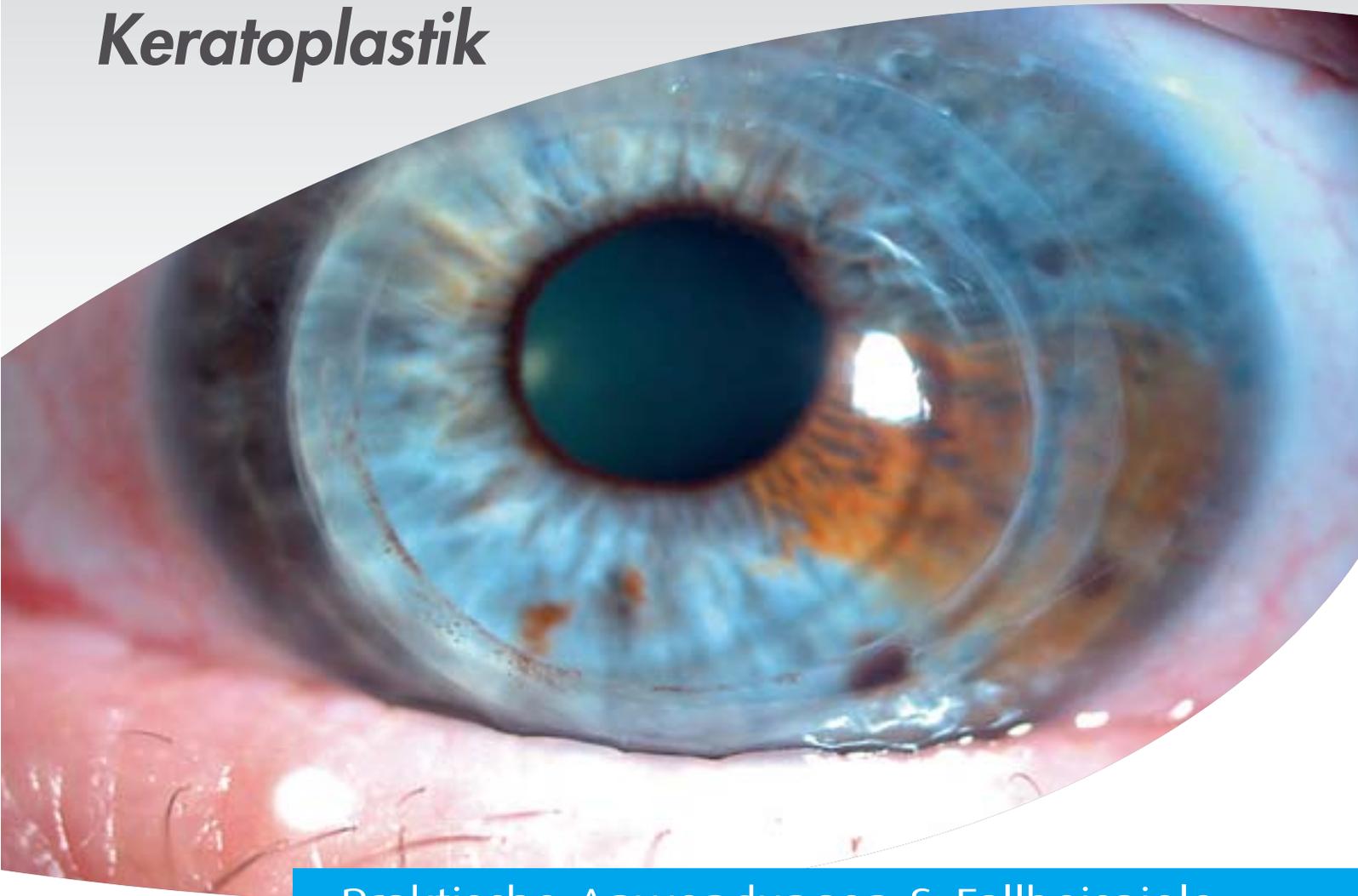


# *Keratoconus und nach Keratoplastik*



Praktische Anwendungen & Fallbeispiele

# Inhalt

---

Anpassung von formstabilen Kontaktlinsen bei  
Keratokonus mit sehr flachen Hornhautradien **3**

*Mario Rehnert*

---

Kontaktlinsen-Anpassung nach Behandlung des  
Keratokonus durch Kollagenvernetzung **6**

*Christoph Ecke*

---

Keratoplastikversorgung mit einer torisch-oblongen  
Kontaktlinse **12**

*Gustav Pöltner*

---

Optische Erstversorgung bei hochgradigem  
Keratokonus und Transplantat **17**

*Mario Rehnert*

---

# Anpassung von formstabilen Kontaktlinsen bei Keratokonus mit sehr flachen Hornhautradien

Mario Rehnert\*

Nachfolgende Fallbeschreibung zeigt die Anpassung einer rücktorischen, vierkurvigen Kontaktlinse mit individuellen peripheren Radien und Zonenbreiten im Sinne einer Konturaufgabe bei Keratokonus. Die Besonderheit dieses Falles liegt im Befund einer Cornea mit extrem flachen zentralen Radien trotz deutlicher Ektasie des linken Auges. Diese Konstellation ist bei Keratokonus eher ungewöhnlich und bedurfte daher einer modifizierten Anpasstechnik.

\*Dipl.-Ing. (FH)

Stadieneinteilung des Keratokonus unter Einbezug der Videokeratometrie							
	Visus mit Brille	Visus mit KL	Hornhautindizes ISV	KI	Exz. in 30°	RMin	Skiaskopie
Vorstadium	1.0-1.25	1.0-1.25	<30	1.04-1.07	Alle 4 Werte normal	7.0-6.7	Keine saubere Licht-/Schattenbewegung mehr, angedeutetes Scherensphänomen.
Grad 1	0.8-1.25	1.0	30-55	1.07-1.15	Mind. 1 Wert selten abnorm	7.5-6.5	Scherensphänomen, Fischmauleffekt
Grad 2	0.32-1.0	0.63-1.0	55-90	1.10-1.25	Mind. 1 Wert häufig abnorm	6.9-5.3	Deutliches Scherensphänomen, Skiaskopie schwierig.
Grad 3	0.16-0.63	0.5-1.0	90-150	1.15-1.45	Mind. 1 Wert immer abnorm	6.6-4.8	Ausgeprägtes Scherensphänomen, Skiaskopie kaum mehr möglich.
Grad 4	<0.05-0.2	0.2-0.5	>150	>1.50	Mind. 1 Wert immer abnorm	<5 oder nicht mehr messbar	Skiaskopie nicht mehr möglich.

Bild 1: Stadieneinteilung im Keratographen

## Einführung

Formstabile Kontaktlinsen sind bei der Versorgung des Keratokonus das Mittel der Wahl, sofern der erreichbare Visus mit den angepassten Kontaktlinsen besser ist als mit optimaler Brillenrefraktion. Die kegelförmige Hornhautform erfordert stets eine individuelle Versorgung, die mit unterschiedlichsten Linsengeometrien erreicht werden kann. Anzustreben ist eine möglichst gleichmäßige Druckverteilung auf die gesamte Hornhaut mit großflächiger Auflage der Kontaktlinse

im mittelperipheren Bereich, sowie eine geringe Belastung auf das sensible Hornhautzentrum. Diese Form der Anpassung wird als Konturaufgabe bezeichnet. Das Stadium des Keratokonus lässt sich unter Berücksichtigung der Größe der Hornhautradien, der ermittelten Exzentrizität und anhand des morphologischen Befunds der Spaltlampenuntersuchung abschätzen. Eine genauere Einteilung erfolgt unter Zuhilfenahme der Klassifikation nach Amsler bzw. die

erweiterte Tabelle nach Muckenhirn. Eine Stadieneinteilung, die im verwendeten Keratographen von Oculus hinterlegt ist, wird in Bild 1 dargestellt. Gelb hervorgehoben sind die Hornhautradien, deren Einstufung für diese Fallbeschreibung deutlich abweicht.

## Erstbesuch

Die Diagnose wurde bei S.B., 13 Jahre, am 28. März 2009 im Universitätsklinikum Inns-

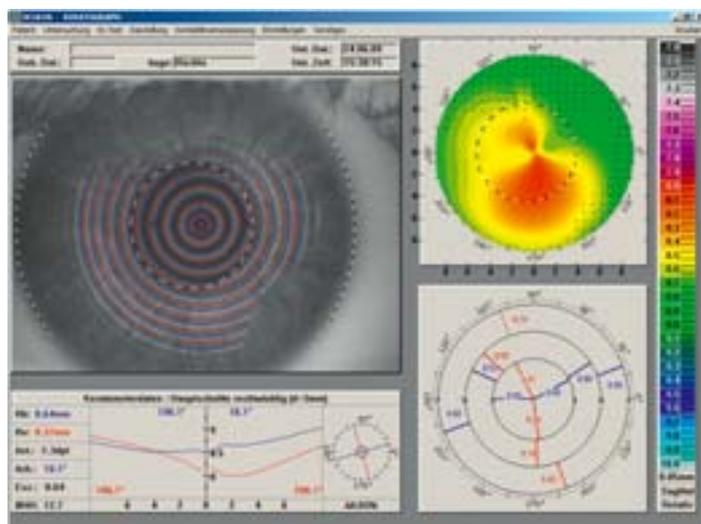


Bild 2: Topographie OD

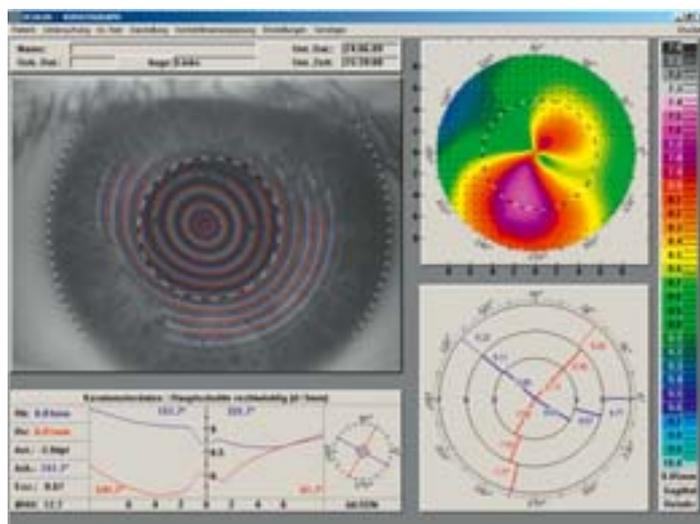


Bild 3: Topographie OS

bruck gestellt. S.B. trug zu diesem Zeitpunkt weder Brille noch Kontaktlinsen. Bei der klinischen Untersuchung wurde am linken Auge eine Aufsteilung der Hornhautradialen im nasal unteren Quadranten im Sinne eines Keratokonus bei extrem flachen Hornhautradialen festgestellt. Bei der Eingangsuntersuchung am 24.06.2009 im Contactlinseninstitut Miller waren sowohl der vordere Augenabschnitt, als auch der zentrale Fundus auf beiden Seiten unauffällig. Die topographischen Daten (Bild 2, Bild 3) wurden mit einem Keratographen erfasst.

## Daten der Eingangsuntersuchung

Der freie Visus war OD 0,7 und OS 0,3. Die subjektive Refraktionsbestimmung ergab:

OD sph.  $-0,50$  dpt cyl.  $-0,50$  dpt A  $57^\circ$   
 Visus<sub>cc</sub> 1,00  
 OS sph.  $+0,75$  dpt cyl.  $-4,25$  dpt A  $145^\circ$   
 Visus<sub>cc</sub> 0,63

Die gemessenen zentralen Hornhautradialen waren OD  $8,64/16^\circ$  und  $8,37/106^\circ$  mit einer numerischen Exzentrizität (N.E.) von 0,64 sowie OS  $8,83/151^\circ$  und  $8,01/61^\circ$  mit einer N.E. von 0,67. Das linke Auge wurde von der Keratographensoftware als Keratokonus Stadium 1–2 klassifiziert, das rechte Auge wurde trotz erkennbarer Tendenz zu einer Ektasie nicht als Keratokonus identifiziert.

## Vorgehen in der Anpassung

Die Daten der Probelinsen wurden anhand der Fluobildsimulation im Keratographen festgelegt. Als erste verfügbare Messlinse wurde für das rechte Auge eine ASCON AS7  $8,60 -0,75 9,6$  und für das linke Auge eine KAKC-F  $8,90 -2,00 10,8$  ausgewählt. Nach einer ersten Eingewöhnungszeit von 30 Minuten konnte eine genaue Fluobildbetrachtung durchgeführt und die Überrefraktion ermittelt werden. Das Fluobild der rechten Kontaktlinse zeigte bei einer Überrefraktion von sph.  $+0,25$  dpt cyl.  $-0,25$  dpt A  $90^\circ$  eine gleichmäßig homogene Auflage, sodass die selben Parameter für die Bestellung übernommen wurden. Lediglich der Durchmesser wurde auf  $10,6$  mm erhöht. Die linke Messlinse (Bild 4) stand im unteren Quadranten deutlich ab und wurde vom Oberlid stark festgehalten. Außerdem zeigte die verwendete Messlinse eine zu starke Druckbelastung im Apexbereich sowie eine steile, randperiphere Auflage.

Mit einer Überrefraktion von sph.  $+2,75$  cyl.  $-1,00$  A  $165^\circ$  konnte eine Sehschärfe von 0,8 erreicht werden. Bestellt wurde an-



Bild 4: KAKC-F  $8,90 -2,00 10,8$

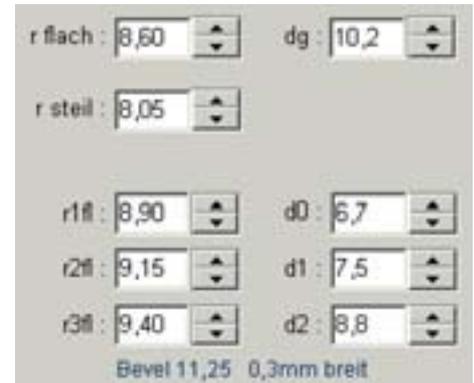


Bild 7: Parameterwahl der modifizierten KAKC

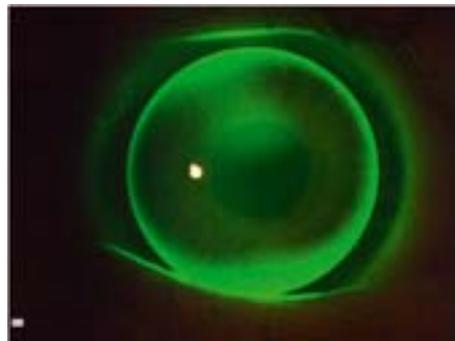


Bild 5: OD ASCON AS 7  $8,60 -0,75 10,6$

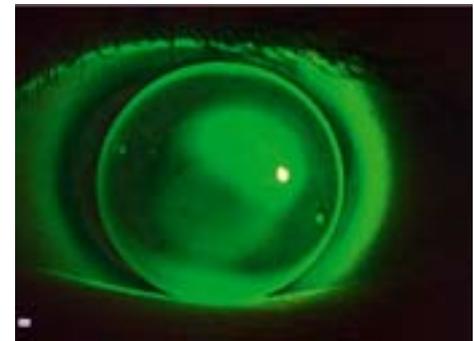


Bild 8: OS KAKC-I RT  $8,60/8,05 -0,50 10,2$

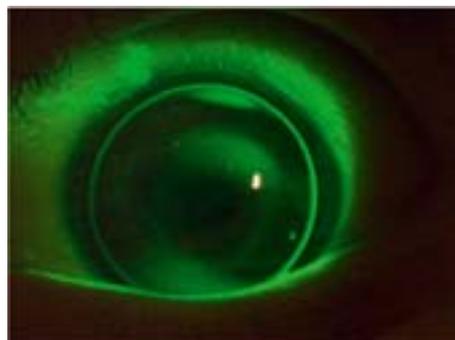


Bild 6: OS KAKC-F RT  $8,75/8,20$  plan  $10,2$

schließend eine KAKC-F RT  $8,75/8,20$  plan  $10,2$ .

## Beurteilung und Modifikation der ersten Rezeptlinsen

Die abgegebene rechte Kontaktlinse (Bild 5) wies einen idealen modifizierten Gleichlauf auf. Auch der gemessene Visus von 1,25 ohne Überrefraktion war äußerst zufriedenstellend.

Die erste linke Rezeptlinse (Bild 6) hingegen lag zentral zu stark auf. Auch eine ausreichende Randunterspülung war nicht gegeben. Mit einer Überrefraktion von  $+1,00$

dpt lag die Sehschärfe bei 1,0. Die individuelle Veränderung der Rückfläche konnte sicher mit der Hecht Software im Keratographen vorgenommen werden, da das simulierte Fluobild dem realen Fluobild entsprach.

Zentral sollte die Kontaktlinse etwas steiler sein, um den Apexbereich zu entlasten. Durch die zusätzliche Variation der Zonenbreiten mit den peripheren Radien sollte die Auflage der vierkurvigen KAKC modifiziert werden. Über die Simulation des Fluobildes war es möglich, die Auswirkung jedes Schrittes der Änderung zu beobachten.

Die Zentralradien für die zweite Rezeptlinse lagen nach der getroffenen Parameterwahl im flachen Meridian bei  $8,60$  und im steilen Meridian bei  $8,05$ . Die peripheren Rückflächenradien wurden indessen etwas vergrößert. Durch die zusätzliche Verkleinerung der Zonenbreiten erfuhr die Kontaktlinse insgesamt eine stärkere periphere Abflachung. Die festgelegten Parameter (Bild 7) beziehen sich jeweils für den flachen Meridian der Kontaktlinse. Das Fluobild der nach dieser Modifikation bestellten KAKC-I RT (Bild 8) zeigte eine deutliche Entlastung des Apexbereiches, sowie eine bessere periphere Auflage.

Die subjektive Verträglichkeit wurde nach zwei Wochen Tragezeit als angenehm be-

schrieben. Die angepassten Kontaktlinsen werden derzeit reizfrei den ganzen Tag bei stabiler Sehschärfe getragen.

## Schlussfolgerung

Dieser beschriebene Fall zeigt die Anpassung einer vierkurvigen KAKC-RT auf einer atypischen Keratokonushornhaut mit sehr flachen Zentralradien. Dadurch mussten die peripheren Zonenbreiten und Rückflächenra-

dien der Hornhautform so angepasst werden, dass eine gleichmäßige Konturaufgabe gegeben war. Die Hecht Simulationssoftware im Keratographen bietet hierbei eine gute Möglichkeit, Kontaktlinsen systematisch zu modifizieren.

Selbst bei ungewöhnlichen Konstellationen wie in diesem Praxisfall ist es möglich, die Kontaktlinse gezielt so zu verändern, dass eine hornhautkonforme Auflage erreicht wird und somit die Versorgung gelingen kann.

## Der Autor:

Mario Rehnert, Dipl.-Ing. (FH)  
Contactlinseninstitut Miller GmbH  
Meraner Straße 3/1  
6020 Innsbruck/Österreich  
Telefon: 0043-(0)512-583725.0  
E-Mail: rehnert@institutmiller.at

# Künstliche Hornhaut

Forscher aus Potsdam haben eine künstliche Hornhaut entwickelt, die jetzt erstmals einem Patienten eingepflanzt wurde. „Ich glaube schon, dass wir einen Durchbruch in der Prothese erzielt haben, auch wenn es jetzt noch zu früh ist, abschließend zu urteilen“, sagt Institutssprecher Georg Langstorf. Sehr, sehr gut gelaufen sei die Operation. Dabei wurde der zentrale Teil der natürlichen Hornhaut kreisförmig entfernt, die neue Hornhaut eingesetzt und vernäht.

In der Erprobungsphase erhalten nur solche Patienten die neu entwickelte Prothese, die bereits mehrere Operationen hinter sich haben und denen der völlige Verlust der Sehfähigkeit droht. Denn funktionierende Modelle für eine künstliche Hornhaut gibt es trotz einzelner Forschungserfolge etwa in Australien und Italien bisher nicht.

Spenderhornhäute sind selten. Obwohl die Hornhaut noch 72 Stunden nach dem Tod eines Patienten verwendet werden kann, gibt es zu wenig Spender. Künstlich heranzüchten ließen sich die winzigen Gewebe bisher auch nicht. Deshalb warten jährlich in Deutschland 6000 Patienten vergeblich auf ein Transplantat.

Eine künstliche Hornhaut muss technisch fast Unmögliches leisten: Sie muss einerseits mit der natürlichen Hornhaut des Auges verwachsen, andererseits muss die Mitte frei von Zellen bleiben, um freie Sicht zu gewährleisten. Die Vorderfläche muss außerdem von Tränen benetzbar sein.

Das Institut für Angewandte Polymerforschung in Potsdam (IAP) benutzte für seine Hornhaut ein Polymer, das kein Wasser aufnimmt. Die Forscher beschichteten es dann mit Hilfe von abdeckenden Masken so, dass die Prothese gleichzeitig Wasser abweisende wie auch wasserfreundliche Eigenschaf-

ten annahm. Künstliche Proteine am Rand der Scheibe sorgen zusätzlich dafür, dass diese mit der Wirtshornhaut verwächst. Das macht die Kunsthornhaut völlig eigenständig wie einen Zahn, der auch fest verankert ist, aber nicht zuwächst.

Dem menschlichen Zahn nachempfunden ist auch das Material der Osteo-Odonto-Keratoprothese, die bereits in Ansätzen in den 60er Jahren vom Italiener Benedetto Strampelli entwickelt wurde. Diese war bisher die erfolgreichste Hornhautprothese. Den Patienten verbleibt dabei jedoch nach der Operation nur ein sehr eingeschränktes Gesichtsfeld. Die am Fraunhofer Institut entwickelte neue Prothese hat diesen Nachteil wohl nicht, die Herstellung der Prothese jedoch ist schwierig. „Dieses Protein, das am Rande aufgetragen wird, ist leichter als ein Nanogramm, das können Sie gar nicht mehr wiegen“, erklärt Joachim Storsberg. Er hat am IAP die neue Prothese entwickelt.

Storsberg hat mit Zellkulturen und Proteinen experimentiert und dann entschieden, wie diese zu einem „Multi-Layer“, der späteren Prothese, zusammengefügt werden. „Die Art und Weise, in der wir die verschiedenen Schichten zusammenfügen, ist völlig neu“, sagt Storsberg. Dadurch könnte es gelingen, Probleme wie Zellwachstum, Dichtigkeit der Prothese und Abstoßung in den Griff zu bekommen.

Die Transplantate sind zuvor auch an Kaninchenaugen getestet worden. Die Versuche waren erfolgreich – aber trotzdem noch keine Garantie dafür, dass sie auf Dauer auch auf die ersten Patienten übertragbar seien, sagt Chemiker Storsberg. Dennoch will der Potsdamer nicht ausschließen, dass die Prothese neue Hoffnung für zahlreiche Patienten bringt. Zunächst aber müssten sich die vielversprechenden Resultate an weiteren Patienten bestätigen.

(DIE WELT, 16. Oktober 2009)

HB



Archivbild: Gustav Pöllner

# Kontaktlinsen-Anpassung nach Behandlung des Keratokonus durch Kollagenvernetzung<sup>1</sup>

Christoph Ecke<sup>2</sup>

**Die Quervernetzung, englisch Cross-Linking, ist eine in der Medizin verbreitete Methode, z.B. für die Erhöhung der Festigkeit von kollagenen Biomaterialien, z.B. Herzklappen. Für die therapeutische Behandlung des Keratokonus wird das an der Uniklinik in Dresden entwickelte Verfahren seit 1998 angewandt. Während bis 2004 – langsam zunehmend – nicht mehr als 33 Augen jährlich vernetzt wurden, ist die Methodik heute in mehr als 90 Ländern etabliert.**

## Behandlung

– Tropfanästhesie, Epithelabrasio (ca. 9 mm Durchmesser) ist notwendig, damit das Riboflavin ausreichend in das vordere Stroma eindringen kann.

– Riboflavin 0.1% wird aufgetropft, Diffusionszeit 20 bis 30 min.

– Danach 30 min Applikation von UVA-Strahlung 370 nm in Durchmesser von 8 mm, während der Bestrahlung im 5-min-Intervall weiteres Tropfen von Riboflavin.

Riboflavin setzt einmal in Kombination mit der UVA-Strahlung Radikale frei, die die Vernetzung im vorderen Hornhaut-Stroma (100 bis 200µm) erzeugen, andererseits verhindert es durch Absorption der UVA-Strahlung die Schädigung nachgelagerter Medien. 2008 wurden die „Kollagenvernetzung mit Riboflavin und UVA-Licht bei Keratokonus – Dresdner Ergebnisse“ (A. Hoyer, F. Reiskup-Wolf, E. Spörl, L.E. Pillunat/ Augenklinik, Universitätsaugenklinikum Dresden/ Ophthalmologie 2008 DOI 10.1007/s00347-008-1783-2 Springer Medizin Verlag 2008) veröffentlicht.

Ziel war der Nachweis eines langfristigen anhaltenden Effekts bei progressivem Keratokonus. Die Patienten hatten einen progressiven Keratokonus und eine Mindest-Horn-

haut-Dicke von 400µm. Progressiv heißt: Änderung von Kmax um  $\geq 1$  dpt oder Verschlechterung des Visus im letzten Jahr oder die Notwendigkeit neuer Kontaktlinsen-Anpassung mehr als einmal in den letzten zwei Jahren. Bei der Voruntersuchung und den Nachkontrollen wurde die Refraktion und der bestkorrigierte Visus bestimmt sowie eine Hornhaut-Topografie und eine Ultraschallpachymetrie durchgeführt. In die Auswertung wurden 153 Augen von 111 Patienten mit einer Mindestnachkontrollzeit von 12 Monaten eingeschlossen.

### Einige Eckdaten aus der Zusammenfassung:

Die Abnahme der Keratektasie betrug im 1. Jahr 2.29 dpt, der Visus verbesserte sich um mindestens eine Zeile bei 48.9% bzw. blieb stabil bei 23,8% der Patienten.

Im 2. Jahr verringerte sich der Keratometerwert am Apex um 3.27 dpt, der Visus verbesserte sich um mindestens eine Zeile bei 50.7% bzw. blieb stabil bei 29.6% der Patienten.

Im 3. Jahr verringerte sich der Keratometerwert am Apex um 4.34 dpt, eine Visusverbesserung erreichte man bei 60.6% und bei 36.4% der Patienten blieb der Visus stabil, das sind 97%, d.h. nur bei 3% der Patienten kam es zu einer Visusverschlechterung.

Die Visusverbesserung führt man wesentlich auf die Verringerung von Astigmatismus und Hornhaut-Krümmung zurück, infolge der Regularisierung der vernetzten Hornhaut. Als Ursache für die Visusverschlechterung, glaubt man subepitheliale Trübungen verantwortlich machen zu können, die als eine Reaktion auf die photochemische Belastung im Stroma gedeutet werden. Die geschädigten

Keratozyten würden sich innerhalb von 6 Monaten unter lokaler Steroidtherapie vollständig regredieren. Bei 3 Patienten mit exazerbierter Neurodermitis trat innerhalb des ersten Jahres nach Behandlung eine fulminante Progression auf. Sie wurden reverbnetzt.

## Eigene Beobachtungen

Die Ergebnisse der Studie decken sich mit meinen Beobachtungen an einem viel kleineren Klientel im wesentlichen, aber nicht in jedem Fall. Die Visusverbesserung kann ich bezüglich der Kontaktlinsen-Korrektion so nicht bestätigen, wohl aber z.T. hinsichtlich der Brillenkorrektur, was logisch erscheint. In der Studie wurde nicht unterschieden, ob die Visuskontrolle mit Brille oder Kontaktlinsen erfolgte. Ebenso kann ich nicht bestätigen, dass vereinzelte subepitheliale Trübungen durch lokale Steroidtherapie sich rasch und vollständig auflösten. Bei einigen Patienten sind die Trübungen noch nach Jahren deutlich sichtbar. Die Kontaktlinsen-Verträglichkeit fand ich mitunter reduziert, teilweise vorübergehend, z.T. auch bleibend. In der Dresdner Studie wird etwas irritierend auf eine Kontaktlinsen-Sitzverbesserung hingewiesen, infolge des Stabilitätsgewinns der Hornhaut. Das klingt logisch, aber es geht doch eher um die postoperative Kontaktlinsen-Verträglichkeit, und die hängt mehr von der Epithelqualität ab, die nach der Abrasion verändert sein kann. Prof. Hafezi meint dazu, dass das Epithel unterschiedlich fest an der Basalmembran haftet, was einen Einfluss auf die Reepithelialisierung haben kann.

<sup>1</sup>Vortrag gehalten anlässlich der Contact '09 vom 25.–27.01.2009 in Jena

<sup>2</sup>Ing. paed., Optometrist /Staatl. gepr. AO

## Patientenbefragung

Da mir einige Verträglichkeitsverschlechterungen auffällig wurden, verschickten wir im Sommer 2008 an 22 Patienten Fragebögen, die sich vorrangig mit dieser Frage beschäftigten.

3 Patienten wurden beidseitig vernetzt, 2 Patienten wurden 2 x vernetzt, also handelt es sich um 27 Vernetzungen zwischen 2000 und 2008.

Leider konnten nur 13 von 22 (59,1%) Fragebögen ausgewertet werden, z.T. lagen die Vernetzungen zu lange zurück, einige Briefe waren nicht mehr zustellbar.

Außerdem stellte sich heraus, dass nur 8 von 15 Augen (52.8%) der an der Befragung teilgenommenen Patienten, präoperativ Kontaktlinsen trugen, postoperativ sind es 12 von 15 (79.2%). Auf die Frage einer Verträglichkeitsveränderung konnten deshalb nicht alle antworten. Einige konnten sich auch nicht mehr genau erinnern. Viele Patienten wurden erstmalig nach der Vernetzung bei uns vorstellig.

Der Fragebogen wurde freundlicherweise während eines Praktikums von Marlene Göbel, einer Studentin der FHS Jena, gestaltet, die auch die Auswertung wesentlich unterstützte. Gefragt wurde u.a. nach der Kontaktlinsen-Verträglichkeit vor der OP, 1 Monat, 3 und 12 Monate danach. Ausnahmslos wurden nach der Vernetzung neue Kontaktlinsen angepasst. Die Beurteilung erfolgt nach Noten; 1 für sehr gut, 2 gut, 3 zufriedenstellend, 4 mangelhaft, 5 schlecht, es wurde der Durchschnitt gebildet (Bild 1).

Dass die Verträglichkeit postoperativ etwas schlechter eingeschätzt wurde, deckt sich mit meinen Erfahrungen, die schlechteren Noten für die Sehleistung, kann ich bezü-

glich des Vcc nicht bestätigen. Aber in die subjektive Antwort fließen mehr Kriterien ein, wie Kontrast- und Dämmerungssehen, Blendempfindlichkeit usw., was objektiv nicht gemessen wurde.

Wundheilungsstörungen traten nur in einem Fall auf, Schmerzen wurden von 0 bis 14 Tagen angegeben, durchschnittlich 5.14 Schmerztage, im Schnitt waren die Patienten 4.33 x zur Nachsorgeuntersuchung in der Klinik, 80% waren mit der Beratung, Behandlung, Nachsorge zufrieden, mit dem Gesamtergebnis der Vernetzung waren immerhin 90% zufrieden, genauer gaben 50% die Note gut, 40% zufriedenstellend und nur 10% mangelhaft. Auffällig war nach der Vernetzung häufig eine erhöhte Licht- und Blendempfindlichkeit. Angegeben wurde auch z.T. verstärktes Trockenheitsgefühl, Rötung, Juckreiz und schnelle Entzündung, wenn Schmutzpartikel unter die Linse gelangten.

## Korrektionsmittel postoperativ

Brillen passen wir an, wenn eine zufriedenstellende Sehqualität erreicht werden kann. Das bezieht natürlich zwingend die Binokularität mit ein. Es zeigt sich in der Praxis immer wieder, dass zu schnell aufgegeben wird. Häufig kann die schnelle Computermessung keine brauchbaren Werte ermitteln, mitunter liegt sie völlig daneben. Auch die Skioskopie ist nicht geeignet. Was bleibt ist eine subjektive Refraktion, die zunächst etwas zeitaufwändig ist, nach einiger Übung und einer modifizierten Vorgehensweise aber zunehmend schneller zum Ergebnis führt.

Wenn z.B. wegen einer höhergradiger Anisometropie eine Brille trotz ausreichender monokularer Sehleistung nicht mehr sinnvoll

erscheint, weil das Binokularsehen sehr stark belastet, oder überlastet wird (Aniseikonie, amorphotische Abbildung, Anisophorie...), kann neben der formstabilen Linsenanpassung auch an eine hochwertige Weichlinsenversorgung gedacht werden, was sicher die Spontanverträglichkeit erheblich verbessern kann. Heute stehen sehr gute Materialien bereit und auch Hersteller die ein breites individuelles Spektrum anbieten. Am häufigsten ist aber aus optischen Gründen die Anpassung von formstabilen Speziallinsen die beste Alternative.

## Unsere bisherigen Erfahrungen

Das Hornhaut-Epithel ist postoperativ oft fragiler, weicher, nicht immer spürbar empfindlicher. Wenn dem so ist, muss besonders darauf geachtet werden, dass keine apikalen Stippen oder Mikroläsionen entstehen. Diese führen früher oder später zu Epithelschädigungen und Verträglichkeitsproblemen. D.h. wir müssen den apikalen Bereich tendenziell stärker überbrücken. Sinnvoll ist eine Geometrie, die eine Anpassung über die sogenannte Landingzone (parazentrale bis periphere Auflagezone) zulässt, über die ich die unbedingt notwendige vertikale Bewegung, Rückstellung und Zentrierung steuern kann, mit der Option, den apikalen Teil völlig separat zu gestalten. Das ist z.B. wichtig, wenn die Linse im apikalen Bereich angeheben werden muss, nach dem ich die Landingzone perfekt angepasst habe.

Am besten geschieht das durch Zwischenschaltung einer steileren Zone, wie z.B. bei der KAKC Pro, möglich auch die zusätzliche Einarbeitung einer steileren Zentralzone, damit konnten wir in der Vergangenheit oft erfolgreich Hyperplasien überbrücken, muss-

Patientenbefragung				
22 Bö / 27 V <b>Auswertung:</b> 13 Bö(59.1%) / 15 V				
8 präop. KL		12 postop. KL		
<b>Auswertung</b> (Marlene Göbel, FHS Jena)    Noten 1 bis 5				
	präop.	postop.		
		nach 1 Mo	3 Mo	12 Mo
Tragekomfort	2.0	2.4	2.2	2.4
Schleistung	2.0	2.5	2.5	2.5

Bild 1

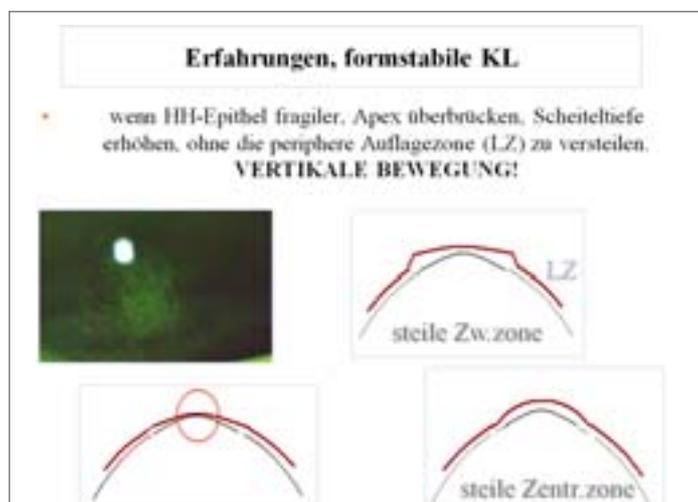


Bild 2

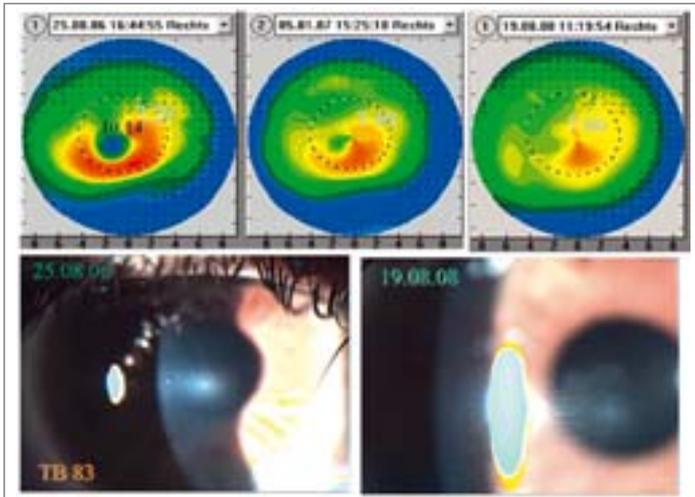


Bild 3

ten dafür aber mitunter einen Visusverlust hinnehmen (Bild 2).

Die beste Linse ist prinzipiell eine optimal „schwimmende“ Linse. Nur durch eine gute vertikale Bewegung und Unterspülung kann eine ausreichende Langzeitverträglichkeit realisiert werden. Am besten eignen sich grundsätzlich kleine Linsen, weil damit die Tränenwege verkürzt und der Tränen austausch schneller erfolgen kann.

Die vernetzten Augen sind leider mitunter empfindlicher. Auf jeden Fall bringen sehr große Linsen, grenzlimbal, corneolimbal oder gar miniskleral, häufig erheblichen Vorteile bezüglich des Sofortkomforts. Aber wegen des recht kleinen zentralen Hornhaut-Areals, welches sich mit den meisten derzeit angewandten Topometrieverfahren hinreichend fehlerfrei erfassen lässt, ist trotz ausgeklügelter Software eine praktikable Simulation des Sitzverhaltens oft nicht mehr möglich. Corneale Streifenprojektionsverfahren würden uns schon weiterbringen. Dennoch glaube ich, wird es ohne Messlinsen in unterschiedlichen Varianten auch in naher Zukunft nicht funktionieren. Nur über die Auswertung des dynamischen Sitzverhaltens, ist die Anpassung solcher Geometrien möglich. Und das lässt sich kaum simulieren, zumal bei den großen Linsen Lidabdeckung, Lidspannung, Liddynamik, die Tränensituation usw. ganz wesentlich in das dynamische Sitzverhalten der Linse hineinspielen. Wer mit solchen großen Linsen zu arbeiten beginnt, sollte unbedingt auf Einhaltung der ersten NK achten, denn da zeigt sich mitunter Änderungsbedarf, mit dem man nicht gerechnet hat.

Es ist bei großen Linsen viel schwerer, auf Dauer eine gute vertikale Bewegung und Unterspülung zu gewährleisten als bei klei-



Bild 4

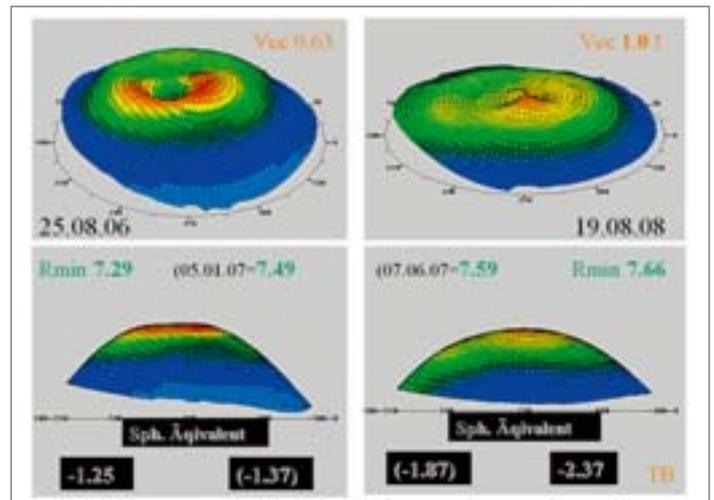


Bild 5

nen. Man muss mit diesen Geometrien neue Erfahrung sammeln, aber es lohnt sich unbedingt! Wir arbeiten mit mehrkurvigen Messlinsen-Sätzen im Durchmesser von 10.6, 11.0, 12.0, 13.5, 13.8/12.8 mm, sphärisch, torisch, dezentriert, dezentriert und kranial ovalisiert, quadrantenspezifisch-torisch, je größer die Durchmesser, um so weniger können nur sphärisch Geometrien angepasst werden. Mitunter ist die große Linse nur eine erste Option oder auch Übergangslinse. Bei Folgeanpassungen versuchen wir wieder kleiner zu werden, um durch Förderung der Linsendynamik, die langfristige Tragfähigkeit besser zu sichern.

### Fallbeispiele

Zur Untermauerung und besseren Anschaulichkeit einige Praxisfälle, nur auf das wesentliche reduziert:

**Fall 1**, männl. geb. 1983, wurde im Juni 2006 vernetzt. Vorher trug er alternativ weiche Monatslinsen oder Brille. Am 26.8.06 war er erstmals bei und vorstellig: Vsc R 0.2/0.1, mit Brille bds. -2,5 erreichte er 0.5/1.0, erklagte über Kopfschmerzen beim Lesen.

Die Refraktion ergab:  
R -0.5 -1,5 140° Vcc 0.63 / L-3.0 Vcc 1.25

Wir empfehlen eine Brillenkorrektion. Eine Eso von 4<sup>Δ</sup> wurde vorläufig nicht korrigiert, weil die akkommodative Verspannung und der fehlende Cylinder als Auslöser der Kopfschmerzen vermutet wurden.

Die Hornhaut sah unmittelbar nach der OP nicht gut aus, aber im Laufe der Zeit stabilisierte sie sich kontinuierlich. Auch die Trübung, die noch nicht ganz verschwunden ist, zeigt nach 2 Jahren ein wesentlich angenehmeres Bild (Bild 3).

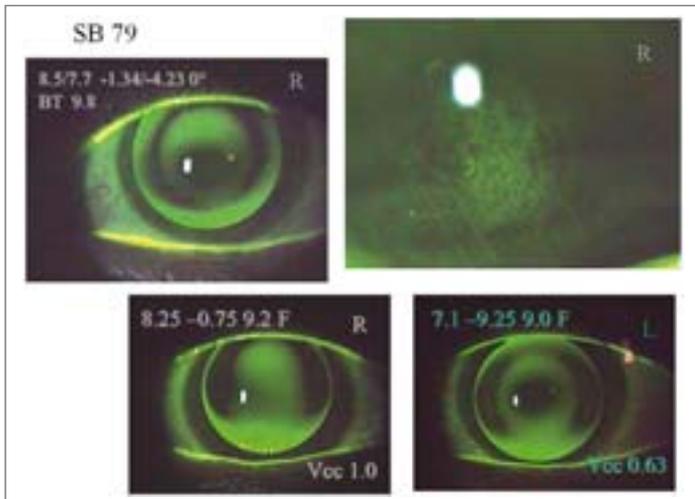


Bild 6

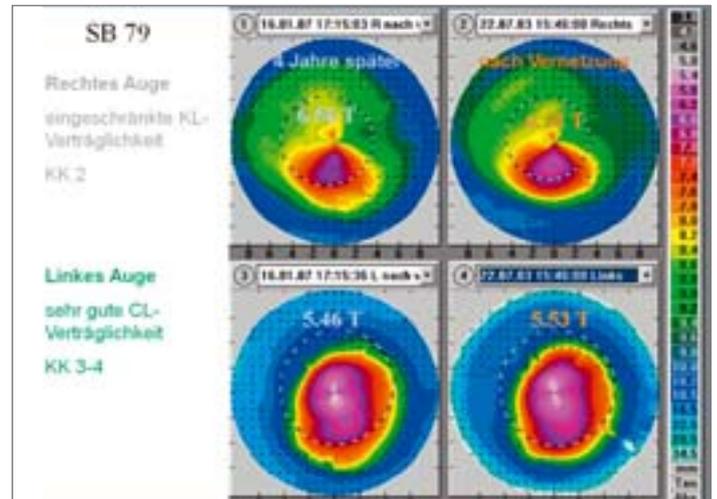


Bild 7

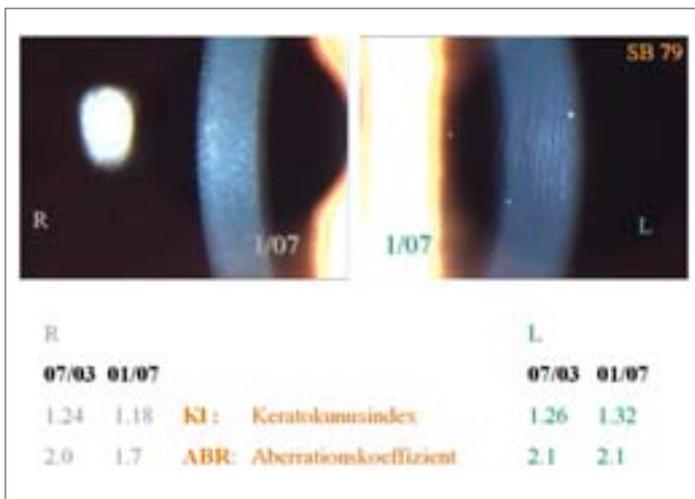


Bild 8

Brillen		SB 79	
		s. Äqu	
22.07.03	R Vsc 0.32 -1.25 -2.25 25°	Vcc 1.0	-2.37
	L -0.05 -3.0 (Ausgl., obj. > 15)		
23.11.04	R Vsc 0.25 +0.5 -3.5 12°	Vcc 1.0	
	L belassen -3.0		
16.01.07	Vsc 0.32 +1.0 -5.0 9°	Vcc 1.0	-1.5
	L plan		

Bild 9

Am 05.01.07 wurde die Brillenstärke angepasst und zusätzlich der Wunsch nach dem alternativen Tragen von weichen Kontaktlinsen erfüllt (Bild 4). Die Untersuchung am 06.07.07 ergab wieder eine Achsdrehung und einen leichten Anstieg der Werte. Bei der letzten Untersuchung vom 19.08.08 ist der korrigierte Visus 1.0, die Achse scheint sich langsam zu stabilisieren, das sphärische Äquivalent ist wieder etwas angestiegen. Bild 5 zeigt die Radienverteilung. Irritierend, wenn man sich die Abflachung der Radien in der Phase der Regularisierung der Hornhaut anschaut. Die Abflachung von 7.29 auf 7.66 mm passt eigentlich nicht zu einer gleichzeitig einhergehenden Erhöhung der Korrekturwerte von -1.25 auf -2.37 (sphärisches Äquivalent) wie in Bild 5 unten dargestellt. Der Aha-Effekt kommt aber, wenn man sich das realistische Profil anschaut.

Fall 2, weiblich geb. 1979, wurde am 07.05.03 am rechten Auge vernetzt, am 22.07.03 war sie erstmalig bei uns. Vsc 0.32/<0.05 und mit ihrer alten Brille mit R -2.0 -1.5 25° Vcc 0.8, Li -3.0 ist nur Ausgleich. Unsere Refraktion ergab: R -1.25 -2.25 25°, damit erreichte sie Vcc 1.0, links liegt ein KK 3-4 vor, der bisher nicht korrigiert wurde. Sie kam mit einem Rezept und der Empfehlung für 2 Kontaktlinsen, wollte auch weg von der Brille. Es wurde eine Erstanpassung vorgenommen. Das rechte Auge reagierte erheblich empfindlicher, so dass ich hier eine größere Linse anpasste, als ich eigentlich wollte. Die realisierte Druckverteilung war die am wenigsten störende. Es zeigte sich aber nach kurzer Zeit, dass das Epithel rechts erheblich fragiler als links ist, denn bei etwa gleicher Druckverteilung kam es ausschließlich rechts

zu diesen Mikroläsionen (Bild 6). Nur mit einer vollständigen Überbrückung und dem bewusst in Anspruch genommenen Kippel-effekt der rotationssymmetrischen Geometrie, konnte eine bessere Verträglichkeit erreicht werden. Im Bild 7 ist oben die Verbesserung des K-Wertes am vernetzten Auge (hier tangential) im Verlauf von vier Jahren dargestellt. Unten eine leichte Radienverteilung des unvernetzten Partnerauges. Die Aufnahmen im Bild 8 sind von 01/07 und zeigen R immer noch etwas Haze, L Vogtsche Linien. Der KK-Index reduziert sich beim vernetzten Auge, während er beim unvernetzten leicht ansteigt. Der Aberrationskoeffizient verbessert sich rechts, obgleich der reguläre Astigmatismus erheblich zunimmt. Wie im Bild 9 zu ersehen, erreichen wir 07 wieder die gleichen Ergebnisse beim freien Visus als auch beim korr. Visus,

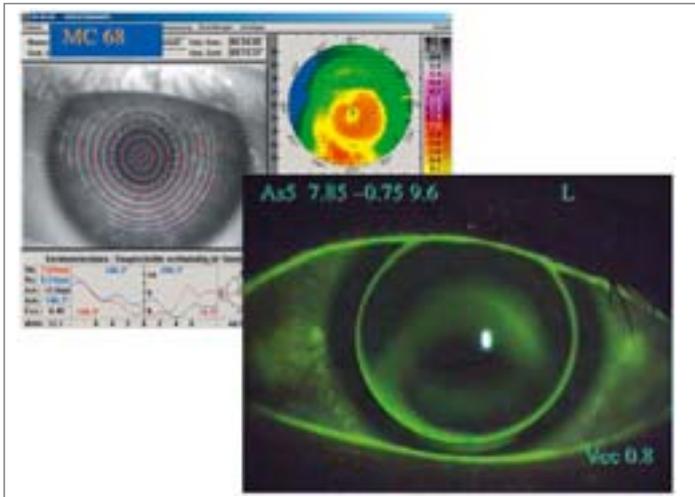


Bild 10

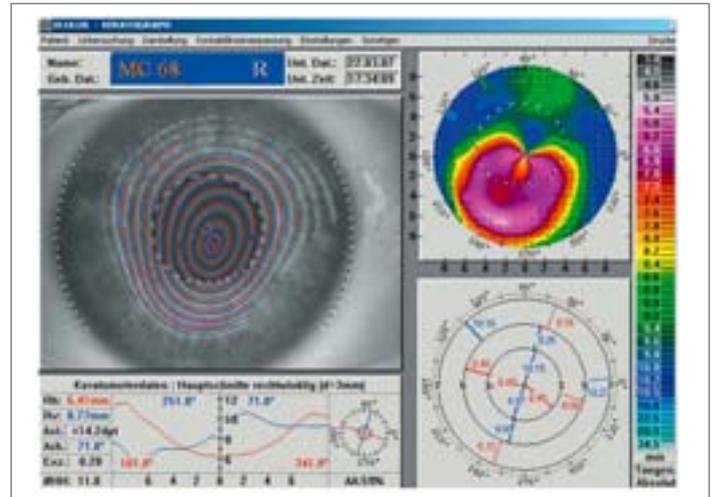


Bild 11

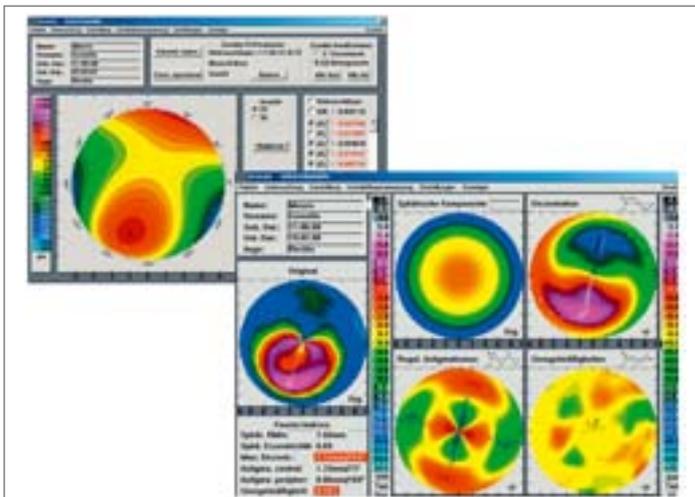


Bild 12

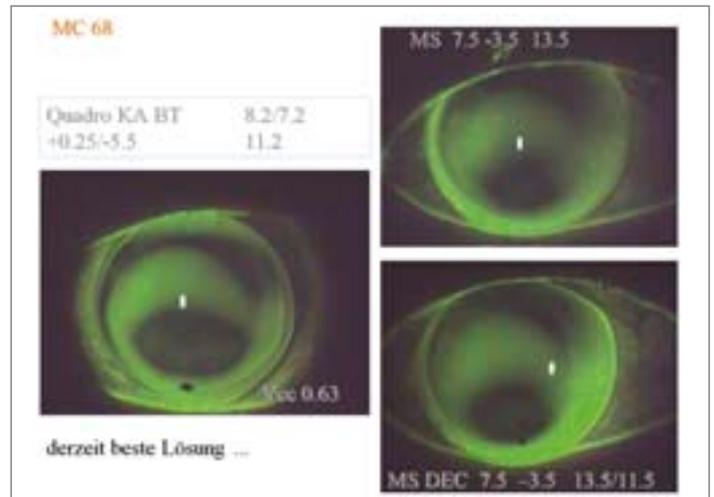


Bild 13

der hier mit Brille nicht geringer ausfällt als mit Kontaktlinsen, 1.0. Allerdings hat sich der Cylinderwert verdoppelt und die Achse merklich verändert. Das sphärische Äquivalent hat sich reduziert, was zur Hornhaut-Abflachung passt.

Während früher links ein Ausgleichsglas getragen wurde, ersetzen wir es durch ein Planglas. Der Grund: Die Verträglichkeit rechts ist nach wie vor merklich eingeschränkt, während die linke Linse ohne Probleme ganztägig getragen werden kann. So ist jetzt die Möglichkeit gegeben auch mit Brille binokular zu sehen, in dem zur Entlastung des rechten Auges zeitweise nur die linke Linse + Brille getragen wird. Die Umstellung von beidseitig Kontaktlinsen auf die Kombination Brille + Kontaktlinse und umgekehrt ist nach anfänglicher Gewöhnungszeit jetzt kein Problem mehr.

Die Kombination Brille + Kontaktlinse ist aber wesentlich angenehmer als nur Brille.

**Fall 3**, weibl. geb. 1968, hier wurden beide Augen vernetzt. Links erfolgte nach der Vernetzung eine Neuanpassung an der Uniklinik Halle. Die Kontaktlinsen-Verträglichkeit hat sich nicht verändert und wird als sehr gut bezeichnet. Rechts ist noch keine Anpassung erfolgt.

Die linke Linse (Bild 10) sieht am Rand etwas eng aus, sie bewegt sich aber sehr gut, ist sehr angenehm und die Hornhaut ist i.O. Die rechte Hornhaut ist in Bild 11 und 12 dargestellt, der zentrale Ast. beträgt 14.2 dpt, die birnenförmige Form ist gut zu sehen und ganz unten der steilste Radius. Es handelt sich um eine pelluzidale marginale Hornhaut-Degeneration (PMCD).

Die Anpassung war nicht ganz einfach. Das ist so ein Fall, der viel Zeit erspart, wenn die richtigen Messlinsen-Sätze vorhanden sind, was zu der Zeit nicht der Fall war.

Im Bild 13 links oben eine Minisklerallinse, unten dezentriert prismatisch, kranial 2 mm

eingekürzt. Links die beste und endgültige Linse, eine mehrkurvige torische Quadro mit 1 mm Radiendifferenz zentral, die durch Mithilfe von Frau S. Neumann (Heidelberg) und Herrn Muckenhirn (Fa. Hecht) realisiert wurde.

**Fall 4**, weibl. geb. 1973, beim linken Auge musste eine zweite Vernetzung nach 5 Jahren vorgenommen werden, weil ein Schub erfolgte. 2 Monate danach sah ich die Patientin erstmals. Die alten Linsen waren zerkratzt und optisch nicht mehr zufriedenstellend. Die Verträglichkeit war vor und nach der Vernetzung gut, auch die 2. Vernetzung änderte daran nichts. Die Linsen waren leicht überbrückend angepasst, das Epithel war i.O. Der Vcc lag bei 0.63/0.32. Im Bild 14 zu sehen, dass links die apikalen Radien schon unter 5 mm liegen. Rechts konnten wir durch die Korrektur des Restcylinders den Vcc auf 0.8 anhe-

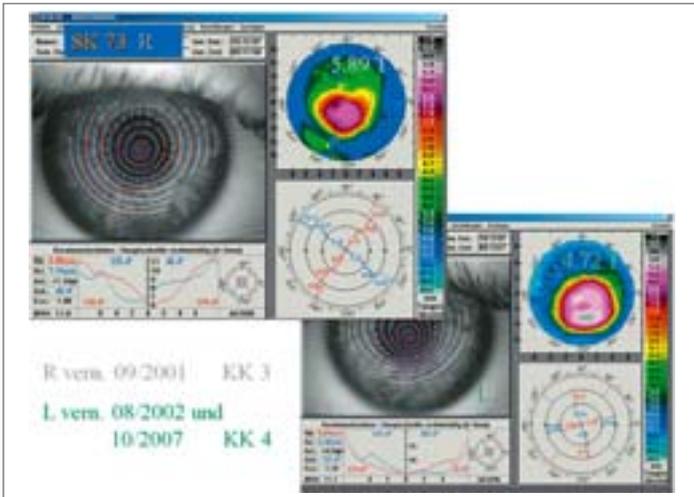


Bild 14

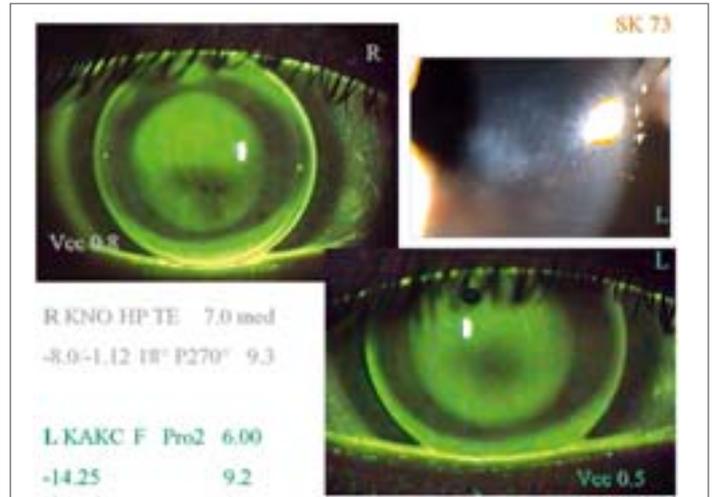


Bild 15

ben. Auch links war ich ganz froh, durch die 2/10 zentrale Abflachung, die wir durch den Einsatz der Pro2 ohne Verlust an Scheiteltiefe erreichen konnten, den Vcc von 0.4 (bei der Messlinse) auf 0.5 zu verbessern. Die Linse ist sehr angenehm und die Blase kommt und geht, stört nicht, weil bei jedem Lidschlag von unten ausreichend Träne ausgetauscht wird (Bild 15).

### Schlussbemerkungen

Mit der Kollagenvernetzung lässt sie die Progression der Keratokonus für eine bestimmte Zeit stoppen. Von den 15 vernetzten Augen, die in der kleinen Studie ausgewertet werden konnten, sind 2 Augen revernetzt, eines nach 5 und eines nach 2 Jahren. Ein Patient hat wieder nach 4 Jahren einen Schub erfahren. Eine 2. Vernetzung ist nicht möglich,

weil die Hornhaut nur noch 348  $\mu\text{m}$  dick ist. Das wären 20%, die wieder progressiv wurden. Bei 80 % der Patienten allerdings sind die apikalen Radien stabil geblieben bzw. länger geworden.

Bei 5 Patienten haben wir eine schlechte postoperative Verträglichkeit, da aber 3 präoperativ keine Kontaktlinsen getragen haben, ist eine Gegenüberstellung nicht möglich. Ich glaube, dass vor allem die verschlechterte Epithelqualität für diese Verträglichkeitsprobleme hauptverantwortlich ist.

Beim KK generell, insbesondere aber bei vernetzten Augen, scheint es deshalb absolut wichtig zu sein, einen sehr guten Tränen-austausch unter der Linse zu schaffen, die Linse muss schwimmen. Dem Epithel im vernetzten Bereich ist besondere Beachtung zu schenken, ggf. stärker überbrücken. Mit kleinen Linsen ist das einfacher zu erreichen.

Dennoch brauchen wir auch die großen Linsen, weil sie uns und den Kunden/Patienten das Leben oft wesentlich erleichtern können, durch einen z.T. erheblich besseren Spontankomfort. Bei Folgeanpassungen versuchen wir wieder kleiner zu werden, um den Tränen-austausch zu erleichtern und somit die langfristige Tragfähigkeit noch besser absichern zu können.

### Der Autor:

Christoph Ecke  
 CL-Institut Ecke  
 Königstraße 29  
 01097 Dresden  
 Fon/Fax 0351/8041208  
 E-Mail: c.ecke@gmx.de

Praxisfall

# Keratoplastikversorgung mit einer torisch-oblongen Kontaktlinse

Gustav Pöltner<sup>1</sup>

Die Versorgung nach einer Hornhauttransplantation, oder nach refraktiv chirurgischen Eingriffen mit Kontaktlinsen, gehört zu den delikateren Unterfangen der Kontaktlinsenanpassung. In diesem Anpassbeispiel wird die Anpassung einer vierkurvig torisch-oblongen Kontaktlinse mit Reverskurven gezeigt.



Bild 1: Keratoplastik mit oblong-torischer-Keratoplastiklinse mit vier Ventilationslöchern mit Dunkelfeldbeleuchtung (Sclerotic-Scatter) aufgenommen

## Kontaktlinsenanpassung auf einer oblongen Hornhaut

Bei der Kontaktlinsenversorgung nach einer Transplantation der Hornhaut liegt in vielen Fällen eine ähnliche Geometriesituation wie in diesem Beispiel vor. Die Keratoplastik selbst ist in der Relation zur Hornhautperipherie relativ flach. Außerdem misst man nicht selten einen zentralen Astigmatismus inversus, der in diesem Fall +5,4 dpt in 76° beträgt.

<sup>1</sup>Ing. Augenoptikermeister und Kontaktlinsenoptiker

Die Peripherie der Cornea ist meist oblong und fällt steil, fast stufenförmig ab und verläuft in weiterer Folge dann wieder flacher werdend zum Limbus. Das „Problem“ liegt meist im Bereich des Radius inferior, da besonders hier eine oblonge Geometrie zu erwarten ist. Eine einkurvige Linse würde hier stark abstehen.

Die Linse erzeugt ein starkes Fremdkörpergefühl und die Verlustgefahr ist erheblich größer, als bei Linsen, die am Rand enger anliegen. Im Videokeratometer werden die oblongen Zonen in der Peripherie als negativer Wert gekennzeichnet und rot unterlegt.

In der Klassifizierung erkennt das Programm, dass es sich um eine Hornhaut nach einem refraktiv chirurgischen Eingriff handeln muss (siehe Bild 3). Die Hornhaut im vorliegenden Fall wird zum unteren Rand hin mit einer numerischen Exzentrizität von  $\epsilon = -1,2$  drastisch steiler. Im selben Bild (3) kann auch der Aberrationskoeffizient von  $ABR = 2.0$  abgelesen werden. Dies bedeutet, dass die Irregularität der vorliegenden Hornhaut einem Keratokonus im Stadium 2.0 entspricht.

Die 3-D und 2-D Analyse der Zernike-Polynome lässt die „Stufe“ am Rand der Keratoplastik gut erahnen (Bild 4).

In Bild 5 wird die 2-D Zernikeanalyse dargestellt. Diese wird ja in weiterer Folge für die Berechnung des Fluoreszeinbildes herangezogen. Die Hauptauflage der Kontaktlinse wird am Rand der Cornea im Bereich von 300° – 330° sein und aufgrund der Sattelähnlichen Vertiefung zwischen den beiden höchsten Stellen wird sich zentral ein Fluoreszeinsee ergeben.

## Vermessung der Hornhaut mit dem optischen Kohärenztomographen

Die Vermessung von Hornhaut- und Kontaktlinsendicke, sowie der Tränenflüssigkeitstiefe erfolgte mit dem Zeiss-Visante™-OCT. Die zentrale Hornhaut ist 530 µm dick und entspricht somit nach der Transplantation, wieder der normalen Dicke einer Hornhaut. Für unseren Fall interessanter sind die Tiefenwerte der peripheren Tränenflüssigkeit. Im 90° Meridian steigt die Tränenflüssigkeitstiefe am Rand der Keratoplastik rasant von 127

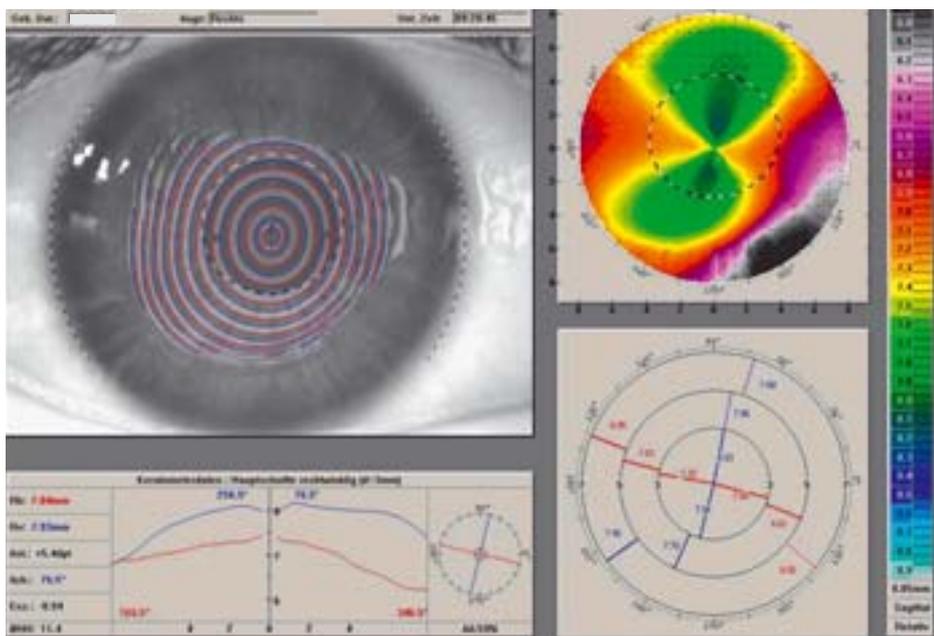


Bild 2: Topografie OD mit dem Oculus Keratografen. Der höhere Astigmatismus in fast senkrechter Achse ist gut erkennbar.

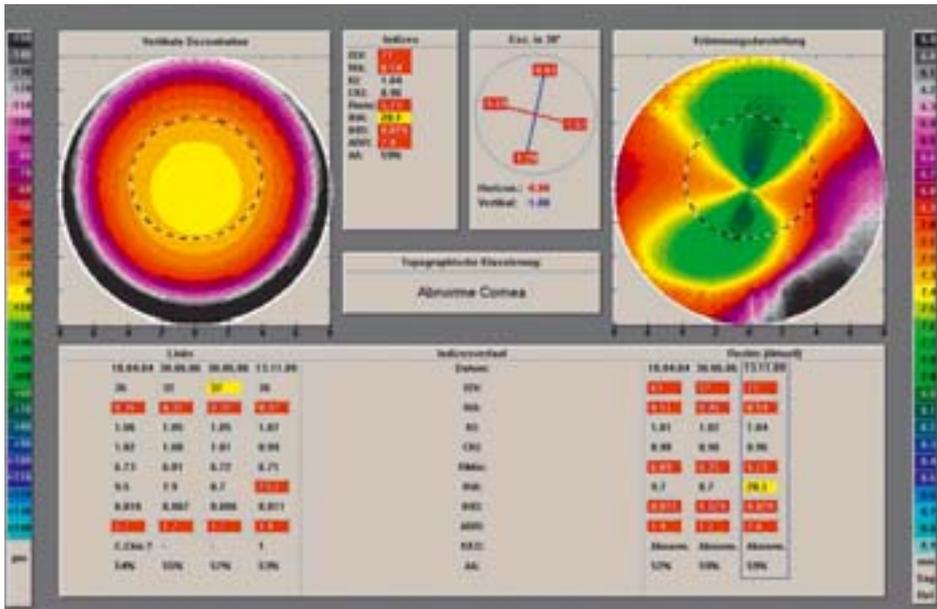


Bild 3: Topografie OD mit dem Oculus Keratografen. Der höhere Astigmatismus in fast senkrechter Achse ist gut erkennbar.

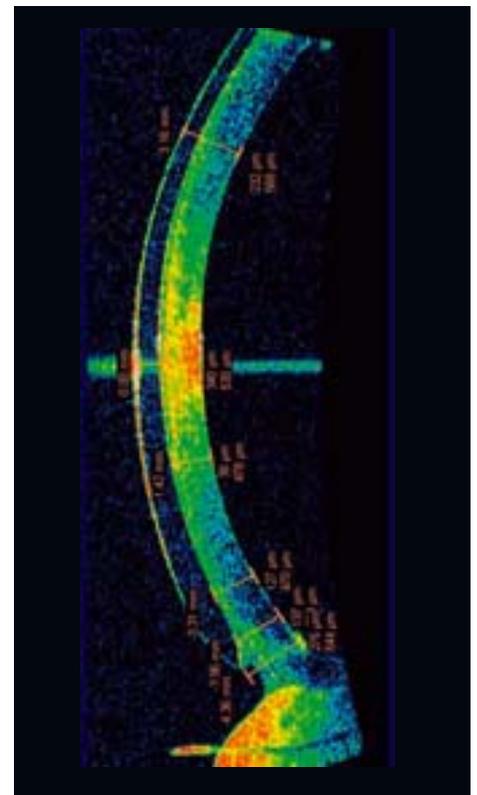


Bild 6: OCT-Aufnahme des 90° Meridians mit dem Zeiss-Visante™-OCT. Deutlich sichtbar ist die ansteigende Tränenflüssigkeitsdicke an der Transplantatstufe im Bereich inferior.

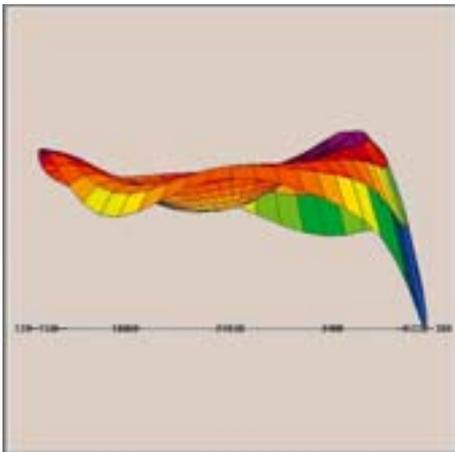


Bild 4: 3-D-Darstellung im Profil. Gut erkennbar ist die Stufe im Bereich inferior.

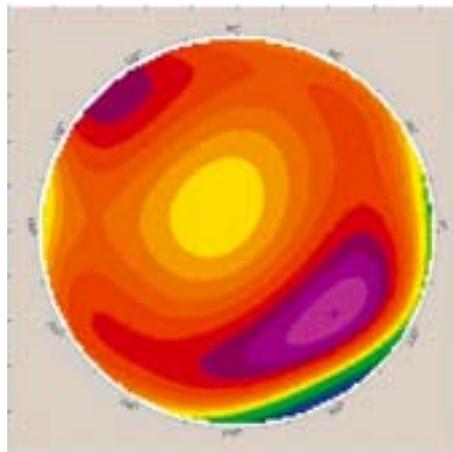


Bild 5 rechts: 2-D-Darstellung. Die Hauptauflage der Kontaktlinse wird am Rand der Cornea im Bereich von 300° – 330° sein.

µm auf 137 µm und weiter am äußersten Linsenrand auf 275 µm an (Bild 6). Die Tiefe der Tränenflüssigkeit im 180° Meridian fällt deutlich geringer aus. Sie steigt von 72 µm auf 85 µm an und hat dann am äußersten Linsenrand auf 222 µm (Bild 7). Die höheren Werte der Tränenfilmtiefe im 90° Hauptschnitt sind notwendig, um eine dynamische Beweglichkeit der Kontaktlinse zu gewährleisten. Der Gleichlauf der Linse ist auch bei der Keratoplastikanpassung das Kriterium für einen guten und komfortablen Sitz der Kontaktlinse.

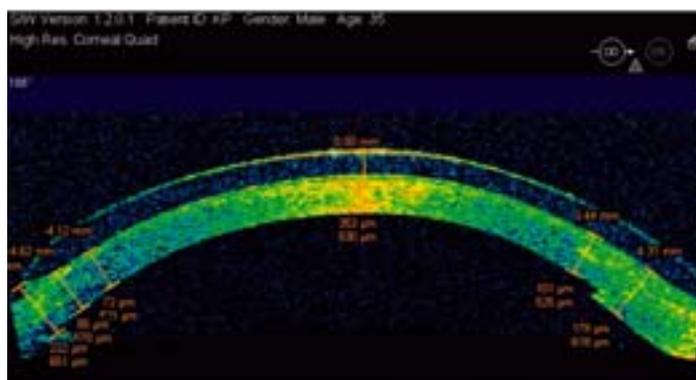
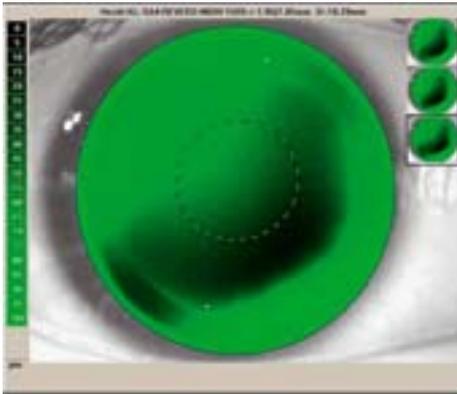
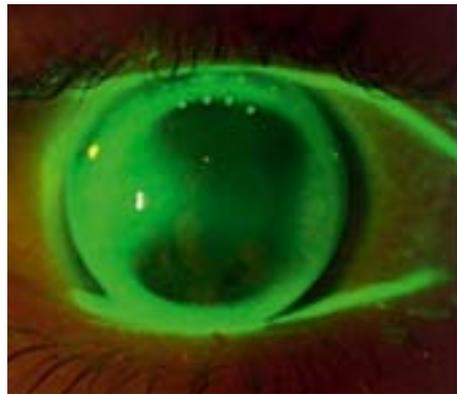


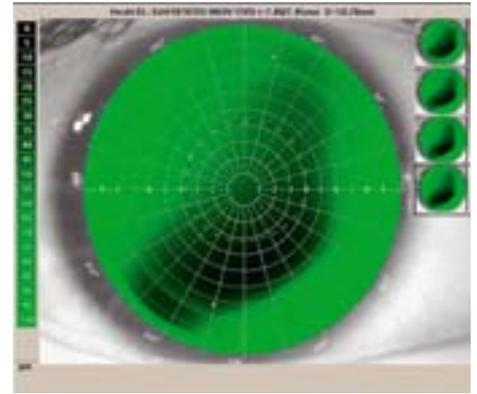
Bild 7: OCT-Aufnahme des 180° Meridians mit dem Zeiss-Visante™-OCT. Deutlich sichtbar ist die ansteigende Tränenflüssigkeitsdicke an der Transplantatstufe im Bereich temporal.



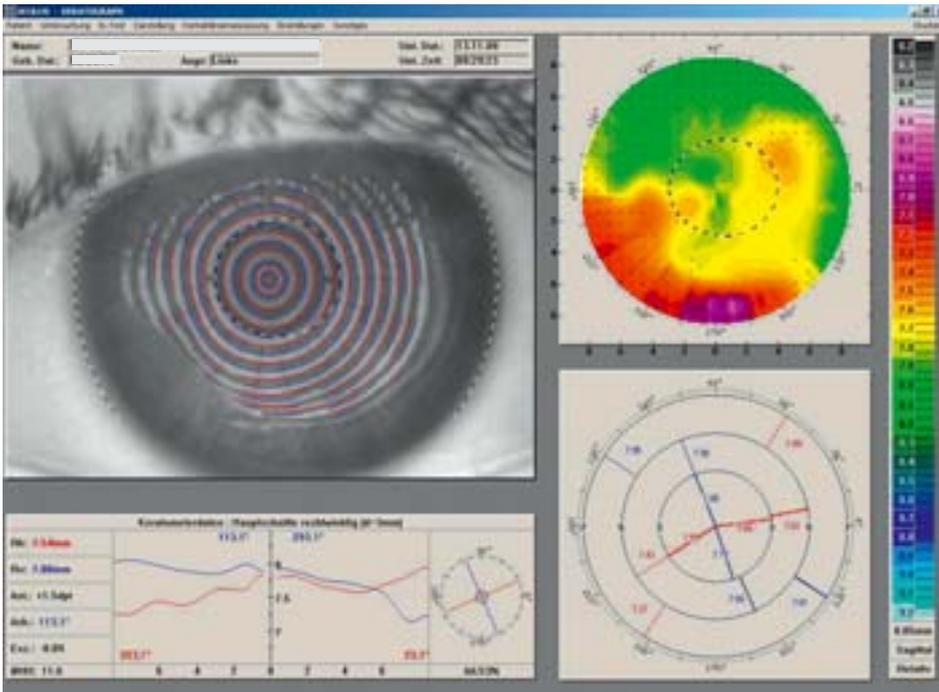
**Bild 8: Fluoreszeinbildsimulation mit dem Hecht-Expert-Programm.**  
 7,80 / 7,05 / 10,2 KA-4 Reverse BTC /  
 $r_1=7.4$  /  $r_2=7.8$  /  $r_3=9.0$  /  $d_0=7.8$  /  $d_1=8.2$  /  $d_2=9.2$



**Bild 9: Fluoreszeinbild der Rezeptlinse**  
 OD 7,80 / 7,45 / -1,75 / -3,75 / 10,2 KA-4  
 Reverse BTC  
 $r_1=7.4$  /  $r_2=7.8$  /  $r_3=9.0$  /  $d_0=7.8$  /  $d_1=8.2$  /  $d_2=9.2$   
 Ventilationsbohrungen in 110° 100° 90° 80°  
 Material: Comfort



**Bild 10: Simuliertes Fluoreszeinbild.** Durch die Gitterfunktion kann dem Hersteller die Lage der Ventilationslöcher gut angegeben werden. Ventilationsbohrungen in 110° 100° 90° 80° in 8 mm Entfernung vom Zentrum.



**Bild 11: Übersichtsdarstellung mit dem Oculus Keratographen.**

## Oblonggeometrien mit Reverskurven

Die Geometrie einer Keratoplastik entspricht einer flachen zentralen Zone mit einem immer steiler werdenden Rand.

Das Fluobild einer idealen Keratoplastiklinse sollte auf dem Transplantat so parallel wie möglich verlaufen und peripher leicht aufstützen. Dafür ideal geeignet sind Kontaktlinsen

mit oblongem Rand mit anschließender Reverskurve. Ein aktueller Vertreter dieser Art von Keratoplastiklinse ist die KA4 Revers von Hecht. An die flache Zentralzone schließt ein Oblongzone an. Die folgende Reverskurve wird als Tragerand genutzt.

Der Videokeratograph schlägt die Linse vor und simuliert das Fluobild (Bild 6). Gerade bei den oblongen Geometrien verrechnet sich der der Videokeratograph sehr oft. In

folgendem Beispiel ist die Differenz zwischen der errechneten torischen Ideallinse ( $r_{01/02} = 7.85 / 7.05$  mm) ist nur 0.3 mm im steileren Hauptschnitt. Der Radius der Rezeptlinse war ( $r_{01/02} = 7.80 / 7.45$  mm). Das Beispiel zeigt, dass es für die erfolgreiche Kontaktlinsenanpassung bei Keratoplastik ein gute Videokeratograph einerseits, aber andererseits auch einen erfahren Anpasser benötigt, der die Abweichungen der errechneten Ideallinse auf das Maß der ideal passenden Rezeptlinse abändern kann.

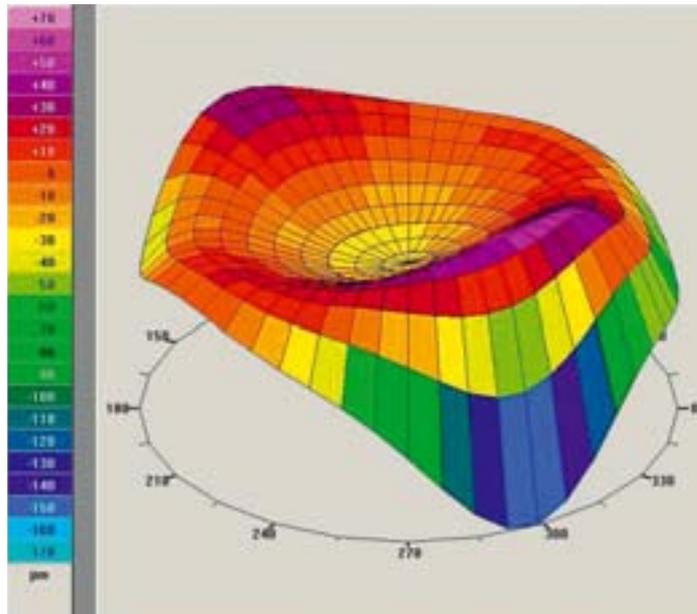
## Refraktionsdaten

OD: -1,75 sph -5,25 cyl 77° A V=0.8  
 OD: -1,50 sph -1,00 cyl 108° A V=1.0  
 Allgemein: Männlich, 35 Jahre, Manager, Keratoplastik nach Keratokonus, OD: KP,OP 1994, OS: KP,OP 1997, Transplantate bds. klar; halbjährlich unter Augenärztlicher Kontrolle.

## Anpassung

Begonnen wurde mit rotationssymmetrischen KA4-Reverse Linsen, da eine passende torische Version im Lager nicht zu finden war. Der Radius, der ein paralleles Band im Fluoreszeinbild zeigte, war 7.80 mm. Somit konnte die erste ACL-Probelinse mit 7.8 mm / 7.05 mm bestellt und eine Überrefraktion über die Probelinse gemacht werden. Das reelle Fluoreszeinbild war im steileren Hauptschnitt zu eng und wurde vom Anpasser auf OD 7,80 / 7,45 / -1,75 / -3,75 / 10,2 KA-4 Reverse BTC

$r_1=7.4$  /  $r_2=7.8$  /  $r_3=9.0$  /  $d_0=7.8$  /  $d_1=8.2$  /  $d_2=9.2$  abgeändert (Bild 7). Schon mit der ACL-Probelinse, konnte im Bereich superior knapp außerhalb der Keratoplastik mehrere Luftblasen und Epitheldellen entdeckt werden, die sich nach längerem Tragen verstärkten. Mit der Funktion „Gitter“ im Hecht-Expertprogramm hat sich hierbei als praktisches Werkzeug erwiesen, weil so dem Hersteller der genaue Ort der vier Ventilationslöcher in  $110^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $80^\circ$  leicht angegeben werden konnte. Bei der Rezeptlinse erwiesen sich diese als sehr effektiv gegen die Luftblasen. Seither sind nur mehr wenige Dellen erkennbar. Mit der abgegebenen Kontaktlinse wird ein Visus von  $V_{cc} = 1.25$  erreicht. Die komfortable Tragdauer beträgt täglich 16 Stunden. Ausschlaggebend dafür dürfte neben dem Gleichlauf im Sitzverhalten, auch maßgeblich das Material „Comfort“ (ONSI-56) sein, das aufgrund seiner ausgezeichneten Benetzungseigenschaften das Trockenheitsgefühl in diesem Fall drastisch verbessert hat.



**Bild 12: Zernike-Polynome – 3D-Darstellung**

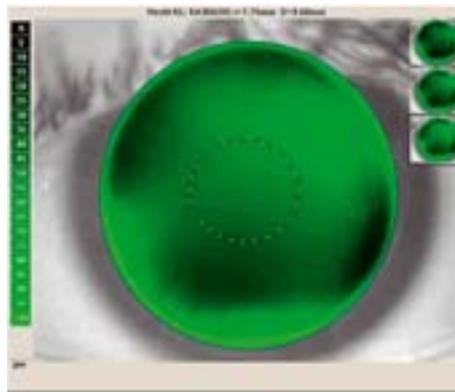
## Anpassung der linken Kontaktlinse

Die Hornhautgeometrie der links ist postoperativ nicht so kompliziert ausgefallen wie rechts. Ein geringer Astigmatismus von  $+1,5$  dpt in inverser Lage und eine wenig oblonge Hornhaut machen die Kontaktlinsenanpassung nicht sehr schwierig. Bild 12 zeigt in der Zernike-Polynom-3D-Darstellung, dass auch am linken Auge keinen normalen Verhältnisse vorliegen.

Die Fluoreszenzsimulations mit dem Hecht-Expertprogramm zeigt eine einfache 3-kurvige Kontaktlinse mit einem Radius von  $7.75$  mm an. Bei der Anprobe dieser vorgeschlagenen Linse wurde dann doch eine flachere 3-kurvige Linse mit dem Radius  $7.95$  mm abgegeben. Durch den flacheren Radius konnte eine Luftblasenbildung im zentralen Bereich der Keratoplastik verhindert werden. Um eine gute Benetzung zu erhalten wurde auch hier das Material Comfort (ONSI-56) gewählt.

## Fazit

Der beschriebene Fall zeigt auf, dass bei der Kontaktlinsenversorgung nach einer Hornhauttransplantation, mit einer oblongen Geometrie um die Keratoplastik und mit einem Astigmatismus in inverser Lage auf der Keratoplastik, zu rechnen ist. Die relative rasche Versorgung des rechten Auges gelang, weil mit dem Hecht-Expertprogramm eine systematische Vorgangsweise zur Findung der idealen Linse möglich war. Das Risiko einer Fehlanpassung konnte durch die Bestel-



**Bild 13: Fluobildsimulation auf dem linken Auge.  $7.75$  / KA3 /  $9.6$**



**Bild 14: Fluobild der Rezeptlinse OS:  $7.95$  /  $-1.50$  / KA3 /  $9.6$  Comfort**

lung einer ACL-Probelinse, die speziell für dieses Auge erzeugt worden war minimiert werden. Diese Probelinse war so weit in Ordnung, dass ein Schätzen auf die endgültige Rezeptlinse ein Leichtes war und sie dem Kunden später als Reservelinse dienen konnte.

Dieser Praxisfall zeigt, dass aufgrund der heute zur Verfügung stehenden Videokeratographen und dem zur Verfügung gestandenen Kontaktlinsen-Berechnungsprogramm, schnell und einfach eine gute und komfortable Probelinse errechnet werden konnte. Durch die Verwendung der ACL-Probelinse konnte auch das finanzielle Risiko, dass Anpassungen dieser Art in sich bergen, drastisch reduziert werden.

## Der Autor

Gustav Pöllner  
 Contactlinseninstitut Miller GmbH  
 Meranerstraße 3/1  
 6020 Innsbruck/Österreich  
 Telefon 0043 (0)512 583725 0  
 E-Mail: poellner@institutmiller.at

# Optische Erstversorgung bei hochgradigem Keratokonus und Transplantat

Mario Rehnert<sup>1</sup>

**Diese Fallbeschreibung zeigt die Versorgung mit formstabilen Kontaktlinsen bei fortgeschrittenem Keratokonus auf dem rechten und transplantierte Hornhaut auf dem linken Auge. Die Anpassung war die erste Versorgung mit optischen Hilfsmitteln überhaupt. Der freie binokulare Visus betrug vor der Anpassung lediglich 0,2. Die Sehschärfe konnte mit den angepassten Kontaktlinsen auf binokular 0,8 gesteigert werden, was dem Betroffenen zum ersten Mal seit dem Eintreten der keratektatischen Veränderungen zu einem guten Sehen verhalf.**

## Einführung

Bleibt ein Keratokonus unkorrigiert, verschlechtert sich die Sehschärfe aufgrund der meist progredienten Verlaufsform kontinuierlich. Es kommt zu unscharfem Sehen infolge der induzierten Kurzsichtigkeit und insbesondere zu Verzerrungen beziehungsweise monokularen Doppelbildern. Mit der Brille lässt sich im Anfangsstadium normalerweise ein ausreichend guter Visus erreichen, da die Aberrationen der Hornhaut noch relativ gering sind. Dies ändert sich mit dem Fortschreiten der Keratektasie deutlich. Zusätzlich verändern sich die refraktiven Verhältnisse oft relativ schnell beziehungsweise die Angaben in der Refraktion sind schwankend oder ungenau. Einen fortgeschrittenen Keratokonus dritten oder vierten Grades adäquat mit Brille zu versorgen ist nahezu unmöglich, da die maximal erreichbare Sehschärfe für den Alltag nicht mehr ausreicht. Der Einsatz formstabiler Kontaktlinsen ist prinzipiell dann sinnvoll, wenn der Visus mit Brillenkorrektur schlechter ist als mit angepasster Kontaktlinse. Dies trifft häufig ab einem Keratokonus Grad 2 zu, wobei dies individuell sehr unterschiedlich ausfallen kann. Doch auch die maximal erreichbare Sehschärfe mit angepasster formstabiler Kontaktlinse reduziert sich mit dem Fortschreiten der Ektasie. Hinzu kommen oft Keratokonus bedingte Veränderungen wie Vernarbungen im Hornhautapex, die den Visus zusätzlich beeinträchtigen können. Muss die Hornhaut in der Folge transplantiert werden, kommen postoperativ relativ häufig wieder individuelle formstabile Kontaktlinsen zum Einsatz, da sich



**Bild 1: Narben im Apexbereich**

aufgrund zum Teil komplexer Hornhautgeometrien schwierige Anpassfälle ergeben. Nachfolgende Fallbeschreibung zeigt die optische Rehabilitation mit formstabilen Kontaktlinsen eines Keratokonus- beziehungsweise Transplantatfalles.

## Erstbesuch

Am 06. Oktober 2009 kam G.G. 22 Jahre, zum ersten Mal ins Contactlinseninstitut Miller nach Innsbruck. Er wusste von der Diagnose Keratokonus, konnte aber nicht sagen, wann diese gestellt wurde. Am linken Auge wurde bereits eine Hornhauttransplantation durchgeführt. Dies war nach eigenen Angaben vor ca. 2 Jahren geschehen. Bis zum Zeitpunkt der Einganguntersuchung hatte G.G. weder Brille noch Kontaktlinsen getragen. Den Beruf des Kochs erlernte er, als bereits massive Sehverschlechterungen auftraten. Die Hornhaut des rechten Auges war im Apexbereich bereits sehr verdünnt und vernarbt (Bild 1).

Laut behandelndem Augenarzt sollte dennoch die beidseitige Versorgung mit Kontakt-

linsen versucht werden, um eine binokulare Sehverbesserung zu erzielen. Die topographischen Daten (Bild 2, Bild 3) wurden mit dem Keratographen erfasst.

## Daten der Eingangsuntersuchung

Der freie Visus betrug OD < 0,1 und OS 0,2. Die subjektive Refraktionsbestimmung ergab:

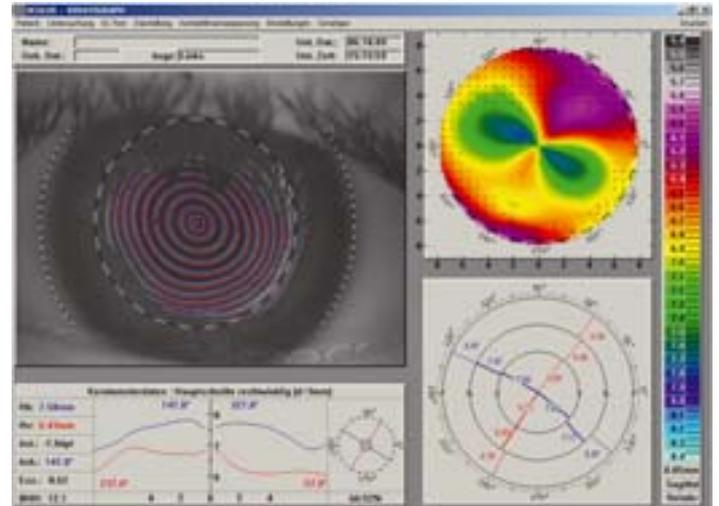
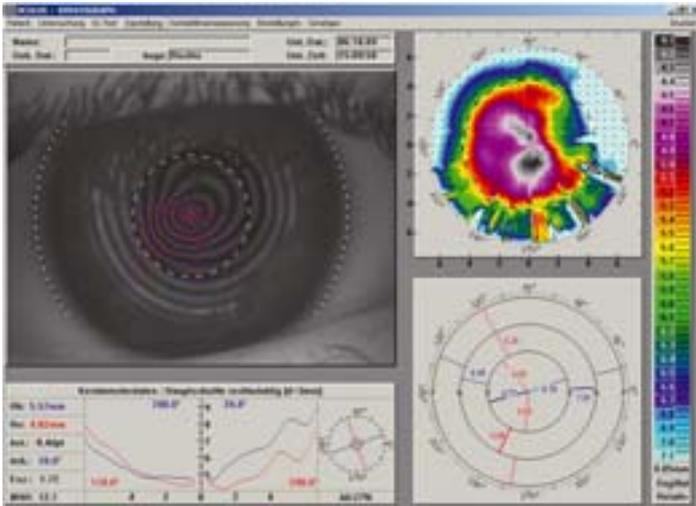
OD nicht messbar  
OS sph. -2,50 dpt cyl. -8,50 dpt A 147°  
Visus<sub>cc</sub> 0,40

Die gemessenen zentralen Hornhautradien betragen rechts 5,57 mm in 20° und 4,82 mm in 110°. Die numerische Exzentrizität wurde mit 1,72 angegeben, wobei lediglich 27% des messbaren Areal erfasst werden konnte und somit die peripheren Radien respektive die Exzentrizität ungenau sein konnte. Die topographische Klassierung im Menüpunkt *Indizes* ergab eine *stark deformierte Cornea*. Die Messung des linken Auges ergab zentrale Hornhautradien von 7,58 mm in 147° und 6,43 mm in 57° mit einer Exzentrizität von -0,62. Gerade bei Transplantationen, die durch einen Keratokonus indiziert waren, ergeben sich wie in diesem Fall postoperativ hohe Hornhautastigmatismen.

## Vorgehen in der Anpassung

Die Ermittlung und Auswahl der ersten Probelinse erfolgte mit der Simulation des Fluobildes im Keratographen. So wurde auf der rechten Seite eine KAKC-F 5,80 mm -16,25 dpt Ø 8,8 mm von Hecht (Bild 4) aus dem vorliegenden Probelinsenlager ausgewählt. Das reale Fluobild zeigte eine ausgeglichene periphere Auflagezone und eine

<sup>1</sup>Dipl.-Ing. (FH)



**Bild 2: Topographie OD**

**Bild 3: Topographie OS**

ausreichende Randunterspülung. Allerdings lag die zentrale Linsenzone zu stark auf dem Hornhautapex auf. Dieser sollte deutlich entlastet werden, da die Hornhaut in diesem Bereich erkennbar verdünnt und vernarbt war. Angestrebt wurde demnach eine Konturaufgabe mit Apexüberbrückung. Der zentrale Radius der Rezeptlinse wurde 2/10 mm steiler gewählt, die periphere Gestalt jedoch gleich belassen. Bei einer Überrefraktion über diese Probelinse von +1,25 Dioptrien konnte eine Sehschärfe von 0,5 erreicht werden. Die Bestellangaben der Rezeptlinse waren KAKC-F 5,60 mm -16,00 dpt Ø 8,9 mm.

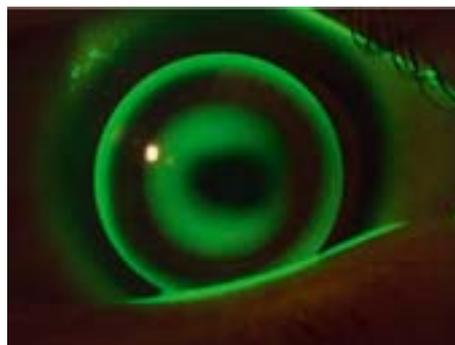
Die Geometrie der linken Probelinse wurde ebenfalls mit dem Keratographen ermittelt. So wurde eine KA3 7,40 mm -4,75 dpt Ø 10,2 mm von Hecht (Bild 5) für die Bestimmung der Rezeptlinsendaten verwendet. Im horizontalen Hornhautmeridian bei ca. 150° nach TABO zeigte sich eine zentrale gute Auflage mit etwas enger Peripherie. Durch die rotationssymmetrische Rückfläche der verwendeten Probelinse konnte allerdings keine gleichmäßige Auflage erzielt werden. Der Einsatz einer rücktorischen Fläche wurde notwendig. Da die Überrefraktion mit +0,75 bei einem Visus von 0,8 sphärisch blieb, wurde letztendlich eine bitorisch kompensierte Kontaktlinse mit den Werten KA3-BTC 7,35 mm/6,70 mm -4,25/-8,75 dpt Ø10,3 mm und mit breiterem Bevel bestellt.

### Beurteilung der bestellten Rezeptlinsen

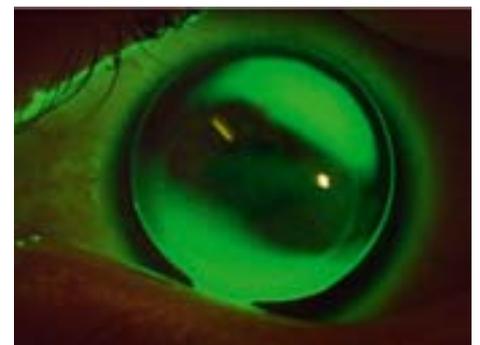
Die rechte Rezeptlinse (Bild 6) liegt im Sinne einer Konturaufgabe mit minimaler Apexüberbrückung („First Apical Clearance“) ideal

auf. So wurde eine möglichst geringe Druckbelastung auf den Hornhautapex gewährleistet. Der Visus ist im Allgemeinen bei einer Kontaktlinse mit sehr steilem Zentralradius zur Apexentlastung erfahrungsgemäß geringer als bei einer zentral aufliegend angepassten Kontaktlinse. In diesem Falle war dieses Vorgehen aber absolut notwendig. Da dies die erste Anpassung überhaupt darstellte, war G. G. mit der erreichten Sehschärfe von 0,5 äußerst zufrieden.

Die linke Rezeptlinse (Bild 7) wurde mit einer dreikurvig torischen Rückfläche mit breitem Bevel gefertigt. Das verwendete Material Optimum Extra garantiert eine hohe Sauerstoffdurchlässigkeit, was besonders aufgrund des großen Durchmessers von 10,3 mm wichtig ist. Zum Zeitpunkt des Kontrolltermins war die Kontaktlinse nach acht Stunden Tragezeit frei beweglich und zeigte eine gleichmäßige Auflage mit guter Randunterspülung.



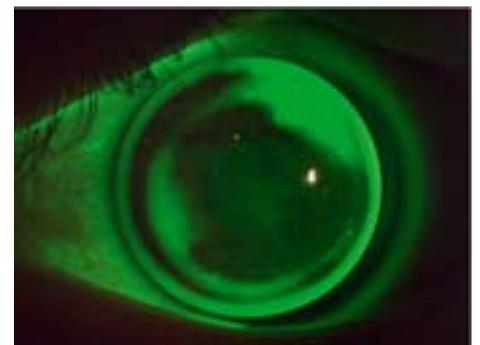
**Bild 4: Probelinse KAKC-F 5,80 -16,25 8,8**



**Bild 5: Probelinse KA3 7,40 -4,75 10,2**



**Bild 6: Rezeptlinse KAKC-F 5,60 -16,00 8,9**



**Bild 7: Rezeptlinse KA3-BTC 7,35/6,70 -4,25/-8,75 10,3**

## Schluss

Dieses Fallbeispiel zeigt die Versorgung mit formstabilen Kontaktlinsen bei hochgradigem Keratokonus rechts und Keratoplastik links. Die Besonderheit dieses Falles liegt darin, dass dies bei dem Betroffenen die erste Versorgung mit optischen Hilfsmitteln überhaupt darstellte.

Dies bedeutet, G. G. hat seit Eintreten der keratektatischen Veränderung seinen fortschreitenden Sehverlust toleriert und sogar

während dieser Zeit eine Berufsausbildung abgeschlossen.

Erst zwei Jahre nach der ersten Transplantation entschied er sich auf Anraten seines Augenarztes für den Versuch mit Kontaktlinsen. Schon während der Anpassung bemerkte G. G. das Potential an unentdeckter Sehqualität. Nach eigener Aussage kann er sich derzeit ein Leben ohne Kontaktlinsen gar nicht mehr vorstellen.

### Der Autor:

Mario Rehnert

Contactlinseninstitut Miller GmbH

Meraner Straße 3/1

6020 Innsbruck/Österreich

Telefon:0043-(0)512-583725.0

E-Mail:rehnert@institutmiller.at

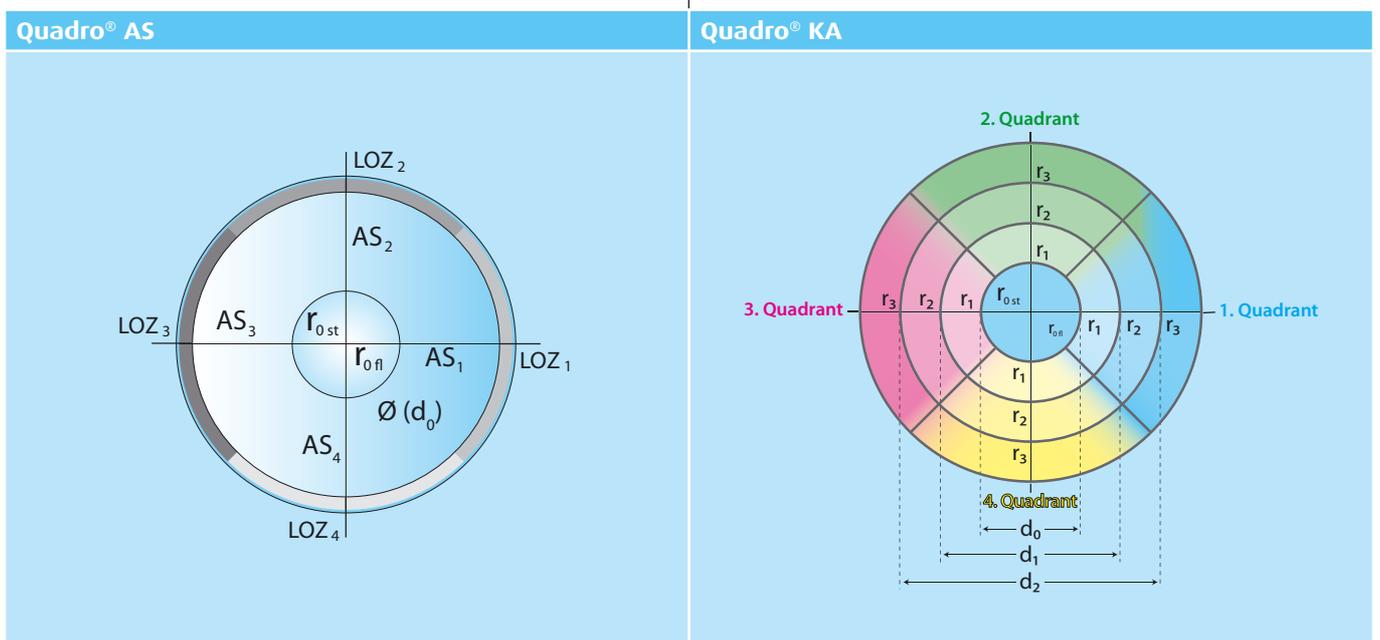
## Hecht Contactlinsen für Keratoconus Lieferbereich

	KAKC F/N/I	KAKC-T (RT, BTC, BT, BTX)	KAKC F/N/I PRO	KAKC PRO-T (RT, BTC, BT, BTX)
<b>Radius <math>r_0</math></b>	4.8 bis 8.3 mm in 0.05 mm Schritten		4.8 bis 7.6 mm in 0.05 mm Schritten	
<b>Radiendifferenz</b>		0.4 bis 2 mm in 0.05 mm Schritten		0.4 bis 2 mm in 0.05 mm Schritten
<b>Sphäre</b>	-30 dpt bis + 30 dpt in 0.25 dpt Schritten			
<b>Gesamtdurchmesser</b>	8.0 bis 12.0 mm in 0.1 mm Schritten			
<b>Zusätzl. Ausführungen</b>	VP + VPT		VP + VPT	
<b>Material</b>	Alle Boston Materialien u. a.			

## Hecht Contactlinsen nach Keratoplastik Lieferbereich

	KA 4-Reverse	KA 4-Reverse-T (RT, BTC, BT, BTX)	KA3	KA 3-T (RT, BTC, BT, BTX)	Miniskleral (MSK)
<b>Radius <math>r_0</math></b>	5.0 bis 10 mm in 0.05 mm Schritten				
<b>Radiendifferenz</b>		0.4 bis 2 mm in 0.05 mm Schritten		0.4 bis 2 mm in 0.05 mm Schritten	
<b>Sphäre</b>	-30 dpt bis + 30 dpt in 0.25 dpt Schritten				
<b>Gesamtdurchmesser</b>	8.0 bis 12.0 mm in 0.1 mm Schritten				12.3 bis 16.5 mm in 0.1 Schritten
<b>Zusätzl. Ausführungen</b>	VP + VPT		VP + VPT		
<b>Material</b>	Alle Boston Materialien u. a.				BO-X02

## Hecht Atelierlinsen für Quadro®



**APEX**<sup>®</sup>  
konsequent individuell



Individuelle Contactlinsenanpassung  
auf den Punkt gebracht!

Hecht Contactlinsen GmbH  
Dorfstraße 2-4  
79280 Au bei Freiburg  
Deutschland

Telefon (07 61) 40 10 5.0  
Telefax (07 61) 40 10 5.22  
[info@hecht-contactlinsen.de](mailto:info@hecht-contactlinsen.de)