

## Kanaloplastik auf dem Vormarsch!

### 360°-VISKODILATATION UND SPANNAHT HALTEN DEN IOD NACHWEISLICH NIEDRIG

Vor etwa sieben Jahren wurde mir die Kanaloplastik von der Firma iScience Interventional vorgestellt. Prof. Robert Stegmann arbeitete mit dieser Firma an einer dauerhaften Verbesserung gegenüber der Viskokanalostomie, einem bereits erprobten sicheren und wirksamen Verfahren. Viele Chirurgen in ganz Europa suchten damals nach einer Alternative zur Trabekulektomie, die – wie wir alle wissen – ihre ureigenen Herausforderungen und Risiken birgt. Nichtpenetrierende Verfahren wie die Viskokanalostomie, die filterkissenunabhängig konzipiert wurden, wurden bei vielen Patienten mit oft guten, aber variablen Ergebnissen angewandt. Ungeachtet der Erfahrung eines Chirurgen mit nichtpenetrierender Glaukomchirurgie bin ich davon überzeugt, dass jeder die Kanaloplastik erlernen und gute Ergebnisse damit erzielen kann, solange er sich an die vorgegebenen Schritte hält.

Die Kanaloplastik ist definiert als eine Kombination aus Entdachung des Schlemm'schen Kanals, Erzeugung eines Trabekelwerk-Descemet-Fensters, 360-Grad-Viskodilatation des Kanals und Legen einer zirkumferentiellen Naht, durch die Spannung auf das Trabekelmaschenwerk gebracht wird. Verfahren, die nicht ALLE diese Elemente einschließen, sind keine Kanaloplastik, wie sie in der wissenschaftlichen und klinischen Literatur definiert ist. Dieses Verfahren wurde vor allem deswegen rasch aufgegriffen, weil es die einzige Glaukombehandlung ist, die alle drei Problembereiche des Kammerwasserabflusses anspricht, also 1) Pathologie des Trabekelmaschenwerks, 2) einen möglichen Kollaps des Schlemm'schen Kanals und 3) Kollaps bzw. Atrophie der Kollektorkanäle, um den Druck mit minimalen Komplikationen zu senken. Bei der Kanaloplastik geht es um die Wiederherstellung der physiologischen Abflussvorgänge.

Wir Glaukomchirurgen tendierten zwar in der Vergangenheit dazu, uns auf das Trabekelmaschenwerk als Ursache des hohen IOD zu konzentrieren, doch die Kanaloplastik behebt dieses Problem UND erzeugt zusätzlich auch einen zirkulären Abfluss durch 360-Grad-Dilatation und Spannaht. Zur Behandlung der kollabierten oder atrophierten Kollektorkanäle muss man das gesamte Abflusssystem behandeln. Manche Glaukomchirurgen verwenden routinemäßig den iTRACK-Mikrokatheter zur Injektion von Farbstoff, mit dem das Abflusssystem während der Kanaloplastik dargestellt und evaluiert wird. Hochauflösende Ultraschallbildgebung nach der Kanaloplastik zeigt, dass die Injektion eines Viskoelastikums die Ostien und einen Teil der Kollektorkanäle vergrößert, sodass die beeinträchtigten distalen Abflusssysteme wieder ordnungsgemäß funktionieren

können. Wenn eine neue Therapie eingeführt wird, sollte es immer eine ausführliche Debatte über die Hintergründe, die Daten und das Potenzial zur Verbesserung im Vergleich zu bestehenden Therapien geben. Die Kanaloplastik hat sich dieser Prüfung gestellt und bestanden; sie hat sich als sicher und wirksam erwiesen, was in zahlreichen Peer-Review-Zeitschriften (s. Tabelle 1 und 2) belegt ist. Es wird wohl niemals ein Verfahren geben, das bei allen glaukomatösen Augen funktioniert; doch wenn Sie nach einem Verfahren suchen, das effektiv ist, eine niedrige Komplikationsrate hat und zu Zufriedenheit bei den Patienten führt, schlage ich Ihnen vor, es mit der Kanaloplastik zu versuchen. Ich habe das Glück, schon frühzeitig damit begonnen zu haben; meine persönliche Erfahrung aus ca. 500 Kanaloplastik-Operationen hat konstante, verlässliche Ergebnisse hervorgebracht. Noch besser: Meine Patienten sagen mir, dass sie glücklich sind. iScience hat in den letzten 12 Jahren, in denen dieses Verfahren mit wichtigen Wortführern der Chirurgenschaft entwickelt wurde, viel dazugelernt und es zeigt sich, dass die Chirurgen, die mit diesem Verfahren erst vor ein paar Jahren begonnen haben, bessere Ergebnisse als in den zuerst veröffentlichten Daten erzielen, da sich die Schulung durch iScience mit der Erfahrung ebenfalls verbessert hat.

Prof. Robert Stegmann und ein Kollege, Dr. Jack Kearney aus New York, drehten ein preisgekröntes Video, in dem der Erfolg der Kanaloplastik mit dem Befolgen der erprobten Schritte eines Backrezepts verglichen wird; sie nannten es: „Canaloplasty: A Piece of Cake“. („Kanaloplastik: So leicht wie Kuchen backen“). Viele Jahre Forschung, Entdeckung, Entwicklung und klinische Studien mit vielen äußerst erfahrenen Chirurgen und mit Chirurgen, die die Kanaloplastik als ihre erste nichtperforierende Glaukomchirurgie-Technik erprobt haben, sind ins Land gegangen. Ein erprobtes Rezept für eine erfolgreiche Kanaloplastik wurde entwickelt, das Ihrem Glaukompatienten die beste Chance auf das beste Ergebnis mit dieser Technik gibt. Wenn das Rezept verändert wird, dann wird das Endprodukt beeinträchtigt. Wenn man einen Schritt auslässt, ist es keine Kanaloplastik mehr. Doch Kanaloplastik kann so leicht sein, wie Kuchen backen. Sie können Ihren Patienten ein verlässliches Ergebnis bieten, indem Sie die erprobten, sicheren und wirksamen Schritte des Verfahrens einhalten. Wenn die Kanaloplastik ordnungsgemäß durchgeführt wird, funktioniert sie bei allen Chirurgen und kann den Patienten eine dauerhafte Kontrolle ihres IOD mit signifikant reduziertem Medikationsbedarf bieten. Patienten berichten von einer besseren Lebensqualität.

**Norbert Körber**



Abb. 1a: Vergrößerung: Healon® GV wird aus der Spitze des iTRACK™ 250A Kanaloplastik-Mikrokatheters gedrückt. Die kontrollierte Abgabe des Viskoelastikums zur sicheren Öffnung des Schlemm'schen Kanals, der Kollektorkanäle und des Trabekelmaschenwerks ist ein wichtiger Aspekt des Kanaloplastik-Verfahrens und seiner hohen Erfolgsquote.

Abb. 1b: Die ersten und einzigen speziell für die Kanaloplastik entwickelten Produkte: Viskodilatation des Schlemm'schen Kanals mit Legen einer Spannaht wie in der Literatur definiert (iTRACK™ 250A Kanaloplastik-Mikrokatheter; Viscolinjector™ und iLumin™).  
Bild mit freundlicher Genehmigung von iScience Interventional.

**Obwohl inzwischen viele Glaukomchirurgen die Kanaloplastik durchführen, bat ich ein paar Kollegen, die sich in unterschiedlichen Stadien der Adaptation dieser Methode befinden, ihre Erfahrungen mitzuteilen. Hier sind unsere Stellungnahmen:**

### **WARUM HABEN SIE SICH ENTSCLOSSEN, IHREN PATIENTEN DIE KANALOPLASTIK ANZUBIETEN?**

**Prof. Körber:** Nach vielen Jahren mit guten Ergebnissen mit der Viskokanalostomie war dies ein logischer Schritt zu noch konsistenteren Ergebnissen. Nachdem ich die Kanaloplastik ein paar Monate durchgeführt hatte, war ich endgültig überzeugt.

**Dr. Bull/von Wolff:** Die AGIS-Studie zeigt, dass nur 25% der Patienten mit fortgeschrittenem Glaukom effektiv ohne weiteres Fortschreiten der Erkrankung behandelt werden können. Wir brauchten ein Verfahren, das durchgeführt werden kann, bevor die Krankheit ihr Endstadium erreicht. Wir benötigten also ein Verfahren, das wir immer durchführen konnten, wenn die Indikation bestand.

**Dr. Müller:** Vor über 10 Jahren habe ich bei Viskokanalostomien zwar gute, aber inkonstante Ergebnisse erzielt und dann die klassische Trabekulektomie als Standardprozedur vorgezogen. Diese erfordert eine engmaschige, intensivierte postoperative Betreuung mit in der Regel mehrmaligen Antimetaboliteninjektionen. Das sehr aufwändige Vorgehen ist auch für die Patienten eine große Strapaze

und entspricht nicht meinen Vorstellungen von moderner Glaukomchirurgie. Auf der Suche nach Alternativen präsentierte sich die Kanaloplastik als pathophysiologisch sinnvolle Verbesserung der Viskokanalostomie mit der ich bereits operative Vorerfahrung hatte. Heute ist die Kanaloplastik meine Standardprozedur.

**Prof. Jünemann:** Ich begann mit der Kanaloplastik, da die Kanaloplastik ein Sickerkissen-unabhängiges Verfahren mit optimalem Erfolgs-/Komplikationsverhältnis ist. Die Höhe des erreichten Intraokularsdrucks liegt teilweise im Bereich des Intraokularsdrucks nach einer Trabekulektomie.

„Ich begann mit der Kanaloplastik, da die Kanaloplastik ein Sickerkissen-unabhängiges Verfahren mit optimalem Erfolgs-/Komplikationsverhältnis ist.“

Prof. Dr. med. Anselm Jünemann

**Dr. Koch:** Es gibt viele Situationen, in denen man davon ausgehen kann, dass fistulierende Verfahren nicht funktionieren, selbst wenn man adjuvant Antimetaboliten gibt. Unsere ersten Erfahrungen mit der Kanaloplastik bei einer kleinen Gruppe Patienten mit sekundär glaukomatösen Augen sind vielversprechend! Darüber hinaus ist sehr gut beschrieben und durch unsere eigenen Erfahrungen bestätigt, dass die Komplikationsrate bei der Kanaloplastik niedriger ist, als man sie von der Trabekulektomie kennt.

**Dr. Brusini:** Ich war nicht vollkommen zufrieden mit den Ergebnissen, die ich sowohl mit der Trabekulektomie als auch mit der tiefen Sklerektomie erzielt habe.

**Dr. Grieshaber:** Nachdem ich über Jahre hinweg nicht-penetrierende Verfahren durchgeführt hatte, war die Kanaloplastik für mich der nächste logische Schritt in der Glaukomchirurgie und ich wollte ihn meinen Patienten anbieten.

**Dr. Argyropulos:** Ich entschied mich, zur Kanaloplastik zu wechseln, da ich sie als Verbesserung gegenüber der Viskokanalostomie betrachtete: 360-Grad-Viskodilatation gegenüber 170 Grad bei der Viskokanalostomie. Die Spannaht, die den Kanal und die Ostien permanent offen hält, ist ein Pluspunkt.

**Dr. Benedetti:** Meine Patienten hatten zu viele Probleme mit der Trabekulektomie. Die Nachuntersuchung war insbesondere bei Patienten schwierig, die rote Augen hatten und zuvor zahlreiche antiglaukomatöse Tropfen applizierten.

**ES WIRD VIEL ÜBER DIE LERNKURVE BEI DER KANALOPLASTIK GESPROCHEN. WELCHE ERFAHRUNGEN HABEN SIE GEMACHT? WIE HABEN SIE DAS VERFAHREN ERLERNT?**

**Prof. Körber:** Ich führe seit 1997 die Viskokanalostomie durch, sodass die Lernkurve minimal war, mit der Ausnahme, dass ich die Anwendung des iTRACK (s. Abb. 1b) für die Zirkumferenz-Viskodilatation und die Spannaht erlernen musste.

**Dr. Bull/von Wolff:** Die Viskokanalostomie war seit 1997 unser Routineverfahren bei Glaukomen, sodass wir beim Wechsel zur Kanaloplastik keine Probleme hatten.

**Dr. Müller:** Wie bei jedem operativen Verfahren sind die Step-by-Step-Teaching-Technik, ein Wet-Lab-Besuch und erste OPs mit Trainern Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Einführung eines neuen Verfahrens. Ich habe nach dem Wet-Lab sehr von den erfahrenen Trainern von iScience profitiert.

„Wie bei jedem operativen Verfahren ist die Step-by-Step-Teaching-Technik Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Einführung eines neuen Verfahrens.“

PD Dr. med. Maya Müller

**Prof. Jünemann:** Am Tag vor meinen ersten Kanaloplastiken organisierten iScience und RUCK TMED ein privates Wet-Lab für mich. Ich lernte das Verfahren sehr ausführlich. Am nächsten Tag führte ich mit Unterstützung von Dr. Kane fünf Kanaloplastiken durch. Von Anfang an liefen alle Eingriffe sehr gut. Wenn man so vorgeht, gibt es eigentlich gar keine Lernkurve.

**Dr. Koch:** Wir hatten bereits ziemlich gute Erfahrungen mit der tiefen Sklerektomie gemacht, sodass die Kanaloplastik einfach eine Zugabe war. Trotzdem bot uns iScience hervorragende Unterstützung, was dazu führte, dass wir uns sofort mit dem neuen Verfahren wohlfühlten. Jedenfalls würde ich die Wet-Lab-Erfahrung jedem Anfänger empfehlen.

**Dr. Brusini:** Die Lernkurve ist selbst für Chirurgen, die Experten für die tiefe Sklerektomie sind, ziemlich steil. Ich habe die Technik Anfang 2008 von Prof. Norbert Körber gelernt, der mich in diese faszinierende Welt einführte.

**Dr. Grieshaber:** Während meines Fellowships bei Prof. Stegmann vor über 10 Jahren kam ich in Kontakt mit der Viskokanalostomie. Für die Kanaloplastik musste ich also nur noch den zusätzlichen Teil mit der 360-Grad-Sondierung mit Viskodilatation und dem Legen des Nahtstents erlernen.

**WELCHE ERFOLGSQUOTE HABEN SIE BEI DER 360-GRAD-KATHETERISIERUNG MIT DEM ITRACK? WAS TUN SIE, WENN MIT DEM ITRACK-SYSTEM NICHT DIE KATHETERISIERUNG DER VOLLEN 360 GRAD GELINGT?**

**Prof. Körber:** Die Erfolgsquote bei der 360-Grad-Passage liegt bei über 95%. Wenn der iTRACK weder im Uhrzeigersinn noch gegen den Uhrzeigersinn in den Kanal vorgebracht werden kann, dilatiere ich einfach alle zugänglichen Abschnitte des Kanals und die Ergebnisse sind immer noch sehr gut. Dies war auch bei der Dreijahresstudie der Fall.

„Wenn der iTRACK weder im Uhrzeigersinn noch gegen den Uhrzeigersinn in den Kanal vorgebracht werden kann, dilatiere ich einfach alle zugänglichen Abschnitte des Kanals und die Ergebnisse sind immer noch sehr gut.“

Prof. Dr. med. Norbert Körber

**Dr. Bull/von Wolff:** Wir katheterisieren den Kanal mit dem iTRACK in 99,9% aller Fälle komplett. Wenn der iTRACK auf eine Verengung stößt, biegen wir die Spitze etwas um und führen ihn erneut ein. Wir probieren beide Richtungen aus. In den seltenen Fällen, in denen wir den Kanal nicht komplett mit dem iTRACK katheterisieren können, viskodilätieren wir mit ihm den Schlemm'schen Kanal in beiden Richtungen so weit wie möglich (s. Abb. 1a).

**Dr. Müller:** Bisher habe ich alle iTRACKS 360 Grad einbringen können (100%). Es waren schwierige Fälle dabei, die nach mehrmaligem Kathetern, Dilatieren, Angulieren des Katheterkopfes und Variationen in der Vorderkammertiefe den erwünschten Erfolg hatten. Die direkte Eröffnung des Schlemm'schen Kanals an der Blockadestelle stellt eine ultimative Möglichkeit dar, die Passage zu überwinden.

**Prof. Jünemann:** Meine Erfolgsquote liegt bei 100%. Wenn sich der iTRACK am Eingang eines Kollektorkanals befindet, ziehe ich den Katheter zurück und versuche, die Stelle noch einmal zu passieren, indem ich die angrenzende Sklera etwas eindrücke. Gelingt dies nicht, kehre ich um und passiere den Schlemm'schen Kanal von der anderen Seite oder ich versuche eine der anderen Techniken, die ich gelernt habe.

**Dr. Koch:** Bisher ist es mir in 3 von 60 Fällen nicht gelungen, mit dem iTRACK eine 360-Grad-Sondierung durchzuführen (in den ersten 6 Fällen gelang es bei 2 Eingriffen nicht, in den folgenden 54 Eingriffen gelang dies nur noch in einem Fall nicht). In den wenigen Fällen, in denen die 360-Grad-Sondierung mit dem iTRACK nicht vollständig gelang, blieb ich im „Sklerasee“, machte eine Mikroperforation im Descemet-Fenster und beendete die Viskodilatation von beiden Seiten bis zur Engstelle.

**Dr. Brusini:** Die iTRACK-Spitze ist deutlich sichtbar (s. Abb. 2a). Meine Erfolgsquote liegt bei etwa 90%. In der Regel mache ich eine Viskokanalostomie von fast 360 Grad, wenn die Passage mit dem iTRACK nicht vollständig gelingt. In manchen Fällen führe ich eine tiefe Sklerektomie mit nur zwei Nähten durch.

**Dr. Grieshaber:** Das ist abhängig davon, ob das Auge bereits operiert wurde; doch mir gelingt die iTRACK-Passage in ca. 90-95% aller Fälle. Wenn ich die Passage von beiden Seiten ohne Erfolg versucht habe und ich einen niedrigen postoperativen IOD brauche, dilatiere ich den Schlemm'schen Kanal so gut wie möglich mit Viskoelastikum. Anschließend nähe ich den oberflächlichen Flap nicht ganz so fest an wie üblich, um eine gewisse subkonjunktivale Filtration zu erreichen.

**Dr. Argyropoulos:** Ich hatte 4 Fälle, in denen ich nicht den gesamten Kanal mit dem iTRACK-Mikrokatheter sondieren konnte. Ich führte dann eine Viskodilatation von nahezu 360 Grad durch und brachte dabei den iTRACK von beiden Ostien aus vor.

**Dr. Benedetti:** Ich erinnere mich nur an sehr wenige Fälle, bei denen mit dem iTRACK keine 360-Grad-Sondierung gelang. Das geschah vielleicht bei 2 Patienten aus einer Serie von 22 initialen Fällen; also etwa 10%, nun sind es weniger.

### WIE BESCHREIBEN SIE DIE KANALOPLASTIK, WENN SIE CHIRURGISCHE OPTIONEN FÜR IHREN PATIENTEN DURCHGEHEN?

**Dr. Bull/von Wolff:** Wir erklären unseren Patienten, dass wir das Kammerwasserabflusssystem mit der Kanaloplastik reaktivieren und dass wir erwarten, dass sich danach der IOD im subnormalen bis normalen Bereich befindet. Außerdem wird dem Patienten gegenüber erwähnt, dass eine Trabekulektomie eine gangbare chirurgische Option bleibt, falls die Glaukomerkrankung nach der Kanaloplastik fortschreiten sollte.

**Dr. Müller:** Ich beschreibe die Kanaloplastik als Wiederherstellung des ursprünglichen, natürlichen Abflusssystems des Auges, bei dem der Kanal durch einen Faden permanent offen gehalten wird.

**Prof. Jünemann:** Es ist ein Verfahren, mit dem der Kammerwasserabfluss verbessert wird. Im Gegensatz zu anderen chirurgischen Techniken (Trabekulektomie) ist der Erfolg der Kanaloplastik nicht verbunden mit einer Filterkissenbildung. Dilatation und Spannung der Nähte öffnen den Schlemm'schen Kanal und lassen das Kammerwasser durch das physiologische Abflusssystem abfließen.

„Ich erkläre, dass dies ein Verfahren zur Reaktivierung des physiologischen Abflusssystems ist, das weniger invasiv ist und sehr gute Ergebnisse mit einer geringeren Komplikationsrate erzielt als fistulierende Verfahren.“

Dr. med. Jörg Koch

**Dr. Koch:** Ich erkläre, dass dies ein Verfahren zur Reaktivierung des physiologischen Abflusssystems ist, das weniger invasiv ist und sehr gute Ergebnisse mit einer geringeren Komplikationsrate erzielt als fistulierende Verfahren.

**Dr. Argyropoulos:** Die Kanaloplastik ist ein sicheres, nicht seherschärfebedrohendes Verfahren mit einer niedrigen Komplikationsrate, sehr schneller Wiederherstellung der Sehfunktion und über Jahre hinweg nachhaltig guten Ergebnissen. Eine noch bessere IOD-Kontrolle wird erreicht, wenn die Kanaloplastik mit der Phako-Chirurgie kombiniert wird. Bei relativ jungen Patienten (40-65 Jahre) habe ich auch eine – bisweilen beeindruckende – Verbesserung ihres Gesichtsfelds sowie ihrer Sehschärfe beobachtet.

**Dr. Benedetti:** Ich sage meinen Patienten, dass die Kanaloplastik eine nichtfistulierende Operation ist, die theoretisch alle bekannten Abflusssysteme miteinbezieht. Meiner Erfahrung nach sind die Ergebnisse gut und bleiben konstant, wenn ich das Verfahren korrekt durchführe.

### BESCHREIBEN SIE BITTE KURZ, WIE ES IHREN KANALOPLASTIK-PATIENTEN GEHT UND WIE DIES MIT ANDEREN CHIRURGISCHEN VERFAHREN ZU VERGLEICHEN IST.

**Dr. Müller:** Unsere Daten zeigen, dass Kanaloplastiken so effektiv wie Trabekulektomien sind, ohne die oben genannten Nachteile (JOG, submitted). Trotz der längeren OP-Dauer und den Verbrauchskosten des Katheters konnten wir nachweisen, dass die Kanaloplastik kostengünstiger ist. (DGIL-Publikationspreis).

**Prof. Jünemann:** Bei einem Patienten mit PEX-Glaukom wurde aufgrund des dekompenzierten Intraokularsdrucks 6 Monate nach der Kanaloplastik eine Trabekulektomie durchgeführt. Allen anderen Patienten geht es sehr gut. Im Vergleich zur Trabekulektomie zeigt die Kanaloplastik eine vergleichbare Senkung des Intraokularsdrucks und weniger Komplikationen und keine postoperativen chirurgischen Interventionen.

**Dr. Koch:** Die Rehabilitationsdauer ist kürzer und die postoperative Versorgung einfacher im Vergleich zu fistulierenden Verfahren. Ich weiß, dass es Steroidresponder gibt, obgleich diese Patienten sehr leicht kontrolliert werden können, da ihr Steroidbedarf nur kurzfristig ist. Bisher hatte ich noch keine Probleme mit Hypotonien. In einem Fall führte ich aufgrund eines kontinuierlich erhöhten IODs nach 1 Woche eine Revision durch, wobei ich plante, von der Kanaloplastik zu einem fistulierenden Verfahren zu wechseln. Als ich den vorhandenen Sklera-Flap anhub, führte ich ein nochmaliges Peeling des Descemet-Fensters durch und es sickerte plötzlich Kammerwasser durch, sodass ich den Flap wieder verschloss. Bei dem Patienten besteht nun eine gute IOD-Kontrolle ohne zusätzliche Therapie.

**Dr. Brusini:** Der postoperative IOD liegt im Mittel bei ca. 16 mmHg, wobei er am Anfang bei 28 mmHg lag und alle Patienten berücksichtigt sind. Die meisten Patienten können ihre medikamentöse Behandlung nach der Operation abbrechen. Die Komplikationsrate ist im Vergleich zur Trabekulektomie sehr niedrig. Das Aufregendste ist, dass die



Augen nach wenigen Wochen völlig normal aussehen und keine konjunktivalen Filterkissen haben. Dies ist ein großer Unterschied zu den Ergebnissen nach einer Trabekulektomie und häufig selbst bei einer tiefen Sklerektomie, bei der in der Regel ein konjunktivales Filterkissen vorhanden ist.

„Das Aufregendste ist, dass die Augen nach wenigen Wochen völlig normal aussehen und keine konjunktivalen Filterkissen haben.“

Dr. med. Paolo Brusini

**Dr. Grieshaber:** Der überwiegenden Mehrheit meiner Kanaloplastik-Patienten geht es gut. Bei diesen Patienten liegt der vorgesehene Ziel-IOD ohne oder mit minimaler topischer Behandlung vor. Sie schätzen die rasche Wiederherstellung der Sehkraft und die einfache postoperative Behandlung.

**Dr. Argyropulos:** Kanaloplastik-Patienten sind einfach glücklich.

**Dr. Benedetti:** Meinen Patienten geht es gut, sie sind sehr zufrieden.

### WAS WAREN IHRE GRÖSSTEN KLINISCHEN HERAUSFORDERUNGEN, ALS SIE MIT DER KANALOPLASTIK BEGONNEN HABEN?

**Dr. Bull/von Wolff:** Am Anfang war uns das volle Potenzial der Kanaloplastik nicht klar. Wir sehen, dass sie in vielen Stadien der Glaukomerkrankung funktioniert und dass sie am besten funktioniert, wenn sich das Glaukom in einem Frühstadium befindet, während die Krankheit unter maximaler Therapie weiter fortschreitet. Dieses Gelegenheitsfenster wird sehr häufig ignoriert.

**Prof. Jünemann:** Die größte klinische Herausforderung bestand darin, einfach mit der Kanaloplastik zu beginnen und dieses Verfahren in die klinische Praxis unserer Abteilung einzuführen. Wir haben eine umfangreiche präoperative und postoperative Versorgung für die Patienten, die sich einer Trabekulektomie, einer nichtpenetrierenden und Implantat-Glaukomchirurgie unterziehen, und haben einen festen Nachsorgeplan.

**Dr. Koch:** Das Krankenhaus davon zu überzeugen, das Verfahren zu unterstützen, auch wenn es kurzfristig teurer erscheint. Die klinischen und wirtschaftlichen Ergebnisdaten aus Lübeck, die von Dr. Maya Müller vorgestellt wurden, halfen uns bei unseren Diskussionen.

**Dr. Brusini:** Kanaloplastik verlangt, dass alle chirurgischen Schritte auf perfekte Art und Weise durchgeführt werden. Der kritischste Schritt ist wahrscheinlich die Präparation des tiefen Sklera-Flaps. Die Kanülierung des Schlemm'schen Kanals ist bei den meisten Augen nicht schwer...

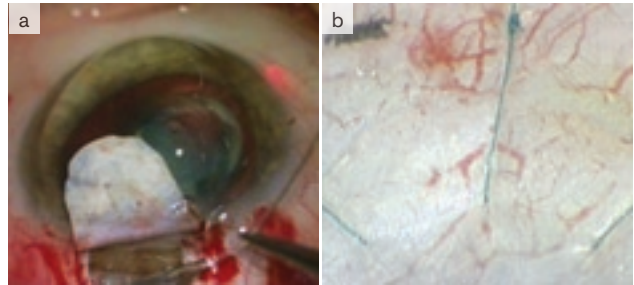


Abb. 2a: Bild vom transskleralen Leuchtkopf an der Spitze des iTRACK™ 250A Kanaloplastik-Mikrokatheters im Schlemm'schen Kanal während der Kanaloplastik. Durch die Möglichkeit zur Injektion von Viscoelastikum in Kombination mit der atraumatischen Leuchtkopfspitze kann der iTRACK™-250A kollabierte oder stenosierte Schlemm'sche Kanäle wieder vollständig durchgängig machen.

*Bild mit freundlicher Genehmigung von Dr. Paolo Brusini.*

Abb. 2b: Bild vom Verschluss des oberflächlichen Sklera-Flaps während der Kanaloplastik mit vollständig wasserdichter Naht. Bei einem wasserdicht genähten chirurgischen Zugang wird alles Kammerwasser in die physiologischen Abflusswege des Auges abgeleitet. Als Sickerkissen-unabhängiges Verfahren bietet die Kanaloplastik eine niedrige Komplikationsrate und sehr gut zu handhabende postoperative Pflege.

*Bild mit freundlicher Genehmigung von Prof. Robert Stegmann.*

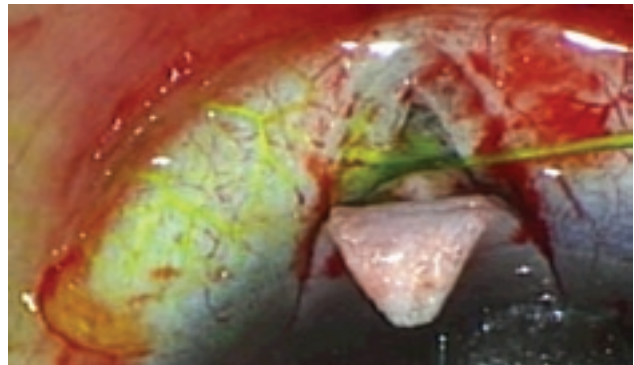


Abb. 3 zeigt die Färbung der episclerale Venen nach Eingabe des fluoreszierten BSS, wobei an dieser Stelle ein dilatiertes Kollektorkanalssystem zu erkennen ist. Durch die Möglichkeit zur Injektion von Viscoelastikum mittels iTRACK™ 250A während der Kanaloplastik können mit dem Verfahren alle drei Problemstellen des Kammerwasserabflusses behandelt werden: Pathologie des Trabekelmaschenwerks, Kollaps des Schlemm'schen Kanals und Blockade und Kollaps der Kollektorkanäle und des distalen Abflussnetzes.

*Bild mit freundlicher Genehmigung von Prof. Robert Stegmann.*

**Dr. Grieshaber:** Meine größte Herausforderung bestand darin, meine Kollegen zu überzeugen, dass die Kanaloplastik so gut ist wie die Trabekulektomie und zu weniger Komplikationen führt.

### DIE KANALOPLASTIK HAT VIELE CHIRURGISCHE FACETTEN. WAS GLAUBEN SIE, WELCHE FACETTEN

Tabelle 1: Dreijahresergebnisse: Kanaloplastik allein vs. Phakokanaloplastik<sup>1</sup>

	Ausgangswert	6 Monate	12 Monate	24 Monate	36 Monate
Gruppe 1: Kanaloplastik allein mit Spannaht					
N	82	65	73	70	74
Mittl. IOD (mmHg ± SD)	23.0 ± 4.3	15.8 ± 3.2	15.5 ± 3.5	15.4 ± 3.3	15.1 ± 3.1
Mittl. Medik.-Zahl ± SD	1.9 ± 0.7	0.4 ± 0.7	0.6 ± 0.9	0.7 ± 0.8	0.9 ± 0.9
Gruppe 2: Phakokanaloplastik mit Spannaht					
N	16	13	15	12	13
Mittl. IOD (mmHg ± SD)	24.3 ± 6.0	12.8 ± 3.0	14.0 ± 3.7	14.7 ± 2.8	13.8 ± 3.2
Mittl. Medik.-Zahl ± SD	1.5 ± 1.2	0.1 ± 0.3	0.1 ± 0.4	0.3 ± 0.5	0.5 ± 0.7

### ZUM ERFOLG DER KANALOPLASTIK BEITRAGEN UND IN WELCHER REIHENFOLGE WÜRDEN SIE DIESE EINORDNEN?

**Prof. Körber:** Die Dilatation des Kanals sowie der Ostien der Kollektorkanäle zusammen mit der Aufdehnung des Trabekelmaschenwerks und die Aufrechterhaltung dieses Effekts mit der Naht tragen alle zu den wundervollen Ergebnissen bei, die wir in so vielen Fällen erleben. Während der Operation verwenden wir den iTRACK zur Durchführung der Kanalographie mit Darstellung des Abflusssystems und der Durchlässigkeit des Trabekelmaschenwerks (s. Abb. 3). So können wir intraoperativ die Prognose für diesen Eingriff beurteilen und dem Patienten sagen, ob wir eine rasche oder längere Rekonvaleszenz zu erwarten haben.

**Dr. Bull/von Wolff:** Wir glauben, dass die Kanaloplastik größtenteils aufgrund der korrekten zirkumferentiellen Dilatation des Schlemm'schen Kanals mit Healon GV, der korrekten Nahtspannung und einer wasserdichten Naht des Flaps zur Minimierung chronischer Entzündungsreaktionen aufgrund von Leckagen funktioniert.

„Wir glauben, dass die Kanaloplastik größtenteils aufgrund der korrekten zirkumferentiellen Dilatation des Schlemm'schen Kanals mit Healon GV, der korrekten Nahtspannung und einer wasserdichten Naht des Flaps zur Minimierung chronischer Entzündungsreaktionen aufgrund von Leckagen funktioniert.“

Dr. med. Holger Bull und Kurt-Dietrich Freiherr von Wolff

- Dr. Müller:**
1. Katheterisierung des Schlemm'schen Kanals mit entsprechendem Lumen
  2. Viskodilatation des Schlemm'schen Kanals und der angrenzenden Kollektorkanäle
  3. Spannung des permanenten Fadens

**Prof. Jünemann:** Ich glaube, dass die Wiederherstellung des physiologischen Abflusssystems (Eröffnung der Kollektorkanäle durch Dilatation) genauso wichtig ist wie die korrekte Aufdehnung des Trabekelmaschenwerks durch die Spannung der Nähte. Die Erzeugung eines Descemet-Fensters und der wasserdichte Verschluss des Sklera-Flaps sind ebenfalls hilfreich.

**Dr. Brusini:** Für einen vollkommenen chirurgischen Erfolg sollten die Verfahrensschritte perfekt durchgeführt werden; auch die Dilatation der Kollektorkanäle zur Eröffnung der Kammerwasservenolen sollte durchgeführt werden. Wir haben kürzlich die konjunktivalen Mikrozysten untersucht, die nach einer Kanaloplastik signifikant an Größe und Dichte zunehmen, was andere mögliche Mechanismen zum Kammerwasserabfluss nahelegt.

**Dr. Grieshaber:** Ich glaube, dass die 360-Grad-Viskodilatation entscheidend für dieses Verfahren ist, da sich früher gezeigt hat, dass Mikrodysruptionen Teil der Viskokanalostomie sind. Zweitens geht man davon aus, dass die Spannaht den transtrabekulären Kammerwasserabfluss durch Aufdehnung der Innenwand des Schlemm'schen Kanals verbessert. Drittens hilft die Erzeugung eines großen Descemet-Fensters nicht nur beim Einführen des Mikrokatheters während der Operation, sondern es dient auch als Back-up für eine Laser-Goniopunktion nach der Operation.

„Ich glaube, dass die 360-Grad-Viskodilatation entscheidend für dieses Verfahren ist.“

Dr. med. Matthias Grieshaber

**Dr. Argyropoulos:** Ich denke, dass es am wichtigsten ist, die Spannaht angemessen fest zu ziehen, den Schlemm'schen Kanal zu viskodilatieren und den Sklera-Flap wasserdicht zu verschließen (s. Abb. 2b).

**Dr. Benedetti:** Es sollte im Kanal eine gute Faden-Spannung bestehen und das Descemet-Fenster sollte groß sein. Außerdem sollte der tiefe Flap exakt geschnitten sein und der Entdachung des Schlemm'schen Kanals entsprechen. Der Verschluss des oberflächlichen Flaps sollte wasserdicht sein.

## WELCHE CHIRURGISCHEN UND POSTOPERATIVEN KOMPLIKATIONEN HABEN SIE BEI DER KANALOPLASTIK ERLEBT? WIE LASSEN SICH DIESE HERAUSFORDERUNGEN MIT ANDEREN CHIRURGISCHEN GLAUKOM-BEHANDLUNGEN VERGLEICHEN, DIE SIE DURCHFÜHREN?

**Prof. Körber:** In einer kleinen Anzahl Fälle sehen wir ein vorübergehendes Mikrohyphäma und kleine Descemet-Risse, die durch den Austritt von Healon GV in die Kornea nachzuweisen sind. Ich erlebte das in den ersten paar Monaten meiner Lernkurve; heute ist das selten. Ich sehe einen reversiblen Astigmatismus aufgrund des wasserdichten Wundverschlusses. Druckspitzen treten gelegentlich auf, bedeuten aber kein ungünstiges Ergebnis. Insgesamt sind die Komplikationen in der Regel nicht sehschärfebedrohend, was der Hauptunterschied zu anderen Verfahren wie Filtrationsoperationen ist.

**Dr. Müller:** Intraoperativ: Perforation des Descemet-Fensters, „Cheesewiring“, Blutung. Postoperativ: „Cheesewiring“ (trotzdem Wirksamkeit der Prozedur!), Abhebung der peripheren Descemet-Membran, hoher Astigmatismus, größeres Hyphäma. Alle möglichen Komplikationen haben primär kein irreversibel, visusbedrohendes Potenzial.

**Prof. Jünemann:** Intraoperativ treten Komplikationen in Verbindung mit der Präparation des Descemet-Fensters und mit der Katheterisierung auf. Gegebenenfalls kann man von diesem Verfahren zu einem anderen Verfahren, z. B. auch zur Trabekulektomie, wechseln. Postoperativ gab es bei einem Patienten eine Ablösung der peripheren Descemet-Membran ohne Interventionsbedarf. Bei 10 Patienten trat ein Mikrohyphäma auf; wir hatten bisher weder Hypotonien noch Aderhautabhebung. Im Vergleich zur Trabekulektomie ist die Komplikationsrate deutlich niedriger.

**Dr. Koch:** Ich hatte anfangs 3 Fälle von Descemet-Ablösung, weil ich den Katheter während der Injektion des Viskoelastikums zu langsam zurückgezogen habe. Ich erlebte einen Fall mit „Cheesewiring“; dieser Patient hat weiterhin eine sehr gute IOD-Kontrolle. Die Komplikationsrate der Kanalooplastik ist signifikant niedriger als bei fistulierenden Verfahren.

**Dr. Brusini:** Selten kommt es zu einer Ablösung der Descemet-Membran. Ein Hyphäma (oder Mikrohyphäma) ist am ersten postoperativen Tag ein häufiger Befund. Der IOD kann an den ersten Tagen nach der OP entweder sehr niedrig oder ziemlich hoch sein, doch dies ist in der Regel kein schwerwiegendes Problem.

„Während der Operation ist es möglich, dass es zu einer Descemet-Ruptur kommt; das ändert aber nichts am weiteren Vorgehen; ich setze die Kanalooplastik fort.“

Dr. med. Triantafilos Argyropoulos

Tabelle 2: Postoperative Komplikationen aller behandelten Augen<sup>1</sup>

Intra-/ frühe postoperative Komplikationen (≤ 90 Tage post-op)	n (%)
Hyphäma (≥ 1.0 mm)	6 (5.5%)
Erhöhter IOD	6 (5.5%)
Deszemetolyse	4 (3.7%)
Hypotonie: IOD ≤ 5 mmHg mit abgeflachter Vorderkammer	0
Flache/aufgehobene Vorderkammern	0
Späte postoperative Komplikationen (> 90 Tage post-op)	n (%)
Kataraktes	17 (19.1%)
Erhöhter IOD	2 (1.8%)
Filterzonen nach 36 Monaten	0
Endophthalmitis	0
Aderhautabhebung effusion	0
Hypotonie: IOD ≤ 5 mmHg mit abgeflachter Vorderkammer	0

**Dr. Argyropoulos:** Während der Operation ist es möglich, dass es zu einer Descemet-Ruptur kommt; das ändert aber nichts am weiteren Vorgehen; ich setze die Kanalooplastik fort, sofern es sich nicht um ein phakes Auge handelt, bei dem ich eine Iridektomie durchführe und den Sklera-Flap sorgfältig verschließe. Postoperativ ist ein Hyphäma überhaupt kein Problem. Es verschwindet nach wenigen Tagen. Keine Aderhautabhebung.

## WAS WÜRDEN SIE EINEM KOLLEGEN RATEN, DER INTERESSE HAT, MIT DER KANALOPLASTIK ZU BEGINNEN?

**Dr. Bull/von Wolff:** Die Kanalooplastik-Technik und das Ziel des Verfahrens zu verstehen, keine Abkürzungen zu nehmen und sich an dem Vorteil zu freuen, dass man einem Patienten im Frühstadium der Erkrankung helfen kann, falls sie unter maximaler Medikation fortschreitet. Es handelt sich um ein Verfahren bei primärem Offenwinkelglaukom (POWG). Bei engeren Kammerwinkeln sollte auch eine Lensektomie durchgeführt werden.

**Dr. Müller:** Die saubere Präparation von erfahrenen Trainern oder Operateuren zu erlernen (siehe oben) und Feedback zu bekommen.

**Prof. Jünemann:** Das hängt größtenteils von den chirurgischen Fähigkeiten des Kollegen ab. Falls er erfahren in der nichtpenetrierenden Glaukomchirurgie wie der Viskokanalostomie oder der tiefen Sklerektomie ist, würde ich zunächst raten, einen Kollegen zu besuchen, der

<sup>1</sup> Three-year canaloplasty outcomes for the treatment of open-angle glaucoma: European study results Holger Bull & Kurt von Wolff & Norbert Körber & Manfred Tetz. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol; DOI 10.1007/s00417-011-1728-3; July 2011

die Kanaloplastik durchführt, und dann an einem Wet-Lab teilzunehmen. Bei einem unerfahrenen Kollegen würde ich zusätzlich empfehlen, mit Viskokanalostomie zu beginnen.

**Dr. Koch:** Dies sollte zum Verfahrensangebot aller Glaukomspezialisten gehören. Je nach der Erfahrung des Chirurgen würde ich vorschlagen, das Wet-Lab zu machen, einen Kollegen, der mit der Technik vertraut ist, zu besuchen, bei den ersten 3-4 Fällen iScience um chirurgische Unterstützung zu bitten, und es zu tun.

„Lassen Sie sich bei Ihrer Lernkurve  
Zeit.“

Dr. med. Stefano Benedetti

**Dr. Brusini:** Zuallererst sollte der Chirurg in nicht-perforierenden Verfahren ausgebildet sein; dann muss er sich darauf vorbereiten, dass er mit mehreren Schwierigkeiten konfrontiert wird, die mit der Zeit weniger werden, aber nicht ganz verschwinden. Zweifelsohne wird die zum Erlernen dieses Verfahrens benötigte Zeit belohnt.

**Dr. Grieshaber:** Ich empfehle, mit der Durchführung nichtpenetrierender Verfahren bei starker Vergrößerung zu beginnen, wenn der Chirurg dies noch nicht getan hat, um Übung in der Erkennung des Schlemm'schen Kanals zu bekommen. Des Weiteren rate ich dem Chirurgen, ausdauernd beim Erlernen der Kanaloplastik zu sein, da es auch hier wie bei allen neuen Verfahren eine Lernkurve gibt.

**Dr. Argyropulos:** Der beste Rat ist meiner Meinung nach, systematisch die Schritte zu befolgen und erfahrenen Kollegen live zuzusehen; das Anschauen von Videos ersetzt keine live gegebenen Instruktionen.

**Dr. Benedetti:** Lassen Sie sich bei Ihrer Lernkurve Zeit. Seien Sie bei jedem Schritt sorgfältig. Zögern Sie nicht, um Rat und Hilfe zu bitten.

**Autor:**

**Prof. Dr. med. Norbert Körber**  
Köln, Deutschland

Mit freundlicher Unterstützung durch  
RUCK TMED, Baesweiler und  
iScience Interventional, Menlo Park, CA, USA

**Moderator:**

**Prof. Dr. med. Norbert Körber**

Augenzentrum Köln Porz  
Josefstrasse 14  
51143 Köln  
Tel.: 02203-101970

**Dr. med. Triantafilos Argyropulos**

FEBO  
Kyanous Stavros/Euromedica  
Thessaloniki  
Vizyis 1  
GR-546 36 Thessaloniki  
Griechenland  
Tel.: +30-2310-265686  
Fax: +30-2310-251095  
E-Mail: info@argyropulos.gr

**Dr. med. Stefano Benedetti**

Casa di cura privata villa Igea  
Via Maggini, 200  
I-60127 Ancona  
Italien  
Tel.: +39-071-28201  
Fax: +39-071-2801518  
E-Mail: info@benedetti.it

**Dr. med. Paolo Brusini**

Azienda Ospedaliero-Universitaria  
Santa Maria della Misericordia  
Piazzale Santa Maria della  
Misericordia, 15  
I-33100 Udine  
Italien  
Tel.: +39-432-552040  
Fax: +39-432-552741  
E-Mail: brusini@libero.it

**Dr. med. Holger Bull**

Augen-Tagesklinik Groß Pankow  
Medizinisches Versorgungszentrum GbR  
Pankeweg 15  
16928 Groß Pankow  
Tel.: 0339-83-76-0  
Fax: 0339-83-76-119

**Dr. med. Matthias C. Grieshaber**

Oberarzt  
Universitätsspital Basel  
Augenklinik  
Mittlere Strasse 91  
CH-4031 Basel  
Schweiz  
Tel.: +41-61-265-8787  
Fax: +41-61-265-8652  
E-Mail: mgrieshaber@uhbs.ch

**Prof. Dr. med. Anselm Jünemann**

Geschäftsführender Oberarzt  
Augenklinik mit Poliklinik  
Universitätsklinikum Erlangen  
Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Schwabachanlage 6  
91054 Erlangen  
Tel.: 09131-853-4519  
09131-854-4519 (DECT)  
Fax: 09131-853 6401  
E-Mail: anselm.juenemann@uk-erlangen.de

**Dr. med. Jörg Koch**

Augenabteilung am St. Franziskus-  
Hospital Münster  
Hohenzollernring 74  
48145 Münster  
Tel.: 0251-9352711  
Fax: 0251-9352719

**Priv.-Doz. Dr. med. Maya Müller**

Stellvertretende Klinikdirektorin und  
Leitende Oberärztin  
Klinik für Augenheilkunde Universität  
zu Lübeck  
Ratzeburger Allee 160  
23538 Lübeck  
Tel.: 0451-5002223

**Kurt-Dietrich Freiherr von Wolff**

Augen-Tagesklinik Groß Pankow  
Medizinisches Versorgungszentrum GbR  
Pankeweg 15  
16928 Groß Pankow  
Tel.: 0339-83-76-0  
Fax: 0339-83-76-119