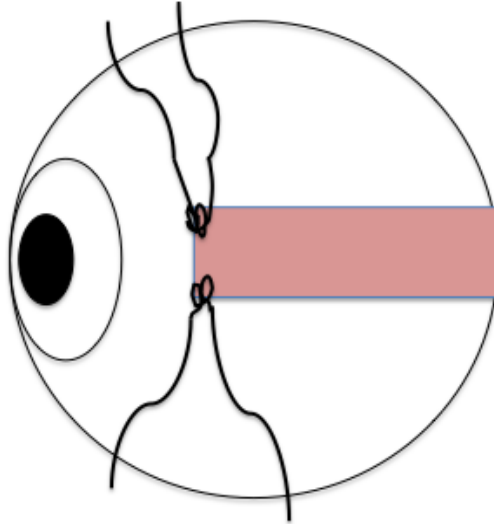


Abbildung 3: Ansatznahe Anschlingen der Sehnenränder bei der Rectus-internus-Rücklagerung.

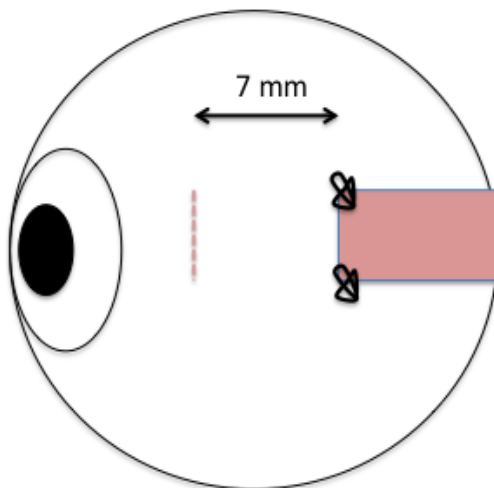


Abbildung 4: Sklerale Refixation des Muskels in 7-mm-Abstand vom Ansatz bei der Rectus-internus-Rücklagerung.

2.9 Statistische Methoden

Die Patientendaten und Untersuchungsergebnisse wurden aus den Patientenakten pseudonymisiert in eine Excel®-Tabelle übertragen.

Zur Überprüfung der korrekten Randomisierung wurden die Behandlungsgruppen bezüglich der präoperativ erhobenen Daten verglichen. Im Fall metrischer Daten (Alter, Refraktion und Schielwinkel) wurde der t-Test verwendet. Dichotome Daten (Geschlecht) wurden mit dem exakten Test nach Fisher verglichen.

Die Schielwinkel wurden mittels Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholungen untersucht. Neben der Operationstechnik, dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung und deren Interaktion wurden das Alter bei Operation und die Refraktion als potentielle Einflussfaktoren in das ANOVA Modell eingefügt. Für die zeitspezifischen Vergleiche der Schielwinkel wurde der t-Test verwendet.

Zudem erfolgte eine Dichotomisierung der Schielwinkel auf zwei Arten:

1. Anzahl der Patienten mit einem Schielwinkel im Erfolgsbereich $\leq 5^\circ$ gegenüber Patienten mit einem Schielwinkel größer als 5° .
2. Anzahl der Patienten mit einem Schielwinkel im Bereich von -1° bis $+3^\circ$ gegenüber Patienten mit einem Schielwinkel kleiner -1° oder größer $+3^\circ$.

Die Raten wurden mit dem exakten Test nach Fisher verglichen.

Im Rahmen der Auswertung wurde erarbeitet, die Schielwinkel in weitere Gruppen zu klassifizieren, um so die Verteilung – insbesondere Über- und Unterkorrekturen – zu verdeutlichen. Daraus ergab sich die in Tabelle 1 dargestellte Gruppierung.

Tabelle 1: Gruppierung der Schielwinkel

Schielwinkelbereich	Definition
< -10°	deutliches Außenschielen
-10° bis -6°	mäßiges Außenschielen
-5° bis -2°	Therapieerfolg
-1° bis +3°	sehr guter Erfolg
+4° bis +5°	Therapieerfolg
+6° bis +10°	mäßiges Innenschielen
> +10°	deutliches Innenschielen

Der Einfluss von Operationstechnik, Zeitpunkt der Nachuntersuchung und deren Interaktion auf das Simultansehen wurde durch logistische Regressionsanalysen für Clusterdaten separat für Nähe und Ferne untersucht. Zusätzlich wurden die absoluten und relativen Häufigkeiten der positiven Bagolini-Angaben separat für jeden Untersuchungszeitpunkt verglichen. Die Signifikanz wurde mit dem exakten Test nach Fisher ermittelt und Unterschiede mittels Odds Ratio und 95 % -Konfidenzintervall beschrieben.

Die Ergebnisse des Titmus-Tests, abhängig vom Untersuchungszeitpunkt, und die Anzahl erneuter Operationen nach einem Jahr wurden als absolute und relative Häufigkeiten dargestellt. Die Häufigkeiten wurden erneut mit dem exakten Test nach Fisher verglichen. Unterschiede wurden, wenn möglich, als Odds Ratio plus 95 % -Konfidenzintervall beschrieben.

Das Signifikanzniveau für alle Tests wurde auf $\alpha = 5$ gesetzt. Für die präoperativen Patientendaten wurde das Signifikanzniveau nach Bonferroni auf 1 (5 : 5) und für die dichotome Auswertung der Schielwinkel auf 2,5 (5 : 2) korrigiert. Die Analysen wurden mit der Software R (Version 3.0, www.r-project.org) durchgeführt und erfolgten mit der Unterstützung der Abteilung für Medizinische Statistik der Universitätsmedizin Göttingen. Die graphische Darstellung erfolgte mit dem Programm Prism (Version 6.0, GraphPad Software, Inc.).

3 Ergebnisse

3.1 Patientendaten

3.1.1 Gruppengrößen

Nach Studieneinschluss und Untersuchung von insgesamt 88 Patienten in den Jahren 2012 bis 2014 erfolgte entsprechend der Empfehlung der Ethikkommission eine Auswertung der Daten. Die Studie wurde aufgrund der erzielten Ergebnisse und der abgeleiteten Aussagen vorfristig abgeschlossen.

Bei 42 Patienten war eine beidseitige Fadenoperation und bei 46 Patienten eine beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung durchgeführt worden. Alle Patienten konnten 2 Tage postoperativ untersucht werden. Die Nachuntersuchung nach 3 Monaten war in der Fadengruppe bei 39, in der Rücklagerungsgruppe bei 42 Patienten möglich. Nach einem Jahr konnten in der Fadengruppe von 31 und in der Rücklagerungsgruppe von 34 Patienten Daten erhoben werden. Bei den insgesamt 7 Patienten, die nach 3 Monaten nicht zur geplanten Kontrolle erschienen, wurde auch nach einem Jahr keine Nachkontrolle durchgeführt. Zu diesen Patienten konnte kein Kontakt hergestellt werden, sodass die Gründe für die nicht erfolgte Wiedervorstellung ungeklärt blieben. Von den verbleibenden 16 Patienten, die nicht zur Kontrolle nach einem Jahr erschienen, konnte in 8 Fällen aufgrund einer Erkrankung von Patient oder Eltern keine Vorstellung erfolgen und nicht zeitnah nachgeholt werden. In 4 Fällen war aufgrund eines Umzugs der Familie eine Vorstellung aufgrund einer langen Anfahrt nicht möglich. Bei 4 Patienten war weder telefonisch noch schriftlich eine Kontaktaufnahme möglich.

3.1.2 Alter

Das durchschnittliche Alter der Patienten bei Operation betrug in der Fadengruppe 5,8 Jahre (jüngster Patient 4 Jahre, ältester Patienten 7,8 Jahre).

In der Rücklagerungsgruppe waren die Patienten durchschnittlich 6,2 Jahre alt (jüngster Patient 4,3 Jahre, ältester Patient 10,6 Jahre).

3.1.3 Geschlecht

Von den 42 Patienten, die in die Fadengruppe aufgenommen wurden, waren 21 Patienten männlich und 21 weiblich.

In die insgesamt 46 Probanden umfassende Rücklagerungsgruppe wurden 26 männliche und 20 weibliche Patienten eingeschlossen.

3.1.4 Refraktion

Die präoperative Refraktion, angegeben als Mittelwert der Dioptrien (dpt) des sphärisches Äquivalents, lag in der Fadengruppe am rechten Auge bei +3,5 dpt, am linken Auge bei +3,67 dpt und gemittelt über beide Augen bei 3,59 dpt.

In der Rücklagerungsgruppe betrug das sphärische Äquivalent am rechten und linken Auge sowie gemittelt über beide Augen durchschnittlich +2,72 dpt.

3.1.5 Präoperative Schielwinkel

Präoperativ lag in der Fadengruppe der mittlere Fernwinkel bei +21,8° und der Nahwinkel bei +23,8°.

In der Rücklagerungsgruppe lag der präoperative Fernwinkel im Mittel bei +22,0° und der Nahwinkel bei +25,1°.

3.1.6 Überprüfung der Randomisierung

Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen zeigte sich bezüglich der präoperativ erhobenen Daten nicht. Damit ist von einer ordnungsgemäßen Randomisierung auszugehen. Einen Überblick gibt Tabelle 2.

Tabelle 2: Übersicht über die präoperativ erhobenen Daten in beiden Patientengruppen. Angaben für die Refraktion als sphärisches Äquivalent gemittelt über beide Augen. Unterschiede können bei einem korrigierten Signifikanzniveau von $0,05/5 = 0,01$ als signifikant angesehen werden.

Variablen	Fadenoperation	Rücklagerung	p
Anzahl an Patienten	42	46	
Alter in Jahren (Mittelwert mit SD)	5,8 (1,1)	6,2 (1,4)	0,142
Geschlecht m/w (Anzahl)	21/21	26/20	0,669
Refraktion in dpt (Mittelwert mit SD)	3,59 (2,17)	2,72 (2,08)	0,058
Präoperative Schielwinkel in der Ferne in ° (Mittelwert mit SD)	+21,8 (2,1)	+22,0 (2,4)	0,596
Präoperative Schielwinkel in der Nähe in ° (Mittelwert mit SD)	+23,8 (4,2)	+25,1 (3,3)	0,112

3.2 Schielwinkel

3.2.1 Schielwinkelgröße

3.2.1.1 Rectus-internus-Fadenoperation

Die präoperativen Schielwinkel wurden bereits unter Punkt 3.1.5 beschrieben. Unmittelbar postoperativ war der Winkel in der Ferne auf im Mittel $+5^\circ$ und in der Nähe auf $+6,3^\circ$ reduziert, wobei in einem Fall nur der Fernwinkel zu bestimmen war. 3 Monate nach der Operation zeigte sich ein mittlerer Fernwinkel von $+6,2^\circ$ und ein Nahwinkel von $+8,8^\circ$. Bei der letzten Kontrolle nach einem Jahr lag der Fernwinkel bei durchschnittlich $+7,4^\circ$ und der Nahwinkel bei $+10,6^\circ$ (Tabelle 3).

Tabelle 3: Mittelwerte der Schielwinkel für Ferne und Nähe nach beidseitiger Rectus-internus-Fadenoperation.

Zeitpunkt	Fernwinkel			Nahwinkel		
	Anzahl	Mittelwert in °	SD in °	Anzahl	Mittelwert in °	SD in °
2 Tage	42	+5,0	+/-3,6	41	+6,3	+/-3,8
3 Monate	39	+6,2	+/-5,4	39	+8,8	+/-6,8
1 Jahr	31	+7,4	+/-5,8	31	+10,6	+/-7,1

Im Zeitverlauf zeigte sich 2 Tage nach Fadenoperation eine deutliche Reduktion der Schielwinkel in Ferne und Nähe. Im Verlauf der Nachkontrollen kam es zu einer erneuten Vergrößerung der mittleren Schielwinkel, wobei die Schielwinkelzunahme in der Nähe größer als in der in der Ferne war.

3.2.1.2 Rectus-internus-Rücklagerung

Die Ausgangsschielwinkel wurden unter Punkt 3.1.5 bereits dargestellt. 2 Tage nach der Operation betrug der mittlere Fernwinkel $+4,6^\circ$ und der Nahwinkel $+5,8^\circ$, wobei kooperationsbedingt bei einem Patienten der insgesamt 46 Patienten weder Fern- noch Nahwinkel und bei einem weiteren Patienten nur der Nahwinkel ausreichend genau gemessen werden konnte. Es wurde daher der Fernwinkel von 44 und Nahwinkel von 45 Patienten ausgewertet. Nach 3 Monaten war der Fernwinkel auf im Mittel $+1,9^\circ$ und der Nahwinkel auf $+3,0^\circ$ reduziert. Nach einem Jahr betrug der mittlere Schielwinkel in der Ferne $+1,3^\circ$ und in der Nähe $+1,8^\circ$ (Tabelle 4).

Tabelle 4: Mittelwerte der Schielwinkel in Ferne und Nähe nach beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung.

Zeitpunkt	Fernwinkel			Nahwinkel		
	Anzahl	Mittelwert in °	SD in °	Anzahl	Mittelwert in °	SD in °
2 Tage	44	+4,6	+/-2,8	45	+5,8	+/-3,2
3 Monate	42	+1,9	+/-4,8	42	+3,0	+/-5,3
1 Jahr	34	+1,3	+/-4,6	34	+1,8	+/-5,9

Nach der bereits unmittelbar postoperativ deutlichen Reduktion der Schielwinkel, zeigte sich im Verlauf eine weitere kontinuierliche Abnahme der mittleren Schielwinkel, wobei sich nach 3 Monaten eine größere Veränderung im Vergleich zur Voruntersuchung zeigte und bei der letzten Kontrolle der Unterschied zur vorherigen Untersuchung geringer war.

3.2.1.3 Vergleich zwischen den Gruppen

Die Varianzanalyse (ANOVA mit Messwiederholungen) zeigte einen signifikanten Einfluss von Operationstechnik und Zeit auf Nah- und Fernwinkel ($p < 0,001$). Es erfolgten daher zeit-spezifische Vergleiche.

Die präoperativen Schielwinkel unterschieden sich in beiden Gruppen nicht signifikant, wobei die mittlere Differenz im Nahbereich mit $1,3^\circ$ größer war als im Fernbereich mit $0,2^\circ$ (siehe Tabelle 2). Bei der Kontrolle nach zwei Tagen bestand weder für die Fern- noch für die Nahwinkel ein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen. Nach 3 Monaten zeigte sich in der Rücklagerungsgruppe eine signifikant bessere Korrektur der Fern- und Nahwinkel ($p < 0,001$). Die mittlere Differenz zwischen den Behandlungsgruppen lag für die Fernwinkel bei $4,3^\circ$ und die Nahwinkel bei $5,8^\circ$.

Auch bei der letzten Kontrolle nach einem Jahr lag ein signifikanter Unterschied zwischen den Therapiegruppen für die mittleren Schielwinkel in Ferne und Nähe ($p < 0,001$) vor. Der mittlere Fernwinkel betrug in der Rücklagerungsgruppe $6,1^\circ$ weniger als in der Fadengruppe, zwischen den Nahwinkeln lag die mittlere Differenz bei $8,8^\circ$. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 und 6 sowie Abbildung 5 und 6 dargestellt.

Tabelle 5: Zeitspezifische Vergleiche der Fernwinkel.

Zeitpunkt	Fadenoperation		Rücklagerung		p	mittlere Differenz in °	95% - Konfidenzintervalle in °
	Anzahl	Mittelwert + SD in °	Anzahl	Mittelwert + SD in °			
2 Tage	42	+5,0 +/-3,6	45	+4,6 +/-2,8	0,54	0,4	-0,9; +1,8
3 Monate	39	+6,2 +/-5,4	42	+1,9 +/-4,8	< 0,001	4,3	+2,1; +6,7
1 Jahr	31	+7,4 +/-5,8	34	+1,3 +/-4,6	< 0,001	6,1	+3,5; +8,7

Tabelle 6: Zeitspezifische Vergleiche der Nahwinkel.

Zeitpunkt	Fadenoperation		Rücklagerung		p	mittlere Differenz in °	95% - Konfidenzintervalle in °
	Anzahl	Mittelwert + SD in °	Anzahl	Mittelwert + SD in °			
2 Tage	41	+6,3 +/-3,8	44	+5,8 +/-3,2	0,494	0,5	-0,9; +2,0
3 Monate	39	+8,8 +/-6,8	42	+3,0 +/-5,3	< 0,001	5,8	+3,1; +8,5
1 Jahr	31	+10,6 +/-7,1	34	+1,8 +/-5,9	< 0,001	8,8	+5,6; +12,1

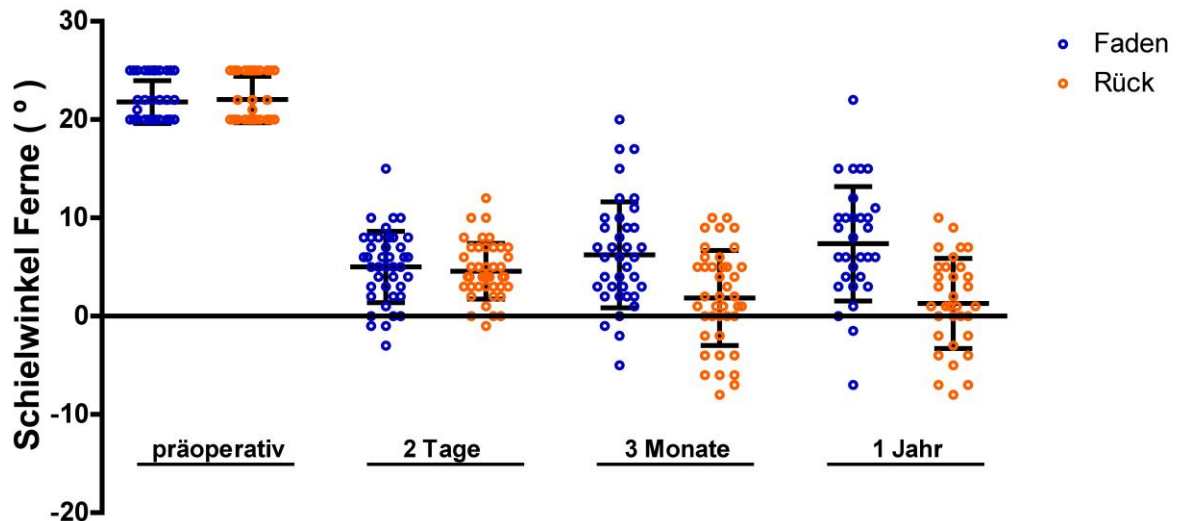


Abbildung 5: Zeitspezifische Vergleiche der Fernwinkel in beiden Behandlungsgruppen (Faden = Fadenoperation, Rück = Rücklagerung). Die Kreise stellen die Ergebnisse der einzelnen Patienten dar, zusätzlich sind die Mittelwerte mit Standardabweichung dargestellt.

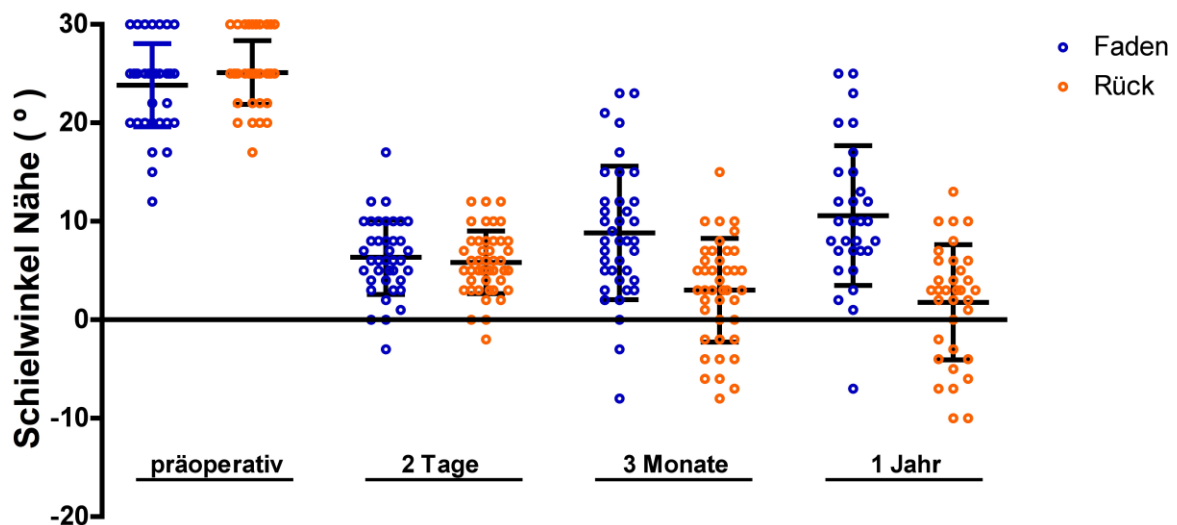


Abbildung 6: Zeitspezifische Vergleiche der Nahwinkel in beiden Behandlungsgruppen (Faden = Fadenoperation, Rück = Rücklagerung). Die Kreise stellen die Ergebnisse der einzelnen Patienten dar, zusätzlich sind die Mittelwerte mit Standardabweichung dargestellt.

Zudem zeigte sich eine signifikante Interaktion zwischen der Zeit und der Operationsform für Fern- und Nahwinkel (Operation x Zeit $p < 0,001$). Somit unterschieden sich die Zeitprofile zwischen der beiden Operationsgruppen (Abbildung 7 und 8).

Hingegen hatten weder das Alter bei Operation (Fernwinkel $p = 0,521$, Nahwinkel $p = 0,758$) noch die Refraktion beider Augen (Fernwinkel $p = 0,132/0,765$, Nahwinkel $p = 0,182/0,542$) einen signifikanten Effekt auf die Schielwinkel.

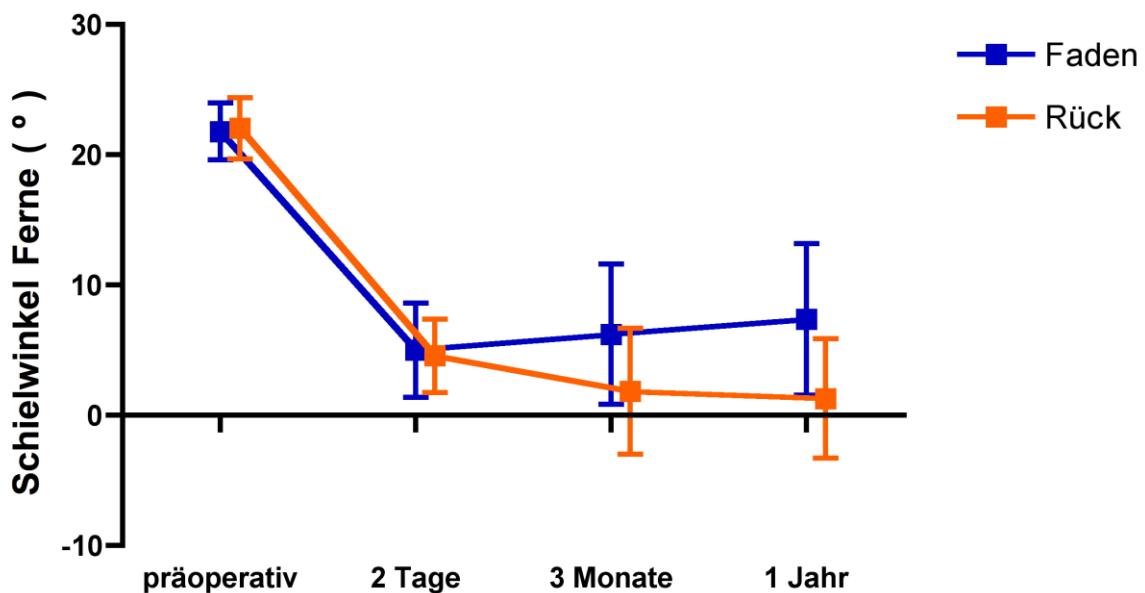


Abbildung 7: Zeitverlauf der Fernwinkel nach Fadenoperation (Faden) und beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung (Rück). Dargestellt sind die Mittelwerte der Schielwinkel mit Standardabweichung zu den Untersuchungszeitpunkten.

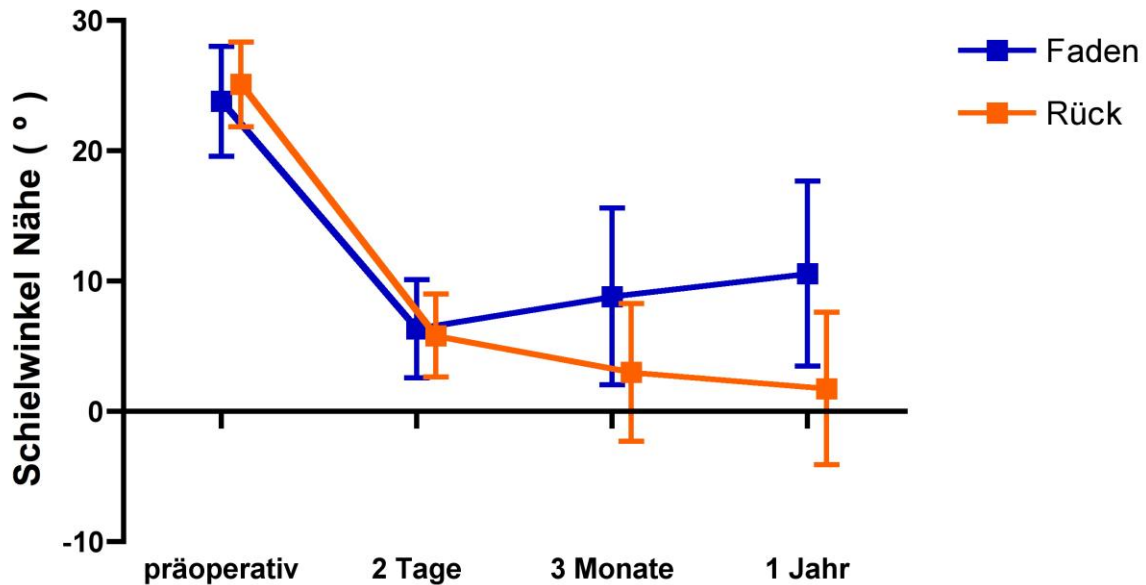


Abbildung 8: Zeitverlauf der Nahwinkel nach Fadenoperation (Faden) und beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung (Rück). Dargestellt sind die Mittelwerte der Schielwinkel mit Standardabweichung zu den Untersuchungszeitpunkten.

Innerhalb der beiden Gruppen fanden sich große Schwankungsbreiten, insbesondere bei den Kontrollen nach 3 Monaten und einem Jahr. Dies zeigt sich in den großen Standardabweichungen und Konfidenzintervallen für die Nahwinkel mehr als für die Fernwinkel. Die Streuung der Daten war nach Fadenoperation ausgeprägter als nach beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung.

3.2.2 Erfolgsraten

3.2.2.1 Rectus-internus-Fadenoperation

2 Tage nach Fadenoperation war bei 52,4 % der Patienten der Fernwinkel und bei 41,5 % der Nahwinkel auf einen Winkel zwischen -5° und $+5^\circ$ korrigiert, was als primärer Erfolg definiert worden war. In einem sehr guten Bereich zwischen -1° und $+3^\circ$ lagen 31 % der Fern- und 17,1 % der Nahwinkel.

Nach 3 Monaten lag der prozentuale Anteil der Patienten mit Schielwinkeln $\leq 5^\circ$ bei 46,2 % in der Ferne und 30,8 % in der Nähe. 30,8 % der Fernwinkel und 15,4 % der Nahwinkel lagen zwischen -1° und $+3^\circ$.

Nach einem Jahr betrug bei 32,3 % der Patienten der Fernwinkel und bei 16,1 % der Nahwinkel $\leq 5^\circ$. Zwischen -1° und $+3^\circ$ waren 19,4 % der Schielwinkel in der Ferne und 9,7 % der Schielwinkel in der Nähe korrigiert.

Im Verlauf der Nachkontrollen verschlechterten sich die Erfolgsraten im Fern- und Nahbereich.

3.2.2.2 Rectus-internus-Rücklagerung

2 Tage nach der Operation war in 68,2 % der Fälle der Fernwinkel und in 48,9 % der Nahwinkel auf einen Schielwinkel $\leq 5^\circ$ korrigiert. In einem sehr guten Bereich zwischen -1° und $+3^\circ$ lagen zu diesem Zeitpunkt 36,4 % der Fern- und 22,2 % der Nahwinkel.

Nach 3 Monaten lag der Schielwinkel zu 66,7 % in der Ferne und zu 59,5 % in der Nähe innerhalb des Erfolgsbereichs $\leq 5^\circ$. Auf einem Schielwinkel zwischen -1° und $+3^\circ$ waren in der Ferne 35,7 % und in der Nähe 28,6 % der Patienten korrigiert.

Nach einem Jahr lag der Fernwinkel bei 73,5 % und der Nahwinkel bei 58,8 % der Patienten $\leq 5^\circ$. Zwischen -1° und $+3^\circ$ lagen 38,2 % der Fern- und 32,4 % der Nahwinkel.

Die Erfolgsraten blieben im Zeitverlauf annähernd konstant.

3.2.2.3 Vergleich zwischen den Gruppen

Hinsichtlich des primären Erfolgsbereichs $\leq 5^\circ$ bestand 2 Tage nach der Operation kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Therapiegruppen.

3 Monate nach der Operation lag nach Rücklagerung bei prozentual mehr Patienten der Schielwinkel innerhalb des Erfolgsbereichs, der Unterschied war für die Nahwinkel ($p = 0,014$), nicht aber für die Fernwinkel ($p = 0,075$) statistisch signifikant.

Nach einem Jahr fand sich für Fern- und Nahwinkel ein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen ($p < 0,001$) mit besseren Ergebnissen in der Rücklagerungsgruppe. Dargestellt sind die Ergebnisse in Tabelle 7 und 8 sowie Abbildung 9 und 10.

Tabelle 7: Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken hinsichtlich der Erfolgsraten separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Ferne (F). Angegeben sind jeweils die absoluten und relativen Häufigkeiten für Schielwinkel größer als 5° und $\leq 5^\circ$. Unterschiede können bei einem korrigierten Signifikanzniveau von $0,05/2 = 0,025$ als signifikant angesehen werden.

Zeitpunkt	Operation	Anzahl	< - 5° oder > + 5°	- 5° bis + 5°	p
2 Tage (F)	Faden	42	20 (47,6 %)	22 (52,4 %)	0,186
	Rück	44	14 (31,8 %)	30 (68,2 %)	
3 Mon. (F)	Faden	39	21 (53,8 %)	18 (46,2 %)	0,075
	Rück	42	14 (33,3 %)	28 (66,7 %)	
1 Jahr (F)	Faden	31	21 (67,7 %)	10 (32,3 %)	0,001
	Rück	34	9 (26,5 %)	25 (73,5 %)	

Tabelle 8: Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken hinsichtlich der Erfolgsraten separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Nähe (N). Angegeben sind jeweils die absoluten und relativen Häufigkeiten für Schielwinkel größer als 5° und $\leq 5^\circ$. Unterschiede können bei einem korrigierten Signifikanzniveau von $0,05/2 = 0,025$ als signifikant angesehen werden

Zeitpunkt	Operation	Anzahl	< - 5° oder > + 5°	- 5° bis + 5°	p
2 Tage (N)	Faden	41	24 (58,5 %)	17 (41,5 %)	0,522
	Rück	45	23 (51,1 %)	22 (48,9 %)	
3 Mon. (N)	Faden	39	27 (69,2 %)	12 (30,8 %)	0,014
	Rück	42	17 (40,5 %)	25 (59,5 %)	
1 Jahr (N)	Faden	31	26 (83,9 %)	5 (16,1 %)	0,001
	Rück	34	14 (41,2 %)	20 (58,8 %)	

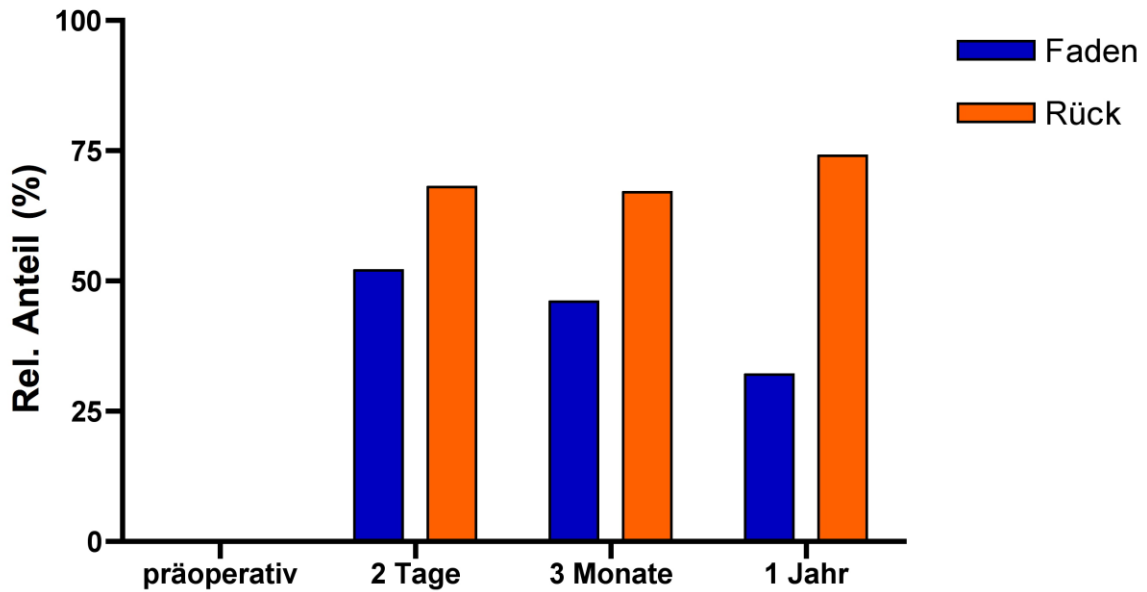


Abbildung 9: Vergleich der Erfolgsraten für Schielwinkel $\leq 5^\circ$ in der Ferne. Dargestellt ist der prozentuale Anteil (y-Achse) der Patienten zu den Kontrollzeitpunkten (x-Achse).

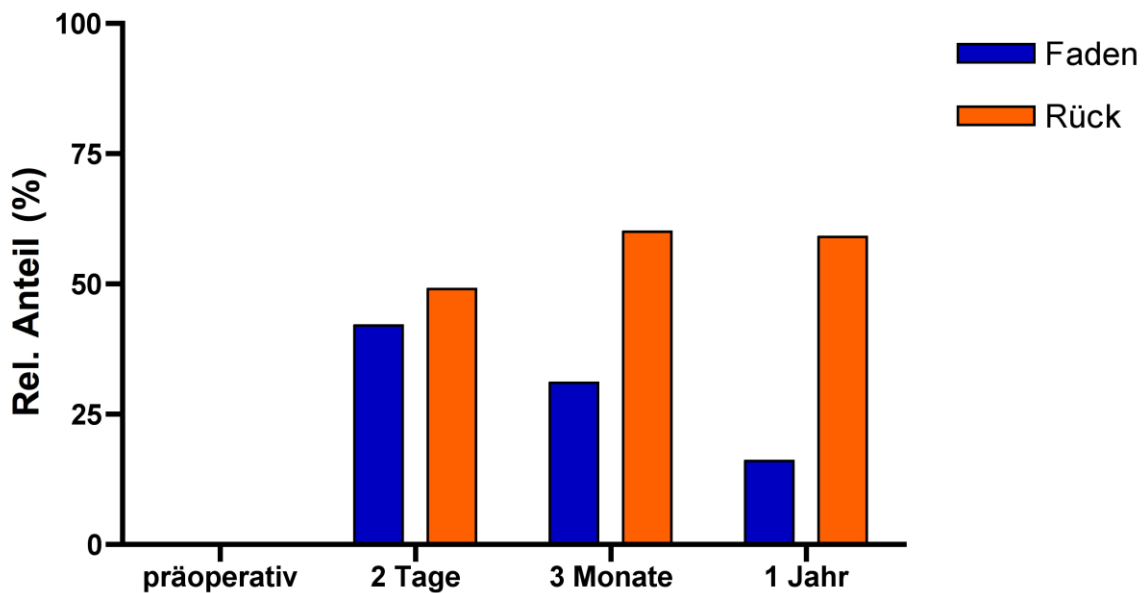


Abbildung 10: Vergleich der Erfolgsraten für Schielwinkel $\leq 5^\circ$ in der Nähe. Dargestellt ist der prozentuale Anteil (y-Achse) der Patienten zu den Kontrollzeitpunkten (x-Achse).

Für den sehr guten Bereich zwischen -1° und $+3^\circ$ lag prozentual der Anteil in der Rücklagerungsgruppe stets höher. Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden

Operationsgruppen bestand zu keinem Kontrollzeitpunkt (siehe Tabelle 9 und 10, Abbildung 11 und 12).

Tabelle 9: Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken für ein sehr gutes Ergebnis zwischen -1° und $+3^\circ$ separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Ferne (F). Unterschiede können bei einem korrigierten Signifikanzniveau von $0,05/2=0,025$ als signifikant angesehen werden.

Zeitpunkt	Operation	Anzahl	$< -1^\circ \text{ oder } > +3^\circ$	$-1^\circ \text{ bis } +3^\circ$	p
2 Tage (F)	Faden	42	29 (69,0 %)	13 (31,0 %)	0,652
	Rück	44	28 (63,6 %)	16 (36,4 %)	
3 Monate (F)	Faden	39	27 (69,2 %)	12 (30,8 %)	0,814
	Rück	42	27 (64,3 %)	15 (35,7 %)	
1 Jahr (F)	Faden	31	25 (80,6 %)	6 (19,4 %)	0,11
	Rück	34	21 (61,8 %)	13 (38,2 %)	

Tabelle 10: Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken für ein sehr gutes Ergebnis zwischen -1° und $+3^\circ$ separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Nähe (N). Unterschiede können bei einem korrigierten Signifikanzniveau von $0,05/2=0,025$ als signifikant angesehen werden.

Zeitpunkt	Operation	Anzahl	$< -1^\circ \text{ oder } > +3^\circ$	$-1^\circ \text{ bis } +3^\circ$	p
2 Tage (N)	Faden	41	34 (82,9 %)	7 (17,1 %)	0,598
	Rück	45	35 (77,8 %)	10 (22,2 %)	
3 Monate (N)	Faden	39	33 (84,6 %)	6 (15,4 %)	0,187
	Rück	42	30 (71,4 %)	12 (28,6 %)	
1 Jahr (N)	Faden	31	28 (90,3 %)	3 (9,7 %)	0,035
	Rück	34	23 (67,6 %)	11 (32,4 %)	

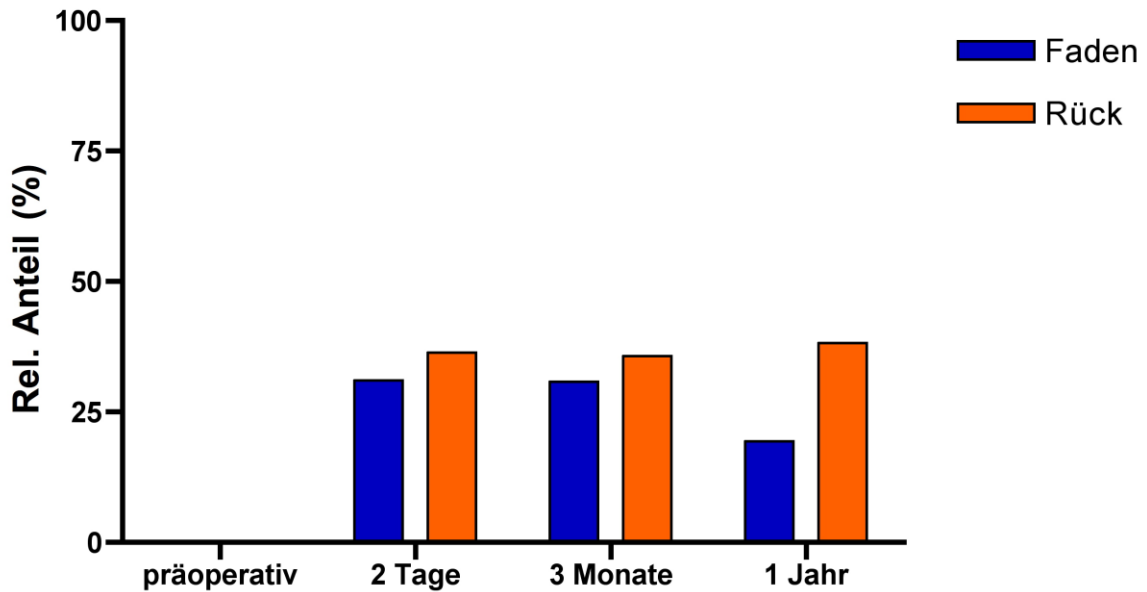


Abbildung 11: Vergleich der Raten für Schielwinkel zwischen -1° und $+3^\circ$ in der Ferne. Dargestellt ist der prozentuale Anteil (y-Achse) der Patienten zu den Kontrollzeitpunkten (x-Achse).

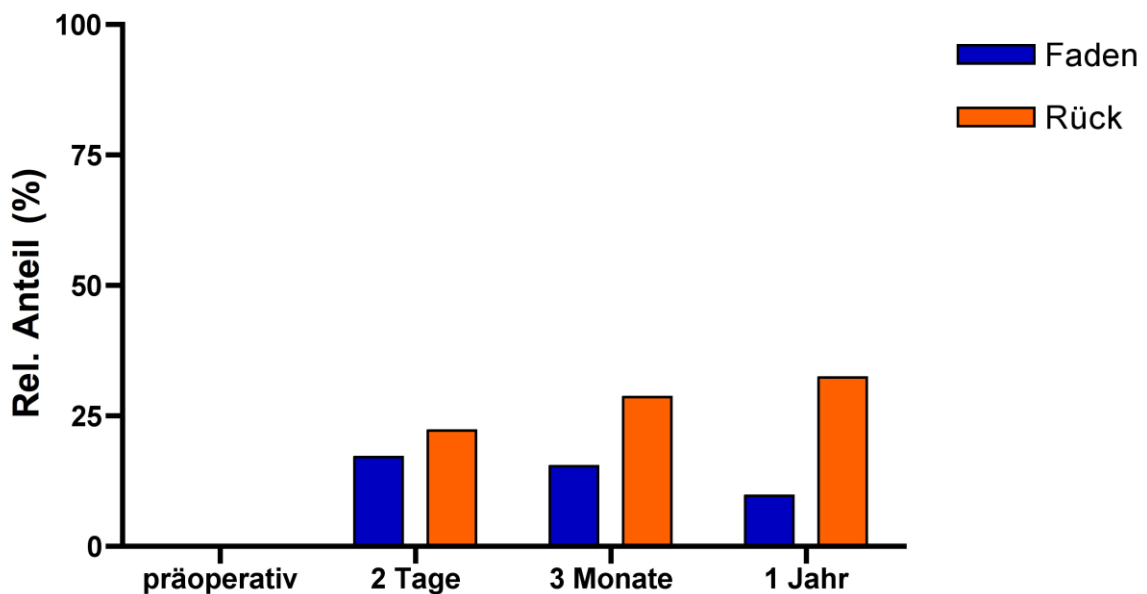


Abbildung 12: Vergleich der Raten für Schielwinkel zwischen -1° und $+3^\circ$ in der Nähe. Dargestellt ist der prozentuale Anteil (y-Achse) der Patienten zu den Kontrollzeitpunkten (x-Achse).

3.2.3 Über- und Unterkorrekturen

3.2.3.1 Rectus-internus-Fadenoperation

2 Tage nach der Operation zeigte sich bei insgesamt 47,6 % der Patienten im Fernbereich und bei 58,5 % im Nahbereich ein Restschielwinkel größer als $+5^\circ$. Überkorrekturen von mehr als -5° traten nicht auf. Bei einem Patienten zeigte sich eine leichte Überkorrektur mit einem Schielwinkel von -3° im Fern- und Nahblick.

Nach 3 Monaten war bei insgesamt 53,8 % der Patienten der Fernwinkel und bei 66,7 % der Nahwinkel mehr als $+5^\circ$ unterkorrigiert. Bei 17,9 % lag der restliche Fernwinkel und bei 35,9 % der restliche Nahwinkel über $+10^\circ$. Eine konsekutive Exotropie über -5° zeigte sich bei einem Patienten in Nähe (-8°), wobei der präoperative Nahwinkel in diesem Fall mit $+12^\circ$ relativ klein war. Der Fernwinkel lag bei diesem Patienten bei -2° . Ein weiterer Patient war leicht überkorrigiert mit einem Fernwinkel von -5° und einem Nahwinkel von -3° .

Nach einem Jahr waren nach Fadenoperation insgesamt 64,5 % der Patienten in der Ferne und 80,6 % in der Nähe mit einem Restschielwinkel über $+5^\circ$ unterkorrigiert. Schielwinkel von mehr als $+10^\circ$ waren in 22,6 % (Ferne) und 38,7 % (Nähe) der Fälle zu finden. Der noch bei Monat 3 in der Nähe mit -8° überkorrigierte Patient zeigte nach einem Jahr mit einem Nahwinkel von $+2^\circ$ und einen Fernwinkel von $-1,5^\circ$ eine Verbesserung. Bei dem zuvor nur leicht überkorrigierten Patient nahm die Überkorrektur zu, nach einem Jahr wurde ein Fern- und Nahwinkel von -7° gemessen.

Im Zeitverlauf wurden analog zu den schlechter werdenden Erfolgsraten Rest-Esotropien in der Fadengruppe prozentual häufiger.

3.2.3.2 Rectus-internus-Rücklagerung

2 Tage nach der Operation waren nach beidseitiger Rectus-Internus-Rücklagerung insgesamt 31,8 % der Patienten im Fernbereich und 51,1 % im Nahbereich mit einem Restschielwinkel über $+5^\circ$ unterkorrigiert. Dabei war in einem Fall (2,3 %) der Fernwinkel und in drei Fällen (6,7 %) der Nahwinkel größer als $+10^\circ$. Überkorrekturen über -5° traten zu diesem Zeitpunkt nicht auf. Ein Patient zeigte eine geringe Divergenzstellung von -2° in der Nähe.

Bei der Kontrolle nach 3 Monaten zeigte sich bei 21,5 % der Patienten für den Fernwinkel und bei 31 % für den Nahwinkel eine Rest-Esotropie von mehr als $+5^\circ$, wobei nur bei einem Patienten (2,4 %) der Nahwinkel über $+10^\circ$ betrug. Konsekutive Exotropien über -5° traten in

der Ferne 11,9 % der Fälle und in der Nähe in 9,5 % der Fälle auf.

Nach einem Jahr betrug der Restwinkel in der Ferne bei 17,6 % der Patienten und in der Nähe bei insgesamt 26,4 % der Patienten mehr als $+5^\circ$. Wiederum lag nur in einem Fall der Winkel in der Nähe über $+10^\circ$ ($+15^\circ$). 3 Patienten waren in der Ferne (8,8 %) und 5 Patienten in der Nähe (14,7 %) mehr als -5° überkorrigiert. Von den 5 Patienten, die nach 3 Monaten in der Ferne eine Exotropie größer -5° gezeigt hatten, konnte 1 Patient nach einem Jahr nicht nachkontrolliert werden, bei 3 Patienten blieb die Exotropie bestehen, bei einem weiteren Patienten besserte sich die Stellung von -6° auf -4° . Von den 4 in der Nähe nach 3 Monaten überkorrigierten Patienten konnte 1 Patient nicht nachuntersucht werden. 2 Patienten entwickelten eine neue konsekutive Exotropie $< -5^\circ$.

Im Zeitverlauf wurden Rest-Esotropien nach beidseitiger Internus-Rücklagerung seltener. Der Anteil an konsekutiven Exotropien nahm zwischen der Kontrolle nach 2 Tagen und der 3-Monatskontrolle etwas zu, während sich zwischen Monat 3 und einem Jahr keine eindeutige Tendenz feststellen lässt. Insgesamt verschieben sich die Schielwinkel im Verlauf der Kontrollen in Richtung Orthophorie, wobei Restschielwinkel häufiger blieben als Überkorrekturen.

3.2.3.3 Vergleich zwischen den Gruppen

2 Tage postoperativ war die Verteilung der Schielwinkel im Vergleich der beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. In beiden Gruppen zeigte sich bei einem Großteil der Patienten ein noch bestehender Restschielwinkel, wenn auch der Anteil in der Fadengruppe etwas höher lag.

Bei der 3-Monats- und 1-Jahres-Kontrolle zeigte sich sowohl für die Ferne als auch für die Nähe ein statistisch signifikanter Unterschied. In der Fadengruppe überwog der Anteil an Rest-Esotropien. Insbesondere deutliche Restschielwinkel über $+10^\circ$ waren nach Fadenoperation häufiger als nach Rücklagerung. Überkorrekturen waren dagegen in der Rücklagerungsgruppe häufiger.

Der Unterschied in der Verteilung der Schielwinkel nahm im Zeitverlauf zu.

Tabelle 11 und 12 geben einen Überblick über Verteilung der Schielwinkel.

Tabelle 11: Globale Verteilung der postoperativen Schielwinkel in der Ferne (F). Aufgeführt ist der absolute und prozentuale Anteil der Patienten, deren Schielwinkel in dem in der Kopfzeile dargestellten Bereich liegen. Hervorgehoben sind Über- und Unterkorrekturen über 5°.

Zeitpunkt	OP Anzahl	-10° bis -6°	-5° bis -2°	-1° bis +3°	+4° bis +5°	+6° bis +10°	> 10°	p
2 Tage (F)	Faden n = 42	0	1 (2,4 %)	13 (31 %)	8 (19 %)	19 (45,2 %)	1 (2,4 %)	0,289
	Rück n = 44	0	0	16 (36,4 %)	14 (31,8 %)	13 (29,5 %)	1 (2,3 %)	
3 Mon. (F)	Faden n = 39	0	2 (5,1 %)	12 (30,8 %)	4 (10,3 %)	14 (35,9 %)	7 (17,9 %)	0,003
	Rück n = 42	5 (11,9 %)	5 (11,9 %)	15 (35,7 %)	8 (19 %)	9 (21,5 %)	0	
1 Jahr (F)	Faden n = 31	1 (3,2 %)	1 (3,2 %)	6 (19,4 %)	3 (9,7 %)	13 (41,9 %)	7 (22,6 %)	0,001
	Rück n = 34	3 (8,8 %)	6 (17,6 %)	13 (38,2 %)	6 (17,6 %)	6 (17,6 %)	0	

Tabelle 12: Globale Verteilung der postoperativen Schielwinkel in der Nähe (N). Aufgeführt ist der absolute und prozentuale Anteil der Patienten, deren Schielwinkel in dem in der Kopfzeile dargestellten Bereich liegen. Hervorgehoben sind Über- und Unterkorrekturen über 5°.

Zeitpunkt	OP Anzahl	-10° bis -6°	-5° bis -2°	-1° bis +3°	+4° bis +5°	+6° bis +10°	> 10°	p
2 Tage (N)	Faden n = 41	0	1 (2,4 %)	7 (17,1 %)	9 (2,2 %)	21 (51,2 %)	3 (7,3 %)	0,99
	Rück n = 45	0	1 (2,2 %)	10 (22,2 %)	11 (24,4 %)	20 (44,4 %)	3 (6,7 %)	
3 Mon. (N)	Faden n = 39	1 (2,6 %)	1 (2,6 %)	6 (15,4 %)	5 (12,8 %)	12 (30,8 %)	14 (35,9 %)	0,001
	Rück n = 42	4 (9,5 %)	6 (14,3 %)	12 (28,6 %)	7 (16,7 %)	12 (28,6 %)	1 (2,4 %)	
1 Jahr (N)	Faden n = 31	1 (3,2 %)	0	3 (9,7 %)	2 (6,5 %)	13 (41,9 %)	12 (38,7 %)	< 0,001
	Rück n = 34	5 (14,7 %)	5 (14,7 %)	11 (32,4 %)	4 (11,8 %)	8 (23,5 %)	1 (2,9 %)	

3.3 Simultansehen (Bagolini-Test)

3.3.1 Rectus-internus-Fadenoperation

Vor der Operation gab kein Patient den Bagolini-Test in Ferne und Nähe konstant positiv an. 2 Tage nach der Operation war bei 14,3 % der Patienten in der Ferne und bei 45,2 % der Patienten in der Nähe Simultansehen nachweisbar; nach 3 Monaten in 51,3 % (Ferne) bzw. 46,2 % (Nähe) der Fälle. Nach einem Jahr lag der Anteil bei 32,3 % (Ferne) und 38,7 % (Nähe).

Damit blieb nachgewiesenes Simultansehen in der Nähe annähernd stabil, während sich in der Ferne eine zunächst auf - dann absteigende Kurve zeigte.

3.3.2 Rectus-internus-Rücklagerung

Präoperativ war bei keinem Patienten Simultansehen nachweisbar. 2 Tage postoperativ wurde von 19,6 % der Patienten in der Ferne und 60,9 % in der Nähe der Bagolini-Test positiv angegeben. Nach 3 Monaten lag der Anteil bei 52,4 % (Ferne) und 71,4 % (Nähe). Die Kontrolle nach einem Jahr zeigte Simultansehen für 55,9 % (Ferne) und 61,8 % (Nähe).

Im Verlauf zeigte sich damit ein Besserung der Simultansehens in der Ferne, während im Nahbereich der Anteil direkt postoperativ bereits hoch war und im Verlauf relativ konstant blieb.

3.3.3 Vergleich zwischen den Gruppen

In der logistischen Regressionsanalyse zeigte sich eine signifikante Beeinflussung des Simultansehens in der Nähe durch die Operationsmethode ($p = 0,004$) und den Zeitpunkt der Nachuntersuchung ($p < 0,001$). Eine Interaktion zwischen dem Effekt der Operationsmethode und der Zeit wurde nicht gefunden ($p = 1,000$). Auf das Simultansehen in der Ferne hatte nur der Zeitpunkt der Nachuntersuchung Einfluss ($p < 0,001$), nicht aber die Operationsmethode ($p = 0,197$). Auch fand sich keine Interaktion von Operation und Zeit ($p = 0,351$).

Die zeitspezifischen Vergleiche zeigten, dass der prozentuale Anteil der Patienten mit Simultansehen in der Ferne in der Rücklagerungsgruppe nach 2 Tagen und 3 Monaten geringfügig über dem der Fadengruppe lag. Bei der 1 Jahres Kontrolle war der Unterschied größer (56 % gegenüber 32 %). Zu keinem Zeitpunkt bestand ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Operationsmethoden (siehe Tabelle 13 und Abbildung 13).

In der Nähe zeigten in beiden Gruppen postoperativ mehr Patienten Simultansehen als in der

Ferne. Bereits bei der frühen postoperativen Untersuchung gaben in der Fadengruppe 45 % den Bagolini-Test positiv an, in der Rücklagerungsgruppe 61 %. Nur bei der Kontrolle nach 3 Monaten zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Nähe zwischen Fadenoperation und Rücklagerung ($p = 0,025$). Der prozentuale Anteil lag mit 71 % in der Rücklagerungsgruppe über dem der Fadengruppe mit 46 %. Nach einem Jahr verfügten in der Fadengruppe 39 % über Simultansehen in der Rücklagerungsgruppe 62 % (siehe Tabelle 14 und Abbildung 14).

Tabelle 13: Absolute und relative Häufigkeiten von Simultansehen in der Ferne für die beiden Operationstechniken, getrennt für jeden Untersuchungszeitpunkt.

Zeitpunkt	Bagolini Ferne	absolute (relative) Häufigkeiten Faden	absolute (relative) Häufigkeiten Rück	Odds Ratio [95 %-Konfidenzintervall]	p
2 Tage	negativ	36 (85,7 %)	37 (80,4 %)	1,453 [0,412; 5,504]	0,579
	positiv	6 (14,3 %)	9 (19,6 %)		
3 Monate	negativ	19 (48,7 %)	20 (47,6 %)	1,044 [0,400; 2,733]	1,000
	positiv	20 (51,3 %)	22 (52,4 %)		
1 Jahr	negativ	21 (67,7 %)	15 (44,1 %)	2,619 [0,866; 8,319]	0,081
	positiv	10 (32,3 %)	19 (55,9 %)		

Tabelle 14: Absolute und relative Häufigkeiten von Simultansehen in der Nähe für die beiden Operationstechniken, getrennt für jeden Untersuchungszeitpunkt.

Zeitpunkt	Bagolini Nähe	absolute (relative) Häufigkeiten Faden	absolute (relative) Häufigkeiten Rück	Odds Ratio [95 %-Konfidenzintervall]	p
2 Tage	negativ	23 (54,8 %)	18 (39,1 %)	1,869 [0,742; 4,797]	0,199
	positiv	19 (45,2 %)	28 (60,9 %)		
3 Monate	negativ	21 (53,8 %)	12 (28,6 %)	2,877 [1,061; 8,125]	0,025
	positiv	18 (46,2 %)	30 (71,4 %)		
1 Jahr	negativ	19 (61,3 %)	13 (38,2 %)	2,52 [0,844; 7,847]	0,084
	positiv	12 (38,7 %)	21 (61,8 %)		

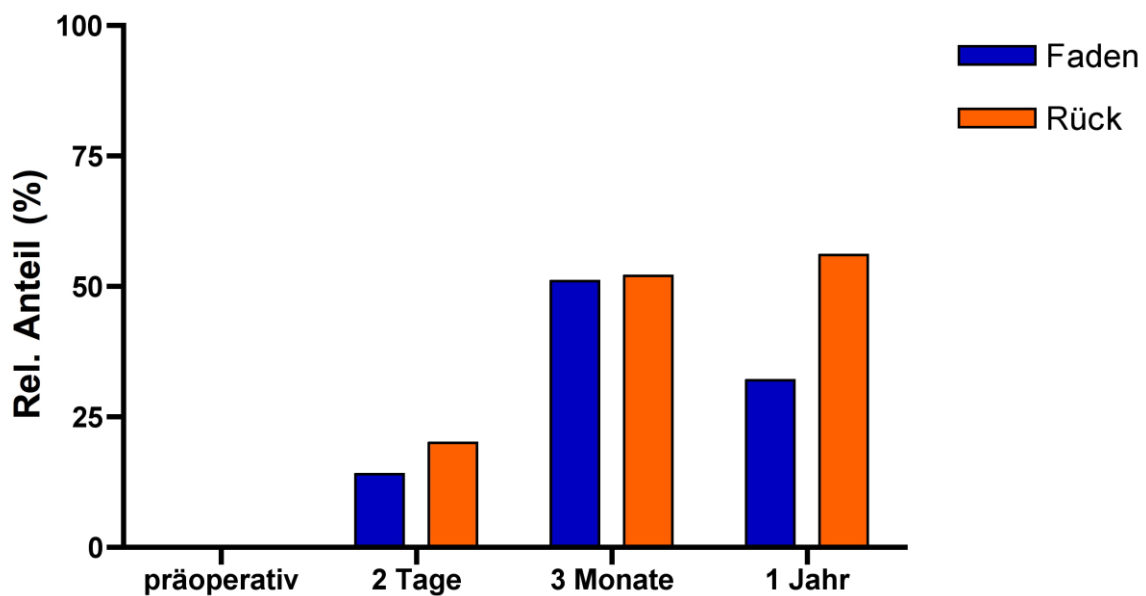


Abbildung 13: Simultansehen in der Ferne nach Fadenoperation und Rectus-internus-Rücklagerung. Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Patienten mit Simultansehen in der Ferne (y-Achse) zu den Untersuchungszeitpunkten (x-Achse).

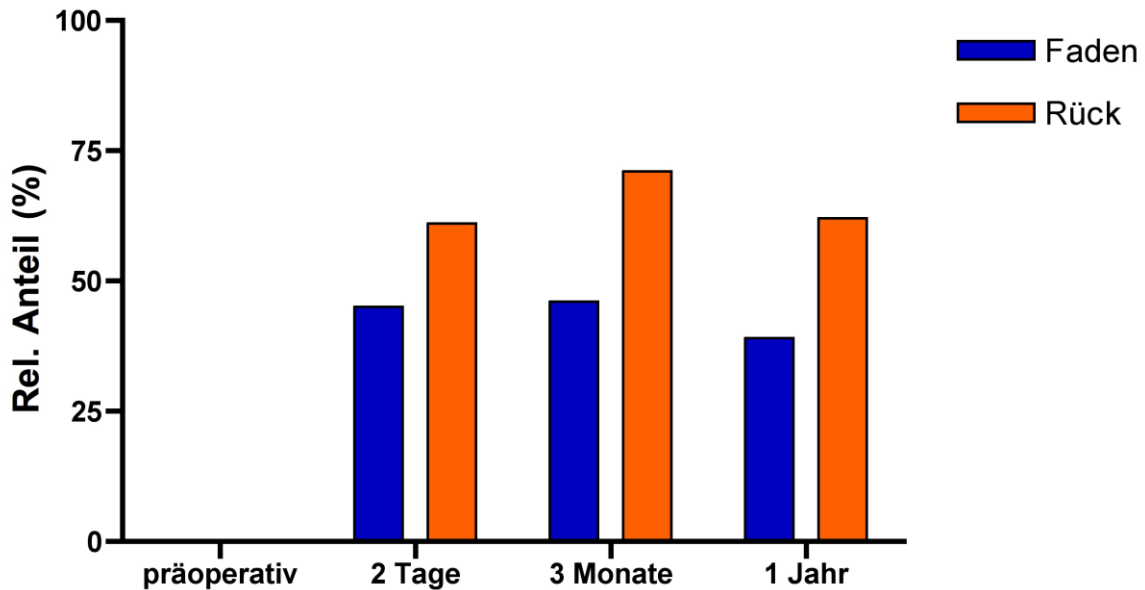


Abbildung 14: Simultansehen in der Nähe nach Fadenoperation und Rectus-internus-Rücklagerung. Dargestellt ist der prozentuale Anteil der Patienten mit Simultansehen in der Nähe (y-Achse) zu den Untersuchungszeitpunkten (x-Achse).

3.4 Stereosehen

3.4.1 Rectus-internus-Fadenoperation

Vor der Operation war bei keinem der Patienten Stereosehen nachweisbar. 2 Tage postoperativ gab ein Patient die Titmus-Fliege positiv an. Nach 3 Monaten zeigten in der Fadengruppe insgesamt 10,6 % der Patienten Stereopsis (5,3 % Titmus-Fliege, 5,3 % 200''). In einem Fall wurden keine verwertbaren Angaben gemacht. Nach einem Jahr wurde von einem Patienten die Titmus-Fliege positiv angegeben. Der ebenfalls durchgeführte Lang-Stereotest wurde von keinem Patienten zu keinem Zeitpunkt positiv angegeben.

3.4.2 Rectus-internus-Rücklagerung

Präoperativ wurden von keinem Patienten positive Angaben im Titmus-Test gemacht. Bei der Untersuchung 2 Tage postoperativ gab ein Patient die Titmus-Fliege positiv an. Nach 3 Monaten zeigten insgesamt 21,4 % Stereopsis (11,9 % Titmus-Fliege, 7,1 % 200'', 2,4 % 50'). Nach einem Jahr verfügten in der Rücklagerungsgruppe insgesamt 17,6 % der Patienten

über Stereosehen (8,8 % Titmus-Fliege, 5,9 % 200'', 2,9 % 50''). Auch in dieser Gruppe wurde der Lang-Stereotest von keinem Patienten zu keinem Zeitpunkt positiv angegeben.

3.4.3 Vergleich zwischen den Gruppen

In der Rücklagerungsgruppe konnte nach 3 Monaten und einem Jahr häufiger Stereosehen nachgewiesen werden. Allerdings war der Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen zu keinem Zeitpunkt signifikant. Die Auswertung ist in Tabelle 15 sowie Abbildung 15 und 16 dargestellt.

Tabelle 15: Ergebnisse des Titmus-Tests. Aufgeführt sind die absoluten und relativen Häufigkeiten der verschiedenen Abstufungen des Stereosehens. Diese kamen in den Bereichen 3800'' (= Titmus-Fliege), 200'' und 50'' vor.

Zeitpunkt	Titmus-Test	absolute (relative) Häufigkeiten Faden	absolute (relative) Häufigkeiten Rück	p
2 Tage	negativ	41 (97,6 %)	45 (97,8 %)	1,000
	Fliege	1 (2,4 %)	1 (2,2 %)	
	200''	0 (0)	0 (0)	
	50''	0 (0)	0 (0)	
3 Monate	negativ	34 (89,4 %)	33 (78,6 %)	0,640
	Fliege	2 (5,3 %)	5 (11,9 %)	
	200''	2 (5,3 %)	3 (7,1 %)	
	50''	0 (0)	1 (2,4 %)	
1 Jahr	negativ	30 (96,8 %)	28 (82,4 %)	0,326
	Fliege	1 (3,2 %)	3 (8,8 %)	
	200''	0 (0)	2 (5,9 %)	
	50''	0 (0)	1 (2,9 %)	

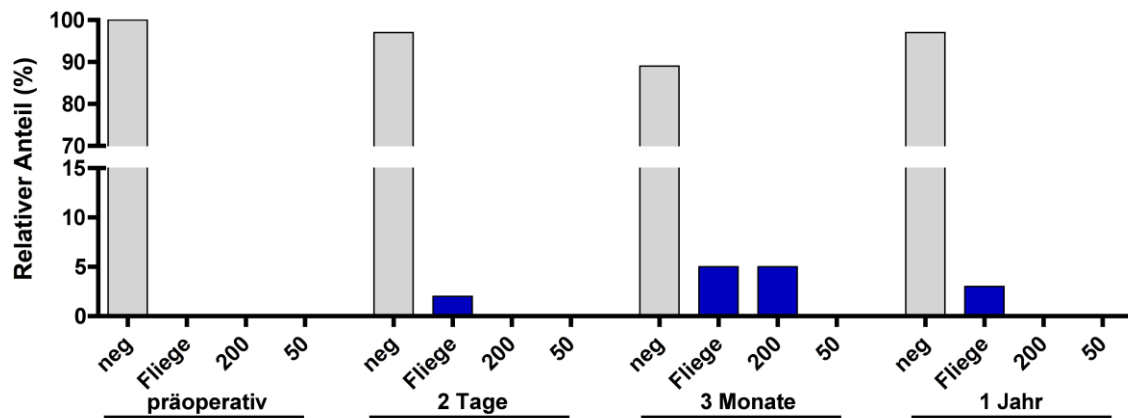


Abbildung 15: Ergebnisse des Titmus-Test nach Rectus-internus-Fadenoperation. Das Diagramm zeigt den relativen Anteil der Patienten, die positive Angaben im Titmus gemacht haben (y-Achse). Die y-Achse wurde zur besseren Übersicht geteilt. Aufgeführt sind in der X-Achse die Untersuchungszeitpunkte jeweils unterteilt in die 4 Abstufungen des Stereosehens in Winkelsekunden (negativ, Fliege, 200'', 50'').

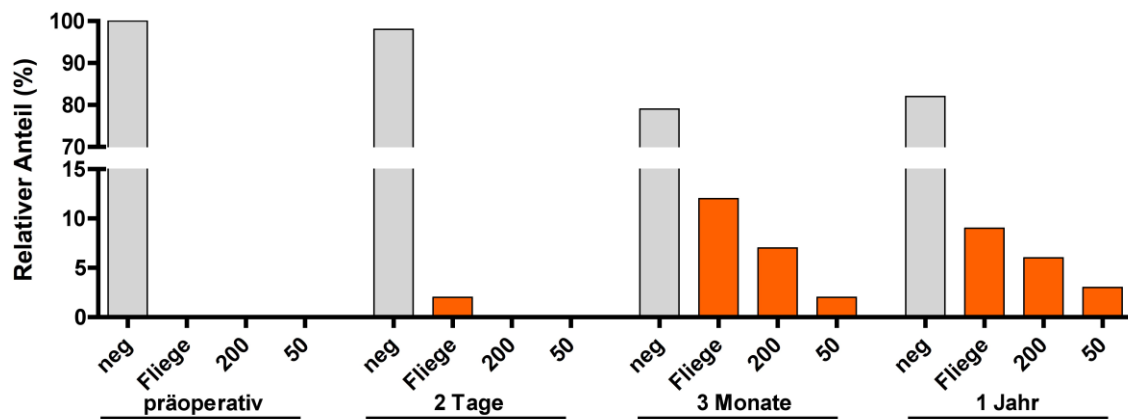


Abbildung 16: Ergebnisse des Titmus-Test nach Rectus-internus-Rücklagerung. Das Diagramm zeigt den relativen Anteil der Patienten, die positive Angaben im Titmus gemacht haben (y-Achse). Die y-Achse wurde zur besseren Übersicht geteilt. Aufgeführt sind in der X-Achse die Untersuchungszeitpunkte jeweils unterteilt in die 4 Abstufungen des Stereosehens in Winkelsekunden (negativ, Fliege, 200'', 50'').

3.5 Erneute Operationen

3.5.1 Rectus-internus-Fadenoperation

Nach Ablauf von einem Jahr erfolgte in der Fadengruppe bei 12 Patienten (38,7 %) ein nochmaliges operatives Vorgehen. Alle Operationen wurden aufgrund einer Rest-Esotropie durchgeführt. Bei vier weiteren Patienten wurde eine erneute Operation empfohlen, die aber nicht gewünscht wurde. Davon hatten 2 Patienten noch einen deutlichen Restschielwinkel (Patient 1: Fernwinkel $+11^\circ$, Nahwinkel $+23^\circ$, Patient 2: Fern- und Nahwinkel $+10^\circ$). Die Eltern wollten hier jedoch noch abwarten. 2 Patienten zeigten Restwinkel in Ferne und Nähe von $+8^\circ$ bzw. $+6^\circ$ und $+8^\circ$, wobei nach Prismenausgleich Simultansehen nachgewiesen werden konnte. Den Eltern fiel das Schielen allerdings kaum noch auf, sodass eine erneute Operation nicht erwünscht war.

Intraoperativ zeigte sich in 10 Fällen von den insgesamt 12 erneuten Operationen eine von der geplanten Dosierung abweichende Lage der Fadenfixationsstelle. Die Fäden lagen hier nicht bei 14 mm, sondern zwischen 9 und 13 mm vom Muskelansatz entfernt.

Bei 9 Patienten wurde eine beidseitige Fadenlösung mit anschließender Rectus-internus-Rücklagerung von 3 mm bis 7 mm durchgeführt, da sich intraoperativ ein korrekte oder nur geringfügig abweichende Fadenposition zeigte. Bei den bisher erfolgten postoperativen Untersuchungen nach 3 Monaten war bei 3 Kindern das Restschielen auf Winkel unter 5° in Ferne und Nähe reduziert. In 5 Fällen verblieb eine Esotropie über 5° und bei einem Kind zeigte sich eine Überkorrektur von -6° in Ferne und Nähe. 2 Patienten erhielten eine Bifokalbrille, da sich durch eine Nahaddition der Nahwinkel reduzieren ließ und Simultansehen erreicht werden konnte.

3 Patienten, bei denen sich in der Operation eine deutliche Abweichung der Fixationsstelle zeigte, erhielten nach Fadenlösung eine Fadenneulegung bei 14 mm. Ein Kind konnte damit nach 3 Monaten auf einen Restwinkel von $+2^\circ$ in der Ferne und $+3^\circ$ in der Nähe korrigiert werden. Bei einem Patienten bestand weiterhin ein Restschielen über $+5^\circ$ und in einem Fall zeigte sich nach 3 Monaten eine Überkorrektur auf -1° in der Ferne und -4° in der Nähe.

Insgesamt konnte durch die Zweiteingriffe bei 3 von 12 Patienten in der Ferne und bei 5 Patienten in der Nähe Simultansehen, aber in keinem Fall Stereofunktion erreicht werden.

3.5.2 Rectus-internus-Rücklagerung

Nach Rectus-internus-Rücklagerung wurden 2 Patienten (5,9 %) aufgrund einer konsekutiven Exotropie erneut operiert. In 2 Fällen wurde eine erneute Operation bei weiterhin bestehendem Innenschielen empfohlen. Dabei bestand bei einem Patienten ein Restwinkel von $+10^\circ$ in Ferne und Nähe, wobei nach Prismenausgleich kein Simultansehen nachweisbar war, sodass sich die Eltern gegen eine erneute Operation entschieden. Im zweiten Fall lag ein Restwinkel von $+7^\circ$ in der Ferne und $+6^\circ$ in der Nähe vor. Nach Prismenausgleich wurde Simultansehen in der Nähe nachgewiesen, sodass ein weiteres operatives Vorgehen aus funktioneller Sicht empfohlen wurde. Eine weitere Operation war nicht gewünscht, da das Schielen kosmetisch kaum auffällig war.

Die 2 Patienten, die erneut operiert wurden, erhielten eine beidseitige Wiedervorholung des rückgelagerten Rectus internus von 2 mm bzw. 3 mm. Intraoperativ zeigten sich keine Besonderheiten. Die voroperierten Augenmuskeln lagen wie gewünscht 7 mm vom ursprünglichen Ansatz entfernt. 3 Monate postoperativ war bei beiden Patienten noch eine geringe Exophorie mit latenten Schielwinkeln unter 5° und positivem Simultansehen in Ferne und Nähe, aber kein Stereosehen nachweisbar.

3.5.3 Vergleich zwischen den Gruppen

Nach Fadenoperation wurden statistisch signifikant häufiger erneute Operationen durchgeführt als nach beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung ($p = 0,002$). Tabelle 16 und Abbildung 17 zeigen den Vergleich zwischen den Behandlungsgruppen.

Tabelle 16: Häufigkeiten erneuter Operationen nach Rectus-internus-Fadenoperation und beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung.

Parameter	absolute (relative) Häufigkeiten Fadenoperation n = 31	absolute (relative) Häufigkeiten Rücklagerung n = 34	Odds Ratio plus 95 %-Konfidenzintervall	p
Keine erneute Operation	19 (61,3 %)	32 (94,1 %)	0,10 [0,02; 0,49]	0,002
Erneute Operation	12 (38,7 %)	2 (5,9 %)		

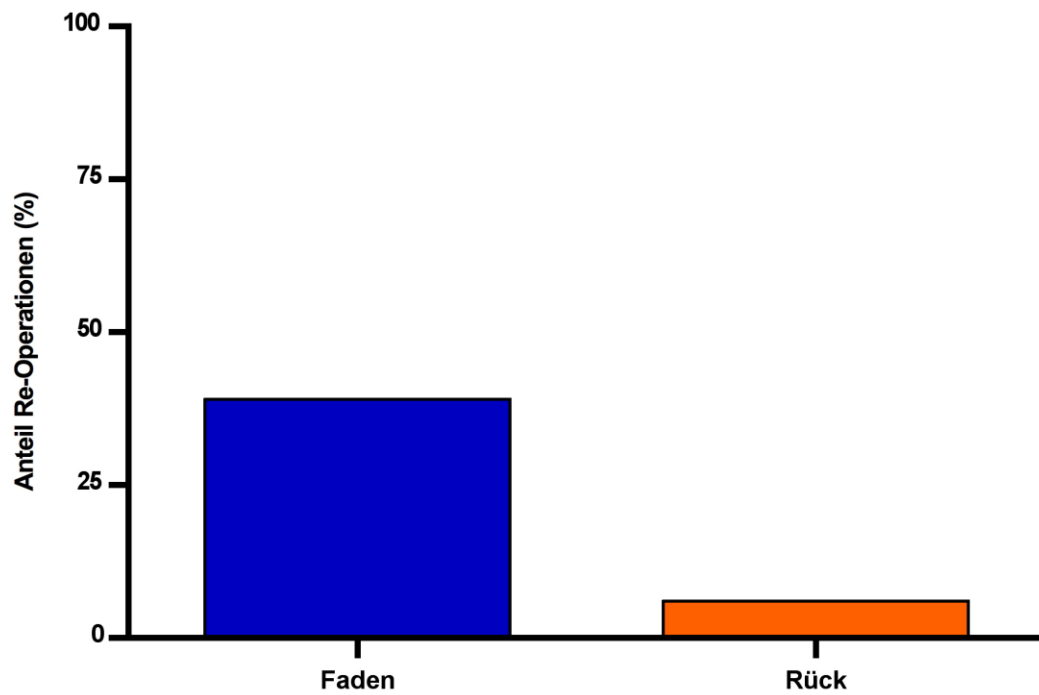


Abbildung 17: Relativer Anteil erneuter Operationen nach Rectus-internus-Fadenoperation (Faden) und Rectus-internus-Rücklagerung (Rück).

4 Diskussion

4.1 Überblick über die Literatur

Während unumstritten ist, dass bei der Therapie des frühkindlichen Schielsyndroms zunächst das Überwachen des Alternierens und gegebenenfalls die Okklusionsbehandlung im Vordergrund stehen und im Verlauf die Operation folgen sollte, werden einige Aspekte bezüglich des klinischen Vorgehens unterschiedlich gesehen (KÄSMANN-KELLNER und SEITZ 2012, KAUFMANN und STEFFEN 2012).

Diskutiert wird neben dem optimalen Operationszeitpunkt insbesondere die Effektivität unterschiedlicher Operationstechniken.

Bis zur Erstbeschreibung der beidseitigen retroäquatorialen Myopexie (Rectus-internus-Fadenoperation) durch CÜPPERS 1974 war die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung neben kombinierten Konvergenzoperationen Standardeingriff beim frühkindlichen Schielsyndrom (KAUFMANN und STEFFEN 2012). Diese Methode wurde an vielen Kliniken verlassen, da gezeigt werden konnte, dass die Fadenoperation gute Ergebnisse beim nichtakkomodativen Konvergenzexzess und instabilem bzw. schwankendem Winkel erzielt (CONRAD und TREUMER 1982, KAUFMANN und KOLLING 1982, MORO et al. 1981).

Den größten Anteil an Literatur zu operativen Interventionen beim frühkindlichen Schielsyndrom nehmen retrospektive Studien oder prospektive Kohorten-Studien ein. Es fehlen jedoch klinische Studien mit hohem Evidenz-Level. Zu diesem Schluss kommt ein systematisches Review von ELLIOT und SHAFIQ 2009, in dem die Literatur über chirurgische und nicht-chirurgische Therapien der frühkindlichen Esotropie von 1966 bis 2008 aufgearbeitet wurde.

KAUFMANN und STEFFEN merken hier 2012 ebenfalls an, dass es keine vergleichenden Studien von Autoren gibt, die über ausreichende Erfahrungen mit beiden Operationsverfahren verfügen. Schwierig macht den Vergleich der beiden Verfahren auch, dass in bisherigen Arbeiten selten prä- und postoperative Schielwinkel unter bestimmten Akkomodationsanforderungen gemessen wurden und oft unzureichende Kriterien (Geradestellung, Binokularfunktionen ohne genaue Definition) die Ergebnisse beschreiben (KAUFMANN 2004).

Somit ist die Wahl der Operationsmethode eine bisher subjektive, vom Ermessen des Operateurs abhängige Entscheidung. Eindeutige Kriterien für die Wahl der Operationsmethode lassen sich anhand der bisherigen Literatur nicht ausreichend definieren.

Um die Datenlage diesbezüglich zu verbessern, wurden in der vorliegenden prospektiven und randomisierten Studie die beidseitige Rectus-internus-Fadenoperation und die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung miteinander verglichen.

Auf die oben genannten Punkte eingehend, wurde bei allen Patienten ein refraktiver Vollaussgleich nach erfolgter Skiaskopie durchgeführt, um die Akkomodationsanforderungen zu vereinheitlichen. Als Zielgrößen wurden sowohl die Schielwinkelkorrektur als auch das Simultan- und Stereosehen und die Rate erneuter Operationen definiert.

4.2 Erfolgreiche Korrektur der Schielwinkel

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass bezüglich der Schielwinkelkorrektur die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung besser zur Behandlung der frühkindlichen Esotropie mit Winkelschwankungen und größeren Fernwinkeln zwischen 20° und 25° geeignet ist als die beidseitige Rectus-internus-Fadenoperation. Während sich unmittelbar nach der Operation noch keine deutlichen Unterschiede zeigen, ist das Ergebnis nach 3 Monaten und einem Jahr in Bezug auf den Nah- und Fernwinkel höchst signifikant.

Da, wie bereits erwähnt, keine vergleichenden Studien der beiden Operationsmethoden zu finden sind, wird im Folgenden zunächst auf die Literatur zur Fadenoperation eingegangen.

4.2.1 Vergleich mit der Literatur zur Rectus-internus-Fadenoperation

In der vorliegenden Studie war ein Jahr nach Fadenoperation lediglich bei 32,2 % der Patienten der Fernschielwinkel und bei 16,1 % der Nahschielwinkel erfolgreich auf ein Restschielen $\leq 5^\circ$ reduziert. Im Mittel betrug der Restwinkel in der Ferne $7,4^\circ$ (SD $5,8^\circ$) und in der Nähe $10,6^\circ$ (SD $7,1^\circ$); nur in 19,4 % der Fälle lag der Fernwinkel und 9,7 % der Fälle der Nahwinkel in einem sehr guten Bereich zwischen -1° und $+3^\circ$.

Auffällig ist, dass sich im Vergleich zu den vorherigen Untersuchungen die Erfolgsraten verschlechterten. Unmittelbar postoperativ lag der Anteil der Schielwinkel $\leq 5^\circ$ noch bei 52,4 % (Fernwinkel) bzw. 41,5 % (Nahwinkel), nach 3 Monaten immerhin noch bei 46,2 % (Fernwinkel) und 30,8 % (Nahwinkel).

In der Literatur konnte, nachdem 1974 die Fadenoperation von CÜPPERS als neue operative Technik vorgestellt worden war, in den Folgejahren mehrfach gezeigt werden, dass durch die Methode neben dem nichtakkomodativen Konvergenzexzess (DE DECKER und CONRAD 1975, KAUFMANN 1990, LEITCH et al. 1990, STEFFEN et al. 1998, STÄRK et al. 1999)

auch Schielwinkelschwankungen (CONRAD und TREUMER 1981, KAUFMANN und KOLLING 1982) reduziert werden können.

1983 und 1984 beschrieb DE DECKER, dessen Technik der Fadenoperation in der Augenklinik in Göttingen angewendet wird und auch in dieser Studie durchgeführt wurde, 3-Jahres-Ergebnisse nach Fadenoperation bei 235 Patienten mit klinisch oder anamnestisch nachweisbaren Winkelschwankungen. Bei präoperativen maximalen Fernwinkeln zwischen 10° und 30° wurde in 76 % der Fälle eine zufriedenstellende Korrektur der Schielwinkel in einen Bereich zwischen -1° und $+5^\circ$ erreicht. Allerdings waren für dieses Ergebnis in 6 % der Fälle zusätzliche Zweiteingriffe wie Rectus-externus-Resektionen bei Überkorrekturen oder Rectus-internus-Rücklagerungen bei Unterkorrekturen notwendig. Bei einigen Patienten mussten darüberhinaus Fadennachlegungen durchgeführt werden, wobei die genaue Anzahl nicht eindeutig ersichtlich ist, aber häufiger durchgeführt wurde als konventionelle Nachoperationen. Dosierungen von beidseits 12 mm (Bogenmaß) korrigierten maximale Fernwinkel bis $+15^\circ$, 13 mm bis $+20^\circ$ und 14 mm bis $+25^\circ$ auf das durch den kleinsten Basis- oder Anomaliewinkel vorgegebene Ausmaß. Bei Winkeln über $+25^\circ$ war die Wirkung in einem Drittel der Fälle zu gering (DE DECKER 1983, DE DECKER 1984). Die auch für Schielwinkel zwischen 20° und 25° guten Ergebnisse dieser retrospektiven Auswertung konnten in der von uns durchgeführten prospektiven Studie nicht bestätigt werden, wobei hier im Gegensatz zu DE DECKERS Arbeit ausschließlich die Ergebnisse nach dem Ersteingriff ausgewertet wurden. Die vom Autor beschriebenen notwendigen Fadennachlegungen verdeutlichen das Problem einer möglichen Fadenlockerung. Da in der vorliegenden Studie im Rahmen der Zweiteingriffe in 10 von 12 Fällen eine von der ursprünglichen Dosierung abweichende Lage der Fäden in geringerem Abstand vom Muskelansatz vorgefunden wurde, ist ein Lockerung der Fäden möglicherweise ein Grund für den hohen Anteil unbefriedigender postoperativer Augenstellungen. Zumindest bei 2 Patienten konnte durch eine Fadennachlegung der Schielwinkel erfolgreich korrigiert werden.

Ebenfalls bessere Resultate wurden in einer retrospektiven Auswertung von HAPPE 1997 beschrieben. Von 79 Patienten zeigten 75 % 8 Jahre nach Fadenoperation einen Schielwinkel kleiner $+5^\circ$, wobei bei 21,5 % der Patienten ein Zweiteingriff durchgeführt worden war. Der mittlere präoperative Schielwinkel war allerdings bei den Patienten mit 17° (SD 6°) in der Ferne und 22° (SD 6°) in der Nähe etwas kleiner als in der vorliegenden Arbeit, was zu den besseren Ergebnissen geführt haben kann.

Einige weitere Arbeiten, die sich mit variablen Winkeln beschäftigen, sind mit den hier erhobenen Daten schwer vergleichbar, da die präoperativen Schielwinkel nicht oder unpräzise

angegeben wurden (DE DECKER 1997, HAASE et al. 1978, MORO et al. 1981). Oftmals wurden zudem insbesondere bei größeren Schielwinkeln Fadenoperationen mit zusätzlichen ein- oder beidseitigen Rücklagerungen am Rectus medialis kombiniert (GRÄF et al. 2012, LEITCH et al. 1990, MÜHLENDYCK und LINNEN 1975, STEFFEN et al. 1998), da einige Autoren davon ausgehen, dass mit der Fadenoperation allein zwar die Winkelschwankungen (dynamische Winkel) und ein Konvergenzexzess ausreichend behandelbar sind, größere Basiswinkel (statische Winkel) aber zusätzliche Interventionen benötigen (MÜHLENDYCK und LINNEN 1975, STÄRK et al. 1999, STEFFEN et al. 1998).

DE DECKER wies 1983 zudem darauf hin, dass unterschiedlich stark wirkende Techniken der Fadenoperation durchgeführt werden, die zum Teil zusätzliche Interventionen nötig machen. Hingegen gehen andere Autoren davon aus, dass die Durchführung prinzipiell keinen Einfluss auf den Operationseffekt hat, sofern eine sichere Fixation des Muskels an der Lederhaut gelingt (KAUFMANN und STEFFEN 2012). Allerdings liegen keine Arbeiten vor, in denen die einzelnen Techniken der Fadenoperation verglichen wurden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass nur wenige Arbeiten zur Fadenoperation eine Aussage über die Wirksamkeit bei größeren Schielwinkeln zulassen. Die hier vorgestellte Studie konnte die zum Teil guten motorischen Ergebnisse in der Literatur für größere Schielwinkel nicht bestätigen.

4.2.2 Vergleich mit der Literatur zur Rectus-internus-Rücklagerung

Nach beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung lagen die Erfolgsraten in der vorliegenden Studie in einem höheren Bereich als nach Rectus-internus-Fadenoperation. Ein Jahr nach der Operation war bei 73,5 % der Patienten der Fernwinkel und bei 58,8 % der Patienten der Nahwinkel auf einen latenten Restwinkel $\leq 5^\circ$ korrigiert. Im Mittel betrug der Fernwinkel $1,3^\circ$ (SD $4,6^\circ$) und der Nahwinkel $1,8^\circ$ (SD $5,9^\circ$); immerhin 38,2 % der Fernwinkel und 32,4 % der Nahwinkel lagen in einem sehr guten Bereich zwischen -1° und $+3^\circ$.

Im Gegensatz zur Fadenoperation verbesserten sich die Erfolgsraten vor allem in der Nähe gegenüber der unmittelbar postoperativen Kontrolle, bei der 68,2 % der Fernwinkel und 48,9 % der Nahwinkel auf Werte $\leq 5^\circ$ reduziert waren. Im Vergleich zur Untersuchung nach 3 Monaten mit einer Erfolgsrate von 66,7 % (Fernwinkel) und 59,5 % (Nahwinkel) zeigte sich nur eine geringfügige Änderung.

Die beidseitige Medialis-Rücklagerung ist weit verbreitet und wurde schon früh zur Behandlung der frühkindlichen Esotropie eingesetzt. Bereits 1968 berichtete GABRIEL über 41 Pati-

enten, die eine doppelseitige Internus-Rücklagerung von meist 5 mm (3 Patienten 4 mm, 1 Patient 3 mm) erhalten hatten, wobei die Patienten hier präoperativ deutlich kleinere Winkel in Ferne und Nähe aufwiesen als in dem hier betrachteten Krankengut. Ein Erfolgsbereich wurde hier nicht definiert.

Arbeiten über großstreckige Rücklagerungen zwischen 5 und 7 mm bei größeren präoperativen Schielwinkeln stammen vornehmlich aus dem nordamerikanischen Raum und werden im Folgenden beschrieben. Die Schielwinkel wurden in Prismendioptrien (PD) angegeben und als Erfolg ein Bereich innerhalb von 10 Prismendioptrien definiert, was etwa $5,8^\circ$ entspricht. Ein Vergleich ist zumeist nur in Bezug auf den Fernwinkel möglich, da Angaben für den Nahwinkel oft nicht zu finden sind.

So konnten in einer retrospektiven Auswertung von HELVESTON et al. (1983) von 133 Patienten unter 5 Jahren bei 85,7 % 2 Monate postoperativ und 82 % der Patienten 6 Monate bis 7 Jahre postoperativ der Schielwinkel erfolgreich korrigiert werden. Über ebenfalls hohe Erfolgsraten bei präoperativen Schielwinkel $> 27^\circ$ berichteten neben SZMYD et al. 1985 mit 76 % auch NELSON et al. 1987 b mit 83 % nach 6-mm-Rücklagerung und 88 % nach 7-mm-Rücklagerung bei jüngeren Kindern ≤ 2 Jahren mindestens 6 Monate nach der Operation, wobei eine Brillenverordnung hier erst ab 3 Dioptrien Hyperopie, bei Rest-Esotropie oder Rezidiv ab 1,5 Dioptrien erfolgte.

Ähnliche Ergebnisse erzielten auch WEAKLEY et al. (1991) mit einer Erfolgsrate von 75 % 18 Monate nach beidseitiger 7-mm-Medialis-Rücklagerung bei großwinkliger Esotropie von mindestens 37° sowie TOLUN et al. (1999) mit 76 %, während in einer Arbeit von KESKINBORA und PULUR (2004) von 214 Patienten nach durchschnittlich 4,5 Jahren nur etwa 50 % ausreichend korrigiert waren.

Bessere Resultate beschrieben wiederum WANG und WANG 2012. Eine beidseitige Internus-Rücklagerung von 5-7 mm bei älteren Kindern (1-12 Jahre) und einem präoperativen Schielwinkel zwischen 17° und 35° war hier in 79 % der Fälle erfolgreich.

Die genannten retrospektiven Studien zeigen also uneinheitliche Erfolgsraten, wobei die anfangs erwähnten erstaunlich guten Ergebnisse durch aktuelle Arbeiten etwas relativiert wurden. Meist waren die Ergebnisse etwas besser als in der vorliegenden Studie, wobei zu beachten ist, dass es sich hier vornehmlich um retrospektive Auswertungen handelt.

4.2.3 Einflussfaktoren

In der vorliegenden Arbeit hatten weder das Alter bei Operation noch die präoperative Refraktion als potentielle Prognosefaktoren einen signifikanten Effekt auf die Schielwinkel. Das Alter bei Operation spielt aufgrund einer besseren Kooperation älterer Kinder und somit einer genaueren Messung der Schielwinkel und Dosierung der Operation eine Rolle. Allerdings war eine gute Mitarbeit Voraussetzung für die Aufnahme in die Studie und spielt eher bei jüngeren Kindern eine Rolle (hier Alter 4 bis 10,6 Jahre). Zudem sind auch mechanische Faktoren zu bedenken. Arbeiten von ROGGENKÄMPER und SIPP 1980 und KRZIZIOK et al. 1994 beschrieben den Einfluss der Bulbuslänge auf die Wirkung der Fadenoperation. Bei längeren Augen ergab sich bei gleicher Dosierung eine geringere Schielwinkelreduktion als bei kürzeren Augen. Auch für die Rectus-internus-Rücklagerung konnte eine Studie von KUSHNER et al. 1989 eine inverse Korrelation zwischen Achsenlänge und Schielwinkelreduktion nachweisen.

Die Größe des Augapfels wird durch das Alter beeinflusst. So fanden beispielsweise ROGGENKÄMPER und SIPP 1980 bei 3-Jährigen eine durchschnittliche Bulbuslänge von 21,9 mm, bei 7-Jährigen von 22,3 mm und bei Erwachsenen von 24,0 mm bei 100 untersuchten Patienten mit schwankenden konvergenten Schielwinkeln. KRZIZIOK et al. beschrieben 1994 ebenfalls eine hochsignifikante Korrelation zwischen Lebensalter und Bulbuslänge. Auch die Refraktion korrelierte hier in hohem Maß mit der Länge des Augapfels (KRZIZIOK et al. 1994).

Daraus ergibt sich, dass sich das Operationsalter und die Refraktion potenziell indirekt auf das Operationsergebnis auswirken können, auch wenn in der Literatur (GRÄF et al. 2012, KRZIZIOK et al. 1994) eine direkte Beziehung zwischen dem Alter bei Operation und der Schielwinkelkorrektur bzw. der Refraktion und der Schielwinkelkorrektur, wie auch in der vorliegenden Arbeit, nicht nachgewiesen werden konnte.

Neben den bereits genannten Faktoren wurde sowohl für die Fadenoperation (KAUFMANN 1990, KRZIZIOK et al. 1994) als auch für die Internus-Rücklagerung (KUSHNER et al. 1993) gezeigt, dass die Reduktion des Schielwinkels von der Größe des präoperativen Winkels abhängt, also bei großen Winkeln eine größere Reduktion resultiert, aber auch ein größerer Restwinkel verbleibt. In der vorliegenden Arbeit wurde, im Gegensatz zu den genannten Studien, der präoperative Schielwinkel allerdings bereits vorab eingegrenzt, Einschlusskriterium war eine Fernwinkel zwischen 20° und 25°.

4.3 Überkorrekturen

Konsekutive Exotropien, also zu starke Korrekturen, über -5° traten in dieser Arbeit in beiden Behandlungsgruppen selten auf. Der Anteil war mit 8,8 % der Fernwinkel bzw. 14,7 % der Nahwinkel 1 Jahr postoperativ nach Rücklagerung etwas höher als nach Fadenoperation mit 3,2 % (1 Patient) im Fern- und Nahbereich, wobei der präoperative Schielwinkel dieses Patienten im unteren Bereich der Verteilung lag, was eine Überkorrektur wahrscheinlicher machte.

In der Literatur traten konsekutive Exotropien nach Fadenoperation ebenfalls eher selten auf (4,7 % DE DECKER 1983 und 1984, 14 % DE DECKER 1997, 3,4 % HAASE et al. 1978, 5 % HAPPE 1997). Im Langzeitverlauf können auch Jahre nach Fadenoperationen konsekutive Exotropien beobachtet werden, was eine Arbeit von HAPPE und SULEIMAN 1999 zeigte. Allerdings ist das Risiko im Vergleich zur Rectus-internus-Rücklagerung als geringer einzustufen.

Die Angaben in der Literatur hinsichtlich konsekutiver Exotropien nach Medialis-Rücklagerung variieren. In den bereits beschriebenen Studien lag die Rate zwischen 0 und 15 % (15 % KESKINBORA und TULUR 2004, 0 % TOLUN et al. 1999, 11 % WEAKLEY et al. 1991). Der sehr hohe Anteil von 44 % in der Arbeit von GABRIEL 1968 lässt sich hier schwer einordnen, da kleinere präoperative Winkel vorlagen. Allerdings zeigte sich, dass bei unilateralem Schielen, zusätzlicher Vertikalabweichung, Hyperopie über 6 Dioptrien und anomaler Netzhautkorrespondenz ein Abweichen in die Divergenz besonders oft auftrat (GABRIEL 1968).

Eine großstreckige beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung scheint auch dann häufiger zu konsekutiven Exotropien zu führen, wenn sehr früh operiert wird und die Patienten über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. So beschrieben STAGER et al. 1994 eine spät auftretende konsekutive Exotropie bei 27 % (24 von 88) der Patienten nach bilateraler 7-mm-Medialis-Rücklagerung, wobei die meisten Patienten innerhalb des ersten Lebensjahres operiert worden waren und der durchschnittliche präoperative Schielwinkel sehr groß war (im Mittel 43°). Diese späten konsekutiven Exotropien traten durchschnittlich erst 26,8 Monaten postoperativ auf.

Eine ähnlich hohe Rate von 20 % wurde in einer Arbeit von VROMAN et al. 2000 angegeben, die Kinder unter 18 Monaten operiert und nach durchschnittlich 28,1 Monaten untersucht hatten.

Diese zum Teil schlechten motorischen Langzeitergebnisse konnten hingegen KRZIZOK et al. 1998 in einer retrospektiven Auswertung von 100 Patienten, die mindestens 10 Jahre zuvor

eine Augenmuskeloperation bei frühkindlicher Esotropie erhalten hatten, nicht bestätigen. Prozentual lag der Anteil langfristig unbefriedigender Schielstellungen (Eso- oder Exotropien über 9°) unter 15 % und damit nicht höher als 3 Monate nach der Operation. Für ein stabiles Resultat war in 5 % der Fälle eine 2. Augenmuskeloperation nötig.

Auch BAKER berichtete 2006 über stabile Langzeitergebnisse nach operativ behandelte frühkindlicher Esotropie. Bei 87 % der Patienten änderte sich die Augenstellung im Vergleich zur letzten regulären postoperativen Untersuchung im Verlauf von 20 Jahren nicht. Allerdings wurde in beiden Arbeiten nicht zwischen einzelnen Operationsmethoden unterschieden.

In der vorliegenden Studie entwickelte sich zwischen Monat 3 und einem Jahr bei keinem Patienten in der Ferne und bei 2 Patienten in der Nähe eine „neue“ konsekutive Exotropie $> 5^\circ$. Da ein Teil der Patienten nach einem Jahr nicht kontrolliert werden konnte (davon 2 mit konsekutiver Exotropie), was sicher ein Nachteil in dieser Arbeit ist, verschiebt sich der prozentuale Anteil. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich im zeitlichen Verlauf noch häufiger konsekutive Exotropien entwickeln.

4.4 Unterkorrekturen

Häufiger als Überkorrekturen waren in dieser Studie und auch in der beschriebenen Literatur konvergente Rest-Schielwinkel. Dabei zeigten 1 Jahr nach Fadenoperation immerhin 64,5 % der Patienten in der Ferne und 80,6 % in der Nähe und damit ein wesentlich höherer Anteil als nach Rectus-internus-Rücklagerung mit 17,6 % bzw. 26,4 % einen Restwinkel über $+5^\circ$. Insbesondere waren auch große Rest-Esotropien von mehr als $+10^\circ$ mit 22,6 % der Fernwinkel und 38,7 % der Nahwinkel nach Fadenoperation gegenüber nur einem Patienten (2,9 %) nach beidseitiger Rücklagerung in der Nähe deutlich häufiger.

In der Literatur wurde nach Fadenoperation ein Untereffekt in 18 % bis 27 % der Fälle beschrieben (18,2 % DE DECKER 1983 und 1984, 27 % DE DECKER 1997, 20 % HAASE et al. 1978, 18 % HAPPE 1997). Diese bereits zum Teil hohen Raten wurden in der vorliegenden Arbeit übertroffen. Wie bereits unter Punkt 4.2.1 erwähnt, kommt als Grund hierfür ist zumindest in einigen Fällen eine postoperative Lockerung der Fäden in Betracht. Dies kann im Zeitverlauf mit einer abnehmenden Operationswirkung einhergehen und könnte erklären, warum vor allem bei der unmittelbar postoperativen Untersuchung aber auch bei der Kontrolle nach 3 Monaten Unterkorrekturen nach Fadenoperation anteilmäßig seltener waren als 1 Jahr postoperativ. Eine Zunahme konvergenter Restschielwinkel nach Fadenoperation wurde

bereits von anderen Autoren beschrieben (KAUFMANN 1980, KAUFMANN UND KOLLING 1982).

Nach Rectus-internus-Rücklagerung wurden in der Literatur, ähnlich wie in der vorliegenden Arbeit mit 17,6 % der Fernwinkel und 26,4 % der Nahwinkel, Unterkorrekturen mit einer Häufigkeit von 11 % bis 24 % der Patienten beschrieben (11 % NELSON et al. 1987, 24 % SMYD et al. 1985, 24 % TOLUN et al. 1999, 21 % WANG und WANG 2012, 18,2 % WEAKLEY et al. 1991). Im Gegensatz zur Fadenoperation wurden im Vergleich zu den Voruntersuchungen Untereffekte tendenziell seltener.

4.5 Simultan- und Stereosehen

Das Erreichen eines guten motorischen Ergebnisses ist eine Voraussetzung dafür, dass auch Binokularfunktion erreicht werden kann. Da eine normale binokulare Reifung in den ersten Lebenswochen allerdings nicht stattgefunden hat, bietet auch eine erfolgreiche Korrektur des Schielwinkels keine Garantie, dass sich Binokularsehen entwickelt (BIRCH et al. 2000, BIRCH et al. 2004, ESSER et al. 1981). Neben der Korrektur des Schielwinkels ist trotz der ungünstigen Prognose die Erlangung von Stereopsis wünschenswert, da dies unter anderem Einfluss auf die sensomotorische Entwicklung und die Lesefähigkeit nimmt (BIRCH und WANG 2009). Es konnte zudem gezeigt werden, dass vorhandenes Stereosehen nach erfolgreicher operativer Korrektur das motorische Ergebnis stabilisiert und das Risiko weiterer Operationen mindert (BIRCH et al. 2000 und 2004).

Die meisten Patienten in dieser Arbeit, deren latente Rest-Schielwinkel innerhalb der 5° Grenze lagen, zeigten Simultansehen. Mehrere Patienten, deren latenter Winkel größer war, machten im Bagolini-Test ebenfalls positive Angaben, da der spontan eingenommene Schielwinkel ohne Dissoziation kleiner war. Ein kleiner Teil der Patienten zeigte trotz einer guten postoperativen Augenstellung keine Binokularität.

Im Vergleich der beiden Operationsgruppen war bezüglich des Simultansehens nur bei der Kontrolle nach 3 Monaten ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Operationstechniken festzustellen. Prozentual lag der Anteil an Patienten mit Simultansehen in der Rücklagerungsgruppe stets höher. Bereits 2 Tage nach der Operation wurde der Bagolini-Test in der Nähe bei 60,9 % der Patienten in der Rücklagerungsgruppe positiv angegeben gegenüber 45,2 % in der Fadengruppe. Für die Ferne war der Anteil in beiden Gruppen geringer (19,6 % und 24,3 %). Bei den 3-Monats-Kontrollen lag der Anteil in der Nähe bei 71,4 % in der Rücklagerungsgruppe und bei 46,2 % in der Fadengruppe, sowie in der Ferne in der Rück-

lagerungsgruppe bei 52,4 % und in der Fadengruppe bei 51,3 %. Nach einem Jahr war der Anteil in der Nähe mit 61,8 % in der Rücklagerungsgruppe und 38,7 % in der Fadengruppe sowie im Fernbereich mit 55,9 % nach Rücklagerung und 32,3 % nach Fadenoperation etwas niedriger.

In der Literatur variieren die Angaben bezüglich des Simultansehens deutlich. Nach operativer Behandlung von Kindern mit frühkindlichem Schielsyndrom wurden von verschiedenen Autoren Raten zwischen 31 % und 75 % angegeben (43 % DE DECKER 1997, 31 % GABRIEL 1964, 67,2 % GRÄF et al. 2012, 76 % HAPPE 1997, 61 % KAUFMANN und KOLLING 1982, 41 % POLLING et al. 2009, 55,5 % SIMONSZ et al. 2005).

Die Fusion der Seheindrücke beider Augen erlaubt an sich noch keine Stereopsis (GRÄF et al. 2012), was die Auswertung der Ergebnisse des Titmus-Tests zeigt. So konnte auch in dieser Studie nur bei einem geringen Anteil der Patienten nach abgeschlossener Behandlung subnormale Stereopsis im Titmus-Test nachgewiesen werden. Der Lang-Test wurde von keinem Patienten erkannt, da bei anomalem Binokularsehen Tests, die auf Punkt-Stereogrammen beruhen, schlechtere Ergebnisse zeigen als solche, die wie der Titmus-Test auf Konturvorlagen beruhen (LANG 2003, NEUGEBAUER et al. 2012).

Ein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen bezüglich des Stereosehens zeigte sich nicht. Bei immerhin 17,6 % der Patienten war ein Jahr nach Rectus-internus-Rücklagerung Stereosehen nachweisbar (Titmus-Fliege 8,8 %, 200'' 5,9 %, 50'' 2,9 %) gegenüber nur 3,2 % (Titmus-Fliege) in der Vergleichsgruppe.

Die Angaben zur Erlangung von (subnormalem) Stereosehen nach Abschluss der Behandlung schwanken in der Literatur zwischen Gesamtraten von 4,9 % bis zu 36,4 % (36,4 % BIRCH et al. 2000, 15 % ESSER et al. 1981, 4,9 % GRÄF et al. 2012, 10,1 % SIMONSZ et al. 2005, 18,5 % VON NOORDEN 1988), wobei hinsichtlich Diagnosestellung, Operationsregime und -zeitpunkt sowie durchgeführter Tests generell deutliche Unterschiede vorliegen. Insbesondere feineres Stereosehen wurde nur in wenigen Fällen beschrieben. In einer Arbeit von GRÄF et al. 2012 erkannten 3 Monate nach beidseitiger Medialis-Rücklagerung mit Fadenoperation 3,3 % der Patienten die Titmus-Fliege und 1,6 % erreichten feineres Stereosehen. Ähnliche Raten wurden auch in der ELISS-Studie von SIMONSZ et al. 2005 für ältere Kinder beschrieben (Titmus-Fliege 8 %, 200-140 Winkelsekunden 1,3 %, 100 bis 40 Bogensekunden 0,8 %).

Die Resultate der Rücklagerungsgruppe lagen damit im Gegensatz zu den Ergebnissen nach Fadenoperation in einem vergleichsweise guten Bereich.

4.6 Erneute Operationen

Die schlechteren motorischen Ergebnisse in der Fadengruppe gehen mit einem höheren Anteil an Zweiteingriffen einher. Nach Ablauf eines Jahres wurden nach Fadenoperation immerhin 38,7 % der Patienten, nach Rectus-internus-Rücklagerung nur 5,9 % der Patienten erneut operiert. Der Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen war dabei statistisch signifikant.

Alle Zweiteingriffe nach Fadenoperation erfolgten aufgrund einer Rest-Esotropie. Die Wahl der Operationsmethode war individuell vom intraoperativen Befund und vom Ermessen des Operateurs abhängig. In 3 Fällen wurde eine Fadenneulegung durchgeführt, da eine deutliche Abweichung der Fadenfixationsstelle den Restwinkel hinreichend erklärte. Bei 9 Patienten wurde eine Fadenlösung mit anschließender Rücklagerung durchgeführt. In diesen Fällen lag der Faden entweder korrekt bei 14 mm (2 Patienten) oder es fanden sich geringe Abweichungen (7 Patienten), die eine Fadennachlegung angesichts eines großen Restschielwinkels wenig aussichtsreich erscheinen ließ.

Eine Revisionsrate von lediglich 6 % (Rectus-externus-Resektionen bei Überkorrekturen oder Rectus-internus-Rücklagerungen bei Unterkorrekturen) wurde von DE DECKER 1984 beschrieben, wobei in weiteren Fällen Fadennachlegungen durchgeführt wurden, deren Anzahl nicht aufgeführt wurde. Bei Kindern unter 2 Jahren mussten in einer weiteren Arbeit von DE DECKER 1997 in 37 % der Fälle weitere Operationen durchgeführt werden, um eine Geradestellung in den Bereich des Mikrostrabismus zu erreichen, was dem Anteil in der vorliegenden Studie etwa entspricht. HAPPE gab 1997 in einem postoperativen Zeitraum von 8 Jahren eine Rate von 21,5 % an.

Mit 6 % (2 Patienten) war der Anteil erneuter Operationen (beide aufgrund einer konsekutiven Exotropie) in der Rücklagerungsgruppe niedrig, wobei in 2 weiteren Fällen eine erneute Operation bei weiterhin bestehendem Innenschielen empfohlen aber nicht gewünscht wurde. NELSON et al. berichteten 1987, dass nach 6-mm-Rücklagerung 15 % wegen einer Rest-Esotropie und 2 % aufgrund einer konsekutiven Exotropie erneut operiert wurden, nach 7-mm-Rücklagerung lag der Anteil bei 11 % aufgrund eines Restschielens. Die Raten lagen bei KESKINBORA und PULUR 2004 mit 21 % wegen Rest-Esotropie und 15 % wegen konsekutiver Exotropie deutlich höher.

Im Langzeitverlauf wurde insbesondere bei jüngeren Patienten unter 18 Monaten nach beidseitiger Internus-Rücklagerung ebenfalls über höhere Raten berichtet.

VROMAN et al. zeigten 2000, dass eine erneute Operation aufgrund konsekutiver Exotropie oder Rest-Esotropie bei jeweils 20 % von 40 retrospektiv ausgewerteten Patienten mit einem

Schielwinkel kleiner oder gleich 25° nach beidseitiger Medialis-Rücklagerung notwendig war. Bei weiteren 20 % der Patienten wurde eine erneute Operation aufgrund einer dissoziierten Vertikaldeviation oder Obliquustörung durchgeführt. Bei einem Teil der Patienten erfolgte eine simultane Korrektur von Horizontal- und Höhenschielen, sodass sich eine Gesamtrate von 47 % erneuter Operationen ergab. Der Nachbeobachtungszeitraum lag bei durchschnittlich 28,1 Monaten. Es wurde hier nur ein Wert als präoperativer Schielwinkel angegeben, der, wenn möglich, für die Ferne bestimmt wurde. Angesichts des geringen Alters der Patienten von unter 18 Monaten konnte in den meisten Fällen nur der Nahwinkel im alternierenden Prismen-Covertest oder nach Hornhautreflexen bestimmt werden, was die Problematik bei Frühoperationen verdeutlicht.

4.7 Fazit

In der vorliegenden Studie konnte der Schielwinkel durch eine beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung statistisch signifikant häufiger erfolgreich korrigiert werden und damit einhergehend eine – wenn auch nach einem Jahr statistisch nicht signifikant – bessere Binokularfunktion erzielt werden als nach beidseitiger Rectus-internus-Fadenoperation. Aufgrund dessen sollte bei der frühkindlichen Esotropie mit schwankenden Schielwinkeln und maximalen Fernwinkeln zwischen 20° und 25° die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung der Fadenoperation vorgezogen werden.

Sicherlich hat die Fadenoperation weiterhin ihren Stellenwert beim nichtakkommodativen Konvergenzexzess. Ob bei schwankenden Esotropien mit kleineren maximalen Schielwinkeln bessere Ergebnisse zu erzielen sind, müssen weitere Studien zeigen.

Da in dieser Arbeit in 10 von 12 Zweiteingriffen eine von der geplanten Dosierung abweichende Lage der Fäden festgestellt wurde, sollte in jedem Fall bei der Durchführung der Fadenoperation auf eine korrekte Lage und Festigkeit der Fäden geachtet werden und dies vor Abschluss der Operation nochmals überprüft werden. Inwieweit dadurch oder durch eine andere Technik – etwa durch zusätzliche Nähte – der Anteil an Unterkorrekturen und notwendigen Zweiteingriffen reduziert werden kann, sollte in zukünftigen Arbeiten untersucht werden.

5 Zusammenfassung

Die operative Therapie des frühkindlichen Schielsyndroms ist uneinheitlich. Durchgeführt werden unter anderem die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung und die beidseitige Rectus-internus-Fadenfixation, insbesondere wenn Schielwinkelschwankungen bestehen.

Die vorliegende prospektive und randomisierte Studie konnte zeigen, dass die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung zur Behandlung einer schwankenden frühkindlichen Esotropie mit größeren Schielwinkeln besser geeignet ist als die beidseitige Rectus-internus-Fadenfixation. Bei einem mittleren Fernwinkel von $7,4^\circ$ (SD $5,8^\circ$) und einem mittleren Nahwinkel von $10,6^\circ$ (SD $7,1^\circ$) waren ein Jahr nach Fadenoperation 32,3% der Patienten in der Ferne und 16,1% in der Nähe erfolgreich auf einen Schielwinkel $\leq 5^\circ$ korrigiert. Ein Jahr nach Rectus-internus-Rücklagerung betrug der Fernwinkel im Mittel $1,3^\circ$ (SD $4,6^\circ$) und der Nahwinkel $1,8^\circ$ (SD $5,8^\circ$); die Erfolgsraten für die Fernwinkel lagen bei 73,5 % und für die Nahwinkel und bei 58,8 %. Dabei war der Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen statistisch signifikant.

Nach einem Jahr lagen in der Fadengruppe nur 19,4 % der Fernwinkel und 9,7 % der Nahwinkel in einem sehr guten Bereich zwischen -1° und $+3^\circ$, in der Rücklagerungsgruppe immerhin 38,2 % der Fernwinkel und 32,4 % der Nahwinkel. Statistisch signifikante Unterschiede bestanden diesbezüglich nicht.

Während sich die Ergebnisse nach Fadenoperation im Verlauf von einem Jahr verschlechterten, kam es nach Rectus-internus-Rücklagerung zu einer Verbesserung der Schielwinkel, wobei sich zwischen Monat 3 und einem Jahr nur eine geringe Änderung zeigte.

Das Alter bei Operation und die präoperative Refraktion hatten keinen Effekt auf die Schielwinkel. Prognosefaktoren für eine erfolgreiche Schielwinkelkorrektur lassen sich daher aus dieser Arbeit nicht ableiten.

In beiden Gruppen überwog der Anteil an Unterkorrekturen, wobei insbesondere große Restwinkel über 10° nach Rectus-internus-Fadenoperation deutlich häufiger waren (22,6 % in der Ferne und 38,7 % in der Nähe) als in der Vergleichsgruppe, in der nur ein Patient (2,9 %) deutlich unterkorrigiert war.

Eine Divergenzstellung über -5° fand sich in der Fadengruppe in Ferne und Nähe nach einem Jahr lediglich bei einem Patienten (3,2 %). Ein Außenschielen größer -5° war in der Rücklagerungsgruppe bei Fernblick in 8,8 % und im Nahbereich bei 14,7 % der Patienten zu finden.

Hinsichtlich der Funktion waren nach beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung etwas bessere Ergebnisse als nach Fadenfixation zu finden, wobei sich ein signifikanter Unterschied nur in Bezug auf das Simultansehen in der Nähe bei der Kontrolle nach 3 Monaten ergab. Nach einem Jahr konnte in der Fadengruppe bei 32,3 % in der Ferne und bei 38,7 % in der Nähe Simultansehen nachgewiesen werden. Nur ein Patient verfügte über grobes Stereosehen (Titmus-Fliege positiv). In der Rücklagerungsgruppe war in der Ferne bei 55,9 % und in der Nähe bei 61,8 % der Patienten Simultansehen nachweisbar. Insgesamt 17,6 % der Patienten zeigten Stereofunktion, wobei 8,8 % die Titmus-Fliege dreidimensional erkannten und feineres Stereosehen bis $200''$ bei 5,9 % und bis $50''$ bei 2,9 % der Patienten zu finden war.

Erneute Operationen wurden nach Fadenoperation (38,7 %) statistisch signifikant häufiger durchgeführt als nach beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung (5,9 %).

Aufgrund der Ergebnisse dieser Studie ist die beidseitige Rectus-internus-Rücklagerung bei der Behandlung des frühkindlichen Schielsyndroms mit Schielwinkelschwankungen und maximalen Fernwinkeln zwischen 20° und 25° der beidseitigen Rectus-internus-Fadenfixation vorzuziehen.

Bei der Durchführung einer Fadenoperation sollte auf eine korrekte Lage und Festigkeit der Fäden geachtet werden, um dadurch bedingte Unterkorrekturen zu vermeiden.

6 Anlage

6.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verkürzung des Hebelarms durch Fadenoperation (modifiziert nach Sprague 2006).	6
Abbildung 2:	Fixation des Rectus internus in 14-mm-Abstand vom Ansatz bei der Fadenoperation.	14
Abbildung 3:	Ansatznahes Anschlingen der Sehnenränder bei der Rectus-internus-Rücklagerung.	16
Abbildung 4:	Sklerale Refixation des Muskels in 7-mm-Abstand vom Ansatz bei der Rectus-internus-Rücklagerung.	16
Abbildung 5:	Zeitspezifische Vergleiche der Fernwinkel in beiden Behandlungsgruppen.	25
Abbildung 6:	Zeitspezifische Vergleiche der Nahwinkel in beiden Behandlungsgruppen.	25
Abbildung 7:	Zeitverlauf der Fernwinkel nach Fadenoperation (Faden) und beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung (Rück).	26
Abbildung 8:	Zeitverlauf der Nahwinkel nach Fadenoperation (Faden) und beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung (Rück).	27
Abbildung 9:	Vergleich der Erfolgsraten für Schielwinkel $\leq 5^\circ$ in der Ferne.	30
Abbildung 10:	Vergleich der Erfolgsraten für Schielwinkel $\leq 5^\circ$ in der Nähe.	30
Abbildung 11:	Vergleich der Raten für Schielwinkel zwischen -1° und $+3^\circ$ in der Ferne.	32
Abbildung 12:	Vergleich der Raten für Schielwinkel zwischen -1° und $+3^\circ$ in der Nähe.	32
Abbildung 13:	Simultansehen in der Ferne nach Fadenoperation und Rectus-internus-Rücklagerung.	38

Abbildung 14:	Simultansehen in der Nähe nach Fadenoperation und Rectus-internus-Rücklagerung.	39
Abbildung 15:	Ergebnisse des Titmus-Test nach Rectus-internus-Fadenoperation.	41
Abbildung 16:	Ergebnisse des Titmus-Test nach Rectus-internus-Rücklagerung.	41
Abbildung 17:	Relativer Anteil erneuter Operationen nach Rectus-internus Fadenoperation (Faden) und Rectus-internus-Rücklagerung (Rück).	44

6.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Gruppierung der Schielwinkel.	18
Tabelle 2:	Übersicht über die präoperativ erhobenen Daten in beiden Patientengruppen.	21
Tabelle 3:	Mittelwerte der Schielwinkel für Ferne und Nähe nach beidseitiger Rectus-internus-Fadenoperation.	22
Tabelle 4:	Mittelwerte der Schielwinkel in Ferne und Nähe nach beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung.	23
Tabelle 5:	Zeitspezifische Vergleiche der Fernwinkel.	24
Tabelle 6:	Zeitspezifische Vergleiche der Nahwinkel.	24
Tabelle 7:	Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken hinsichtlich der Erfolgsraten separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Ferne (F).	29
Tabelle 8:	Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken hinsichtlich der Erfolgsraten separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Nähe (N).	29
Tabelle 9:	Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken für ein sehr gutes Ergebnis zwischen -1° und $+3^\circ$ separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Ferne (F).	31

Tabelle 10:	Vergleich zwischen den beiden Operationstechniken für ein sehr gutes Ergebnis zwischen -1° und $+3^\circ$ separat für jede Nachkontrolle für den Schielwinkel in der Nähe (N).	31
Tabelle 11:	Globale Verteilung der postoperativen Schielwinkel in der Ferne (F).	35
Tabelle 12:	Globale Verteilung der postoperativen Schielwinkel in der Nähe (N).	35
Tabelle 13:	Absolute und relative Häufigkeiten von Simultansehen in der Ferne für die beiden Operationstechniken, getrennt für jeden Untersuchungszeitpunkt.	37
Tabelle 14:	Absolute und relative Häufigkeiten von Simultansehen in der Nähe für die beiden Operationstechniken, getrennt für jeden Untersuchungszeitpunkt.	38
Tabelle 15:	Ergebnisse des Titmus-Tests.	40
Tabelle 16:	Häufigkeiten erneuter Operationen nach Rectus-internus-Fadenoperation und beidseitiger Rectus-internus-Rücklagerung.	43

7 Literaturverzeichnis

Baker JD (2006): Twents years after childhood strabismus surgery. *Am Orthopt J* 56, 63-71

Berberat J, Jaggi GP, Wang FM, Remonda L, Killer HE (2013): Changes in the amygdala produced by viewing strabismic eyes. *Ophthalmology* 120, 2125-2129

Birch EE, Wang J (2009): Stereoacuity outcomes following treatment of infantile and accomodative esotropia. *Optom Vis Sci* 86(6), 647-652

Birch EE, Fawcett S, Stager DR (2000): Why does early surgical alignment improve stereoacuity outcomes in infantile esotropia? *J AAPOS* 4, 10-14

Birch EE, Stager DR, Berry P, Leffler J (2004): Stereopsis and log-term stability of alignment in esotropia. *J AAPOS* 8, 146-150

Conrad HG, Treumer H (1981): Zum Wirkprofil der Fadenoperation. *Klin Monatsbl Augenheilk* 178, 174-179

Cüppers C: The so-called "Fadenoperation" (Surgical correction by well-defined changes in the arc of contact); in: Transactions of the 2nd Congress International Strabismological Association 1974; hrsg. v. Fells P; Diffusion Générale de Librairie, Marseille 1976, 395-400

Cüppers C (1976): Die sogenannte Fadenoperation. *Arbeitskreis Schielbehandlung* 6, 222-229

De Decker W (1979): Fixationsverbessernde Fadenoperation als Früheingriff in Kinik und Tierversuch. *Klin Monatsbl Augenheilk* 174, 200-206

De Decker W (1981): The Fadenoperation- when and how to do it. *Tran Ophthal Soc UK* 101, 261-270

De Decker W (1983): Constant or apparently constant congenital esotropia? *Int Ophthalmol* 6, 61-66

De Decker W (1984): Fadenoperation als Standardeingriff bei frühkindlichem Innenschielen. *Z prakt Augenheilk* 5, 275-280

De Decker W (1997): Langzeitresultate früher Fadenoperationen bei frühkindlichem Innenschielen. *Z prakt Augenheilk* 18, 257-262

De Decker W, Tessmer J (1973): Zur Schielhäufigkeit und Behandlungseffizienz in Schleswig-Holstein. *Klin Monatsbl Augenheilk* 162, 34

De Decker W, Conrad H-G (1975): Fadenoperation nach Cüppers bei komplizierten Augenmuskelerkrankungen und nichtakkomodativem Konvergenzexzess. *Klin Monatsbl Augenheilk* 167, 217-226

Donders FC: On the anomalies of accommodation and refraction of the eye. The New Sydenham Society, London 1864

Elliot S, Shafiq A (2009): Interventions for infantile esotropia (Review). *The Cochrane library*, 1

Esser J, Giessler A, Waubke TN (1981): Die Prognose der funktionellen Heilung des frühkindlichen Schielsyndroms. *Klin Monatsbl Augenheilk* 179, 85-89

Friedman Z, Neumann E, Hyams SW, Peleg B (1980): Ophthalmic screening of 38,000 children, age 1 to 2 ½ years, in welfare clinics. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 17, 261-267

Gabriel L (1968): Indikation und Ergebnisse der doppelseitigen Internus-Rücklagerung. *Klin Monatsbl Augenheilk* 153, 224-233

Gräf M, Gerlach T, Borchert O, Lorenz B (2012): Beidseitige Medialis-Rücklagerung mit Fadenoperation bei großer frühkindlicher Esotropie. *Klin Monatsbl Augenheilk* 229, 987-994

Graham PA (1974): Epidemiology of strabismus. Br J Ophthalmol 58, 224-231

Greenberg AE, Mohny BG, Diehl NN, Burke JP (2007): Incidence and types of childhood esotropia: a population based study. Ophthalmology 114, 170-174

Haase W, Muhlig HP (1979): The incidence of squinting in school beginners in Hamburg. Klin Monatsbl Augenheilk 174(2), 232-235

Haase W, Malchartzck C, Rickers J (1978): Ergebnisse der Fadenoperation nach Cüppers. Klin Monatsbl Augenheilk 172, 313-324

Happe W (1997): Longterm results after bimedial posterior fixation sutures for infantile esotropia. Strabismus 5(3), 117-124

Happe W, Suleiman Y (1999): Früh und spät auftretende konsekutive Exotropien nach Medialisoperation. Ophthalmologe 8, 509 -512

Haslwanter T, Hoerantner R, Pringlinger S (2004): Reduction of ocular muscle power by splitting of the rectus muscle I: biomechanics. Br J Ophthalmol 11, 1403-1408

Helveston EM, Ellis F, Schott J, Mitchelson J, Weber J C, Taube S, Miller K (1983): Surgical treatment of congenital esotropia. Am J Ophthalmol 96, 218-228

Hiles DA, Watson A, Biglan AW (1980): Characteristics of infantile esotropia following early bimedial rectus recession. Arch Ophthalmol 98, 697-703

Käsmann-Kellner B, Seitz B (2012): Ausgewählte Aspekte der Kinderophthalmologie für Nicht-Kinderophthalmologen. Ophthalmologe 109, 603-622

Kaufmann H (1980): Zur Dosierung der Fadenoperation. Arbeitskreis Schielen 12, 18

Kaufmann H (1981): Bemerkungen zur Modifikation der Fadenoperation nach Cüppers. Klin Monatsbl Augenheilk 178, 180-181

Kaufmann H (1990): Fadenoperation nach Cüppers – Indikationen und Ergebnisse einer Operationsmethode. *Z prakt Augenheilk* 11, 57-61

Kaufmann H: Augenmuskeloperationen. In: *Strabismus*, 3. Auflage; hrsg. v. Kaufmann H; Thieme Verlag, Stuttgart 2004, 497-566

Kaufmann H, Kolling G (1982): Ergebnisse der Fadenoperation nach Cüppers. *Klin Monatsbl Augenheilk* 180, 37-39

Kaufmann H, Steffen H: Augenmuskeloperationen. In: *Strabismus*, 4. Auflage; hrsg. v. Kaufmann H, Steffen H; Thieme Verlag, Stuttgart 2012, 550-634

Keskinbora KH, Pular NK (2004): Long-term results of bilateral medial rectus recession for congenital esotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 41(6), 351-355

Krzizok T, Gräf M, Kaufmann H (1994): Einfluss der Bulbuslänge auf die Schielwinkelreduktion nach Fadenoperation. *Ophthalmologe* 91, 68-76

Krzizok T, Keller A, Kaufmann H (1998): Motorische Langzeitergebnisse und Häufigkeit von Revisionsoperationen bei frühkindlicher Esotropie. *Klin Monatsbl Augenheilk* 212, 244

Kushner BJ, Lucchese NJ, Morton GV (1989): The influence of axial length on the response to strabismus surgery. *Arch Ophthalmol* 107, 1617-1618

Kushner BJ, Fisher MR, Lucchese NJ, Morton GV (1993): Factors influencing response to strabismus surgery. *Arch Ophthalmol* 111, 75-79

Lang J (1967): Der kongenitale oder frühkindliche Strabismus. *Ophthalmologica* 154, 201-208

Lang J: *Strabismus*. 5. Auflage; Hans Huber Verlag, Bern 2003

Leitch JR, Burke JP, Strachan IM (1990): Convergence excess esotropia treated surgically with fadenoperation and medial rectus muscle recession. *Br J Ophthalmol* 74, 278-279

Leitlinien von BVA und DOG, Leitlinie Nr. 26 c, Augenmuskeloperation wegen nichtparetischen Schielens und Nystagmus bedingter Kopfwangshaltung unter <http://www.augeninfo.de/leit/leitlinie.php?nr=leit26c> , Stand 25.09.2000

Mohney BG (2007): Common forms of childhood strabismus in an incidence cohort. *Am J Ophthalmol* 144(3), 465- 467

Moro F, Bornelli S, Tomarchio S (1981): Die chirurgische Korrektur der Esotropien mit instabilem Winkel (retroäquatoriale Myopexie). *Klin Monatsbl Augenheilk* 179, 187-190

Mühlendyck H, Linnen HJ (1975): Die operative Behandlung nystagmusbedingter schwankender Schielwinkel mit der Fadenoperation nach Cüppers. *Klin Monatsbl Augenheilk* 167, 273-290

Nelson LB, Wagner RS, Simon JW, Harley RD (1987 a): Congenital esotropia. *Surv Ophthalmol* 31, 363-383

Nelson LB, Calhoun JH, Simon JW, Wilson T, Harley RD (1987 b): Surgical management of large angle congenital esotropia. *Br J Ophthalmol* 71, 380-383

Neugebauer A, Fricke J, Rüssmann W: Untersuchung der Sensorik. In: *Strabismus*, 4. Auflage; hrsg. v. Kaufmann H, Steffen H; Thieme Verlag, Stuttgart 2012, 403-443

Polling JR, Eijkemans MJC, Esser J, Gilles U, Kolling GH, Schulz E, Lorenz B, Roggenkämper P, Herzau V, Zubcov A et al. (2009): A randomised comparison of bilateral recession versus unilateral recession-resection as surgery for infantile esotropia. *Br J Ophthalmol* 93, 954-957

Queré MA, Cleregeau G, Pechereau A, Fontenaille N, Brasseur G (1977): La sanglage musculaire rétro-équatorial. *Arch Ophthalmol* 37, 531-538

Roggenkämper P, Sipp V (1980): Bulbuslänge und Dosierung der Fadenoperation. *Arbeitskreis Schielen* 12, 23-26

-
- Rüssmann W (2003): Basisuntersuchungen in der Strabologie. *Ophthalmologie* 100, 416-432
- Simonsz HJ, Eijkemans MJ (2010): Predictive value of age, angle, and refraction on rate of reoperation and rate of spontaneous resolution in infantile esotropia. *Strabismus* 18(3), 87-97
- Simonsz HJ, Kolling GH, Unnebrink K (2005): Final Report of the early vs. Late Infantile Strabismus Surgery Study (ELISS), a Controlled, Prospective, Multicenter Study. *Strabismus* 13, 169-199
- Sprague JB: The Fadenoperation. In: Duane`s ophthalmology on CD-Rom, Edition 2006, Band 6; hrsg. v. Tasman W, Jaeger EA; Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2006, Kapitel 91
- Stack RR, Burley CD, Bedggood A, Elder MJ (2003): Unilateral Versus Bilateral Medial Rectus Recession. *J AAPOS* 7; 263-267
- Stärk N, Vanselow K, Stahl E, Zubcov AA (1999): Behandlung der Esotropie mit akkomodativem und nichtakkomodativem Konvergenzexzess, Fadenoperation mit gleichzeitiger Medialisrücklagerung. *Ophthalmologie* 96, 513-521
- Stager DR, Weakley DR, Everett M, Birch EE (1994): Delayed Consecutive Exotropie Following 7-Millimeter Bilateral Medial Rectus Recessions for Congenital Esotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 31, 147-150
- Steffen H, Auffahrt G U, Kolling GH (1998): Posterior fixation suture and convergence excess esotropia. *Strabismus* 6(3), 117-126
- Steffen H, Kolling GH: Heterotropie. In: *Strabismus*, 4. Auflage; hrsg. v. Kaufmann H, Steffen H; Thieme Verlag, Stuttgart 2012 , 221-262
- Szmyd SM, Nelson LB, Calhoun JH, Spratt C (1985): Large bimedial recessions in congenital esotropia. *Br J Ophthalmol* 69, 271-274

Tran HM, Mims JL, Wood R (2002): A new dose-response curve for bilateral medial rectus recessions for infantile esotropia. *J AAPOS* 6, 112-119

Tolun H, Dikici K, Ozkiris A (1999): Long-term results of bimedial rectus recession in infantile esotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 36(4), 201-205

Von Noorden GK (1988): A reassessment of infantile esotropia. *Am J Ophthalmol* 105, 1-10

Vroman DT, Hutchinson AK, Saunders RA, Wilson E (2000): Two-Muscle Surgery for Congenital Esotropia: Rate of reoperations in patients with small versus large angles of deviation. *J AAPOS*, 4(5), 267-270

Wang L, Wang X (2012): Comparison between graded unilateral and bilateral medial rectus recessions for esotropia. *Br J Ophthalmol* 96, 540-543

Weakley DR, Stager DR, Everett ME (1991): Seven-Millimeter bilateral medial rectus recessions in infantile esotropia. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 28(2), 113-115

Danksagung

Ich bedanke mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Michael Schittkowski für die Überlassung des Themas, die geduldige und intensive Betreuung und die anregende Kritik.

Weiterer Dank gilt den Mitarbeitern der Abteilung Augenheilkunde der Universitätsmedizin Göttingen, insbesondere Herrn PD Dr. med. Christian von Oterendorp, für die Unterstützung bei der Durchführung und Fertigstellung der Arbeit.

Weiterhin möchte ich mich bei den Mitarbeitern der Abteilung für Medizinische Statistik der Universitätsmedizin Göttingen für die Hilfe bei der Planung und der statistischen Auswertung bedanken.

Lebenslauf

Ich wurde am 5.10.1980 als Tochter von Margret Horn, geborene Tekluck, und Reinhard Horn in Alfeld/Leine geboren. Meine schulische Ausbildung erfolgte von 1987 bis 1991 an der Grundschule Naensen bei Einbeck. Weiterführende Schule war danach die Orientierungsstufe Einbeck von 1991 bis 1993. Es folgte die gymnasiale Schulausbildung von 1993 bis 2000 am Goethe-Gymnasium in Einbeck, die mit dem Abitur abgeschlossen werden konnte.

Mein Studium der Humanmedizin absolvierte ich beginnend im Oktober 2000 an der Georg-August-Universität in Göttingen. Nach bestandenem Physikum im September 2002, gefolgt vom Ersten Staatsexamen im August 2003, dem Zweiten Staatsexamen im März 2006 sowie abschließend dem Dritten Staatsexamen im Mai 2007 wurde mir im Juli 2007 die Approbation als Ärztin erteilt.

Seit dem 01.09.2007 bin ich in der Klinik für Augenheilkunde, Universität Göttingen, als Ärztin tätig. Im April 2014 konnte ich die Weiterbildungszeit mit der Facharztprüfung im Fach Augenheilkunde erfolgreich abschließen und bin nun als Fachärztin weiterhin in der Abteilung tätig.