The cover features a close-up, high-resolution photograph of a human eye with light-colored irises and dark eyelashes. A contact lens is shown in the upper right corner, appearing to float or be positioned near the eye. Dotted lines form a triangular shape around the eye and lens. A solid red vertical bar is on the left side of the cover.

# Handbuch zur NACHT-ORTHOKERATOLOGIE

von POLYMER TECHNOLOGY  
A BAUSCH AND LOMB COMPANY

zweite Auflage 2003

# Handbuch zur NACHT-ORTHOKERATOLOGIE

von POLYMER TECHNOLOGY  
A BAUSCH AND LOMB COMPANY  
zweite Auflage 2003

Alle Rechte reserviert. Ohne Genehmigung von Polymer Technology USA dürfen weder Ausschnitte noch die gesamte Broschüre digital oder printmäßig reproduziert oder kopiert oder photographiert oder vervielfältigt werden. Hiervon ausgenommen sind kurze Zitate und Quellenhinweise in Fachaufsätzen und Fachvorträgen.

Copyright © 2003 by Polymer Technology, a Bausch and Lomb company

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>I. Einführung</b> .....	5
• Myopie .....	5
• Geschichte .....	7
• Traditionelle Ortho-K Linsengeometrien .....	9
<b>II. Moderne Orthokeratologie</b> .....	13
• Theorie und Wirkungsweise .....	13
• Ortho-K Designs, Heute. ....	15
• Traditionelle (Tages) Ortho-K-Linsen im Vergleich zu beschleunigter (Über-Nacht-Tragen) Orthokeratologie .....	16
• Myopiekontrolle mit Hilfe der Ortho-K .....	17
<b>III. Anpassung der beschleunigten Orthokeratologie</b> .....	19
• Anamnese und Auswahlkriterien .....	22
• Voruntersuchung .....	22
• Erforderliche / empfohlene Geräteausstattung .....	23
• Allgemeine Anpassung .....	24
• Eingewöhnungsphase und Nachuntersuchung .....	25
• Physiologische Sicherheit / Bedeutung hochsauerstoffdurchlässiger Materialien .....	27
• Komplikationen / unerwünschte Ergebnisse .....	28
• Bedeutung und Nutzung der Videokeratographie .....	30
<b>IV. Ortho-K in der Kontaktlinsenpraxis</b> .....	32
• Kosten der Ortho-K Anpassung .....	32
• Einbindung von Ortho-K in die Kontaktlinsenpraxis. ....	33
• Ortho-K Linsenpflege und Handhabung .....	34
<b>V. Anhang</b> .....	40
<b>VI. Häufig gestellte Fragen</b> .....	48
<b>VII. Empfohlene Literatur</b> .....	53
<b>VIII. Nützliche Ortho-K Webseiten</b> .....	53
<b>IX. Literaturverzeichnis</b> .....	54

# I. EINFÜHRUNG

## *DIESER ABSCHNITT BEHANDELT*



- das weltweite Vorkommen von Myopie und deren potenzielle Auswirkung auf das Sehen und die Gesundheit des Auges.
- einen kurzen geschichtlichen Abriss der Entwicklung der Orthokeratologie vom Beginn in den 60er Jahren bis zum heutigen Stand.
- einen Rückblick auf die frühen Ortho-K Linsen in Bezug auf ihre Vor- und Nachteile gegenüber früheren Systemen.

## ■ Über Myopie





Myopie (Kurzsichtigkeit) ist eine der häufigsten Funktionsstörungen des menschlichen Auges – und weltweit zunehmend. Aber warum ist man so besorgt darüber? Ist die Myopie denn nicht eine Fehlsichtigkeit wie jede andere, die das Sehen unscharf macht aber mit der richtigen Korrektur behoben werden kann? Die Antwort ist nein. Erlaubt man der Myopie, sich zu verstärken, besteht die Gefahr, dass sie hohe Grade erreicht und „pathologisch“ wird. Konsequenzen daraus könnten Glaskörperablösungen, Netzhautablösungen und eine Makuladegeneration sein.

Mit der Industrialisierung und steigendem Bildungsniveau gibt es weltweit auch eine Zunahme der Myopie. Die Prozentzahlen variieren von Land zu Land zwischen 25% in den Vereinigten Staaten bis hin zu 90% in einigen Teilen Chinas<sup>(13)</sup> (Abb. 1). Fehlsichtigkeiten, insbesondere die Myopie, könnten den Umgang und die Reaktionsfähigkeit der Einwohner eines Staates im Falle eines Ausnahmezustandes oder Naturkatastrophen stark einschränken und ist für viele Gesundheitsbehörden weltweit besorgniserregend.

Erreicht die Myopie das „pathologische“ Stadium, gibt es sehr klar umrissene klinische Befunde, die einer Abklärung bedürfen, wie zum Beispiel: Glaskörperablösung, Sekundärglaukom, Netzhautlöcher, Netzhautablösung und Makuladegeneration (Abb. 2). Myopie sollte also nicht einfach als eine Fehlsichtigkeit angesehen werden, die die Fernsicht beeinträchtigt, sondern mehr als eine potentielle Quelle für viel schwerwiegendere Augenprobleme.

Wenn sich der Augapfel fortlaufend verlängert und dadurch myoper wird, werden die Strukturen und das Gewebe im Auginneren gedehnt. Das betrifft

**Abb. 1. Epidemiologie der Myopie in einigen Ländern:**

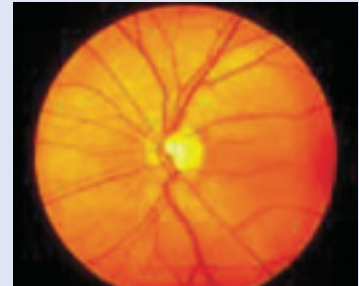
	Vereinigte Staaten von Amerika	25%
	China	55%
	Japan	40%
	Singapur	70%

insbesondere die Netzhaut, die sich verdünnt, einreißt oder Löcher bildet und sich letztendlich ablöst.

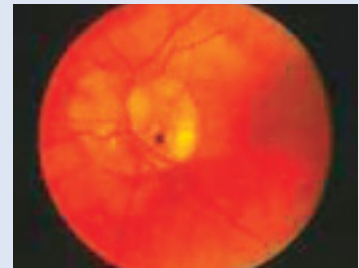
Die Sorge darüber löste Interesse an unterschiedlichsten Methoden aus, in der Absicht, den Myopie-Verlauf zu beeinflussen oder zu reduzieren. Unter anderem sind dies:

1. Ausnutzung von formstabilen Linsen mit Standard-Geometrien, um das Fortschreiten der Myopie aufzuhalten oder zu verlangsamen, oder
2. Spezielle Methoden der Kontaktlinsenanpassung, um die erforderlichen Korrektionswerte zu reduzieren, oder
3. Operationstechniken (RK, PRK, LASIK, etc.), um die Form der Cornea zu verändern und damit die erforderlichen Korrektionswerte zu verringern.

Abb. 2. „Normal“-Fundus und optischer Nerv



Fundus bei Myopie mit „wachsendem“ optischem Nerv

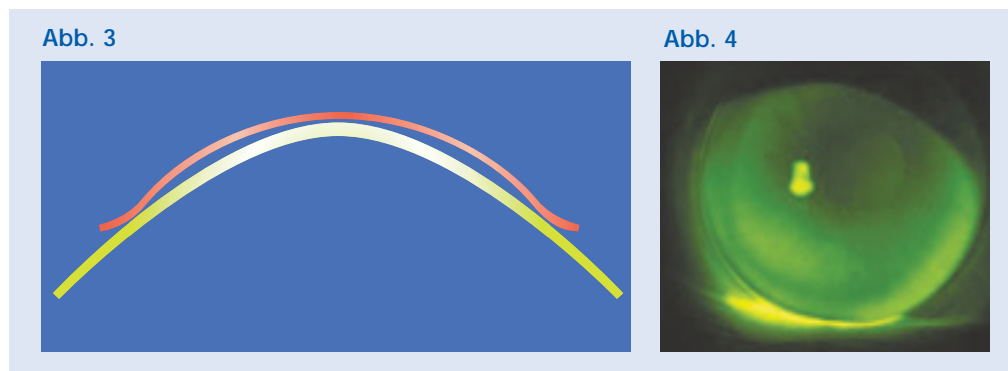


## ■ Geschichte

Diese Broschüre befasst sich vornehmlich mit einer Technik, welche als Orthokeratologie oder auch Ortho-K bezeichnet wird, bei der durch speziell gestaltete formstabile Kontaktlinsen die Cornea so in ihrer Form verändert wird, dass die Kurzsichtigkeit verringert ist. Dies kann durch das Tragen von Kontaktlinsen bei Tage oder durch die moderne „beschleunigte“ Ortho-K, bei der man die Linsen nur während des Schlafes also „über Nacht“ trägt, erreicht werden. Wendet man dieses Verfahren an, so können die meisten Personen während des Tages ohne eine Korrektur auskommen und gewöhnlich erfreuen sie sich nach einer Übergangsphase einer vollständigen Myopiekorrektur.

Orthokeratologie oder Ortho-K Anpassung wurde seit den frühen 60er Jahren in der einen oder anderen Form in den Vereinigten Staaten angewendet. George Jessen versuchte als erster mit einer Technik, die er „Orthofocus“ nannte, das Refraktionsdefizit eines Myopen mit Absicht unter Nutzung formstabiler Kontaktlinsen zu verändern.<sup>(10)</sup> Ziff, May, Grant, Fontana, Tabb, Carter und Kerns sind Vorreiter, die sich als Forscher und Befürworter der Ortho-K in ihren Anfängen hervorgetan haben.

Ein großer Teil dieser Arbeiten nimmt auf Myopie-Kontrollstudien Bezug, wie sie z.B. Robert Morrison 1956 durchführte. Seine Studie zeigte, dass bei 1000 Jugendlichen, die formstabile Kontaktlinsen aus PMMA trugen, welche 1,5 bis 2,5 dpt flacher angepasst waren als der flache Hornhautradius<sup>(25)</sup> (Abb. 3 und 4), kein Fortschreiten der Myopie über einen Zwei-Jahres-Zeitraum zu beobachten war. Unter ähnlichen Voraussetzungen fanden Kontaktlinsen-Anpasser ebenfalls heraus, dass sich bei myopen Trägern von formstabilen Kontaktlinsen die Hornhautradien veränderten, das Refraktionsdefizit abnahm und sich der Visus ohne Sehhilfe verbessert hatte.



Über zwei Jahrzehnte lang fand die Orthokeratologie keine breite Akzeptanz. Zum Teil lag das am Widerstand der Wissenschaftler, die behaupteten, eine bewusste Veränderung der zentralen Cornea könne medizinisch nicht sicher sein. Augenoptiker, Optometristen und Ophthalmologen akzeptierten diese Methode nicht. Sie forderten klinische Beweise dafür, dass diese Methode die Struktur und Funktion der Cornea nicht beeinflusst. Da nur die Ophthalmometrie als Mittel zur Demonstration, Bewertung und Beobachtung der Veränderungen der Hornhauttopografie zur

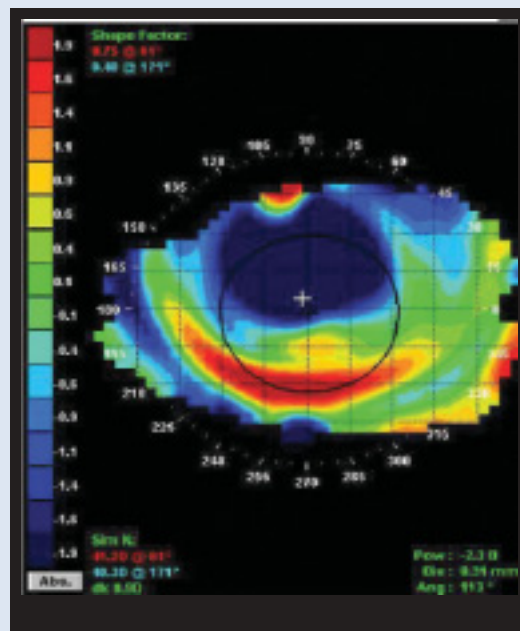
Verfügung stand, beschränkte sich die Anwendung der Orthokeratologie auf wenige Anpasser. Diese hatten reichlich anekdotische Belege, aber nur wenige wissenschaftliche Daten. Orthokeratologie wurde als erstklassige „Randgruppen-Wissenschaft“ eingestuft.

Die Einführung neuer Instrumente zur Vermessung der Hornhaut erlaubte einen wissenschaftlicheren Ansatz beim Einsatz dieser Technik. Um diese Technik zu testen, wurden Studien mit Standard PMMA Linsen durchgeführt.<sup>(1,2,3,11,12)</sup> Die Studien zeigten eine bestimmte Verringerung der Myopie während der Behandlung bis hin zu einem sogenannten „Plateau Effekt“, der eine weitere Myopie-Reduktion verhinderte. Die erzielten Reduktionen beliefen sich auf 0,30 bis hin zu 1,52 dpt bei Probanden mit 2,5 bis 4,00 dpt Kurzsichtigkeit.

Die Zeit, die benötigt wurde, um diese Veränderungen zu erreichen, lag zwischen drei und sechs Monaten. Dabei wurden während der Behandlungszeit unterschiedliche Reduktionsraten unter den individuellen Probanden dokumentiert. Im Durchschnitt traten die größten Verringerungen der Myopie innerhalb der ersten 6 Monate auf.

Die frühen Methoden, bei denen die Linsen progressiv flacher angepasst wurden, führten außerdem zu einer Erhöhung des regulären Hornhaut-

Abb. 5



Astigmatismus (Rectus) bis hin zu 0,80 dpt. Verursacht wurde dies höchstwahrscheinlich durch Linsen mit sehr flachen Basiskurven, die einen starken Hochsitz aufwiesen und damit Druck auf den oberen Hornhautbereich ausübten, der dann wiederum zu einer Verformung der Hornhaut führte mit dem Resultat einer vertikalen Versteilung im unteren Bereich (Abb. 5). Dieses Phänomen bestätigte eine spätere Theorie, die besagt, dass die „Hornhautbrechkraft weder zerstört noch aufgebaut, sondern lediglich umverteilt werden kann.“ Die Probleme

der frühen Methoden lagen in der Schwierigkeit, die Höhe der Myopiekorrektur vorherzusagen und in den häufig stark schwankenden Sehschärfen im Verlauf der Anwendung.

Die Voraussage über den Ortho-K Erfolg mit den frühen Methoden war abhängig von der Ausgangsform der Cornea, obwohl deren Bestimmung auf einem von Natur aus ungenauen Hornhautmesssystem basierte (Ophthalmometrie). Die Theorie galt, dass je sphärischer die Hornhaut und je geringer die Exzentrizität wäre, desto geringer würde der Ortho-K Effekt



ausfallen. Infolgedessen glaubte man, dass steilere Hornhautradien und höhere Exzentrizitäten bessere Voraussetzungen böten, um erfolgreich die Myopie zu reduzieren. Während dieses Prozesses wurde die Cornea sphärischer („Sphärisierung“), da der Unterschied zwischen dem flachen und dem steilen Meridian geringer und die Exzentrizität kleiner wurde.

Frühere Hornhautvermessungen wurden, wie auch heute noch, mit dem Ophthalmometer durchgeführt. Spätere Studien<sup>(2)</sup> behaupteten, dass die Voraussetzungen für die Reduktion der Myopie günstiger ausfielen, wenn der temporale horizontale Meridian der Hornhaut flacher wäre als die zentrale horizontale Krümmung.

## ■ Traditionelle Ortho-K Linsengeometrien

Die Gründe für die früheren Fehlschläge und für die allgemeine Ablehnung der Orthokeratologie unter Augenoptikern und Ophthalmologen waren offensichtlich. Die Hornhaut durch Kontaktlinsen so wenig wie möglich verändern zu wollen, war die Anpassphilosophie, die mehr überzeugte und Anhänger fand. Die frühen Ortho-K Linsen hatten immer noch das konventionelle Design mit peripheren Radien, die flacher als die zentrale Basiskurve waren. Es waren konventionelle formstabile Kontaktlinsen, die so flach wie möglich angepasst wurden, so dass gerade noch ein akzeptabler Linsensitz sichergestellt wurde.

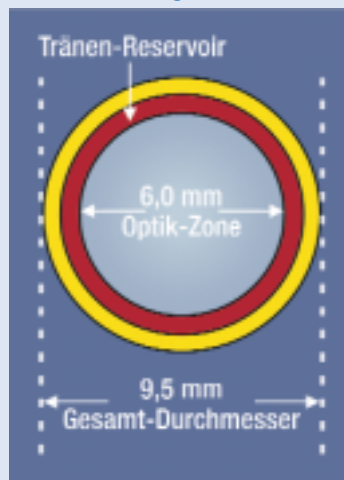
Diese Linsen lagen flach auf und üblicherweise dezentrierten die Linsen nach oben oder unten. Dies wiederum resultierte in Hornhautverformungen und Problemen wie verstärktem Astigmatismus. Ein weiterer Nachteil der ersten Linsen war die Verwendung von PMMA-Linsen. Sie verursachten Hornhaut-Ödeme, die wiederum die Hornhautverformungen verstärkten. Abgesehen von den bekannten physiologischen Nachteilen, die PMMA-Kontaktlinsen aufweisen, wurden keine signifikanten Abwehrreaktionen bei der Ortho-K-Behandlung beobachtet.

Die damalige Anpassphilosophie erforderte sehr kleine, stufenweise Änderungen der Linsenparameter d.h. mehrere Linsen bis zur Erreichung der gewünschten Myopiereduktion. So dauerte das Verfahren sehr lange und war sowohl für den Anpasser als auch für den Linsenträger zeitaufwendig und kostspielig.

### Traditionelle Ortho-K Linsen

1. Es dauerte sehr lange, eine kurzfristige Abnahme der Myopie zu erzielen.
2. Der Betrag der Korrektur war auf 1,00 bis 2,00 dpt begrenzt.
3. Mehrere Probelinsen wurden benötigt, um Ortho-K Effekt zu erzielen, was den gesamten Vorgang sehr zeitaufwendig und teuer machte.
4. Ein Resultat vorauszusagen war schwierig, da der Linsensitz während der Behandlungsphase instabil war.

Abb. 6. Contex Orthokeratologie-3-Linse



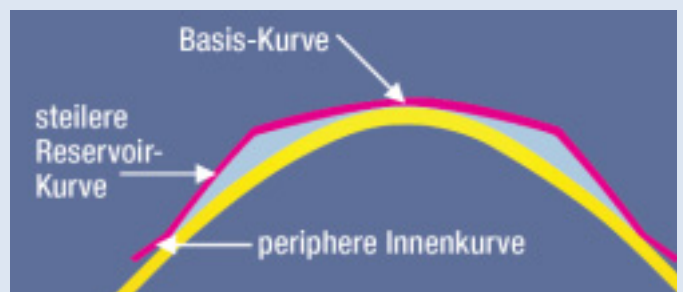
Der Korrektoreffekt hielt bei gelegentlichem Tragen der Linsen tagsüber nicht sehr lange vor. Das Fehlen hochsauerstoff-durchlässiger Materialien erlaubte es nicht, die Linsen zur Aufrechterhaltung der Form der Cornea über Nacht zu tragen.

Die zweite Generation von Ortho-K-Linsen war dazu bestimmt, das Problem der Kontrollierbarkeit und Erhöhung des zu erreichenden Korrekturbetrages anzugehen. Pioniere wie Nick Stoyan, der die erste Kontaktlinse mit reverser Rückflächengeometrie (Revers-Geometry-Lenses) entwickelte und patentieren ließ (Abb. 6), Dr. Sami El Hage, der erste, der die Hornhauttopographie zur

Anpassung von Ortho-K nutzte<sup>(26)</sup> und Dr. El Hage und Dr. Tom Reim, die unabhängig voneinander unterschiedliche asphärische und sphärische Ortho-K Linsen mit vier Innenkurven entwickelten. Sie waren führend in dieser nächsten Ortho-K Generation.

Die Contex OK®-3-Linse nutzte drei verschiedene Zonen (Abb. 7), um eine kontrolliertere und stärkere Abflachung des Hornhautzentrums zu erreichen. Die Anwendung dieser Linse verkürzte außerdem die Zeit, die zur Korrektur benötigt wurde. Dieses neue Linsendesign bot eine enorme Verbesserung gegenüber dem alten System, bei welchem einfache konventionelle formstabile Linsen so flach wie möglich angepasst wurden.

Abb. 7



Die Forschung hat gezeigt, dass prolonge Hornhautgeometrien (steil im Zentrum und flach in der Peripherie) und mittlere Krümmungen 7,2 mm bis 6,8 mm (46,00 bis 49,00 Dioptrien) am besten auf Orthokeratologie ansprechen.

Hornhäute mit flacheren Krümmungen 9,2 mm bis 8,5 mm (36,00 bis 39,00 dpt) scheinen resistenter gegenüber Veränderungen zu sein.<sup>(7)</sup> Das dreikurvige Revers-Geometrie-Design wird 0,15 mm bis 0,30 mm (0,75 bis 1,50 dpt) flacher angepasst als der flache Meridian („K“). Die Linse sollte beim Lidschlag eine Bewegung von 1,00 bis 2,00 mm zeigen. Ein kritischer Punkt für den Erfolg der Anpassung ist die Zentrierung, da auch dieses Linsendesign bei nicht optimaler Anpassung wie die ursprünglichen Ortho-K Linsen aufgrund eines durch Hochsitz erzeugten Astigmatismus Rectus scheiterte. Der Träger würde außerdem über Doppelsehen und Reflexionen klagen, sobald sich die Pupillen, wie z.B. beim Autofahren nachts, weiten.

Auch wenn diese Linsendesigns eine Verbesserung zu der vorhergehenden Methode darstellten, wiesen sie immer noch einige erhebliche Nachteile auf. Auch mit diesem Design war die Kontrolle der Zentrierung schwierig. Die reverse Krümmung (steilere Zone) war sehr weit (Abb. 8 und 9) mit einem ausgeprägten Randabstand (edge lift), was eine unkontrollierte Linsenbewegung verursachte und damit das Erreichen eines idealen Linsensitzes erschwerte.

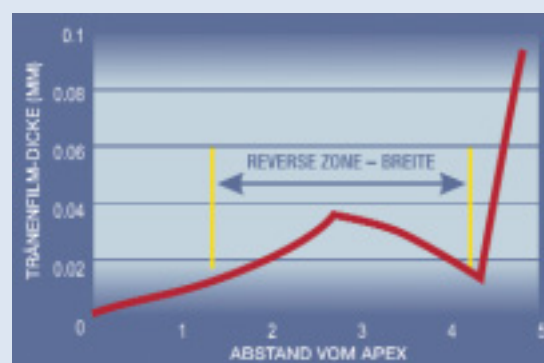
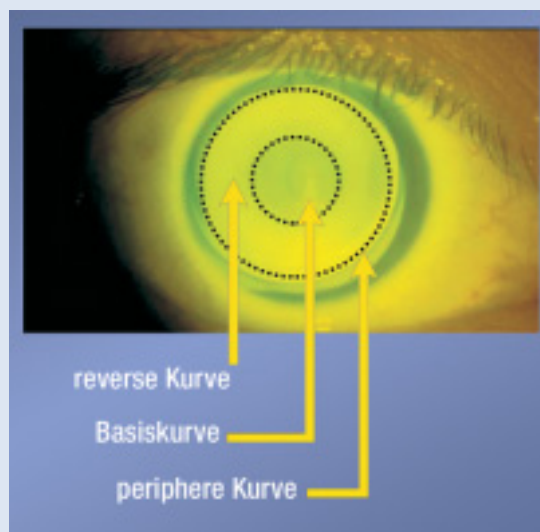
Die Ortho-K Linsenträger wurden typischerweise nach vier Stunden Tragezeit untersucht, um festzustellen, ob die Linse zu fest sitzt oder sogar an der Hornhaut festklebt. War dies der Fall, wurde das Tragen der Linse unterbrochen, bis Linsen mit flacherer Basiskurve bestellt waren. Es war nicht unüblich, von vornherein zwei Paar Linsen pro Patient zu bestellen. Ein Paar wurde dann mit einer um 0,10 mm flacheren als der eigentlich abgegebenen Basiskurve bestellt.

Sobald die Linse aufgrund der Veränderung der Hornhautform steiler saß, wurden die flacheren Linsen für eine weitere Tragezeit von 1 bis 3 Wochen abgegeben. Ein drittes Paar wurde dann in Vorbereitung auf den nächsten Linsenwechsel bestellt. Außerdem war es zwingend erforderlich, dass jede der flacheren Linsen die jeweils richtige Stärke besaß, um optimales Sehen während der täglichen Tragezeit zu garantieren.

Diese Methode, stufenweise vier bis fünf gering ansteigend flachere Basiskurven anzupassen, erlaubte eine bessere Kontrolle des Linsensitzes. Die erste Reduktion der Myopie nach ca. zwei bis sieben Tagen lag bei ungefähr 1,00 dpt und darauf folgend trat dann jeweils eine weitere Korrektur während des drei- bis sechsmonatigen Anwendungszeitraums auf. Der maximale Endwert lag bei einer Korrektur von zwei bis drei Dioptrien.<sup>(6)</sup>

Diese reversen Kontaktlinsengeometrien wurden auch sehr wirksam für Linsenanpassungen nach einer refraktiven Hornhautoperation eingesetzt, wenn postoperativ der Visus

Abb. 8 & 9. steile/breite reverse Kurve bei Drei-Zonen-Geometrien



geringer als erwartet ausgefallen war oder wenn Patienten nach einer Keratoplastik mit Kontaktlinsen zu versorgen waren. Die Anordnung der Linsenradien bei diesem Design mit einer flachen Basiskurve und einer steileren Peripherie bot einen besseren Sitz, da in den meisten Fällen auch die Hornhaut nach der Operation zentral flacher als in der Peripherie ist.

Diese operativ veränderten Hornhäute waren gar nicht oder nur sehr schwierig mit konventionellen formstabilen oder weichen Linsen zu versorgen. Die einzig mögliche Ausnahme waren formstabile Kontaktlinsen mit einem asphärischen Rückflächendesign, die aufgrund ihrer Geometrie der Form der Hornhautoberfläche besser folgten als sphärische Designs. Aber auch diese Linsen waren vom Ziel eines akzeptablen idealen Linsensitzes noch weit entfernt.

### **ZUSAMMENFASSUNG:**



- Die Kurzsichtigkeit nimmt heute den zweiten Platz bei Fehlsichtigkeiten (nach der Presbyopie) ein.
- Hohe Myopien haben ein höheres Risikopotential für die Entstehung von Netzhautproblemen.
- Orthokeratologie findet seit den 60er Jahren in unterschiedlicher Form Anwendung in den USA.
- Die anfänglichen Ortho-K-Anpassungen waren zeitintensiv, kostenaufwendig und mit geringer Erfolgsprognose behaftet.
- Erste reverse Geometrie-Linsen führten zu einer besseren Myopie-Rücknahme und besseren Erfolgen.

## II. MODERNE ORTHOKERATOLOGIE

### IN DIESEM KAPITEL...

- Vergleich der modernen Ortho-Keratologie mit dem traditionellen Ortho-K Verfahren.
- Theorien über die Wirkungsweise der Orthokeratologie auf die Myopiereduktion.
- Vorteile der beschleunigten Orthokeratologie (Tragen der Linsen über Nacht) im Vergleich zum traditionellen Tages-Tragen.
- Theorien über die mögliche Anwendung der Orthokeratologie zur Verlangsamung der Myopie-Zunahme bei Kindern.



### ■ Theorie und Wirkungsweise

Die neuen Orthokeratologie-Linsengeometrien ermöglichen einen schnelleren Verlauf der Formveränderung der Cornea. Diese „beschleunigte Ortho-K“ (im englischen AOK – Accelerated Ortho-K) bewirkt bereits eine Veränderung in der ersten Nacht mit einer relativ geringen verbleibenden Restkorrektur über die nächsten 30 Tage der Anwendung.

Über die eigentliche Wirkungsweise der Orthokeratologie wird noch diskutiert und geforscht. Die einen glauben, dass die formstabile Kontaktlinse eine gezielte Verformung der Cornea bewirkt und damit die Kurzsichtigkeit reduziert.<sup>(18)</sup> Studien scheinen anzudeuten, dass die Veränderungen der Hornhautform zeitlich begrenzt sind. Dies würde demonstrieren, dass die Hornhaut elastisch ist und einen gewissen Memory-Effekt besitzt, d.h. die Hornhaut kehrt nach der Beendigung des Linsentragens in ihre ursprüngliche Form zurück. Im Gegensatz hierzu gibt es den Ansatz der „plastischen“ Veränderung, bei der die Hornhaut permanent in eine neue Form modelliert wird. Auch das Ergebnis dieser Studie zeigte, dass die Veränderungen der Hornhautform unabhängig vom Mechanismus und die daraus resultierende Myopieabnahme zeitlich begrenzt und reversibel waren, sobald das Linsentragen unterbrochen wurde. Es blieb unklar, ob dieser Vorgang auf einem „Verbiegen“ der Hornhautoberfläche beruhte oder einem anderen Mechanismus unterlag.

Neuere Studien deuten eher darauf hin, dass bei der Anpassung von formstabilen Ortho-K-Linsen mit reversen Geometriedesigns eine Umverteilung des Hornhautgewebes stattfindet und nicht wie bisher angenommen eine Verformung der Hornhaut. Die Hypothese ist, dass zwischen der Rückfläche der Ortho-K-Linse und der Cornea ein dünner Tränenfilm vorhanden ist. Die „Scher“-Kräfte dieses Tränenfilms wirken unter der Linse hydraulisch und veranlassen eine Umverteilung der Epithelzellen vom Zentrum zur Peripherie hin.<sup>(22)</sup> (Abb. 10 und 11). Dies scheint die alte Theorie des Verbiegens der Hornhaut durch Ortho-K Linsen zu widerlegen. Es erklärt auch, warum die Linsenträger Linsen mit einer Basiskurve tragen können,

die flacher sind als der flache zentrale Hornhauradius („K“) und trotzdem keine zentralen Stippungen oder Irritationen aufweisen.

Studien, die 1998 von Helen Swarbrick et al, University of New South Wales, Sydney, Australien durchgeführt wurden, werteten die Veränderungen der Topographie sowie Pachometermessungen bei Kontaktlinienträgern mit „beschleunigter“ Ortho-K über 30 Tage aus. Sie fanden folgendes heraus:

1. Hornhautepithelzellen waren in signifikantem Maße über die Hornhautoberfläche umverteilt und bewirkten eine zentrale Verdünnung der Hornhaut.
2. Dazu zeigte sich eine Verdickung der mittel-peripheren Hornhaut, die besonders im Stroma auftrat.

Dies trat ohne erkennbare Veränderung der Hornhaurückfläche auf.<sup>(24)</sup> Es waren demnach Hornhautepithelzellen, die sich aufgrund der zuvor genannten Tränenfilmkräfte umverteilt hatten. Der durch die Tränenfilmkräfte verursachte Druck resultierte in einer Umverteilung der Epithelzellen (und wahrscheinlich auch von geringem Stroma-Gewebe) in Richtung Peripherie. Aufgrund dieser Umverteilung wurde eine Verkürzung der sagittalen Tiefe verursacht, was wiederum

in einer Verkürzung der axialen Augenlänge resultierte (Abb. 12 und 13). Die axiale Längenreduktion bewirkt in einem myopen Auge eine Verlagerung der Abbildung eines fokussierten Objekts zur Netzhaut (Makula) hin, was die benötigte externe Korrektur der Kurzsichtigkeit reduziert oder sogar eliminiert.

Es muss daran erinnert werden, dass bei der Reduktion einer Myopie, unabhängig davon, ob sie nun permanent erfolgt (Entfernen von Hornhautgewebe durch LASIK und PRK) oder durch die Verlagerung von Epithel und Stromafibrillen durch Ortho-K Linsen in Mikrometer oder Tausendstel Millimeter gemessen wird. So wird zum Beispiel die Hornhaut zentral mit einer Dicke von ungefähr 540 µm oder 0,54 mm angenommen (Abb. 14).

Das menschliche Hornhautepithel ist ungefähr 50 µm dick, das entspricht der Dicke eines menschlichen Haares. So ist es also die allmähliche und nur sehr geringe Verlagerung

Abb. 10. Epithelium vor Ortho-K

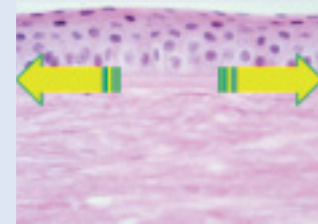
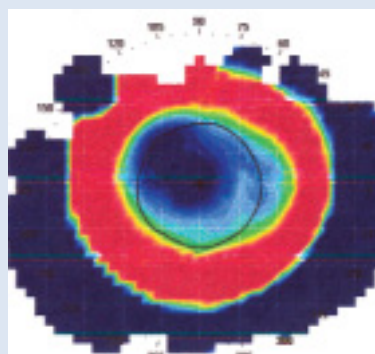
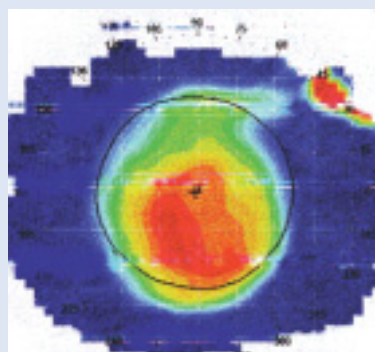


Abb. 11. Epithelium nach Ortho-K



Abb. 12. Topografie vor und nach Ortho-K





von oberflächlichen Hornhautzellen, die unter der Ortho-K Linse stattfindet, die eine Reduzierung der sagittalen Tiefe und damit der axialen Länge der Cornea und die daraus resultierende Reduzierung der Myopie erklärt.

Abb. 13. Augenquerschnitt

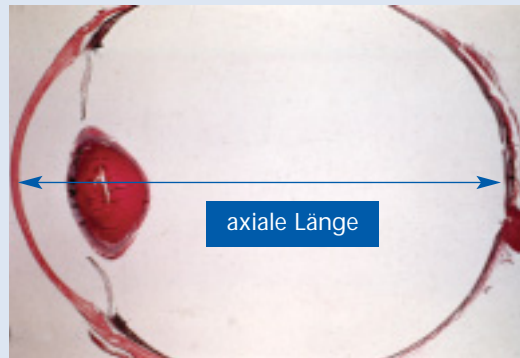
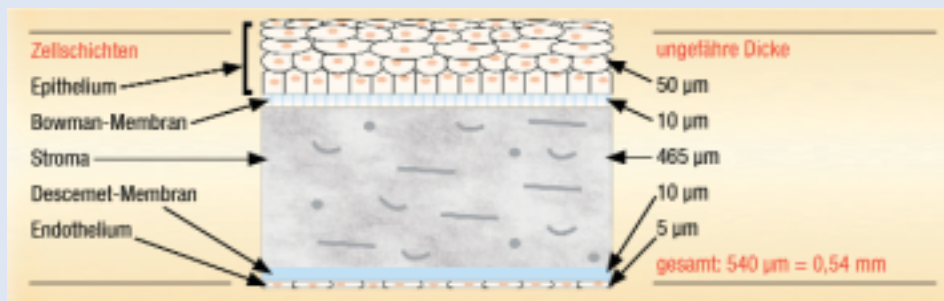


Abb. 14. Dicke der Cornea-Zellschichten



## Ortho-K Designs, Heute

Vier-Zonen Ortho-K-Linsen der heutigen Generation bestehen aus:

- Basiskurve ( $r_0$ )
- Reverser Kurve (steiler als  $r_0$ )
- Auflagekurve
- Peripherer Kurve

Abhängig von der Anpassphilosophie für die jeweils genutzte Linse wird eine erste Basiskurve ausgewählt, die 0,30 mm bis 1,40 mm flacher ist als der flachste Hornhautmeridian („K“). Der Durchmesser der optischen Zone kann von 6,0 mm bis 8,0 mm variieren. Am häufigsten wird ein Wert von 6,0 mm bis 6,5 mm für die optische Zone der Rückfläche benutzt.

Die zweite (reverse) Kurve wird steiler als der Radius der Basiskurve gewählt. Diese „Reservoir“-Zone ist üblicherweise 0,60 mm bis 1,00 mm (3,00 dpt bis 5,00 dpt) steiler als der Radius der Basiskurve, kann aber bei manchen Linsengeometrien auch bis zu 1,8 mm (9,00 dpt) steiler als die Basiskurve sein. Die Breite der reversen Kurve reicht von 0,6 mm bis 1,0 mm (Abb. 16). Alle Parameter können einzeln beeinflusst werden, um einen optimalen Linsensitz und eine optimale Wirkung zu erreichen. In den meisten Fällen wird die Veränderung eines der Parameter eine kompensatorische Veränderung bei einem oder mehreren weiteren Parametern notwendig machen. Bei manchen Anpasssystemen sind die eigentlichen Parameterkombinationen patentiert und dem Anpasser nicht zugänglich. Damit bleibt dem Anpasser nur die Möglichkeit, die Kenndaten der schlecht sitzenden

Linse dem Hersteller mitzuteilen, der dann eine neue Linse mit den zur Verbesserung notwendigen neuen Parametern liefert.

Der periphere Radius ist etwas steiler als er normalerweise bei GP-Linsen verwendet wird, wodurch ein Randabstand (edge lift) von nur 60 bis 70  $\mu\text{m}$  (0,06 mm bis 0,07 mm) erzeugt wird. Bei konventionellen Linsen beträgt der Randabstand typischerweise 80 bis 120  $\mu\text{m}$  (0,08 mm bis 0,12 mm).

Die derzeitigen Ortho-K Linsen mit vier Zonen wurden verfügbar gemacht durch Roger Tabb, Jim Day (Fargo™), Donald Harris, Tom Reim (Dreimlens®), Nick Stoyan (Contex OK® „B“ und „D“ Serie), Don Noack und John Mountford (BE Design), Euclid (Emerald™), Sami El Hage (CRK), Paragon CRT™, Rinehart-Reeves und andere.

Abb. 15

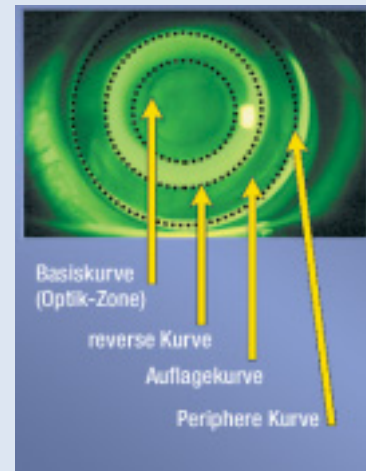
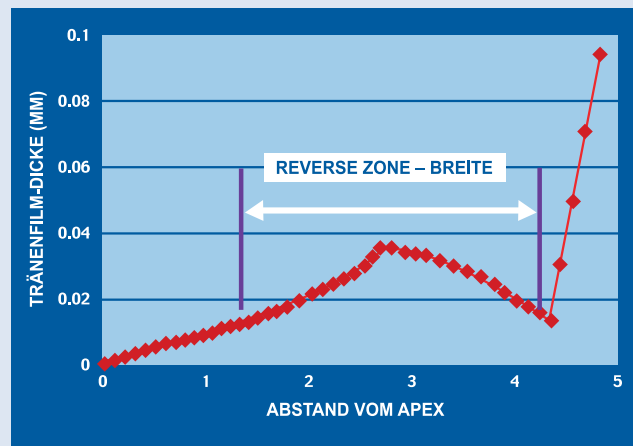


Abb. 16. Tränenfilm-Verteilung



## ■ Traditionelle (Tages) Ortho-K Linsen im Vergleich zu beschleunigter (Über-Nacht-Tragen) Orthokeratologie

Die Einschränkungen, die sich durch die negativen physiologischen Auswirkungen des Tragens von PMMA Linsen ergaben, legten die frühe Orthokeratologie auf das Tragen der Linsen über den Tag hinweg fest. Das gleiche gilt auch heute für Ortho-K-Linsen, die aus gaspermeablen Materialien mit geringer oder mittlerer Permeabilität gefertigt sind. Wie PMMA sind diese Materialien nicht optimal für ein sicheres Über-Nacht-Tragen.

Da die Ortho-K-Linsen an das Tag-Tragen gebunden waren, waren der Tragekomfort und ein stabiler Visus für die Linsenträger wesentlich schlechter als beim Tragen von regulären, konventionellen GP-Linsen, die allein zur Korrektur der Fehlsichtigkeit dienten. Dazu kamen die Kosten bei diesem Verfahren, die durch die Anzahl der zusätzlich benötigten Linsen (acht Paar oder mehr!) und den langen Verfahrenszeitraum (neun bis zwölf Monate) entstanden. Außerdem war es nicht möglich, das visuelle Ergebnis mit Gewißheit voraussagen zu können.



Die Orthokeratologie vergangener Jahrzehnte nutzte einfache konventionelle formstabile Kontaktlinsen, die progressiv so flach wie möglich angepasst wurden, um die Höhe der zentralen Cornea und damit die Myopie zu reduzieren. Aufgrund unzureichender Zentrierung der Linse (Hochsitz), die eine Verstärkung des Astigmatismus Rectus oder schlimme Hornhautverformung zur Folge hatte, wurde während der Anwendung das Sehen manchmal sogar schlechter (Abb. 17).

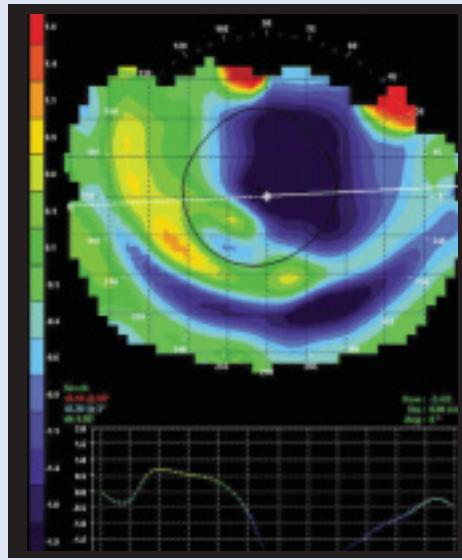
Die Ortho-K Methoden der 60er mit den heutigen zu vergleichen, entspräche einem Vergleich zwischen einem 1930er Modell des Ford A mit einem aktuellen Mercedes Benz.

Die Einführung neuer hochsauerstoff-durchlässiger Materialien für formstabile Kontaktlinsen (ISO/Fatt DK von 85 oder mehr) erlaubt es, das Linsentragen vom Tag auf die Nacht zu verlegen.\* Dies ermöglicht eine leichte und schnelle Gewöhnung für die Linsenträger.

Neue und innovative reverse Linsengeometrien mit vier, fünf oder sechs Zonen erlauben es nicht nur, den Linsensitz besser zu kontrollieren, sondern versorgen den Ortho-K-Anpasser mit wissenschaftlich gesicherten und genaueren Möglichkeiten, die Verringerung der Myopie zu kontrollieren und vorzuberechnen. Auch erlauben diese neuen Linsen eine schnelle Reduzierung der Myopie. Was in den 60er Jahren in neun bis zwölf Monaten erreicht wurde, wird heute üblicherweise in weniger als 30 Tagen eintreten. Durchschnittlich 80% der Ortho-K-Linsenträger, bei denen moderne Ortho-K-Linsen angepasst werden, erreichen heute die gewünschte Reduzierung der Myopie mit nur einem Paar Kontaktlinsen, während mit der alten Technik oft acht oder mehr Kontaktlinsen-Paare erforderlich waren.

*\* Beschleunigte Orthokeratologie sollte ausschließlich mit hochsauerstoffdurchlässigen Materialien praktiziert werden, die für das Tragen über Nacht zugelassen sind!*

Abb. 17



## ■ Myopie-Kontrolle mit Hilfe der Ortho-K ?

Die Terminologie zur Beschreibung der Orthokeratologie und Myopiekontrolle wurde austauschbar verwendet. Der Begriff „Myopie-Kontrolle“ beschreibt das Tragen formstabiler Kontaktlinsen, die entsprechend dem flachen Hornhautmeridian angepasst sind und als Korrektur der Fehlsichtigkeit tagsüber dienen. Über die letzten fünf Jahrzehnte brachten klinische Erfahrungen und anekdotische Beweise die Theorie hervor, dass das Tragen konventioneller, parallel zur Hornhaut angepasster formstabiler Kontaktlinsen das progressive Fortschreiten der Kurzsichtigkeit verlangsamen oder aufhalten kann.<sup>(25, 27, 28)</sup>

Die Orthokeratologie, so wie sie früher definiert wurde, nutzt speziell gestaltete, formstabile, sauerstoffdurchlässige Kontaktlinsen, um die Oberfläche der Hornhaut so umzuformen, dass sich eine Reduzierung der Apextiefe (Abflachung der Hornhaut) ergibt. Damit ist eine Reduzierung der Myopiekorrektur bis hin zu einem Restwert von null bei einer ausgewählten Gruppe von Trägern und einem kontinuierlichen Tragen der Linsen tagsüber oder über Nacht möglich.

Die Logik mag uns sagen, dass mit der Nutzung der Ortho-K Anpassetechnik und einer Reduzierung der Myopie auch eine gewisse Myopie-Kontrolle betrieben wird. Aber ist dies unbedingt richtig? Würde eine systematische Abflachung der Hornhaut, um die Myopie zu reduzieren, auch gleichzeitig deren Fortschreiten verlangsamen?

Wird die Hornhaut den Grad der Progression der Myopie vor der Anpassung wieder erreichen? Oder wird nach dem Abbruch des Tragens der einen oder anderen Linse der Effekt „zurückpendeln“ verbunden sein mit einer großen Verstärkung der Myopie?

Die Resonanz auf die Orthokeratologie in Bezug auf die Myopie-Kontrolle oder die Begrenzung der Myopieprogression wird stark von der individuellen Reaktion auf diese Linsen abhängen. Manche glauben, dass auch die Festigkeit der Hornhaut einen Faktor darstellt. Andere Faktoren, die in Betracht gezogen werden sollten, sind der Linsensitz, die Länge der Tragezeit (in Monaten oder Jahren) und im Falle der Orthokeratologie, der erreichte Grad der Reduzierung der Myopie.

Unterm Strich bedeutet die Anwendung der Orthokeratologie zur Reduzierung der benötigten Myopiekorrektur nicht automatisch auch eine Verlangsamung oder gar ein „zum Stillstand bringen“ der Myopieprogression. Allerdings werden Studien vorgeschlagen, die diese Hypothese testen sollen.<sup>(29)</sup>

## ZUSAMMENFASSUNG



- Die beschleunigte Orthokeratologie zeigt in hohem Maß Zielkorrekturen innerhalb von ca 30 Tagen.
- Reverse Linsengeometrien erzeugen Tränenfilmkräfte zur Veränderungen der Hornhautoberflächenform.
- Gegenwärtige Linsengeometrien mit vier oder fünf Zonen erlauben eine bessere Kontrolle des Verfahrens
- Fehlsichtige sind leicht von der beschleunigten Orthokeratologie zu überzeugen, da die Gewöhnung sehr schnell ist und die Linsen nur minimal spürbar sind.
- Bisherige Studien lassen vermuten, dass die heutige Orthokeratologie in der Lage ist, die Myopiezunahme zu verlangsamen.

### III. ANPASSUNG BEI DER BESCHLEUNIGTEN ORTHOKERATOLOGIE

#### IN DIESEM KAPITEL...



- Die moderne Orthokeratologie erfordert eine Kombination aus Linsen mit Revers-Geometrie-Designs, hochsauerstoff-durchlässigen Materialien und Hornhauttopographien, um die Wechselwirkung der Linse mit der Hornhaut zu verstehen.
- Dieses Kapitel bietet Anpassern eine Hilfestellung bei der Auswahl und Befragung potenzieller Ortho-K-Anwender.
- Eine Übersicht mit Tipps zur richtigen Einschätzung und Auswahl von gut geeigneten Kandidaten während der Voruntersuchung ist ebenfalls angefügt.
- Eine Zusammenstellung der apparativen Ausstattung der Kontaktlinsenpraxis, die für Anpassung, Beurteilung und Betreuung von Ortho-K-Linsenträgern erforderlich ist.
- Der allgemeine Anpassvorgang wird im Überblick dargestellt.
- Die Nutzung hochsauerstoff-durchlässiger Materialien ist von besonderer Bedeutung, um eine sichere Funktion der Hornhautphysiologie während des Nachttragens der Linse zu gewährleisten.
- Mögliche Komplikationen werden aufgezeigt, sowie die Anwendung der Hornhauttopografie zur Beurteilung des Linsensitzes, zur Nachkontrolle und um Komplikationen zu vermeiden und zu erkennen.

Mit der Absicht, die Prinzipien des Ortho-K-Anpassprozesses und den Prozess der Myopiereduktion zu erläutern, werden im Folgenden allgemeine Bezeichnungen in Bezug auf die Nutzung von vier-kurvigen Ortho-K Linsen verwendet (Abb. 18).

Die Basiskurve der Linse (welche absichtlich flacher als der flachste zentrale Apexradius gewählt wurde) übt einen Druck auf den dünnen Tränenfilm aus, der sich zwischen Linsenrückfläche und Hornhautoberfläche befindet. Auch wenn es bei der Beobachtung im Fluobild erscheint als wäre eine zentrale Auflage vorhanden, so existiert dennoch ein Tränenfilm von weniger als 10 µm Dicke.

Die Kräfte, die durch den Tränenfilm wirken, verursachen ein „Auswandern“ der zentralen Epithelzellen in Richtung der Peripherie. Diese Umverteilung der Epithelzellen erzeugt eine Verringerung der sagittalen Tiefe (Verkürzung der axialen Länge) und ist Ursache für eine Sphärisierung der Hornhaut, was dazu führt, dass der Korrektionsbedarf der Myopie verringert oder aufgehoben wird.

Abb. 18



Während die Epithelzellen in Richtung Peripherie auswandern, formt die steilere zweite Kurve (reverse Kurve) ein Tränenreservoir, in dem sich überschüssige

Tränen und verschobene Hornhautzellen ansammeln können.

Die mittel-periphere oder Auflagekurve ist die eigentliche Kurve, welche die Zentrierung und richtige Positionierung der Linse auf dem Auge ermöglicht und sicherstellt. Diese Kurve wird so berechnet, dass sie parallel zur mittleren Peripherie der Hornhaut verläuft.

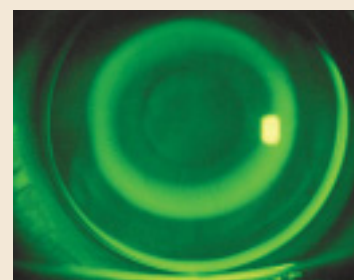
Der Zweck des peripheren Radius ist derselbe wie bei jeder formstabilen Linse, nämlich die Tränenzirkulation zu ermöglichen, das Herausnehmen der Linse zu erleichtern und Ablagerungen unter der Linse zu entfernen.

Normalerweise wird der Ortho-K-Anpasser die Probelinse anhand einer spezifischen Auswahlliste oder mit Hilfe eines Computerprogramms auswählen. Danach wird die Probelinse auf das Kundenauge gesetzt und bevor sie beurteilt wird, eine Weile sich setzen gelassen. Damit soll abgesichert werden, dass sie nicht zu fest sitzt. Es hat Fälle von Hornhautreaktionen gegeben, bei denen schon nach 30 Minuten Hornhautveränderungen sichtbar wurden.<sup>(11)</sup> Eine leichte Reduktion der Myopie wird üblicherweise schon nach vier bis sechs Stunden zu sehen sein. Diese erste Reduktion wiederum erlaubt dem Anpasser zu entscheiden, ob der jeweilige Myope erfolgreich auf die Behandlung ansprechen wird.

Ist einmal entschieden, dass dem Fehlsichtigen das Tragen der Linsen über Nacht erlaubt werden kann, wird dieser die Linsen nachts tragen und am nächsten Morgen so früh wie möglich in die Anpasspraxis zurück kommen. Bevor der Träger die Linsen tragen darf, wird er im Auf- und Absetzen sowie in der richtigen Reinigung und Pflege seiner Linsen

**Drei Entwicklungen waren entscheidend für die veränderte Anpassphilosophie von Ortho-K-Linsen und für ein neues Verständnis der Orthokeratologie:**

1. Die Anwendung von reversen Linsengeometrien
2. Die Verfügbarkeit von formstabilen Linsenmaterialien mit hohem Dk
3. Eine bessere Beurteilung der Ortho-K Linsen auf der Hornhaut mit Hilfe von Videokeratografen



**Ein bedeutender Anteil der Myopie-Reduktion (1,00 bis 2,00 dpt) tritt oft bereits nach der ersten Nacht auf.**

unterwiesen. Unter keinen Umständen sollte es einem Linsenträger erlaubt werden, die Anpasspraxis mit den Linsen zu verlassen und die Linsen über Nacht zu tragen, bevor er die Linsen nicht vertrauenswürdig aus dem Auge herausnehmen kann. Der Linsenträger sollte nicht nur in der manuellen Absetztechnik (Zwinker Methode) unterwiesen werden, sondern auch in der Benutzung des Gummisaugers.

Wahrscheinlich ist der schwierigste und entscheidende Punkt in der Anpassung die Untersuchung des Trägers am Morgen nach dem ersten Über-Nacht-Tragen der Ortho-K-Linsen. Die Untersuchung ist für den Anpasser sehr wichtig, um die Zentrierung der Linse und die Lage der abgeflachten Zone zu beurteilen. Dies erfolgt durch die Beobachtung der Linse auf dem Auge und die Beurteilung der Hornhaut nach dem Abnehmen der Linse. Auch der Visus ohne Korrektur wird bei diesem Termin geprüft. Eine dezentrierte Ortho-K Linse wird die gewünschte Reduzierung der Myopie nicht hervorbringen und kann darüber hinaus sogar zur Hornhautverformung führen. Weiterhin muss geprüft werden, ob die Linsen sich auf der Hornhaut festsetzen (ankleben). Auch die Unversehrtheit der Hornhaut ist zu bewerten.

Ein wesentlicher Anteil der Myopie-Reduktion (1,00 bis 2,00 dpt) tritt oft bereits nach der ersten Nacht auf. Sollte die Linse zu steil sitzen, kann eine flachere Linse angepasst werden.

Um Stoffwechselprobleme sowie unerwünschte Hornhautverformungen zu vermeiden, sollte dem Träger nicht erlaubt werden, eine steil sitzende Linse zu tragen. Einige Anpasser bestellen eine zweite Linse mit einer um 0,10 mm flacheren Basiskurve gleichzeitig mit der ersten Linse, um einen Tausch schnell vornehmen zu können.

Wie bereits erwähnt, tritt ein großer Teil des Ortho-K Effektes bereits innerhalb der ersten sieben Tage des Tragens dieser Linsen auf. Das maximal zu erreichende Ergebnis stellt sich nach etwa einem Monat ein.<sup>(15, 17, 23)</sup> In einzelnen Fällen kann die Myopie-Abnahme bis zu drei Monate in Anspruch nehmen.

Bei bestimmten Personen genügt es, die Linse jede zweite oder dritte Nacht zu tragen, um die Reduktion der Myopie aufrecht zu erhalten. Bei anderen wiederum ist es erforderlich, die Linsen jede Nacht zu tragen.

Erstes Ziel der Ortho-K-Anpassung ist es, den gewünschten Betrag der Myopie-Abnahme zu erreichen. Anschließend versucht der Anpasser das Tragen der Ortho-K Linsen über Nacht so weit zu reduzieren, bis ein Tragemodus eingestellt wird, der sowohl die Hornhautform als auch den gewünschten Visus aufrecht erhält.

Ein wesentlicher Vorteil der Ortho-K-Behandlung ist ihre Reversibilität. Studien haben gezeigt, dass nach Beendigung der Ortho-K-Behandlung eine Rückbildung der Cornea über einen Zeitraum von ungefähr 90 Tagen eintritt,<sup>(9, 19, 20)</sup> wobei in den meisten Fällen sich bereits nach einigen Tagen eine vollständige Reversibilität einstellt. Während dies einen Vorteil gegenüber der refraktiven Chirurgie darstellt, gibt es auch Nachteile: Um einen Langzeiteffekt

der Orthokeratologie zu erreichen, muss eine „Maßhaltelinse“ (Retainerlinse) zur Aufrechterhaltung der Hornhaut in der gewünschten Form getragen werden. Diese „Maßhaltelinse“ ist typischerweise die zuletzt getragene Linse, mit der die maximale Myopieabnahme erreicht wurde.

## ■ Anamnese und Auswahlkriterien

Die Auswahlkriterien für Ortho-K-Träger sind abhängig von der Vorgehensweise und Anpassphilosophie des Anpassers. Die Auswahlkriterien, die hier vorgestellt werden, sind weitgehend abgefaßt.

### Auswahlprofil für potentielle Ortho-K Träger

- Alter: sieben Jahre oder älter
- Sphärische Refraktion: -0,75 dpt bis -4,00 dpt
- Cylinderwert:
  - 1,50 dpt oder weniger bei Astigmatismus Rectus oder 1/3 der sphärischen Komponente
  - 0,75 oder weniger bei Astigmatismus Inversus
- Kinder mit kontinuierlich progressiver Myopie
- Freizeit und Sportaktivitäten, bei denen Unabhängigkeit von Sehhilfen von Vorteil ist.
- Personen, deren Arbeitssituation für einen gewissen Zeitraum einen guten Visus ohne äußerliche Sehhilfe erfordert, wie zum Beispiel bei Polizisten, Feuerwehrleuten, Soldaten oder Berufen, bei denen refraktive Chirurgie ein Ausschlusskriterium ist (Tiefseetaucher, Piloten in großer Höhe, usw.)
- Personen ohne Hornhautdystrophien (z.B. Keratokonus), Augenkrankheiten oder die keine formstabilen Kontaktlinsen tragen können.
- Personen, die bereit sind, die Ortho-K-Behandlung zu akzeptieren und für zwei bis drei Monate regelmäßige Kontroll- und Anpasstermine wahrzunehmen, sowie halbjährliche Nachkontrollen durchführen zu lassen.
- Personen, die bereit und in der Lage sind, die Anfangs- und Folgekosten einer Ortho-K-Behandlung zu übernehmen (nachzulesen im Abschnitt über Gebühren und Kosten).

## ■ Voruntersuchung

Sie sollte beinhalten:

- Refraktionsbestimmung
- Ausgangstopografie (optionale Ophthalmometermessungen, Video Keratographie ist unbedingt erforderlich)
- Beurteilung des Tränenfilms
  - a. Schirmer Test (quantitativ)
  - b. Tränenauflöszeit (BUT) (qualitativ)

- Spaltlampen-Untersuchung
- Ophthalmoskopie

Einige Anpasssysteme raten zur Verwendung der Formfaktoren der Hornhaut (z.B. Exzentrizität) oder zu einem Vergleich des zentralen Radius mit den peripheren Radien, um vorhersagen zu können, welche Personen erfolgreiche Ortho-K-Ergebnisse aufweisen werden. Andere Studien hingegen untermauern nicht diese These.<sup>(9)</sup> Allerdings fand man bei diesen Studien eine Korrelation zwischen dem Maß der Fehlsichtigkeit und der erreichten Myopieabnahme.

Carkeet, Mountford und Carney<sup>(3)</sup> unterteilen diese in drei Kategorien:

Gute Reaktion	Abschwächung von > 1,50 dpt Myopie (sphärisches Äquivalent)
Durchschnittliche Reaktion	Abschwächung von 0,75 bis 1,50 dpt Myopie (sphärisches Äquivalent)
Schwache Reaktion	Abschwächung von < 0,75 dpt Myopie (sphärisches Äquivalent)

Horner und Bryant<sup>(9)</sup> kategorisierten die Ergebnisse Ihrer retrospektiven Studie in:

<b>Höhe der Ausgangs-Myopie</b>	<b>Mittelwert der Ergebnisse</b>
Sehr gering (< 2,00 dpt): (sphärisches Äquivalent)	Abschwächung der Myopie um 1,12 dpt
Gering (2,00 bis 3,00 dpt): (sphärisches Äquivalent)	Abschwächung der Myopie um 1,86 dpt
Mittel (3,00 bis 5,00 dpt): (sphärisches Äquivalent)	Abschwächung der Myopie um 2,15 dpt
Hoch (> 5,00 dpt): (sphärisches Äquivalent)	Abschwächung der Myopie um 2,48 dpt

## ■ Erforderliche/empfohlene Geräteausstattung

- Die zur Anpassung von Ortho-K-Linsen benötigten Geräte, entsprechen denen zur Anpassung konventioneller Linsen.
- Video-Keratograph (bevorzugt) oder Ophthalmometer (minimal)\*
- Spaltlampe
- Autorefraktometer, Phoropter oder Messbrille
- Direktes Ophthalmoskop
- Sehtesttafeln (Visual Acuity Charts)
- Kontrast-Test-Tafeln

\* bestimmte Linsen Designs (Dreimlens und Contex) nutzen entweder die Hornhauttopografie oder die Keratometermessungen zur Bestimmung der ersten Probelinse.



## ■ Allgemeine Anpassung

### Erstanpassung:

Einige Ortho-K-Anpasssysteme empfehlen einen Anpass-Satz mit Probelinsen zur Auswahl der ersten Ortho-K-Linse. Das Anpassen von Probelinsen ergibt nicht nur wertvolle klinische Angaben, sondern liefert auch wichtige Informationen über das Verhalten des potentiellen Trägers auf die Ortho-K Behandlung und läßt erste Rückschlüsse auf die Eingewöhnung der Ortho-K Linsen zu. Andere Ortho-K Anpasssysteme basieren auf einer empirischen Anpassmethode, bei der die erste Probelinse aufgrund von Keratometer- und Refraktionsmessung bestellt wird. In beiden Systemen werden Ausgangstopografie, die Bewertung der Veränderungen der Hornhaut beim Tragen der Linsen über Nacht und die Hornhauttopografie nach dem Tragen der Linsen als wertvolle Informationen und Maßgabe für den weiteren Verlauf der Ortho-K-Behandlung dienen.

**SCHRITT 1:** Die erste Linse wird unter der Nutzung eines Nomogramms oder Design Software des Herstellers ausgewählt. Eine Regel zur Auswahl der ersten Linse sollte immer beachtet werden. Die Linse sollte so flach gewählt werden, dass sie in der mittleren HH-Zone nicht verriegelt. Die Linse sollte sich 1 bis 2 mm beim Lidschlag bewegen.

**SCHRITT 2:** Die Probelinse sollte 10 bis 30 Minuten nach dem Einsetzen der Linse beurteilt werden. Nach dieser Zeit sollte die Reizsekretion bereits nachgelassen haben. Das erlaubt dem Anpasser außerdem, schnell zu beurteilen, ob bei dem Träger ein sehr schneller Abflachungseffekt vorliegt. Liegt dies vor, so wird die Linse ein steileres Sitzverhalten auf dem Auge zeigen, in der Art, wie man es nach 1 Woche Tragen erwarten würde.

**SCHRITT 3:** Falls der Sitz der Probelinse akzeptabel ist (Abb. 19), so kann dem Linsenträger gestattet werden, diese Linse für vier bis sechs Stunden zu tragen, bevor die Linse dann nochmals beurteilt wird. In den meisten Fällen, sofern der Linsensitz gut ist, wird dem Träger gestattet, die Linsen über Nacht zu tragen, um sie am darauf folgenden Morgen zu beurteilen.

Als eine Folge der Veränderungen der Hornhaut ist zu erwarten, dass sich der Linsensitz üblicherweise nach zwei bis sieben Tagen versteilen wird (Abb. 20). In jedem Fall sollte eine steil sitzende Linse durch eine flachere ersetzt werden. Viele erfahrene Ortho-K-Anpasser bestellen automatisch ein zweites Paar Linsen mit 0,10 mm flacherer Basiskurve als die erste Linse (natürlich mit dementsprechender

Abb. 19. Ideale Anpassung

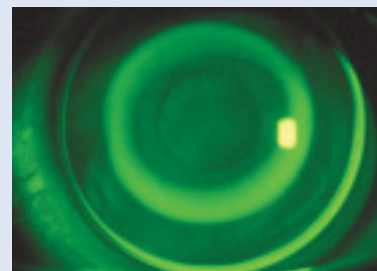
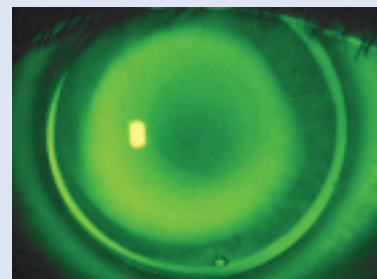


Abb. 20. Zu enge Anpassung





Stärkenkompensation). Das erlaubt dem Anpasser ein augenblickliches Austauschen der steil sitzenden Linsen durch ein flacheres Paar, ohne die Ortho-K-Anwendung zu unterbrechen.

## ■ Eingewöhnungsphase und Nachuntersuchung

**SCHRITT 4:** Ist die optimale Linse einmal ausgewählt, wird dem Linsenträger das Auf- und Absetzen der Linsen und die Handhabung und Pflege erklärt. Das beschleunigte Ortho-K-Verfahren erlaubt dem Linsenträger, die Linsen sofort über Nacht zu tragen. Aus diesem Grund sollte er/sie am Morgen nach dem ersten Tragen der Linsen (mit den Linsen auf dem Auge) zur Nachkontrolle erscheinen. Die Linsen werden dann geprüft auf:

- **Zentrierung:** Die Zentrierung der Linse ist ausschlaggebend für den gesamten Ortho-K Effekt. Dezentrierte Linsen können die gewünschte Reduktion der Myopie nicht hervorbringen. Das Resultat wird nicht nur ein schlechter Visus sein, sondern verursacht möglicherweise sogar eine unerwünschte lokale Hornhautverformung.
- **Bewegung:** Die Linse sollte sich beim Lidschlag 1 bis 2 mm bewegen. Linsen, die am Morgen festkleben, sollten durch flachere ersetzt werden.
- **Fluo-Bild:** Beurteilt werden sollten die Größe und Form des Tränenreservoirs, die Linsenbewegung, Zeichen für eine festklebende Linse, Luftblasen im Reservoir (Abb. 21 bis 23), Veränderungen im Zentralverhalten der Linse (steileres Erscheinungsbild) und Stippen (gut sitzende Linsen sollten keine Stippen verursachen). Es sollten keine Hinweise dafür zu finden sein, dass sich Ablagerungen hinter der Linse ansammeln.

Die Bewertung des Fluobildes hat bei der Ortho-K Anpassung nur begrenzte Aussagekraft. Da die Tränenfilmdicke unter der Linse nur um  $\mu\text{m}$  variiert, ist es fast unmöglich, aufgrund der Fluoreszenz zwischen einem akzeptablen und einem unakzeptablen Sitz zu unterscheiden. Deshalb ist die Aussagefähigkeit der

Abb. 21. Flache Anpassung

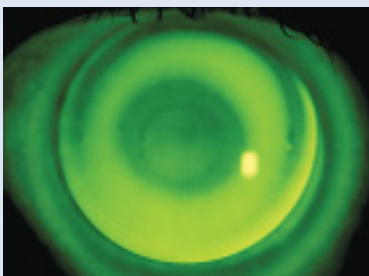


Abb. 22. Ideale Anpassung

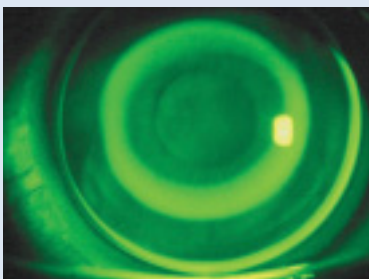
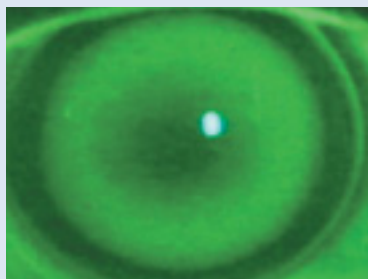


Abb. 23. Steile Anpassung



Fluobildbewertung beschränkt auf das Beobachten der Linsenposition bei offenem Auge, das Aufspüren, ob sich die Linsen festsetzen (festkleben) und die Beurteilung der Unversehrtheit der Hornhaut. (Abb. 21, 22, 23). Da die Fluobilder bei der Ortho-K-Anpassung zunächst ungewöhnlich aussehen und viele feine Nuancen besitzen, ist die Nutzung eines Gelbfilters (Wratten) absolut notwendig, um feine Details des Linsensitzes beurteilen zu können. (Abb. 24 und 25).

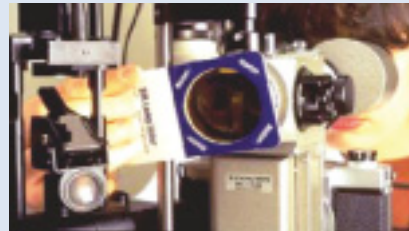
**SCHRITT 5:**

- Absetzen der Linsen, um Visus sc (ohne Korrektion) zu bestimmen und eine Spaltlampenuntersuchung durchzuführen.
- Subjektive Refraktion oder Autorefraktometermessung.
- Topografie bestimmen, um Veränderungen der Form der Hornhaut festzustellen und zu dokumentieren.

**Abb. 24. Boston® Wratten Gelbfilter für Spaltlampe**



**Abb. 25. Filteraufsatz auf Spaltlampenobjektiv**



**Charakteristika für einen akzeptablen und in-akzeptablen Sitz der Ortho-K-Linsen sind nachfolgend beschrieben:**

	<b>Flacher Sitz</b>	<b>Idealer Sitz</b>	<b>Steiler Sitz</b>
Zentrierung:	Üblicherweise superior (inferior möglich)	Gut zentriert vertikal sowie horizontal	Gut zentriert oder inferior
Zentral ausgerichtete Zone:	> 3 mm	3 – 4 mm	< 3 – 4 mm
Reverse Curve Zone (Tränenreservoir):	Breit	Breit aber sich verjüngend, ca. 50 mm tief	Tiefe Blasen in der reversen Zone
Mittel-periphere Zone:	Reduziert oder nicht vorhanden	Gleichmäßige uniforme Auflage im Fluobild 360°	Breite Auflagezone mit starker Ausprägung 360°
Peripherie:	> 70 µm axialer Randabstand (edge lift)	Axialer Randabstand (edge lift) ungefähr 70 µm	< 70 µm axialer Randabstand (edge lift)
Beweglichkeit:	> 2,0 mm	1,0 – 2,0 mm	< 1,0 mm

## ■ Physiologische Sicherheit/Bedeutung hochsauerstoffdurchlässiger Materialien

Die Frage nach der physiologischen Sicherheit bei der Verwendung formstabiler Ortho-K-Linsen stand zunächst im Vordergrund der Untersuchungen. Studien über einen längeren Zeitraum haben gezeigt, dass das Tragen von Ortho-K Linsen sicher ist und keine permanenten visuellen und physiologischen Folgen für die Hornhaut hat.<sup>(6, 18, 21, 24)</sup> Sogar frühe Studien, bei denen PMMA Linsen verwendet wurden, zeigten keine signifikanten Abwehrreaktionen, die der Störung, der Integrität und/oder der Funktion des cornealen Epithels zuzurechnen wären, oder irgendwelche anderen Abwehrreaktionen des Auges.

Konservative Anpasser mögen denken, dass die Orthokeratologie den Prinzipien der Anpassung formstabiler Kontaktlinsen widerspricht – insofern, dass gut angepasste Kontaktlinsen die Hornhautoberfläche nicht verändern. Hier kann darauf verwiesen werden, dass gut angepasste Linsen mit reverser Linsengeometrie beim Lidschlag eine Beweglichkeit von 1 bis 2 mm haben und der (Tränen-) Pumpeffekt zum Abtransport von Ablagerungen noch immer funktioniert.

Die meisten Studien stimmen darin überein, dass die Myopiereduktion durch das Tragen von Ortho-K Linsen zeitlich begrenzt ist.<sup>(2, 7, 9, 11, 19, 20)</sup> Das heißt, der Reduktionseffekt hält nur so lange an, wie der Träger die Linsen regelmäßig trägt. Aus diesem Grund hat die Methode einen „eingebauten“ Sicherheitsfaktor: sollten Abwehrreaktionen festgestellt werden, wird das Linsentragen unterbrochen und die Hornhaut beginnt, sich in ihre Ausgangsform zurückzubilden. Dieser Prozess kann von 20 Stunden bis zu 95 Tagen dauern.<sup>(9, 19, 20)</sup> Studien weisen darauf hin, dass die Dauer der Rückbildung der Hornhaut sowohl von der individuellen Hornhautform als auch von der Tragedauer der Ortho-K Linsen abhängt (Monate, Jahre). Es scheint, je länger die Linsen getragen werden, desto länger ist auch die zur Wiederherstellung benötigte Zeit.<sup>(9, 19)</sup>

Die Einführung der heutigen Techniken der beschleunigten Orthokeratologie und die Nutzung der Linsen über Nacht erfordert eine strikte und hohe Beachtung, welche Materialien für diese Linsen verwendet werden.

Der Einsatz hochgasdurchlässiger Materialien, wie Boston® XO und Boston® Equalens® II kann das Auftreten von hypoxischem Stress für die Hornhaut beim Tragen der Linsen über Nacht reduzieren oder verhindern.\* Dieses Thema ist von ausschlaggebender Bedeutung, wenn bei Kindern Orthokeratologie angewendet werden soll. Denn bei ihnen besteht die Anforderung, die Linsen nicht nur über Nacht zu tragen, sondern außerdem formstabile Linsen über viele Jahre hinweg tragen zu können.

Holden und Mertz fanden heraus, dass bei weichen Kontaktlinsen eine Dk/L von 87 notwendig ist, um das Maß der Hornhautquellung beim Tragen der Linsen über Nacht auf 4% zu beschränken.<sup>(30)</sup> Dies gilt für die Transmissibilitätseinheit  $\times 10^{-9}(\text{cm}^2/\text{sek})(\text{mIO}_2/\text{ml} \times \text{mmHg})$ . Weiterhin sollte in die Überlegung einfließen, dass formstabile Kontaktlinsen einen kleineren Bereich der Hornhaut abdecken und

\* Boston XO und Boston Equalens II sind von der FDA nur für Orthokeratologie im Tag-Trage-Modus freigegeben. FDA Studien für die Freigabe zum über Nacht Tragen sind z. Zt. in Auftrag gegeben.

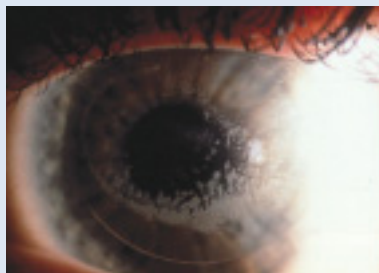
die Sauerstoffversorgung daher besser ist als bei konventionellen weichen Kontaktlinsen.

Es gibt noch einen weiteren Grund für die Bedeutung der Verwendung von Materialien mit hohem Dk-Wert. Ortho-K Linsen sind zentral generell dicker als konventionelle formstabile Linsen,<sup>(15)</sup> um ein Verziehen der Linsen zu vermeiden und die gewünschte, kontrollierte Hornhautverflachung zu produzieren.

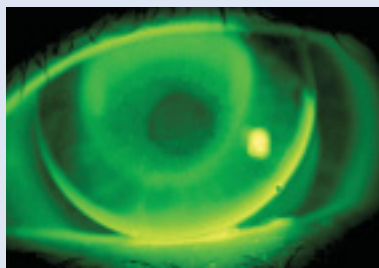
## ■ **Komplikationen/Unerwünschte Ergebnisse**

Eines der wesentlichsten Anpasskriterien ist die richtige Zentrierung (siehe auch „Die Wichtigkeit der Topographie“). Ohne eine gute Zentrierung (sowohl vertikal als auch horizontal) wird der Visus nicht optimal und für den Träger inakzeptabel sein, da die Wirkzone nicht zentriert vor der Pupille und in der optischen Achse des Auges liegt. Darum ist das Beobachten des Linsensitzes, der Bewegung, des Visus und der Hornhauttopografie als auch die Untersuchung des Kunden so früh wie möglich am Morgen nach der ersten Nacht mit den Linsen so wichtig. Es darf dem Träger nicht gestattet sein, Linsen weiter zu tragen, die in irgendeiner Art und Weise nicht passen.

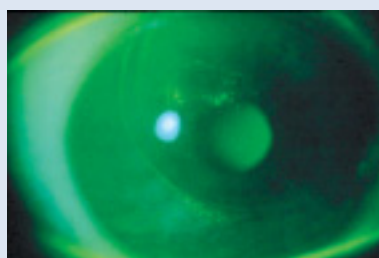
**Abb. 26. Spaltlampe: Fest sitzende Linse mit weißem Licht**



**Abb. 27. Fest sitzende Linse mit Fluoreszein**



**Abb. 28. Epithelindruck nach Absetzen der Linse**



Moderne Orthokeratologie-Studien haben gezeigt, dass die Komplikationsraten innerhalb der Grenzen akzeptabler klinischer Folgen liegen, wie sie auch bei der Anpassung konventioneller formstabiler Kontaktlinsen gesehen wurden.<sup>(18, 24)</sup> Da die Linsen nur nachts während des Schlafens getragen werden, kann die Gewöhnung sogar schneller und einfacher erfolgen. Das Fremdkörpergefühl durch Lidberührungen wird minimiert.

Das Festsitzen der Linse (kleben, haften) ist immer möglich, wenn eine formstabile Linse über Nacht getragen wird. (Abb. 26 bis 28) Anpasser weisen die Träger oft an, vor dem Schlafen zwei Tropfen einer empfohlenen Benetzungslösung auf das Auge zu geben. Es wird empfohlen, nach dem Aufwachen zwei weitere Tropfen Flüssigkeit auf das Auge zu träufeln. Die Linsen sollten erst 30 Minuten danach herausgenommen werden. Oft wird eine fest sitzende Linse nach der Gabe der Tropfen und ein paar Lidschlägen spontan anfangen, sich zu bewegen. Dem Linsenträger kann weiterhin erklärt werden, mit einer Taschenlampe eine

klebende Linse zu erkennen und diese erst zu lösen, bevor sie vom Auge genommen wird (siehe Seite 35).

Der Grad an Stippungen ist äquivalent zu dem Grad, der beim Tragen konventioneller formstabiler Kontaktlinsen akzeptabel ist. Personen mit unzureichender Tränenmenge oder -qualität können durchaus schlechte Kandidaten für Ortho-K-Linsen sein, da in diesen Fällen das Aufkommen an Hornhautstippungen in unakzeptablem Maß ansteigen kann.<sup>(14)</sup> Weiterhin ist es wichtig, zwischen Hornhautstippungen und den Einfärbungen durch das Ankleben von Muzinen an der Hornhautoberfläche zu unterscheiden.

Hornhautstippungen können im zentralen Bereich aufgrund einer mechanischen Irritation (z.B. durch Ablagerungen unter der Linse) oder der Hornhautphysiologie (hoher Sauerstoffbedarf der Hornhaut) auftreten. Zentrale Hornhautstippungen sollten mit einer guten Linsengeometrie und richtig angepasster Ortho-K-Linse nicht auftreten. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, höchstgasdurchlässige Materialien zu benutzen, die zusätzlich eine hohe stabile Linsenform gewährleisten.

Fluoreszeineinfärbungen in Abdrücken im Epithel, hervorgerufen durch Luftblasen zwischen Kontaktlinse und Hornhaut treten auf, wenn die Basiskurve zu steil oder die Tiefe des Reservoirs zu groß ist.

Andere Komplikationen, wie Irritationen oder Infektionen, können oft mit einer unzureichenden Aufklärung des Kunden (das Tragen und die Pflege der Linsen betreffend) und/oder einer unzureichenden Mitarbeit und Unterstützung durch den Kunden begründet werden (siehe auch Seite 34).

Abb. 29. Vor Beginn der Ortho-K

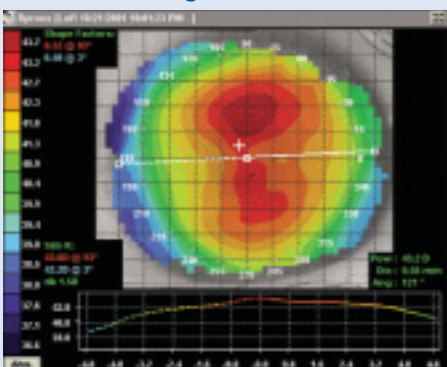


Abb. 30. Nach einem Tag

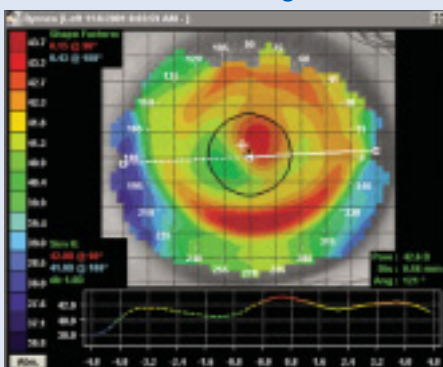


Abb. 31. Nach einer Woche

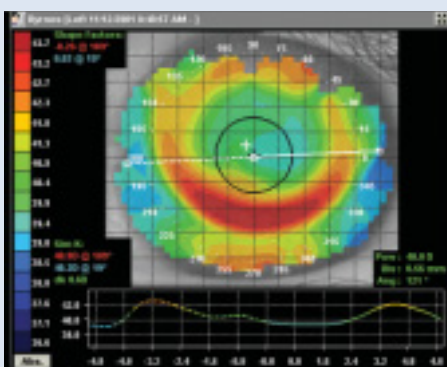


Abb. 32. Nach zwei Wochen

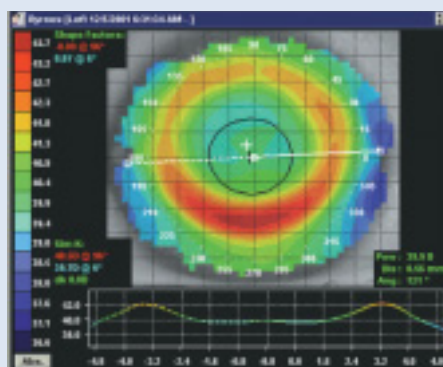




Abb. 33. „Smiley-Face“-Muster (links) infolge hoch sitzender Linse (rechts)

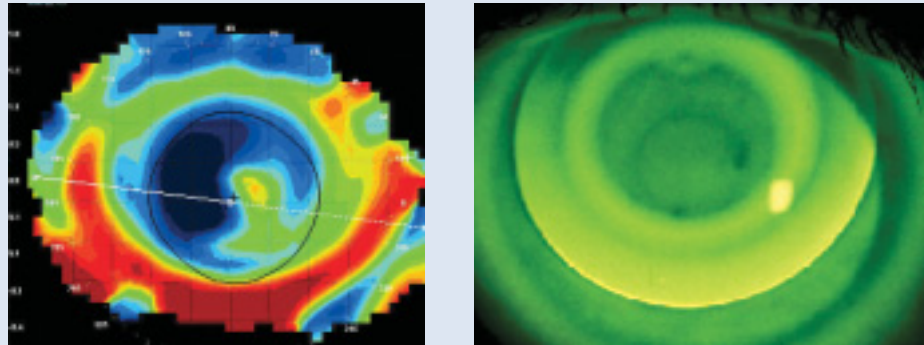
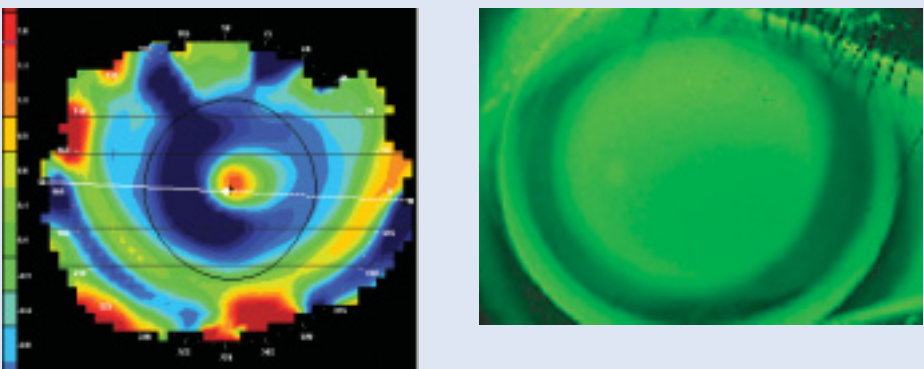


Abb. 34. Zentrale Insel (links) infolge zu steiler Anpassung (rechts)



## ■ Bedeutung und Nutzen der Videokeratographie

Die Geometrie der Hornhaut verändert sich über die Zeit der Ortho-K-Anwendung von Beginn an (Abb. 29), bis das erwünschte Ergebnis erreicht ist. Diese Veränderungen können anfangs sehr schnell auftreten (Abb. 30), sich verlangsamen, sobald die Hornhaut sich der neuen Form anpasst und dann den Punkt erreichen, an dem der gewünschte Effekt erzielt ist (Abb. 31 und 32).

Die Topografie der Hornhaut ist wichtig, um abzusichern, dass die Formveränderung wirklich im Zentrum der Hornhaut entsteht. Linsen, die zu hoch sitzen, verursachen eine Abflachung der Hornhaut superior und können lokalisierte Hornhautdistorsionen erzeugen. Zu erkennen ist dies anhand der typischen „Smiley Face“ Keratographie als Zeichen für corneale Versteilung inferior (Abb. 33) oder des „Frowny Face“ als Zeichen einer cornealen Versteilung superior (Abb. 35). Zu steil angepasste Linsen können dazu führen, dass bestimmte zentrale Hornhautbereiche hervorragen und kleine Inseln formen, welche das Sehen negativ beeinflussen (Abb. 34).

Ortho-K-Linsen, die zu tief sitzen, zeigen, wie bereits oben angeführt, eine „Frowny Face“ Keratographie, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der superiore Hornhautbereich versteilt ist. Dies wird durch den Druck der Kontaktlinse auf den unteren Hornhaut-Bereich verursacht. Das „Bulls Eye“-Fluobild zeigt eine akzeptable Zentrierung der Linse sowohl vertikal als auch horizontal an (Abb. 36). Eine horizontale Dezentration wird durch die Vergrößerung des Gesamtdurchmessers der Linse korrigiert.

Abb. 35. „Frowny Face“-Muster (links) infolge zu tiefem Linsensitz (rechts)

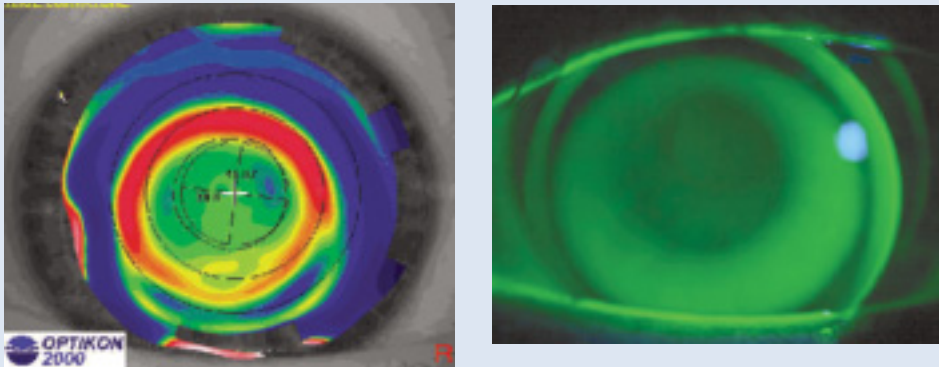
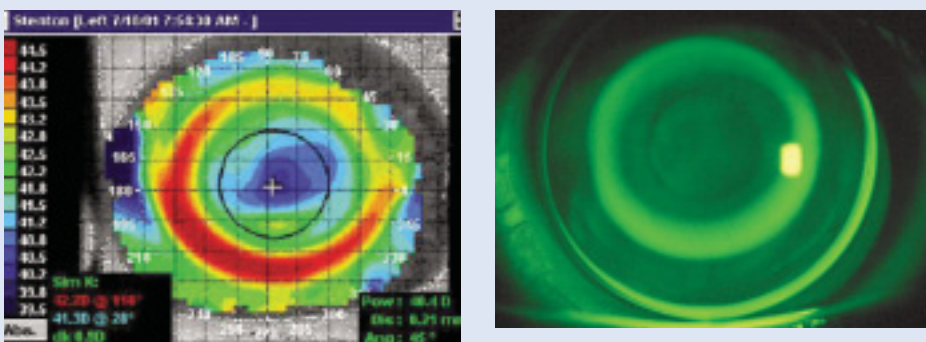


Abb. 36. „Bulls Eye“-Muster zeigt perfekte Linsenzentrierung



### ZUSAMMENFASSUNG:



- Die Kombination aus modernen reversen Linsengeometrien, hochgasdurchlässigen formstabilen Materialien und Video-Keratografen machen die Orthokeratologie-Anpassung schnell, sicher und voraussagbar.
- Einer der entscheidendsten Termine für den Linsenträger und den Anpasser ist die erste Nachkontrolle am Morgen nach dem ersten Über-Nacht-Tragen.
- Ein Vorteil der Orthokeratologie ist, dass sie reversibel ist.
- Bei der Auswahl potentieller Ortho-K Träger müssen subjektive wie auch objektive Gesichtspunkte berücksichtigt werden.
- Voruntersuchungen zur Orthokeratologie unterscheiden sich kaum von den üblichen Voruntersuchungen einer Kontaktlinsenanpassung.
- Personen mit den höchsten Erfolgsaussichten haben meist Augen mit steilen Hornhautradien und hoher Exzentrizität.

## IV. ORTHO-K IN DER KONTAKTLINSENPRAXIS

### IN DIESEM KAPITEL

- Beispiele für die Aufschlüsselung der Kosten für Linsen und Dienstleistungen
- Nachsorge und Nachkontrolle für Ortho-K-Träger
- Pflege und Umgang mit Ortho-K Linsen
- Wichtige Aspekte Orthokeratologie in der Kontaktlinsepraxis
- Entwürfe für Einverständniserklärungen der Interessenten
- Entscheidungshilfen für das Gespräch mit Interessenten



### ■ Kosten und Preisermittlung

Die Ortho-K Anpassung beinhaltet höhere Kosten für den Anpasser, resultierend aus dem Preis für die Linsen und dem erhöhten Zeitaufwand für Anpassung und Nachuntersuchungen. Aus diesem Grund sind die Gebühren für die Ortho-K Anpassung deutlich höher als für die Anpassung konventioneller formstabiler Kontaktlinsen. Das heißt, Ortho-K steht in einem gewissen Ausmaß im Wettbewerb mit der refraktiven Chirurgie und anderen Möglichkeiten der Korrektur von Fehlsichtigkeiten, wie konventionelle Linsen oder Brillen. Da die Anzahl von Laser Chirurgie Zentren steigt, steigt auch der Wettbewerb um die in Frage kommenden erwachsenen myopen Personen.

Die Gebühren für die Ortho-K Anpassung variieren von Ort zu Ort und können Komplettpreise sein (alles inklusive) oder nach Zeitaufwand abgerechnet werden. Im allgemeinen liegen Komplettpreise für die Orthokeratologie zwischen \$750 und \$2.500, in Abhängigkeit vom benötigten Zeitraum der Behandlung und der Anzahl der erforderlichen Linsen. Wie auch immer, die durchschnittlichen Kosten reichen von \$1.100 bis \$1.400 für die Anpassung, Linsen und 3-monatigen Nachkontrollen.

#### Beispiel für eine Kosten-Struktur einer Erstanpassung

	<b>Kosten für den Anpasser</b>	<b>Gebühren für den Ortho-K-Linsenträger</b>	<b>Einnahmen</b>
Erst-Untersuchung des Auges / Gespräch	—	\$175	\$175
Probeanpassung / Linsenabgabe	—	\$200	\$200
Linsen (4x \$70/Linse)	\$280	\$350	\$70
8 Termine (\$75 pro Termin)	—	\$600	\$600
<b>GESAMT</b>	<b>\$280</b>	<b>\$1325</b>	<b>\$1045</b>



Einige Anpasser bieten eine Ortho-K-Versorgung für einen Zeitraum von einem Jahr inklusive aller Nachkontrollen und Linsenpflege an.

### Beispiel Gebührengestaltung für ein Anschluss-Paket

	<b>Kosten für den Anpasser</b>	<b>Gebühren für den Ortho-K-Linsenträger</b>	<b>Einnahmen</b>
Jährliche Gebühr (1 Jahr/2 Jahre) Inklusive zwei Untersuchungstermine pro Jahr	—	\$200/300	\$200/300
Ersetzen der Linsen (bei Verlust, Bruch, Parameteränderungen)	\$70/Linse	\$100/Linse	\$30/Linse

Jedem Ortho-K-Linsenträger sollte ein Ersatzpaar Linsen für den Fall empfohlen werden, dass er eine Linse verliert oder zerbricht. Werden die Ortho-K Linsen nicht regelmäßig getragen oder wird das Tragen unterbrochen, so führt dies zu einem Rückgang in der Formveränderung und resultiert in einer Rückkehr zu myopischen Verhältnissen, wie sie vor Beginn der Anwendung vorlagen. Das Ersetzen der Linsen kann gesondert in Rechnung gestellt werden, oder im Gesamt-Leistungspaket enthalten sein. Da die Aufrechterhaltung der Hornhautform von einer konstanten und bis auf  $\mu\text{m}$  genauen Linse abhängt, wird dringend empfohlen, die Linsen in einem jährlichen Rhythmus zu erneuern.

## ■ Einbindung von Ortho-K in die Kontaktlinsenpraxis

Die Einführung und Einbindung von Ortho-K in die Kontaktlinsenpraxis bedeutet nicht nur für den Anpasser eine Umstellung in der Denkweise, sondern gleichsam für alle Mitarbeiter. Folgende Maßnahmen sind hierbei von Bedeutung:

1. Der Anpasser sollte sich über unterschiedliche Ortho-K-Linsen-Optionen informieren.
2. Die eigenen Anpassfähigkeiten für formstabile Linsen sollten verbessert oder aktualisiert werden.
3. Ausbildung und Training des Anpassers in der Nutzung des jeweils verwendeten Ortho-K-Linsenprogramms durch die Teilnahme an Seminaren, Kursen und das Studium von Fachliteratur.
4. Die Fortbildung und Einweisung der Mitarbeiter im Umgang mit Kunden/Patienten-Fragen, die Einweisung in die Pflege und Handhabung der Linsen.
5. Erstellung einer Gebühren- und Abrechnungsliste und Verhaltensregeln bei der Anpassung. Vorbereitung von Informations- und Aufklärungsunterlagen für den interessierten Träger (häufig gestellte

Fragen und Antworten) z.B. Trage- und Pflegeinstruktionen und Einverständniserklärungen für Interessenten oder Eltern Minderjähriger (siehe auch Seite 38 und 39).

## ■ Ortho-K Linsenpflege und Handhabung

Um Komplikationen beim Linsentragen, wie zum Beispiel Irritationen des Auges oder ernste Infektionen zu vermeiden, müssen die Kunden sorgfältig in die richtige Art und Weise des Linsentragens eingewiesen werden. Ebenso müssen die Linsenträger mit den Hygienevorschriften für Handhabung und Reinigung der Linsen vertraut gemacht werden.

### Vorbereitung der Linsen zum Tragen

Anweisungen für den Träger: Sauberkeit ist der erste und wichtigste Aspekt richtiger Linsenpflege. Vor dem Anfassen der Linsen sollten die Hände absolut sauber und frei von Fremdstoffen sein.

- Waschen, spülen und trocknen Sie Ihre Hände jedes Mal vor dem Anfassen der Linsen sorgfältig ab.
- Vermeiden Sie Seifen mit Cremeanteilen, Lotionen oder ölige Kosmetika. Diese Substanzen können an der Oberfläche der Linsen anhaften und sind schwierig zu entfernen.
- Fassen Sie die Linsen mit den Fingerspitzen an; Fingernägel können die Linse zerkratzen oder beschädigen.
- Beginnen Sie immer mit der gleichen Linse, um Verwechslungen zu vermeiden.
- Nehmen Sie die Linse aus ihrem Behälter und begutachten Sie sie. Stellen Sie sicher, dass die Linse sauber, feucht und frei von Kratzern oder Ausplatzern ist.

Abb. 37



### Aufsetzen der Linse auf das Auge

Nach sorgfältigem Waschen und Abspülen der Hände befolgen Sie die folgenden Schritte, um die Linse auf das Auge zu setzen:

- Nehmen Sie die Linse aus dem Behälter.
- Spülen Sie die Linse mit frischer Aufbewahrungslösung ab.
- Untersuchen Sie die Linse auf Sauberkeit, gleichmäßige Benetzung und unerwünschte Ablagerungen.
- Reiben Sie einige Tropfen frischer Aufbewahrungslösung über die Linsenoberfläche.
- Placieren Sie die Linse auf der Fingerspitze der dominanten Hand (Rechtshänder – rechte Hand).
- Halten Sie das Unterlid nach unten hin fest und ziehen Sie das Oberlid mit der anderen Hand nach oben (Abb. 37).

- Placieren Sie die Linse vorsichtig auf die Mitte Ihres Auges. Es ist nicht notwendig, die Linse anzudrücken.
- Lassen Sie die Lider vorsichtig los und zwinkern Sie. Die Linse sollte sich automatisch zentrieren.
- Nutzen Sie dieselbe Technik, um die andere Linse aufzusetzen.
- Der Linsenträger sollte angewiesen werden, vor dem Schlafengehen zwei bis drei Tropfen einer empfohlenen Benetzungslösung ins Auge zu geben.

### Abnehmen der Linsen

Vor dem Abnehmen der Linse vom Auge ist es sehr wichtig, dass der Träger überprüft, ob sich die Linse bewegt. Da die Linse über Nacht getragen wurde, könnte sie am Morgen am Auge fest sitzen. Ist dies der Fall, sollte der Träger zwei bis drei Tropfen einer empfohlenen Benetzungslösung in das Auge geben und warten, bis die Linse beginnt, sich mit den Lidschlägen frei zu bewegen. Erst danach kann versucht werden, die Linse vom Auge zu nehmen.

Die Linse kann dann mit Hilfe der „Zwinker“- oder „Hebel“- Methode (vergleichbar mit normalen formstabilen Linsen) aus dem Auge genommen werden. Das Abnehmen großer Ortho-K Linsen kann die Benutzung eines weichen Gummisaugers erfordern.

Falls sich eine klebende (festsitzende) Linse nach der Gabe von Benetzungslösung nicht spontan bewegt, sollte sie manuell gelöst werden. Während nach oben geschaut wird, ist ein Finger auf das untere Augenlid am Linsenrand zu setzen und vorsichtig aber bestimmt Druck auszuüben. Mit gesenktem Blick wird der Prozess mit dem Finger auf der Oberlidkante am oberen Linsenrand wiederholt. Der Linsenträger sollte dann geradeaus schauen und einige Lidschläge machen. Sobald die Linse anfängt, sich zu bewegen, kann sie mit Hilfe einer der vorher genannten Methoden heraus genommen werden.

### Reinigen und Lagern der Linsen

Die Linsen sollten 20 Sekunden lang mit einer empfohlenen Reinigungsflüssigkeit auf beiden Seiten abgerieben werden, gefolgt von sorgfältigem Abspülen mit einer dafür empfohlenen Flüssigkeit. Es ist darauf zu achten, die Linsen bei der Handhabung nicht zu stark zu drücken oder zu quetschen. Die Linsen sind anfällig für Verformungen oder Brüche.

Die gereinigten Linsen sollten in die tiefste Stelle des Behälters gelegt und mit Aufbewahrungslösung gut bedeckt werden (Abb. 38). Der gewünschte Ortho-K Effekt kann nur erreicht werden, wenn die angepasste Linse auf dem richtigen Auge getragen wird. Um eine Verwechslung der Linsen auszuschließen, werden die Linsen für das rechte Auge in einer anderen Farbe als für das linke Auge hergestellt.

So werden zum Beispiel alle Boston® Materialien zwei unverwechselbare bestimmte Färbungen haben: rot und gelb. Rote Linsen sind für das Tragen auf dem rechten Auge vorgesehen und gelbe für das Tragen auf dem linken Auge (Abb. 38).

Die Linsen sollten mindestens vier Stunden, vorzugsweise den ganzen Tag in dieser Lösung bleiben. Wird eine All-in-one Lösung (wie z.B. Boston® Simplicity) verwendet, so werden alle Schritte mit dieser Lösung durchgeführt. Ein enzymatischer Reiniger (wie Boston® One Step Liquid Enzym Reiniger) sollte für die wöchentliche Anwendung empfohlen werden, um festsitzende Ablagerungen zu entfernen. In jedem Fall sollte der Linsenträger angewiesen werden, den Pflegehinweisen des jeweiligen Pflegesystems Folge zu leisten.

Abb. 38



**Die großen Vorteile der Orthokeratologie sind:**

1. Es ist eine nicht chirurgische Alternative zur Myopie-Korrektur mit Lasern.
2. Orthokeratologie ist sicher. Komplikationen treten, wenn überhaupt, nur selten auf.
3. Das Verfahren ist reversibel und die Hornhaut kehrt innerhalb von 90 Tagen nach Beendigung des Linsentragens wieder in ihre Ausgangsform zurück.
4. Es existieren beide Optionen sowohl für Myopie-Reduzierung als auch für Myopie-Kontrolle.
5. Die Eingewöhnung ist sehr leicht, da nur ein Tragen der Linsen über Nacht erforderlich ist.
6. Tagsüber ist kein Tragen von Korrekturlinsen nötig.

### **ZUSAMMENFASSUNG:**



- Ein komplettes Ortho-K-Programm, welches die Entwicklung von Kostenstrukturen, Rückzahlungsgarantien und Mitarbeitertraining beinhaltet, ist ausschlaggebend für den Erfolg.
- Die Einführung eines Ortho-K-Programmes beinhaltet sorgfältiges Training der Mitarbeiter.
- Sorgfältige Ausbildung der Ortho-K-Linsenträger in Bezug auf Handhabung und Pflege der Linsen ist grundlegend wichtig für ein erfolgreiches Ergebnis.
- Eine gründliche Diskussion der Vorteile, die die Orthokeratologie bietet, wird den Patienten helfen, eine intelligente Entscheidung über die richtige Korrektionsmöglichkeit zu treffen.

Es folgt ein Beispiel für eine Informations- und Einwilligungserklärung, die auch eine Gebühreninformation enthält:

**Hartsdale Vision Health Center**  
**1355 West Main Street • Irgendwo, USA 12345**  
**(555) 123-4567**  
**ORTHOKERATOLOGIE EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG**  
**UND INFORMATIONSBLETT**

Dieses Dokument, ergänzt durch eine Ortho-K-Voruntersuchung, über Orthokeratologie und die Pflege von Ortho-K-Linsen, habe ich gelesen und verstanden. Alle Fragen, die ich hatte, wurden durch \_\_\_\_ (Name) beantwortet. Dieses Programm beinhaltet das Tragen speziell gestalteter hochgasdurchlässiger Linsen über Nacht, die meine Hornhaut so gestalten, dass tagsüber eine akzeptable Sehschärfe ohne zusätzliche Sehhilfe für die Ferne geboten ist. Ich verstehe, dass der Ortho-K-Effekt zeitlich begrenzt und reversibel ist und dass es nötig sein könnte, meine Maßhalte-Linsen tagsüber zu tragen, um eine befriedigende Fernsicht aufrecht zu erhalten, insbesondere, wenn ich die Linsen nicht wie empfohlen getragen habe. Ich verstehe auch, dass die Qualität meines unkorrigierten Sehens von der Beachtung der Trageanweisung, die mir mein Anpasser beschrieben hat und von dem Betrag eines vorhandenen inneren Astigmatismus abhängig ist. Dieser ist nicht immer voraussagbar. Falls ich das Ergebnis nicht akzeptabel finde, wird der Prozess durch das Tragen konventioneller gasdurchlässiger, formstabiler oder weicher Kontaktlinsen binnen einer bis drei Wochen rückgängig gemacht.

**VORTEILE:** Diese Linsen wurden entworfen, um eine exzellente Sehleistung und eine optimale Sauerstoffversorgung des Auges zu bieten. Dieses Linsendesign soll bestimmungsgemäß eine Reduktion des Refraktionsdefizites des entsprechenden Auges mit dem Resultat einer Verbesserung des unkorrigierten Fernvisus bieten. Es wird angenommen, dass diese Veränderungen komplett reversibel und von Natur aus zeitlich begrenzt sind.

**RISIKEN:** Bestimmungsgemäß sind keine Gesundheitsrisiken für die Augen durch die Nutzung dieser Linsen zu erwarten. Aber wie mit jeder Kontaktlinse, gibt es potentielle Risiken einer Augenirritation, Infektion oder einer Hornhautentzündung. Kurzzeitiges verzerrtes Sehen, welches mit einer Brille nicht zu korrigieren ist, kann nach dem Herausnehmen der Linsen auftreten. Es sind keine schädlichen Effekte der zur Anpassung genutzten Untersuchungsmethoden zu erwarten. Falls ungewöhnliche Symptome auftreten oder die Linsen über längeren Zeitraum unkomfortabel sind, sollte das Herausnehmen der Linsen eine augenblickliche Besserung, Erleichterung bringen. Zusätzlich sollte in einem solchen Fall sofort der Anpasser konsultiert werden.

Sollte sich herausstellen, dass die Nutzung dieser Linsen neue Risiken oder die Möglichkeit unerwünschter Nebenwirkungen birgt, werde ich darüber informiert und kann dann entscheiden, ob ich mit der Behandlung fortfahren möchte.

**ALTERNATIVEN:** Momentan vorhandene Alternativen zur Ortho-K Behandlung sind Brillen oder andere Typen weicher oder konventioneller gasdurchlässiger formstabiler Kontaktlinsen sowie refraktive Chirurgie. \_\_\_\_ (Name) oder seine Mitarbeiter können diese Möglichkeiten mit mir diskutieren.

**GEBÜHRENPLAN:**

<b>Erstuntersuchung:</b>	Beinhaltet eine umfangreiche Bewertung des refraktiven Status, eine Hornhauttopografie und die Bestimmung der Parameter der Probelinse. \$175,00 (zahlbar am Untersuchungstermin)
<b>Trageversuch:</b>	Beinhaltet die Bewertung der durch das Tragen der Probelinsen erzeugten refraktiven Veränderung über einen Zeitraum von drei bis fünf Stunden. \$200,00 (zahlbar am Untersuchungstermin)
<b>Behandlungsprogramm:</b>	\$625 inklusive aller Termine für drei Monate
<b>Maßhalte-Linsen:</b>	\$300 \$925 (\$300 zahlbar im Voraus und \$625 zahlbar zum Untersuchungstermin der 4. Woche)
<b>Rückzahlungsgarantie:</b>	Sollte ich die Unterbrechung der Behandlung vor dem vierten wöchentlichen Termin wünschen, wird der Betrag von \$625 gutgeschrieben oder falls bereits bezahlt, zurücküberwiesen oder bar wieder ausgezahlt.

Ich habe alle obenstehenden Informationen über die Linsen gelesen. Ich verstehe, was ich gelesen habe und die Umstände wurden mir erklärt. Obwohl es für meinen Anpasser (Kontaktlinsenspezialisten) unmöglich ist, mich über alle möglichen Komplikationen zu informieren, hat er/sie alle meine Fragen zu meiner Zufriedenheit beantwortet. Außerdem hat er/sie versichert, mich im Falle des Auftretens neuer Risiken zu informieren und weitere Fragen, die ich betreffend dieses Verfahrens oder des Tragens dieser Linsen habe, zu beantworten. Sollten irgendwelche Komplikationen auftreten, erkläre ich mich einverstanden, sofort \_\_\_\_\_ (Name) unter der Nummer: \_\_\_\_\_ zu kontaktieren.

**(bitte Druckschrift)**

Name: \_\_\_\_\_

Anpasser: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Telefonnummer: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Sollte der Linsenträger unter 18 sein, ist eine Unterschrift der Eltern oder eines Erziehungsberechtigten notwendig.

Unterschrift Eltern /  
Erziehungsberechtigter: \_\_\_\_\_

Verhältnis zum Minderjährigen: \_\_\_\_\_

Unterschrift Zeuge: \_\_\_\_\_

## V. ANHANG

Astigmatismus „gegen die Regel“ Inversus	Der flachste Hornhautmeridian liegt vertikal (90°) und der steilste Meridian der Hornhaut liegt horizontal (180°).
Astigmatismus „mit der Regel“ Rectus	Der flache Hornhautradius liegt horizontal bei 180° und der steilste Radius vertikal bei 90°.
Apex	Der höchste Punkt einer Kurve (z.B. Hornhautapex – Spitze der Cornea).
Apical Bearing / Berührung	Die Linsenrückfläche berührt die Hornhaut leicht im Apexbereich.
Apical Touch / Auflage	Die Linsenrückfläche liegt auf dem Apex auf.
Asphärisch	Nicht sphärisch. Ein Vorder- oder Rückflächendesign einer Linse, das progressiv um einen bestimmten Faktor (Exzentrizität) nach peripher abflacht.
Astigmatismus	Refraktionsdefizit, bei dem die refraktiven Komponenten des Auges in den unterschiedlichen Meridianen unterschiedliche Werte haben. Das Resultat ist, dass Lichtstrahlen nicht zu nur einem Punkt gebündelt werden.
Basiskurve / Hintere optische Zone	Der Hauptrückflächenradius der Linse, der über dem Apex der Hornhaut liegt.
Biomikroskopie / Spaltlampenuntersuchung	Nutzung eines Hochleistungsmikroskops und einer Lichtquelle zur Untersuchung des vorderen Augenabschnittes unter Ausnutzung unterschiedlicher Vergrößerungen.
Bowmann'sche Membran	Dritte Schicht der Hornhaut, zwischen dem Epithelium und dem Stroma liegend, ca. 10µm dick.
„Bull's Eye“ Topografie	Abbildung einer Hornhauttopografie, die eine akzeptable Zentrierung und eine zentrale Hornhautabflachung durch Ortho-K Linsenanpassung zeigt.
„Central Island“ / „Zentrale Insel“ Topografie	Topografiebilder, die durch das Tragen einer zu steil angepassten Ortho-K Linse erzeugte steile Bereiche in der zentralen Hornhaut zeigen. Eine zu steil angepasste Ortho-K Linse führt zu einer Stauchung der Hornhaut und zur Ausbildung einer zentralen Versteilung.



Cornea / Hornhaut	Transparenter, halbrund geformter vorderer Augenteil, durch den Lichtstrahlen ins Auge gelangen.
Cornealer Astigmatismus / Hornhautastigmatismus	Zustand, bei dem die torische (ovale) Form der Hornhaut Ursache für die Fokussierung der in das Auge einfallenden Lichtstrahlen zu Bildlinien ist.
Corneale Stippungen / Hornhautstippen	Gesunde Hornhautepithelzellen lassen sich normalerweise mit Fluoreszein nicht anfärben. Beschädigte oder tote Zellen hingegen erlauben es dem Fluoreszein, in die Zelle einzudringen. Das Ausmaß und die Tiefe solch einer Anfärbung (Stippung) ist ein Indikator für Hornhautirritationen (mechanische oder chemische) und/oder Sauerstoffunterversorgung (Hypoxie).
Cylindrisches Refraktionsdefizit	Erfordert zum Ausgleich eine Linse, deren Korrektionswert in einem spezifischen Meridian liegt.
Descemet'sche Membran	Dünne, elastische vierte Schicht der Hornhaut, die zu deren Flexibilität beiträgt, ca. 10µm dick.
Dk – Wert	Bezieht sich auf die natürliche Durchlässigkeit eines Linsenmaterials, welche Gasen erlaubt, durch die Linse zu diffundieren. $D =$ Diffusionskoeffizient, $k =$ Materiallöslichkeit
Dk/t oder früher Dk/L	Bezieht sich auf die Sauerstoffmenge (Gas), die durch ein Linsenmaterial spezieller Dicke hindurchdringt. („D“ und „k“ wie oben, „t“ oder „L“ beziehen sich auf die durchschnittliche Linsendicke.)
Dioptrie	Einheit für die Messung der Konvergenz oder Divergenz der Lichtstrahlen in Abhängigkeit zum Kehrwert der Brennweite einer Linse in Metern (zum Beispiel: eine 2,00 dpt Linse bringt die Lichtstrahlen in 0,5 m zur Konvergenz (zum Schnitt)).
Exzentrizität	Der Grad der Abflachung einer asphärischen Kurve, gemessen als „e“ – Wert.
Edge lift (Randabstand)	Abstand zwischen dem Linsenrand und der Hornhautoberfläche. Erzeugt durch die Breite und Radien der peripheren Kurven. Unterstützt eine Tränenzirkulation und erleichtert das Herausnehmen der Linse.

Endothel	Fünfte (innerste) Schicht der Hornhaut, verantwortlich für den Stoffwechsel und die Aufrechterhaltung des Wassergehaltes der Hornhaut. Ungefähr 5 µm dick.
Epithelialer Flap	Nutzung eines Mikrokeratom Instrumentes, um eine epitheliale Schicht der zentralen Hornhaut vor einer Laserbehandlung einzuschneiden und anzuheben.
Epithelium	Die äußerste Schicht der Hornhaut, bestehend aus ungefähr fünf Schichten von Zellen und mit einer Dicke von ca. 5 µm.
Flacher Meridian / K	Meridian der Hornhaut mit dem größeren Kurvenradius.
Fluobild	Die Erscheinung der Tränenfilmverteilung und Dicke zwischen einer formstabilen Kontaktlinse und der vorderen Hornhautkrümmung mit Hilfe der Anfärbung des Tränenfilms mit fluoreszierender Farbe.
Fluor-Silicon Acrylat (F-S/A)	Ein sauerstoffdurchlässiges Linsenmaterial für formstabile Kontaktlinsen, welches in den 80ern entwickelt wurde. Es kombiniert Fluor für die Linsenstabilität, Benetzungsfähigkeit und erhöhte Sauerstofftransmission mit Silikon für Sauerstoffpermeabilität; sowie Methylmethacrylat für Stabilität, bessere mechanische Eigenschaften, Härte und natürlich optische Qualität.
„Frowny face“ Topografie	Diese Topografie zeigt ein versteiltes Gebiet der oberen Hornhaut, welches durch eine zu tief sitzende Ortho-K-Linse und einer damit inferior abgeflachten Hornhaut hervorgerufen wird.
GP / RGP	Formstabile, sauerstoffdurchlässige Kontaktlinse.
Glaukom	Erhöhter Augeninnendruck, der zur Degeneration des Sehnerves und zum Visusverlust bis hin zur Blindheit führen kann.
Glaskörperablösung	Trennung des gallertartigen Glaskörpers von der Netzhautoberfläche, welche zu Netzhautablösungen führen kann.
Gesamtdurchmesser Overall diameter (O.A.D.)	Strecke zwischen den am weitesten voneinander entfernten Punkten einer Linse.
High Dk / hoher Dk-Wert	Permeabilitäten von 31 bis 60 (ISO/Fatt).
Hyper Dk	Permeabilitäten von über 100 (ISO/Fatt).

Hyperopie	Übersichtigkeit – Zustand eines Auges, dessen Gesamtbrechwert zu gering ist, was zur Folge hat, dass in das Auge einfallende Lichtstrahlen sich hinter der Netzhaut treffen. Korrigiert werden kann dies durch positive oder „Plus“-Linsen.
Hypoxischer Stress	Bezieht sich auf den Grad der Sauerstoffaufnahme eines Auges mit einer Linse bestimmter Permeabilität bzw. Menge an Permeabilität.
ISO/Fatt	Methode der Internationalen Organisation für Standardisierung zur Messung und Festlegung der Werte der Sauerstoffdurchlässigkeit für alle Kontaktlinsenmaterialien.
Keratokonus	Sich fortentwickelnde Hornhautdystrophie, die durch eine Verdünnung und konisch geformte Vorwölbung der zentralen Hornhaut charakterisiert ist.
Katarakt	Undurchsichtigkeit / Verlieren der Klarheit der Augenlinse, welches die Erzeugung eines deutlichen Bildes auf der Netzhaut verhindert.
Keratometrie / Radienmessung	(K-Messungen) Die Nutzung eines Keratometers, um die zentralen apicalen Hornhautradien in einer Zone mit einem Durchmesser von etwa 3 – 4 Millimetern zu messen.
LASEK	Die laserunterstützte subepitheliale Keratektomie ist eine Methode der refraktiven Chirurgie, bei der ein dünner kreisrunder Ausschnitt (Flap), der mit Hilfe einer Alkohollösung erzeugt wird, die das Epithelgewebe auflockert, mit einer Klinge angehoben wird. Dieser Prozess, so wird behauptet, sei von Vorteil für Hornhäute, die zu dünn sind, um LASIK oder PRK durchzuführen. Die darunter liegende Hornhaut wird dann mit einem Laser behandelt, um die zentrale Hornhaut umzuformen. Der Flap wird nach dem Eingriff zur Heilung wieder replaziert.
LASIK	Laserunterstützte In-Situ Keratomileusis – das gleiche wie LASEK außer einem dicker geschnittenen Flap, der aus dem Epithel und einem Teil des Stromas besteht und mit einem Mikrokeratom erzeugt wird. Danach wird die Hornhaut wie auch bei LASEK mit dem Laser behandelt und anschließend der Flap zum Heilen replaziert.

Luftblasendellen	Fluoresceinansammlung in Abdrücken im Hornhautepithel, die durch unter einer Linse festsitzende Luftblasen hervorgerufen wird.
Low permeability / Geringe Permeabilität	Formstabile Materialien mit Dk-Werten von unter 15 (ISO/Fatt).
Makuladegeneration	Degeneration des makulären Bereiches der Netzhaut, die zu einem permanenten Verlust des zentralen Sehens führt.
Medium Dk / mittlerer Dk-Wert	Dk-Werte zwischen 15 und 30 (ISO/Fatt).
Micrometer ( $\mu\text{m}$ )	Ein Tausendstel eines Millimeters. Eine durchschnittliche menschliche Zelle ist $10\mu\text{m}$ groß, ein menschliches Haar ungefähr $50\mu\text{m}$ dick.
Myopie	Die Kurzsichtigkeit – Zustand, bei dem der Gesamtbrechwert des Auges zu groß ist, was dazu führt, dass in das Auge einfallende Lichtstrahlen sich vor der Netzhaut treffen. Korrektur ist durch „Minus“-Gläser möglich.
Myopie Progression	Prozess, bei dem die Myopie in einem individuellen Grad über einen gewissen Zeitabschnitt kontinuierlich ansteigt, was ebenso ansteigende Verordnungen nach sich zieht.
Nomogramm	Berechnungssysteme (Charts, Tabellen, Computerprogramme), die genutzt werden, um eine passende Messlinse oder endgültige Linse zu ermitteln.
Oblonge Form	Ein Krümmungsverlauf, deren Zentralradius flacher ist und zur Peripherie hin kontinuierlich asphärisch steiler wird. (vergleichbar mit der langen Seite eines Eies).
Ophthalmoskopie	Direkte oder indirekte Untersuchung der augeninternen Strukturen, insbesondere des Sehnervs, der Makula und der Netzhaut.
Optische Zone (P.O.Z.)	Zentraler Teil der Linsenrückfläche, durch die der Linsenträger sieht (die peripheren Radien sind nicht enthalten).
Orthokeratologie, Ortho-K	Die Anwendung sauerstoffdurchlässiger formstabiler Linsen, um allmählich und systematisch die Form der Hornhaut so zu verändern, dass eine temporäre und reversible Reduktion der Myopie erzielt wird.

Ödem (corneal)	Zustand, bei dem der Wasseranteil der Hornhaut ansteigt, mit der Folge einer Eintrübung.
Pachometrie	Messung der Hornhautdicke.
Periphere Kurven	Periphere Kurven mit flacheren Radien auf der Kontaktlinsen-Rückfläche zum Rand, um die Verflachung der peripheren Hornhaut nachzuempfinden. Die peripheren Radien sind essentiell für Tragekomfort, Tränen austausch, Abtransport von Ablagerungen und Herausnehmen der Linse.
Permeabilität	Siehe „Dk“.
Phoropter	Hilfsmittel zur Refraktion (Augenglasbestimmung), das eine große Auswahl sphärischer Plus- und Minusgläser, zylindrischer Gläser sowie Prismengläser enthält. Wird genutzt, um die beste optische Korrektur der Fehlsichtigkeit zu ermitteln.
Photorefraktive Keratektomie (PRK)	Das Abtragen eines bestimmten Gebietes der Hornhaut durch einen Eximer Laser, mit dem Ziel, eine flachere Zone zu kreieren, die wiederum die Myopie reduziert.
Polymethylmethacrylat (PMMA)	Kunststoff vergleichbar mit Plexiglas™, der seit den 30er Jahren als ursprüngliches Material zur Herstellung von Kontaktlinsen genutzt wurde. Absolut gasundurchlässig.
Prolonge Form	Form mit einem asphärischen Krümmungsverlauf, der zentral einen steileren Radius aufweist als in der Peripherie (vergleichbar mit der Form der Spitze eines Eies).
Punktförmige Stippen	Das Erscheinen von zerstreuten nadelstichartigen punktförmigen Einfärbungen auf der Hornhaut nach der Einfärbung mit Fluoreszein. Dies ist normalerweise ein Hinweis auf Zelldefekte.
Refraktive Chirurgie	Die Ausnutzung von Einschnitten, Implantaten oder Laserlicht zur Veränderung der Hornhautoberfläche, um das Sehen zu beeinflussen.
Refraktionsdefizit / Fehlsichtigkeit	Interner optischer Defekt des Auges, der zur Folge hat, dass sich ins Auge fallende Lichtstrahlen nicht auf der Netzhaut treffen, was wiederum zu unscharfem Sehen führt.

Radiale Keratotomie (RK)	Radiale Einschnitte in die Peripherie der Hornhaut, die eine zentrale Abflachung der Hornhaut zur Folge haben. Dies resultiert in einer Reduktion der Myopie.
Randabstand / Axial edge lift	Vertikaler Abstand des Linsenrandes zur Verlängerung der Basiskurve einer Linse.
Refraktion	Subjektiver Test, durch den der Betrag der Fehlsichtigkeit des Auges festgestellt wird, um die besten korrigierenden Gläser zu verordnen.
Retainer-Linse	Ortho-K-Linse, die Nachts getragen wird, um die Form der Hornhaut und damit die Reduktion der Myopie zu erhalten. Vergleichbar mit einer Zahnspange.
Sagittale Tiefe	Abstand zwischen der Spitze eines Bogens und einer geraden Grundlinie. Die Fläche unter dem Bogen einer Krümmung hängt von der Steile oder Flachheit des Radius ab.
Schirmertest	Screening Test, der steriles Filterpapier benutzt, um die produzierte Tränenmenge für einen gewissen Zeitabschnitt zu ermitteln.
Seal-off	Eine Kontaktlinse, deren Ränder in 360° mit der Hornhaut so eng abschließen, dass ein Tränen austausch, sowie der Abtransport von Ablagerungen unmöglich wird.
Silikon Acrylat (S/A)	Sauerstoffdurchlässiger Kunststoff, welcher in den 70ern für Kontaktlinsen entwickelt wurde. Silikon Acrylat kombiniert Silikon für die Sauerstoffdurchlässigkeit mit Methacrylat für die optische Qualität, bessere Verarbeitung und Stabilität.
„Smiley Face“ Topografie	Corneale Topografiekarte, die einen Bereich der Verteilung inferior zeigt. Dies wird durch den Hochsitz der Linse und eine damit verbundene Abflachung der oberen Hornhaut hervorgerufen.
Spärisches Äquivalent	Durchschnittlicher Wert einer sphäro-zylindrischen Kombination. Entspricht der Summe aus dem sphärischen Wert addiert zur Hälfte des Zylinderwertes.
Sphärische Fehlsichtigkeit	Erfordert eine Korrektionslinse, deren dioptrischer Wert in allen Meridianen gleich ist.
Steiler Meridian	Meridian der Hornhaut mit dem kleineren Radius der Kurve.

Stroma	Mittlere (dritte) Schicht der Hornhaut. Bestehend aus mehreren Lagen von Kollagenfibrillen, ungefähr 460 µm dick. Das Stroma stellt 90% der Hornhautdicke dar.
Super-Dk	Permeabilitäten zwischen 61 und 100 (ISO/Fatt).
Tränen-Aufreißzeit / Tear Break up Time (TBUT)	Zeit zwischen einem Lidschlag und dem ersten Erscheinen eines trockenen Punktes im Tränenfilm. Indikator für die Qualität des Tränenfilms.
Tränen-Pumpmechanismus	Dynamischer Mechanismus, der durch die Linsenbewegung bei jedem Lidschlag erzeugt wird und für die Unterspülung der Linse und damit den Abtransport der sauerstoffarmen Tränenflüssigkeit und der Ablagerungen sorgt.
Topograf	Instrument, das farbige Abbildungen der Hornhautoberfläche unter der Ausnutzung unterschiedlicher Ansichten anfertigt.
Test der Kontrastempfindlichkeit	Tests zur Kontrastempfindlichkeit ermitteln das geringste Kontrastlevel, bei dem eine Person noch in der Lage ist, bei einem Objekt bestimmter Größe, Variationen in der Qualität der Abbildung auf der Netzhaut zu unterscheiden.
Überrefraktion	Augenüberprüfung, die über einer bestehenden Korrektur durchgeführt wird (Kontaktlinsen oder Ortho-K Anwendung, um eine nötige Veränderung aufgrund von Über- oder Unterkorrektur zu bestimmen).
Visus	Messung der Fähigkeit der Augen bestimmte Objekte, Details und Formen beim kleinstmöglich dargebotenen Objekt auf eine bestimmte Entfernung (normalerweise 20 Fuß/8 m für die Ferne und 16 inch / 40 cm für die Nähe) zu erkennen.
Wratten (Gelb) Filter	Ein fotografischer Gelbfilter einer speziellen Eintonung, der das Sichtbarmachen von mehr Details bei der Fluobildbetrachtung ermöglicht.



## VI. HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN

### *IN DIESEM KAPITEL FINDEN SIE...*

- Die den Anpassern von Kunden am häufigsten gestellten Fragen zur Orthokeratologie.
- Häufige Fragen der Anpasser und Anpasslabore.



Dieser Abschnitt ist in Abhängigkeit des Wissens über Orthokeratologie gleichermaßen zutreffend für den Anpasser, Hersteller oder Nutzer.

### *Allgemein*

#### **F:** Wie wirken Ortho-K Linsen?

**A:** Ortho-K Linsen sind entwickelt worden, um die zentrale Oberfläche der Hornhaut fortschreitend/allmählich umzuformen, um (vergleichbar zu dem Effekt der Laserchirurgie) Kurzsichtigkeit zu reduzieren. Im Gegensatz zur Laserchirurgie ist Orthokeratologie aber reversibel.

#### **F:** Ist jeder geeignet für das Tragen von Ortho-K Linsen?

**A:** Nein! Obwohl Orthokeratologie den meisten helfen kann (einschließlich denjenigen mit vorliegendem Astigmatismus und höherer Kurzsichtigkeit), die Sehleistung zu verbessern, ist dieses Verfahren am effektivsten für Fehlsichtigkeiten, die in einem bestimmten Bereich liegen. Zusätzliche Faktoren, einschließlich Hornhautfestigkeit und Formfaktoren, sowie auch das Vertragen von Kontaktlinsen, spielen eine Rolle. Anhand eines sorgfältigen Gesprächs und einer Untersuchung mit verbesserten computerisierten diagnostischen Instrumenten kann ganz einfach festgestellt werden, ob Orthokeratologie für die jeweilige Person das richtige Verfahren sein kann.

#### **F:** Wer ist ein Kandidat für Ortho-K?

**A:** Obgleich Ortho-K für praktisch jeden (jeden Alters), der eine Kontaktlinse einsetzen kann und den Pflegeanweisungen folgt, angewandt werden kann, ist es doch im allgemeinen für Menschen mit einer Fehlsichtigkeit von über  $-4,0$  dpt oder einem Astigmatismus von über  $1,50$  dpt nicht zu empfehlen. Auch Menschen mit Pupillen, die größer sind als normal ( $>6$  mm bei normaler Beleuchtung) und solchen mit einem irregulären Hornhautastigmatismus oder irgend einer anderen Hornhautfehlfunktion wie zum Beispiel Keratokonus, fallen generell als Kandidaten aus.

#### **F:** Wie sicher ist Ortho-K?

**A:** Ortho-K ist bei richtiger Anpassung und Durchführung sehr sicher. Viele Menschen haben Ihre Abhängigkeit von der Brille oder von konventionellen

Kontaktlinsen ohne irgendwelche Nebenwirkungen oder Augenverletzungen eliminieren können. Im Gegensatz zu chirurgischen Methoden wie radialer Keratotomie (RK), photorefraktiver Keratektomie (PRK), laserunterstützter in-situ Keratomileusis (LASIK) und laserunterstützter subepithelialer Keratektomie (LASER) wird das Hornhautgewebe nicht eingeschnitten oder durch einen Laser verdampft. Wie bei allen Kontaktlinsen ist gute Linsenpflege und die richtige Handhabung wichtig zur Erhaltung der Gesundheit des Auges. Die Kenntnis über state-of-the-art hochgasdurchlässige Materialien für formstabile Kontaktlinsen und exzellente Reinigungssysteme sichern die ausreichende Versorgung der Hornhaut mit Sauerstoff ab.

**F: Ist Ortho-K dauerhaft?**

**A:** Nach der Behandlung ist das maximale Ergebnis erreicht und Maßhalte-Linsen werden getragen, um die neue Form der Hornhaut aufrecht zu erhalten und zu stabilisieren. Werden dauerhaft Fehler beim Tragen der Maßhalte-Linsen gemacht, hat dies eine Verschlechterung der Korrektur bis hin zur Wiedererlangung der ursprünglichen Fehlsichtigkeit zur Folge. Die Maßhalte-Linsen werden wahrscheinlich für das Tragen über Nacht bestimmt.

**F: Das Sehen bei Kindern verändert sich. Kann Ortho-K Kindern und Jugendlichen helfen?**

**A:** Absolut. Ortho-K wird genutzt, um Kurzsichtigkeit aufzuhalten, die Progression zu verlangsamen und andere Fehlsichtigkeiten zu korrigieren. Das bietet Jugendlichen viel mehr Möglichkeiten bei der Wahl der Myopiekorrektur, wenn sie erwachsen sind.

**F: Was sind die Risiken beim Tragen der Linsen über Nacht?**

**A:** Studien haben gezeigt, dass das Tragen von formstabilen Linsen über Nacht sicherer ist, als das Dauertragen weicher konventioneller Linsen. Die Komplikationen, die durch das Tragen von Kontaktlinsen auftreten können, sind unter anderem das Einwachsen kleiner Äderchen (Vascularisation), Ulcerationen und Abrasionen. Die Risiken, Kontaktlinsen über Nacht zu tragen, sind wahrscheinlich höher als das konventionelle Tagtragen der Linsen aber geringer als beim Dauertragen (Tag und Nacht) konventioneller Linsen. Kontaktlinsen können nicht hinter das Auge rutschen, (das ist anatomisch nicht möglich) und es ist selten, dass Ortho-K Linsen dezentrieren.

**F: Wie lange dauert es, bis der Prozess sich so stabilisiert hat, dass der Visus den gesamten Tag über ausreichend und konstant ist?**

**A:** Normalerweise benötigt man vier bis sieben aufeinanderfolgende Nächte, in denen die Linsen getragen werden, um das erwünschte Ziel zu erreichen. Bei einer höheren Kurzsichtigkeit kann es etwas länger dauern.

**F: Sind Ortho-K Linsen unkomfortabel während des Tragens über Nacht?**

**A:** Das Tragen der Linsen über Nacht ist überraschend komfortabel! Die meisten Patienten spüren die Linsen bereits wenige Minuten nach dem Einsetzen nicht mehr. Da die Linsen während des Schlafes getragen werden, ist die Eingewöhnungsphase sehr kurz.

**F: Muss ich weiterhin Brille oder Linsen tragen?**

**A:** Ist das erwünschte Ergebnis einmal erreicht, werden die letzten Linsen als Maßhalte-Linsen genutzt, um das Niveau der Korrektur zu halten. Normale Kontaktlinsen werden nicht benötigt. Eine Brille könnte für das Lesen oder andere Teilzeitbeschäftigungen notwendig sein. Während der ersten Behandlungsperiode, falls der unkorrigierte gute Visus nicht den ganzen Tag anhält, wird der Kunde weiche Tageslinsen bekommen, um die normale Fernsicht zu garantieren.

**F: Wie oft werde ich die Maßhalte-Linsen tragen müssen, wenn die Korrekturphase vollendet ist?**

**A:** Die meisten Leute werden die Linsen sechs bis sieben aufeinanderfolgende Nächte tragen müssen, um in den Genuss eines gut unkorrigierten Visus den ganzen Tag hindurch zu kommen. Kunden mit einer geringeren Kurzsichtigkeit werden vielleicht das Tragen der Linsen in jeder zweiten Nacht ausreichend finden. Auf jeden Fall muss dies auf einer individuellen Basis herausgefunden werden.

**F: Wie hoch ist die realistische Reduktion der Myopie, die jemand durch die Nutzung der Orthokeratologie erreichen kann?**

**A:** Realistisch ist eine Obergrenze von -4,00 dpt. Allerdings wurden Verringerungen der Myopie von 7,00 bis hin zu 10,00 dpt dokumentiert. Doch das ist die Ausnahme und nicht die Regel. Geringere Beträge sind leichter und schneller zu reduzieren.

**F: Wie sieht es mit Ortho-K für astigmatische Augen aus?**

**A:** Die Höhe der erreichbaren Astigmatismusreduktion hängt von der Höhe und der Art ab. 1,50 dpt eines Astigmatismus rectus sowie 0,75 dpt Astigmatismus inversus werden als die oberen Grenzen angenommen.

**F: Wie lange dauert es, bis man ohne Brille gut sehen kann?**

**A:** Eine rapide Verbesserung des Visus tritt normalerweise innerhalb der ersten paar Tage und Wochen auf. Eine Stabilisierung erfolgt dann über die nächsten Monate. Haben sich die neuen Werte einmal stabilisiert, so wird die verbesserte Sehfähigkeit durch Maßhalte-Linsen aufrecht erhalten, die so über Nacht getragen werden, wie es zur Erhaltung des gewünschten Visus empfohlen wird.

**F:** Falls ein Kunde/Patient entscheidet wieder zum Brilletragen zurückzukehren, kann die Sehleistung wieder auf den Level zurückgeführt werden, wie sie vor der Ortho-K-Anwendung war?

**A:** Die Augen des Linsenträgers werden nach ungefähr 2 Wochen wieder die Kurzsichtigkeit erreicht haben wie vor der Ortho-K-Anwendung. Um während der Übergangsphase ein gutes Sehen sicherzustellen, werden den Kunden / Patienten formstabile Linsen oder weiche Austauschlinsen angepasst, bis die Hornhäute ihre ursprüngliche Form wieder eingenommen haben.

**F:** Wie wird es gehandhabt, falls der Kunde in späteren Jahren weniger kurzsichtig wird?

**A:** Im Gegensatz zur Laser Chirurgie, die nicht reversibel ist, kann die Hornhaut durch eine veränderte Linse normalerweise neu angeglichen werden, damit die Veränderung der Fehlsichtigkeit kompensiert wird.

**F:** Wieviel kostet Ortho-K?

**A:** Die eigentlichen Kosten werden von der Komplexität des Falles abhängen. Jeder Anpasser wird die Kosten dementsprechend anpassen. Für einfache Fälle können die Gebühren abhängig von der Dauer der Behandlung und die Anzahl der benötigten Linsen zwischen US \$750 und US \$2.000 liegen. Der Anpasser wird in der Lage sein, eine Abschätzung der Kosten für den Patienten anzufertigen.

### **Für den Anpasser / das Labor:**

**F:** Wie ist die aktuelle Einschätzung für die Anzahl von Ortho-K-Anpassungen, die weltweit gemacht werden?

**A:** Die Nutzung der Ortho-K-Methode wird von Markt zu Markt variieren. Aktuelle Einschätzungen gehen davon aus, dass auf dem US Markt jährlich 50.000 bis zu 100.000 Anpassungen gemacht werden könnten. Vieles wird davon abhängen, wie hoch die Akzeptanz dieser Methode bei den Praktikern sein wird und wie stark durch Hersteller und Medien geworben wird.

**F:** Ist es notwendig für die Anpassung der heutigen Ortho-K Linsen eine Topografie zu nutzen oder kann ich mich auf Keratometermessungen beziehen, wie ich es auch bei normalen GP-Linsen mache?

**A:** Die Benutzung eines Topografen wird in allen Phasen der Anpassung und der Nachkontrolle stark empfohlen. Einige Anpasssysteme basieren bei der Auswahl der ersten Linse auf topografischen Daten, wobei andere sich auf manuelle Keratometrie beziehen. Letztendlich empfehlen aber alle Ortho-K-Anpasssysteme die Nutzung der topografischen Daten der Hornhaut, um feste, fein gerasterte Ausgangsdaten zu haben, die dann als Referenz für die Bewertung des Sitzverhaltens der Linsen genutzt werden.

**F:** Was sind die Vorteile der Nutzung von vier bis fünf Kurven-Designs gegenüber den früheren dreikurvigen Linsen?

**A:** Diese modernen vier und fünf Kurven-Designs nutzen breitere Anpasszonen (Auflagezonen), um einfacher eine stabilere Linsenzentrierung zu erreichen. Veränderungen der Hornhautform können in größerem Maße gemacht werden, die Reduktion der Myopie tritt schneller auf und dies bei einem hohen Prozentsatz der Fälle mit nur einem Paar Linsen. Das macht die Kosten für die Linsen für beide, den Anpasser und den Kunden geringer.

**F:** Falls Ortho-K-Linsen modifiziert oder verblendet werden müssen, kann ich dies in meiner Praxis tun?

**A:** Während eine In-Haus-Modifikation der Linsen lange eine hoch geschätzte Fähigkeit der Anpasser war, sind die modernen Ortho-K-Linsen sehr komplex und präzise. Jede per Hand zur Verbesserung der Linse gemachte Modifikation wäre wahrscheinlich unmöglich zu reproduzieren, falls eine Linse verloren geht, zerbricht oder eine Parameteränderung benötigt würde.

**F:** Wie wichtig ist die Abgabe und der erste Termin am nächsten Morgen, um den Sitz der Nachttrage-Ortho-K-Linse zu bewerten?

**A:** Jeder Patient wird unterschiedlich auf die Orthokeratologie-Linsen ansprechen. Diese Linsen sitzen im allgemeinen steiler mit zunehmendem Tragen. Dies kann in so kurzer Zeit wie einer Stunde auftreten. Es ist wichtig, die Linse im Anpassstudio zu beurteilen, nachdem sie sich gesetzt hat. Die Zentrierung der Linse ist der Schlüssel zu einer erfolgreichen Ortho-K Anpassung. Aus diesem Grund müssen die Linsen früh am Morgen nach dem ersten Tragen der Linsen auf Zentrierung, Festsitzen und Ankleben überprüft werden. Die Linsen werden dann herausgenommen, um die Topografie und den unkorrigierten Visus zu überprüfen.

**F:** Wie kann ich den Kunden, bis die Ersatzlinse eingetroffen ist, versorgen, um ihm eine akzeptable Sehschärfe zu garantieren, falls eine Linse verloren ging, zerbrochen ist oder aus irgendeinem Grund nicht getragen werden kann?

**A:** Weiche Austauschlinsen werden dem Kunden ein ausreichend gutes Sehen ermöglichen, bis die Ersatzlinsen eingetroffen sind. Sollte sich die Hornhaut in Richtung höherer Myopie zurückformen, sollten stärkere Austauschlinsen gegeben werden. Der Kunde sollte dann wiederum zu einem Untersuchungstermin am ersten Morgen nach dem Tragen der neuen Linse bestellt werden.

### **ZUSAMMENFASSUNG:**

- Der Erfolg der Orthokeratologie in der Praxis ist davon abhängig, dass der Anpasser vor, während und nach der Ortho-K-Anwendung fähig ist, alle auftretenden Fragen adäquat zu beantworten.



---

## VII. EMPFOHLENE LITERATUR

- *Orthokeratology Handbook*, Winkler\_TD, Kame\_RT, Butterworth Heinemann, January 1995
- *The Principles and Practice of Orthokeratology*, Mountford\_J, Ruston\_D, Dave\_T, Butterworth Heinemann, October 2002, ISBN 0750640073
- *Myopia and the Control of Eye Growth: Symposium No. 155*, Back\_G, John Wiley & Son, Ltd. February 1991, ISBN 0471926922
- *Clinical Management of Myopia*, Grosvenor\_TP, Goss\_DA, Hofstetter\_HW, Butterworth Heinemann, October 1998, ISBN 0750670606
- *Controlled Kerato-reformation (CKR): An Alternative to Refractive Surgery*, El Hage\_S, Practical Optometry, Canadian Edition, December 1999, 10:6

---

## VIII. NÜTZLICHE ORTHO-K WEBSEITEN

- British Orthokeratology Society  
[www.boks.org.uk](http://www.boks.org.uk)
- All About Vision  
[www.allaboutvision.com](http://www.allaboutvision.com)
- The Ortho-k Network  
[www.ortho-k.net](http://www.ortho-k.net)
- National Eye Research Foundation (NERF)  
[www.nerf.org](http://www.nerf.org)

## IX. LITERATURVERZEICHNIS

1. Binder\_P, May\_C, Grant\_S, "An Evaluation of Orthokeratology", *American Journal of Ophthalmology*, 87:729, 1980
2. Brand\_RJ, Polse\_KA, Schwalbe\_JS, "The Berkeley Orthokeratology Study–Part I: General Conduct of the Study", *American Journal of Optometry and Physiologic Optics*, 60:175, 1983
3. Carkeet\_NL, Mountford\_JA, Carney\_LG, "Predicting Success with Orthokeratology Lens Wear: A Retrospective Analysis of Ocular Characteristics", *Optometry and Vision Science*, Vol. 72, No. 12, 892–898
4. Coons\_LJ, "Orthokeratology Part II: Evaluating the Tabb Method", *Journal of the American Optometric Association*, 55:409, 1984
5. Dave\_T, Ruston\_D, "Current Trends in Modern Orthokeratology", *Ophthalmic and Physiology Optics*, Vol. 18, No. 2, 1998
6. Grant\_SC, "Orthokeratology: A Safe and Effective Treatment for a Disabling Problem", *Survey of Ophthalmology*, Vol. 24, No. 5, March–April 1980, 291–297
7. Harris\_DH, Stoyan\_N, "A New Approach to Orthokeratology", *Contact Lens Spectrum*, April 1992, 37–39
8. Holden\_BA, Mertz\_GW, "Critical Oxygen Levels to Avoid Corneal Edema for Daily and Extended Wear Contact Lenses", *Investigative Ophthalmology and Vision Science*, 1984, 25:1161–1167
9. Horner\_DG, Bryant\_MK, "Take Another Look at Today's Ortho-k", *Review of Optometry*, June 1994
10. Jessen\_G, "Orthofocus Techniques", *Contacto*, 6:200, 1962
11. Kame\_RT, "Flatten the Cornea the Nonsurgical Way", *Review of Optometry*, April 1995
12. Kerns\_R, "Research in Orthokeratology II: Experimental Design Protocol Method", *JAOA*, 47:1275, 1976
13. Lin\_LK, Shih\_YF, Lee\_YC, Hung\_PT, Hou\_PK, "Changes in Ocular Refraction and Its Components Among Medical Students: A 5-Year Longitudinal Study", *Optometry and Vision Science*, 73, 1996, 495–498
14. Lu\_Fan, Jiang\_Jun, Qu\_Jia, Jin\_Wangqing, Mao\_Xinjie, She\_Yi, "Clinical Study of the Orthokeratology for Young Myopic Adolescents", presented at the Myopia 2001 Conference, Boston MA USA, July 2001
15. Marsden\_HJ, "Common Sense Orthokeratology", *Contact Lens Spectrum*, Oct. 1995, 24–31



16. Mountford\_J, "An Analysis of the Changes in Corneal Shape and Refractive Error Induced by Accelerated Orthokeratology", *International Contact Lens Clinics*, 1997, 24:128–143
17. Mountford\_J, *Orthokeratology in Contact Lenses*, Butterworth–Heinemann, Oxford UK, 1997, 653–692
18. Nichols\_JJ, Marsich\_MM, Nguyen\_M, Barr\_JT, Bullimore\_MA, "Overnight Orthokeratology", *Optometry and Vision Science*, Vol. 77, No. 5, May 2000
19. Polse\_KA, Brand\_RJ, Vastine\_DW, Schwalbe\_JS, "Corneal Change Accompanying Orthokeratology: Plastic or Elastic?", *Archives of Ophthalmology*, Vol. 101, 1983
20. Polse\_KA, Brand\_RJ, Schwalbe\_JS, Vastine\_DW, Keener\_RJ, "The Berkeley Orthokeratology Study, Part II: Efficacy and Duration", *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, Vol. 60, No. 3, 1983, 187–198
21. Polse\_KA, Brand\_RJ, Keener\_RJ, Schwalbe\_JS, Vastine\_DW, "The Berkeley Orthokeratology Study, Part III: Safety", *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, Vol. 60, No. 4, 1983, 321–326
22. Reim\_TR, "Overflowing With Ortho-k", *Optometric Management*, December 1998, 36–39
23. Schachet\_JL, "Optimal Lens Choices for Orthokeratology", unknown publication
24. Swarbrick\_HA, Wong\_G, O'Leary\_DJ, "Corneal Response to Orthokeratology", *Optometry and Vision Science*, 75:11, 1998.
25. Morrison\_RJ, "Contact Lenses and the Progression of Myopia", *Optometry Weekly*, 1956, 47, 1487–1488
26. El Hage\_S, "Photokeratoscopy and Controlled Keratoreformation", paper presented at the International Symposium of Ophthalmological Optics, Tokyo, Japan, May 1978
27. Stone\_J, "Possible Influence of Contact Lenses on Myopia", *British Journal of Optometry*, 1976, 31, 89–114
28. Perrigin\_J, Perrigin\_D, Quintero\_S, Grosvenor\_T, "Silicone Acrylate Contact Lenses for Myopia Control: Three-Year Results", *Optometry and Vision Science*, 1990, 67, 764–769
29. Lund\_ME, Reim\_TR, Wu\_RLT, "Myopia Progression in Orthokeratology", paper presented at VII International Conference on Myopia, Taipei, Taiwan 1999
30. Holden\_BA, Mertz\_GW, McNally\_JJ, "Corneal Swelling Response to Contact Lens Worn Under Extended Wear Conditions", *Investigative Ophthalmology and Vision Science*, 1983, 24, 218–226



POLYMER TECHNOLOGY  
A BAUSCH AND LOMB COMPANY

100 Research Drive  
Wilmington MA 01887  
[www.polymer.com](http://www.polymer.com)

©2003 Polymer Technology Corporation

Boston, Boston XO, Equalens, Boston Simplicity, und Boston One Step sind eingetragene Warenzeichen von Polymer Technology, einer Gesellschaft der Bausch & Lomb Gruppe. Andere Markennamen sind Warenzeichen der entsprechenden Eigentümer.

de

RIL0135