

# CONTACTLINSEN

Erstinformationen  
für  
Interessierte

---

## Eschmann - Contactlinsen

Raphael Eschmann  
M.S. Optom.

Birgit Ederer  
Dipl.-Ing. (FH) AO



Eschmann – Contactlinsen  
Kramgasse 54  
CH-3000 Bern 7

Tel. +41 31 311 73 13  
Fax +41 31 312 37 17  
E-mail [info@eschmann-contactlinsen.ch](mailto:info@eschmann-contactlinsen.ch)  
Web [www.eschmann-contactlinsen.ch](http://www.eschmann-contactlinsen.ch)

<b>1.</b>	<b>Geschichte der Contactlinsen</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>CL nach Verwendungsart</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Indikationen und Kontraindikationen</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Auge und Sehen</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Fehlsichtigkeiten</b>	<b>8</b>
	a. Emmetropie – Normalsichtigkeit	8
	b. Myopie – Kurzsichtigkeit	8
	c. Hyperopie – Weitsichtigkeit	8
	d. Astigmatismus regelmäßig – Stabsichtigkeit	9
	e. Astigmatismus unregelmäßig	9
	f. Presbyopie – Alterssichtigkeit	9
<b>6.</b>	<b>Korrektur der Fehlsichtigkeiten</b>	<b>9</b>
	a. Brillengläser	9
	b. Contactlinsen	9
	c. Refraktive Chirurgie	9
<b>7.</b>	<b>Vorgespräch mit dem „Contactlinsen-Interessierten“</b>	<b>11</b>
<b>8.</b>	<b>Festzuhaltende Parameter zur Anpassung von Contactlinsen</b>	<b>11</b>
	b. Anamnese	11
	b. Hornhaut-Radien und -Topographie	11
	c. Sehschärfen frei	11
	d. Refraktion und bestmögliche Sehschärfen	11
	e. Spaltlampenuntersuchung des vorderen Augenabschnitts	11
	f. Weitere Werte, die zur Anpassung situativ wichtig sind	11
	g. Weitere Geräte und Untersuchungsmethoden	11
<b>9.</b>	<b>Ablauf einer CL-Anpassung</b>	<b>12</b>
	a. Festlegen des Linsen-Typs	12
	b. Definieren der ersten Linsenparameter	12
	c. Aufsetzen der ersten Anpass-Linse	12
	d. Kontrolle der ersten Anpass-Linse	12
<b>10.</b>	<b>Übung der Handhabung und Pflegemittelhinweise</b>	<b>13</b>
	a. Absetzen weicher CL	13
	b. Absetzen formstabiler CL	13
	c. Aufsetzen von CL	14
	d. CL-Pflegemittel	14
<b>11.</b>	<b>Weiche, hydrophile Contactlinsen</b>	<b>16</b>
	a. Contactlinsen-Typen	16
	b. Contactlinsen-Geometrien	16
	c. Materialien und Herstellung	16
	d. Vorteile – Nachteile	17
	e. Möglichkeiten und Grenzen	17
<b>12.</b>	<b>Formstabile, flexible Contactlinsen</b>	<b>18</b>
	a. Contactlinsen-Typen	18
	b. Contactlinsen-Geometrien	18
	c. Materialien und Herstellung	18
	d. Vorteile – Nachteile	18
	e. Möglichkeiten und Grenzen	19
<b>13.</b>	<b>Bifokale und multifokale Contactlinsen-Systeme</b>	<b>19</b>
	a. Monovision	19
	b. Alternierende Systeme	20
	c. Simultane Systeme	21

<b>14.</b>	<b>VKS Prints – Was diese aussagen können – von Eschmann-Contactlinsen</b>	<b>23</b>
	a. Sphärische Hornhaut	23
	b. Regulärer Astigmatismus	23
	c. Unregelmäßiger Astigmatismus – Keratokonus (KK)	24
	d. Unregelmäßiger Astigmatismus – Peluzide marginale Degeneration (PMD)	25
	e. Unregelmäßige HH – Nach perforierender Keratoplastik (PKP)	25
	f. Spectacle blur	25
	g. Post LASIK	26
	h. Ortho-Keratologie	26
	i. Weitere Hornhaut Unregelmäßigkeiten	27
<b>15.</b>	<b>Ortho-Keratologie</b>	<b>27</b>
<b>16.</b>	<b>Infoblatt Ortho-Keratologie von Eschmann-Contactlinsen</b>	<b>30</b>
<b>17.</b>	<b>Infoblatt Pollenflugkalender und Tipps für CL Träger von Eschmann-Contactlinsen</b>	<b>32</b>

## 1. Geschichte der Contactlinsen

Die unten aufgeführten Jahreszahlen beinhalten die wichtigsten Ereignisse in der Entwicklung und Geschichte der Contactlinse.

### Vorgeschichte

- 1508 Leonardo da Vinci macht erste Versuche zur Beeinflussung des menschlichen Gesichtsfeldes. Er zeigt dies am System Auge - Flüssigkeitslinse - offene Glaskugel.
- 1637 René Descart vergrößert die Abbildung eines Objektes im Auge, indem er ein mit Wasser gefülltes Rohr in direkten Kontakt mit dem Auge bringt und am anderen Ende durch eine Linse abschließt. Die optische Wirkung der Hornhaut wird auf das Ende des Rohres verlegt und dadurch die optische Länge des Auges verändert.
- 1827 John Frederick William Herschel macht Abdrucke von Augen bei unregelmäßigen Astigmatismen, indem er eine sphärische, mit Gelatine gefüllte Glaskapsel aufs Auge setzt. So kann die unregelmäßige Hornhautoberfläche auf ein transparentes Medium übertragen werden.
- 1854 H. von Helmholtz entwickelt die Verdoppelung im Strahlengang des Ophthalmometers und stellt sein Ophthalmometer vor.

### Pionierzeit

- 1887 Friedrich A. Müller und Albert C. Müller, Wiesbaden, sind Hersteller künstlicher Augen und stellen eine gläserne Schutzschale für einen Keratitis-e-lagophthamo-Patienten her, um die Cornea vor Austrocknung zu schützen. Die Schutzschale besitzt ein durchsichtiges Korneateil, wird häufig ersetzt und während 21 Jahren Tag und Nacht ununterbrochen getragen!
- 1888 August Eugen Fick, Augenarzt in Zürich, anerkannter Erfinder der Contactlinse, veröffentlicht unter dem Titel „Eine Contactbrille“ die Ergebnisse seiner Versuche, unregelmäßige Hornhaut-Astigmatismen und Keratokoni mit geblasenen Glaslinsen zu korrigieren. Fick lässt die Erfindung patentieren und lässt die Linsen von Ernst Abbé bei Zeiss Jena herstellen.
- Zur gleichen Zeit berichtet der Pariser Augenarzt Eugène Kalt über die Verwendung von geblasenen Contactlinsen aus Glas zur optischen Korrektur und zur orthokeratologischen Kompression des Keratokonus. Kalt verwendet einkurvige Glaslinsen mit den Daten: Durchmesser: 11.0 mm, 11.5 mm und 13.0 mm;  $r_0 = 7.9 - 8.0$  mm.

### Die Zeit der Enttäuschung

Trotz der ermutigenden Anfänge gab es in den nächsten 15 Jahren keine Fortschritte in der Contactlinsen-Technik mehr. Die Glas-Sklerallinsen waren schwierig herzustellen, kompliziert anzupassen und konnten nur kurze Zeit getragen werden.

- 1903 Otto Schirmer, Augenarzt, veröffentlicht eine Arbeit zur Bestimmung der individuellen Tränensekretionsrate mittels Fliesspapierstreifen.

### Weiterentwicklung und Verbesserung der Sklerallinsen

- 1912 Die Firma Carl Zeiss Jena beginnt als erstes Unternehmen in der optischen Industrie mit der Herstellung geschliffener Haftgläser mit einem einheitlichen Skleralteil und mit einem Cornealteil in 4 Krümmungsvarianten.
- 1938 Dudragne, Obrig und P.F. Thier verwenden erstmals PMMA für Sklerallinsen.
- 1939 I.V. Györfy, Budapest, stellt aus Plexiglas geformte Sklerallinsen nach dem Abdruckverfahren her.

### Die Anfänge der gasdurchlässigen Corneallinsen und der Hydrogellinsen

- 1950 Otto Marzock führt in Deutschland das Drehverfahren ein.
- 1955 N. Bier, England, leitet mit der Konturlinse die Herstellung mehrkurviger Contactlinsen ein.
- Otto Wichterle und D. Lim, Prag, gelingt die Herstellung des hydrophilen Kunststoffmaterials HEMA. M. Dreifus, Ophthalmologe in Zürich, testet in den folgenden Jahren die ersten daraus hergestellten Weichlinsen am Menschen (Herstellung: Castmolding).

- 1961 Otto Wichterle entwickelt das Spincasting-Verfahren zur Herstellung von Linsen aus HEMA-Material.
- 1963 Otto Wichterle stellt die ersten Linsen aus HEMA-Material im Drehverfahren her.
- 1965 Gene Hirst, Neuseeland, stellt die ersten asphärischen Linsen aus PMMA-Material mit einer Exzentrizität von 0.7 her.
- 1967 Mit Hilfe des Photokeratometers nach Amiard, Laboratoires Ysoptics Paris, kann die Hornhaut-Topometrie besser erfasst und zur Herstellung entsprechender Linsenrückflächen genutzt werden.

## Neuzeit

- 1969 Gene Hirst, Neuseeland, stellt die ersten vorderflächen-torischen HEMA-Linsen mit statischer Stabilisierung her.
- 1971 Bausch & Lomb, USA, erhält die erste Zulassung durch die Food and Drugs Administration (FDA) zur Herstellung und zum Vertrieb der HEMA-Linsen im Spincastingverfahren.  
John de Carle, London, entwickelt ein HEMA-VP-Copolymer mit einem Wassergehalt von 70% (Permalens).  
Philip Cordrey, London, entwickelt ein MMA-VP-Copolymer (Sauflon).
- 1972 Karl Heinz Wilms, München, publiziert erste Arbeiten zur praxisgerechten Erfassung der individuellen Cornea-Abflachung (Messverfahren der Sagittalradien und Top-Test).
- 1974 Titmus-Eurocon, Aschaffenburg, entwickelt gemäss einem Patent von Peter Fanti die erste torische Hydrogellinse mit dynamischer Stabilisation.  
Polycon fertigt die ersten Kontaktlinsen aus Silikonakrylate.  
Titmus-Eurocon, Aschaffenburg, entwickelt die ersten Irislinsen.
- 1975 Allergan, Irvine/USA, führt mit dem Hydrocare-Proteinentferner die enzymatische Reinigung von Contactlinsen ein.
- 1978 Wolfgang Grimm und A. Vogel stellen ein verbessertes Verfahren zur Betrachtung der Linsen am Auge mit Fluoreszein mittels entsprechender Filter vor.
- 1984 Entwicklung einer neuen Generation von Contactlinsenmaterialien („Boston“), die zur Verbesserung der Gasdurchlässigkeit Fluoratomer enthalten (Fluosilikonakrylate).  
Precision-Cosmet Co., Minnetonka/USA, entwickelt eine Hart-Weich-Contactlinse (Saturn II).
- 1985 Contopharma wird durch die Herren T. Bichsel und R. Eschmann in Bern gegründet. Ziel ist unter anderem, Pflegemittel aus der Praxiserfahrung nach den Bedürfnissen des/der TrägerIn anzubieten, auf aufwendige Verpackungen zu verzichten und das Leergebinde generell dem Materialkreislauf weiter zu erhalten.
- 1988 Markteinführung der Acuvue-Contactlinsen als erste Einmalgebrauchslinse im Austauschsystem.

Schnell gehören heutige Erfahrungen und Erkenntnisse der Vergangenheit an, sind ihrerseits bereits wieder Geschichte. Vor allem die Entwicklung der ersten, hydrophilen Weichlinsen und später der hochgasdurchlässigen, flexiblen Hartlinsen, haben der Contactlinse einen gewaltigen Aufschwung beschert. Seit 1970 haben sich die Entwicklungszeiten für neue Produkte verkürzt. Mit dem Eintritt der multinationalen Chemiekonzerne und dem entsprechenden Potential haben sich diese Zeiten nun nochmals stark verkleinert, gleichzeitig wurde auch der Anwendungsbereich der Contactlinse wesentlich erweitert.

Mit den Silikon-Hydrogelen ist es gelungen die hochsauerstoffdurchlässigen aber hydrophoben Eigenschaften des Silikon mit hydrophilen Komponenten zu verbinden. Zum Teil sind die Oberflächen dieser Linsen speziell behandelt, um gute Benetzungseigenschaften zu erreichen. Durch moderne Castmolding- oder Spincoating-Verfahren ist es heute möglich konfektionierte Weichlinsen in grossen Mengen und preisgünstig zu produzieren.

Aber nicht nur bei den Weichlinsen gab es Fortschritte, auch bei den gasdurchlässigen, formstabilen Linsen kam es zu Neuerungen. Höchstsauerstoffdurchlässige Materialien für RGP Linsen erlauben jetzt sogar das Übernachttragen, wie es bei der Ortho-Keratologie angewendet wird. Es gibt auch Silikon-Hydrogele mit sehr geringem Wassergehalt, die einen harten Kern besitzen und die Flüssigkeit nur an der Oberfläche bindet, was sehr gute Benetzungseigenschaften mit sich bringt.

Durch hochmoderne CNC-gesteuerte Drehbänke können heute quadrantendifferente Formen, selbst mit oblongen Geometrien, wie man sie bei unregelmäßigen HH Topographien benötigt, gefertigt werden.

## 2. CL nach Verwendungsart

Gründe, die zum Wunsch einer contactoptischen Versorgung führen, können sehr unterschiedlich sein

- ästhetisch
- optisch
- praktisch
- beruflich
- Sport und Freizeit
- medizinisch-therapeutisch
- optisch-therapeutisch

Selbstverständlich können diese Gründe kumulativ auftreten. Die Ametropie und Korrekionsart, Arbeits- und Freizeitumgebung, sowie Verwendungszweck können bei der Wahl der ersten, möglichen Probelinse mitentscheidend sein, wobei die einzelnen Punkte schon mal auch diametral zueinander gesetzt zu finden sind.

## 3. Indikationen und Kontraindikationen

Die Anwendungsbereiche und -Möglichkeiten des Augenoptikers und Augenarztes sind in einer gemeinsamen Indikationenliste des „Schweizerischen Optikerverbandes SOV“ und der „Schweizerischen Gesellschaft für Ophthalmologie SOG“ ausgearbeitet worden.

Generell kann unterschieden werden zwischen:

- Ästhetischer und kosmetischer Indikation
- Optisch-therapeutischer Indikation

Dem gegenüber stehen:

- Schwere, okulogene Disfunktionen als Kontraindikation
- Mangel an Hygiene und Eigenverantwortung für CL als Kontraindikation
- Unmögliche Handhabung und /oder Mangel direkter Infrastruktur und Kontrolle für die Unterstützung durch Drittpersonen im direkten Umfeld

Weiter einschränkende Bestimmungen können zudem möglicherweise in den einzelnen Reglements der kantonalen Gesundheitsdirektion mit enthalten sein.

Kontraindikationen generell:

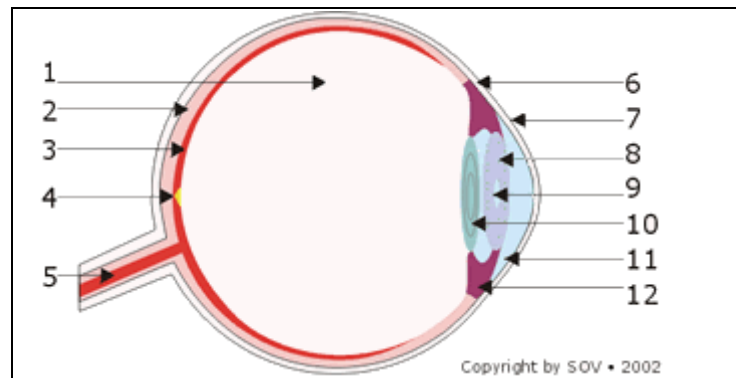
- Chronische Bindehaut- oder Lidentzündung
- Zu erwartende mangelnde Hygiene
- Allergische Dispositionen (z.B. ausgeprägter Heuschnupfen, Ekzeme, Asthma)
- Ausgeprägt trockene Augen
- Regelmäßige Anwendung von kortison- und/oder antibiotikahaltiger Augentropfen

Vorübergehende Störungen durch:

- Labilen Kreislauf
- Verminderte Blindfrequenz und unvollständiger Lidschlag
- Durch veränderten Stoffwechsel oder Hormonhaushalt bedingt durch
  - Einnahme von Medikamenten, wie Kontrazeptiva, Psychopharmaka, Kortison, Hormonpräparate, Aknepräparate, etc.
  - Menstruation
  - Reisebedingte Zeitverschiebung
  - Arbeitsbedingte stark unterschiedliche Klimaverhältnisse

## 4. Auge und Sehen

Bevor das Licht auf die Netzhaut (3) mit der Netzhautgrube (4) fällt und dort ein umgekehrtes Bild des betrachteten Gegenstandes erzeugt, durchdringt es die Hornhaut (7), das dahinter liegende Kammerwasser (11), dann die Augenlinse (10) und schließlich den Glaskörper (1) des Auges. Die Regenbogenhaut (8) reguliert die durch die Pupille (9) fallende Lichtmenge, und innere Augenmuskeln haben die Aufgabe, die Augenlinse (10) - je nach Distanz des betrachteten Gegenstandes - mehr oder weniger stark zu krümmen, um so Sehvermögen und Sehkomfort zu erhalten.



Querschnitt des Auges (schematisch)

Die Lederhaut (6) umschließt den Augapfel und geht vorne in die Hornhaut über. Unter der Lederhaut liegt die gefäßreiche Aderhaut (2) welche das Auge mit Nährstoffen versorgt und vorne zuerst in den Ziliarkörper (12) und dann in die Regenbogenhaut (8) übergeht.

Die Hornhaut (7) ist die vordere Begrenzung des Auges und dient zusammen mit der Augenlinse dazu, das auftreffende Licht so auf die Netzhaut (3) zu projizieren, dass ein scharfes Bild entsteht. Sie ist stark gewölbt und durchsichtig. Bei Fehlsichtigen, die Contactlinsen tragen, schwimmen diese im Tränenfilm direkt vor der Hornhaut.

Das Kammerwasser (11) ist eine Flüssigkeit, die im vorderen Augenabschnitt den Raum zwischen der Hornhaurückfläche und der Augenlinsenvorderfläche ausfüllt. Die Formerhaltung des Auges wird im Wesentlichen mit durch den intraokularen Druck des Kammerwassers garantiert.

Die Augenlinse (10) bildet, zusammen mit der Hornhaut (7), den Hauptteil des brechenden Systems des Auges. Sie besitzt zuzüglich die Fähigkeit, Gegenstände, die in unterschiedlichen Entfernungen liegen, deutlich auf der Netzhaut (3) abzubilden.

Der Ziliarkörper (12) ermöglicht die Krümmungsveränderung der Augenlinse und ist somit für das Naheinstellvermögen der Augenlinse verantwortlich (Autofocus), in den Ziliarfortsätzen wird das Kammerwasser (11) produziert.

Der Glaskörper (1) ist eine gallertartige Masse und füllt den hinter der Augenlinse liegenden Teil des Auges bis zur Netzhaut aus. Er dient wie das Kammerwasser (11) hauptsächlich zur Formerhaltung des Auges.

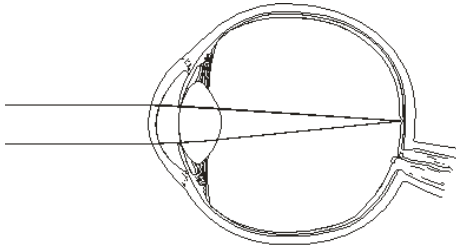
Die Netzhaut (3) ist der lichtempfindliche Teil und mit der Hornhaut (7) auch wichtigste Teil des Auges für das Sehen. Sie enthält die Sehzellen (Stäbchen und Zapfen) und wandelt das auftreffende Licht mit Hilfe dieser ca. 125 Mio. Sehzellen oder Rezeptoren in elektrische Impulse um. Direkt gegenüber der Pupille liegt die Netzhautgrube (4), die Zone mit dem Bereich des schärfsten Sehens.

Der Sehnerv (5) leitet durch die Nervenfasern die elektrischen Impulse zur weiteren Verarbeitung an das Gehirn weiter. Der Eintritt des Sehnervs in die Netzhaut ist lichtunempfindlich ("Blinder Fleck").

Die Bindehaut ist eine Schleimhaut und kleidet als Verbindung der Oberfläche des Augapfels zu den Lidern in Form einer Umschlagsfalte den Raum zur Augenhöhle aus. Am Lidrand sowie am Übergang von der Leder- zur Hornhaut ist die Bindehaut fest mit der Unterlage verbunden, ansonsten ist sie leicht verschiebbar.

## 5. Fehlsichtigkeiten

### a. Emmetropie – Normalsichtigkeit

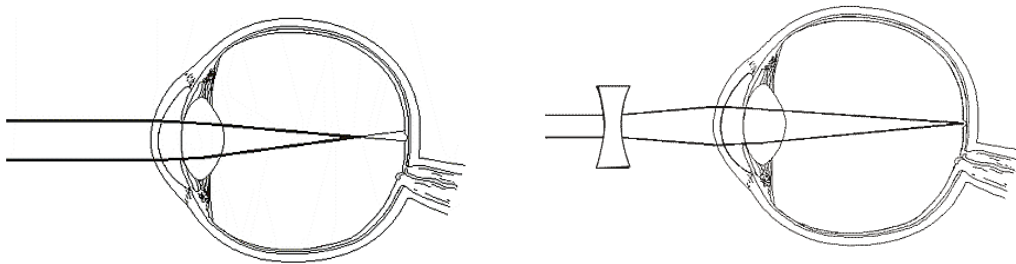


Bei einem „rechtsichtigen“ Auge liegt der Brennpunkt der parallel einfallenden Strahlen bei entspanntem Auge direkt in der Fovea und das gesehene Bild wird dort scharf abgebildet. Das Verhältnis des optisch brechenden Systems und der Baulänge des Auges ist optimal aufeinander abgestimmt.

Quelle: [www.klinikum-dessau.de](http://www.klinikum-dessau.de)

### b. Myopie – Kurzsichtigkeit

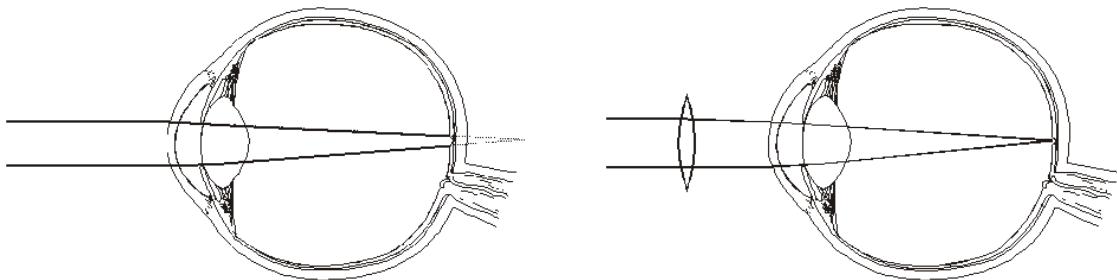
Bei einer Myopie ist entweder die Baulänge des Auges zu lang oder die Brechkraft des optischen Systems des Auges zu stark, so dass der Brennpunkt der parallel einfallenden Strahlen vor der Netzhaut liegt. In diesem Fall werden Objekte in der Ferne unscharf gesehen. Je näher das betrachtete Objekt zum Auge herankommt, desto näher rückt auch der Brennpunkt zur Netzhaut. Der Kehrwert der Korrektur gibt an, ab welchem Abstand zum Auge scharf gesehen wird. Bei hohen Myopien ist diese Distanz relativ kurz. Korrigiert wird die Kurzsichtigkeit mit streuenden Minusgläsern.



Quelle: [www.klinikum-dessau.de](http://www.klinikum-dessau.de)

### c. Hyperopie – Weitsichtigkeit

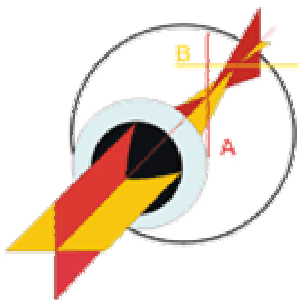
Bei einer Hyperopie ist entweder die Baulänge des Auges zu kurz oder die Brechkraft des optischen Systems des Auges zu schwach, so dass der Brennpunkt der parallel einfallenden Strahlen hinter der Netzhaut liegt. Bis zu einem gewissen Maß können Hyperope ihre Fehlsichtigkeit durch Akkommodation (Brechwertänderung der Augenlinse durch Zunahme der Linsenwölbung) reduzieren oder sogar ausgleichen. Eine Hyperopie wird mit sammelnden Plusgläsern korrigiert.



Quelle: [www.klinikum-dessau.de](http://www.klinikum-dessau.de)



#### d. Astigmatismus regelmäßig – Stabsichtigkeit



Quelle: www.sov.ch

Die parallel einfallenden Strahlen werden nicht in einem Brennpunkt vereinigt, sondern treffen sich in zwei senkrecht zueinander stehenden Brennpunkten. Besitzt die Hornhaut oder die Augenlinse zwei regelmäßige, 90° zueinander verlaufende, unterschiedliche Krümmungen kommt es bei der Abbildung zu diesen Brennpunkten. Die Lage der Brennpunkte kann variieren, wobei sie beide vor oder hinter der Netzhaut liegen können, eine Brennpunktlinie vor und die zweite hinter der Fovea liegt oder eine Linie auf der Netzhaut und die andere davor bzw. dahinter abgebildet wird. Je größer die Radiendifferenz des optischen Brechungssystems, desto weiter liegen die Brennpunkte auseinander und umso höher ist die Korrektur mit den Zylindergläsern. Diese Gläser besitzen ebenfalls zwei Hauptschnitte mit unterschiedlicher Brechkraft, welche in ihrer Achsenlage auf die entsprechende Krümmung und Korrektur des optischen Systems ausgerichtet werden müssen.

#### e. Astigmatismus unregelmäßig

Ein unregelmäßiger Astigmatismus ist häufig die Folge von Erkrankungen oder Verletzungen der Hornhaut, die zu einer ungleichmäßigen Form der Hornhautvorderfläche oder Hornhautschichten führen und somit eine regelmäßige Abbildung nicht mehr möglich ist. Mit Brillengläsern kann diese Fehlsichtigkeit nicht optimal korrigiert werden. Sehr gute Ergebnisse können mit formstabilen Linsen erzielt werden.

#### f. Presbyopie – Alterssichtigkeit

Bei optimal eingestellter Fernkorrektur und Blick in die Ferne ist die Augenlinse entspannt. Erst durch Akkommodation (Brechwertänderung der Augenlinse durch Zunahme der Linsenwölbung) wird beim Betrachten naher Objekte ein scharfes Bild auf die Netzhaut projiziert. Ab etwa dem 40. bis 45. Lebensjahr nimmt die Fähigkeit zur Formänderung der Augenlinse kontinuierlich als Folge des natürlichen Alterungsprozesses ab. Die Alterssichtigkeit betrifft alle Menschen, Emmetrope, sowie Ametrope gleichermaßen und kann mit entsprechenden Brillengläsern oder auch mit Contactlinsen korrigiert werden.

### 6. Korrektur der Fehlsichtigkeiten

#### a. Brillengläser

Die vorgenannten Fehlsichtigkeiten können, mit Ausnahme des unregelmäßigen Astigmatismus, mit Brillengläsern korrigiert werden. Die dazu nötige Korrektur kann sphärisch, torisch, bifokal oder multifokal sein und mit Silikat- oder Kunststoffgläsern umgesetzt werden.

#### b. Contactlinsen

Prinzipiell können alle vorher erläuterten Fehlsichtigkeiten mit Linsen korrigiert werden. Unregelmäßigkeiten der Hornhautvorderfläche werden meist weitgehend durch die Tränenflüssigkeit unter der Linse kompensiert. Aufgrund ihrer höheren Formstabilität eignen sich gasdurchlässige flexible Contactlinsen zu diesem Zweck wesentlich besser als hydrophile, weiche Contactlinsen. In verschiedenen Fällen können aber bestimmte Linsentypen kontraindiziert sein.

#### c. Refraktive Chirurgie

Zur Korrektur der verschiedenen Fehlsichtigkeiten gibt es heute unterschiedliche Möglichkeiten.

- **Radiäre Keratektomie**

Tiefe, radiäre Einschnitte in die Hornhaut ändern die Brechkraft. Dieses Verfahren wird heute nur noch selten und in speziellen Fällen angewendet.

- **Photorefraktive Keratektomie**

Das Epithel der Hornhaut wird abgetragen und anschließend die darunter liegende Schicht (Stroma) mit dem Excimer Laser behandelt. Dieses Verfahren wird heute nur noch selten und in speziellen Fällen angewendet.

- **Lasik – Laser in situ Keratomileusis**

Mit einem Spezialinstrument wird ein dünner Hornhautlappen (Epithel und Bowman'sche Schicht) präpariert und zur Seite geschoben, anschließend wird die darunter liegende Schicht (Stroma) mit dem Excimerlaser behandelt und der Lappen wieder zurückgelegt.

Korrektionsbereich sphärisch: +4.00 bis –8.00 dpt.

Korrektur des Astigmatismus: bis maximal 4.00 dpt.

- **Lasek – Laser (sub)epitheliale Keratektomie**

Das Hornhautepithel wird mittels einer Alkohol-Lösung aufgeweicht und auf die Seite präpariert. Die darunter liegende Schicht (Stroma) wird mit dem Excimerlaser behandelt. Anschließend wird das Epithel wieder wie eine Schicht auf die behandelte Hornhaut gelegt.

Korrektionsbereich sphärisch: +4.00 bis –8.00 dpt.

Korrektur des Astigmatismus: bis maximal 4.00 dpt.

- **Intracorneale Ringe / Intacs**

In die mittlere Peripherie der Hornhaut werden im Bereich des Stromas zwei Ringsegmente implantiert, diese ändern indirekt die Brechkraft im Zentrum.

Korrektionsbereich sphärisch: –2.00 bis –5.00 dpt.

- **Intraoculare Hinterkammer Linse**

Implantation einer Kunstlinse hinter die Pupille (Iris), vor die eigene, natürliche Augenlinse.

Korrektionsbereich sphärisch: –8.00 bis –25.00 dpt. und +4.00 bis +12.00 dpt.

- **Intraoculare Linse**

Ersetzen der eigenen Augenlinse durch eine Kunstlinse mit optimierter Brechkraft. Das Auge ist dann "pseudophak". Das Auge verliert die natürliche Möglichkeit der Naheinstellung (Akkommodation).

Korrektionsbereich sphärisch: +12.00 bis –30.00 dpt.

- **Intraoculare Vorderkammer Linse**

Implantation einer Kunstlinse vor der Pupille (Iris), die Fixation erfolgt entweder im Kammerwinkel oder an der Iris selbst.

Korrektionsbereich sphärisch: –8.00 bis –25.00 dpt. und +4.00 bis +12.00 dpt.



Intracornealer Ring  
Quelle: Der Keratokonus



Intraokulare Vorderkammerlinse  
Quelle: Der Keratokonus

Für die anderen oben erwähnten Methoden ist eine Abbildung nicht sinnvoll, da bei erfolgreicher Durchführung die einzelnen Details im Druck nicht wünschenswert dargestellt werden können.

## 7. Vorgespräch mit dem „Contactlinsen-Interessierten“

Vor dem Beginn jeder Anpassung versucht man die Wünsche und Bedürfnisse des Contactlinsen-Interessierten in einem Gespräch herauszufinden und ihn über folgende Punkte zu informieren

- Unterschiede zwischen Contactlinsen- und Brillenkorrektion
- Vor- und Nachteile unterschiedlicher CL-Typen
- Kontraindikationen oder Einschränkungen auf funktionellen, nicht morphologischen Gründen
- Tragezeiten und Möglichkeiten, individuell und situationsbedingt
- Lebensdauer der verschiedenen CL-Typen
- Info über Ablauf einer Contactlinsen-Anpassung
- Anschaffungskosten für Erstausrüstung
- Pflegeaufwand und –kosten für unterschiedliche CL-Typen
- Probezeit bezüglich Verträglichkeit und Funktionalität
- Unkosten-Aufwand im Nichterfolgsfall
- Folgekosten für Nachkontrollen und Nachversorgung

## 8. Festzuhaltende Parameter zur Anpassung von Contactlinsen

### b. Anamnese

- Eigene Contactlinsen-Geschichte (besteht bereits Erfahrung, seit wann werden CL getragen, welche CL, gibt es Probleme mit den bestehenden Linsen, welcher Art)
- Anforderungen an Tragedauer, -rhythmus und Einsatzbereich
- Liegen Augenerkrankungen, Operationen oder Traumen, evtl. familiäre Dispositionen vor
- Gibt es Allergien oder sonstige Grunderkrankungen mit evtl. verbundener Medikamenteneinnahme
- Arbeits- und Freizeitbelastungen (Bildschirmarbeit, Klimaanlage, Sport)

### b. Hornhaut-Radien und -Topographie

- Objektive Messung der zentralen Hornhaut-Radien mit dem NIDEK ...,
- Subjektive Messung der zentralen Hornhaut-Radien mit dem Zeiss Ophthalmometer und Bewertung der Testmarken (klar, verschwommen, verzerrt)
- Objektive Messung der Hornhaut-Oberfläche mit dem Haag-Streit Videokeratographen CTK 922 (22000 Messpunkte, maximales Messfenster Ø 8.0mm)

### c. Sehschärfen frei

- Monokularer Visus ohne Sehhilfe

### d. Refraktion und bestmögliche Sehschärfen

- Monokulare Brillenglasbestimmung mit Phoropter oder Messbrille und Festhalten des entsprechenden Visus
- Bei Bedarf Binokularstatus am Zeiss Polatest

### e. Spaltlampenuntersuchung des vorderen Augenabschnitts

- Befund der Adnexen
- Untersuchung der bulbären und tarsalen Bindehaut
- Beurteilung der Tränenfilmqualität (Tränenmeniskus, BUT, Fliessverhalten, Reflexbild, Lipcof)
- Befinden der Hornhaut (Trübungen, Narben, Einschlüsse, Verletzungen, Veränderungen)
- Besonderheiten in der Vorderkammer, Iris, Augenlinsen (Katarakt)

### f. Weitere Werte, die zur Anpassung situativ wichtig sind

- Lidspaltengröße
- Unter- und Oberlidlagen (peripher, tangential, schneidend)
- Sichtbarer Hornhaut-Durchmesser
- Pupillengröße bei „Normalbeleuchtung“
- Corneo-Skleral-Profil

### g. Weitere Geräte und Untersuchungsmethoden

- Nyktometer zur Bestimmung des Dämmerungssehvermögens und der Blendempfindlichkeit
- Perimeter zur Festlegung des Gesichtsfeldes

## 9. Ablauf einer CL-Anpassung

### a. Festlegen des Linsen-Typs

Nach Vorgespräch, Aufnahme der Anamnese, Festhalten der vorbereiteten Beobachtungen und Messungen wird in Bezug auf Kundenerwartungen, -wünsche und Umsetzbarkeit der entsprechende Linsen-Typ bestimmt.

### b. Definieren der ersten Linsenparameter

Aufgrund der gewonnenen Daten können die Parameter der ersten Probelinse fixiert werden. Ist die gewünschte Linse nicht vorhanden, wird mit derjenigen Linse des Lagers vorlieb genommen, die den Werten der theoretischen CL am nächsten kommt.

Zur Auswahl der ersten Anpass-Linse spielen verschiedene Faktoren eine ausschlaggebende Rolle:

- Anforderung an Tragerhythmus
- Korrektur
- Hornhautradien
- Hornhaut-Topographie
- Tränenfilmqualität
- Bindehautbeschaffenheit
- Lidspaltengröße

Durch sehr umfangreiche Lieferprogramme im Standard Austauschbereich und der individuellen Linsenfertigung ist eine spezifische Anpassung hervorragend möglich.

Bestimmend für die erste Linse ist die Basiskurve(n), Rückflächendesign und gegebenenfalls die Abflachung, Brechkraft und Durchmesser.

### c. Aufsetzen der ersten Anpass-Linse

Beim erstmaligen Aufsetzen einer CL, ist den gemischten Gefühlen der/des CL-Interessierten Rechnung zu tragen. Es ist wichtig mit einem guten Maß an Einfühlungsvermögen sich auf den/die jeweiligen KundenIn einzustellen und sich der Gefühle bewusst zu werden, die der erstmalige Kontakt einer CL am Auge bewirken kann. Da weiche Linsen normalerweise einen Mindestdurchmesser von 13.50mm haben ist das Auge entsprechend größer zu öffnen als bei gängigen formstabilen Linse mit Durchmessern von 8.0-12.0mm.

Erfahrungsgemäß ergibt sich beim Blick nach unten durch die geringe Exkursion der CL beim Lidschlag ein weniger stark ausgeprägtes Initialkörpergefühl.

### d. Kontrolle der ersten Anpass-Linse

Nach dem Aufsetzen der Probelinse findet eine erste Sitzkontrolle statt. Bei weichen CL wird die Zentrierung, Bewegung beim Lidschlag und ggf. Stabilisierung beurteilt. Bei formstabilen Contactlinsen kommt noch die Bewertung des Fluobildes hinzu. Hierzu wird eine fluoreszierende Flüssigkeit in den Tränenfilm gegeben und durch eine entsprechende Beleuchtung kann damit hervorragend die Tränenfilmverteilung unter der CL beurteilt werden. Ist die Linse zu flach, liegt sie zentral stärker auf als peripher und hat dort eine größere Tränenfilmdicke. Bei einem zu steilen Linsensitz ist der Tränenfilm in der Peripherie dünner als in der Mitte.

Ist die Auswahl der ersten Testlinsen zufrieden stellend kann ein Toleranztest, ein Aufenthalt entweder in den Geschäftslokalitäten oder gegebenenfalls auch im Freien, erfolgen. Falls die Parameter noch abgeändert werden müssen findet die Auswahl einer weiteren Probelinse statt bis ein befriedigendes Ergebnis erzielt wird.

Im Anschluss an den Toleranztest wird mit der subjektiven Refraktion zu den Linsen die optimale Stärke festgelegt und nochmals auf Zentrierung, Bewegung und bei formstabilen CL das Fluobild geprüft. Ist die Kontrolle zufrieden stellend, kann die Linse abgesetzt werden und die Inspektion des vorderen Augenabschnittes erfolgen. Befindet sich keine zumindest annähernd optimale Linse am Lager sollte eine entsprechende Anpass-CL bestellt werden.

Entweder kann der CL-Interessierte seine optimierten Linsen noch am gleichen Tag mitnehmen, soweit lagernd vorhanden, oder die endgültige Linse wird mit den entsprechenden Parametern bestellt.

## 10. Übung der Handhabung und Pflegemittelhinweise

Vor der Einweisung in die Handhabung und CL-Pflege werden dem/der CL-Interessierten die Linsen durch den Anpasser aufgesetzt, welche er/sie dann auch mit nach Hause nehmen darf.

Oftmals haben die Erst-TrägerInnen Schwierigkeiten das Auge direkt zu berühren – Damen mit Schminkerfahrung eher etwas weniger. Es kann daher oftmals von Vorteil sein für das Auge bezüglich Distanz und Druck erst an der Nase ein paar Mal zu üben. Sie haben dann die Möglichkeit Geschwindigkeit der Annäherung, Treffgenauigkeit und auch den Druck auf das Auge mit dem/der ProbandenIn bewusst und gezielt zu dosieren.

Vor der tatsächlichen Handhabung müssen die Hände gründlich mit nicht-rückfettender Seife gewaschen werden. Wichtig ist es darauf hinzuweisen, dass die CL nicht hinter das Auge wegrutschen können!

### a. Absetzen weicher CL

Es gibt grundsätzlich drei Methoden zum Absetzen von hydrophilen, weichen CL. Methode A ist sehr praktisch, Methode B ist v.a. bei Probandinnen mit langen Fingernägeln beliebt, wobei hier die Beschädigungsgefahr der CL durch den Soft-lens-handler reduziert werden kann.

- **Methode A**  
Den/die ProbandIn vorne, leicht unten im Spiegel einen Punkt fixieren lassen. Mit dem Zeige- und Mittelfinger der einen Hand den Rand des Oberlids knapp über den Wimpern fassen und die gleichen Finger der anderen Hand an den Rand des Unterlids legen. Die Lider sind nun soweit zu öffnen, bis die Linse völlig frei liegt. Nun können die Lidränder mit leichtem Druck von oben und unten gegen den Linsenrand geschoben werden, so dass sich die CL zentral vom Auge abhebt. Es ist darauf zu achten, dass diese dann auf eine fusselfreie, weiche Unterlage fällt und gut sichtbar ist.
- **Methode B**  
Am rechten Auge mit dem Zeige- und Mittelfinger der linken Hand das Oberlid knapp über den Wimpern fassen und leicht nach oben ziehen, dann mit dem Mittelfinger der anderen Hand das Unterlid leicht nach unten ziehen. Nun im unteren Drittel der Linsen den Soft-lens-handler, der in der rechten Hand gehalten wird, ansetzen und die Linse mit leichtem Druck zusammenschieben bis etwas Luft unter die CL kommt und sich selber vom Auge löst. Bei Ansetzen des Holders darauf achten, dass dieser nicht in Berührung mit der Bindehaut kommt, dies kann zu Irritationen mit starker Hyperämie der Gefäße führen.
- **Methode C**  
Den Zeige- und Mittelfinger der einen Hand am Rande des Oberlides knapp über den Wimpern fassen und nach oben ziehen und mit der anderen Hand mit dem Mittelfinger das Unterlid nach unten ziehen, dann mit Zeigefinger und Daumen die Ränder der Linse fassen und auf dem Auge zusammenschieben bis etwas Luft unter die Linse kommt.

In jedem Fall ist darauf zu achten, die Linsen nicht zu stark zusammen zu pressen, um eine Beschädigung der CL möglichst zu vermeiden.

### b. Absetzen formstabiler CL

Bei formstabilen Linsen sind zwei Methoden möglich, wobei Methode A nicht auf Hilfsmittel angewiesen ist.

- **Methode A**  
Beim Blick geradeaus muss die Lidspalte so weit offen sein, dass die CL von den Lidern befreit ist. Am rechten Auge mit der rechten Hand, am linken Auge mit der linken Hand ,die Lider jeweils nach außen etwas straff ziehen und gleichzeitig mehrere Lidschläge ausführen lassen. Darauf achten, dass die Linsen über einer Unterlage oder besser noch in die andere, freie Hand gespickt werden.
- **Methode B**  
Den Zeigefinger der einen Hand am Rand des Oberlides knapp über den Wimpern fassen und nach oben ziehen. Mit dem Mittelfinger der anderen Hand das Unterlid nach unten ziehen und mit dem befeuchteten Sauger, der von Daumen und Zeigefinger gehalten wird, gerade auf die Linse kommen, leicht drücken und gerade wieder wegführen. Wichtig dabei ist es immer geradeaus zu schauen sonst haftet der Sauger auf dem Auge. Fall dies doch der Fall sein sollte kann der Stöpsel jederzeit vom Auge seitlich weggedreht werden. Nicht hinausziehen!

### c. Aufsetzen von CL

Die Linse auf die Kuppe des jeweiligen Zeigefingers legen und mit dem Mittelfinger der gleichen Hand das Unterlid nach unten ziehen. Mit dem Mittel- und/oder Zeigefinger der anderen Hand von oben über die Stirn her kommend das Oberlid kurz oberhalb den Wimpern fassen, nach oben gegen das Stirnbein ziehen und festhalten. Den Zeigefinger mit der Linse dem Auge nähern und leicht und möglichst ohne Druck aufsetzen. Dabei hilft es, wenn der Zeigefinger nicht direkt von unten, sondern tendenziell waagrecht an das Auge geführt wird. Lidschlussreflexe sind weniger stark ausgeprägt, wenn dieser Vorgang vom Gegenauge im Spiegel fixiert wird. Sitzt die Contactlinse zentrisch auf dem Auge wird zuerst das Unter- und anschließend das Oberlid ausgelassen, um beim gleichzeitigen Loslassen ein rausspicken zu verhindern.

Vor dem Aufsetzen weicher Linsen sollte man sich vergewissern, ob diese nicht umgestülpt sind. Für den CL-Interessierten ist es erfahrungsgemäß einfacher, es sich zur Gewohnheit zu machen die Linsen immer in der gleichen Reihenfolge zu handhaben.

Sollte die Contactlinse nicht richtig platziert sein und auf die bulbäre Bindehaut abrutschen, kann diese anfänglich durch den Anpasser vom Auge genommen werden. Wenn das Aufsetzen problemlos möglich ist sollte geübt werden, wie verschobenen CL durch den/die ProbandIn selbst entweder richtig platziert oder abgesetzt werden können. Bei hydrophilen, weichen CL wird sich durch mehrmaligen Lidschlag und Blick in die entsprechende Richtung die Zentrierung von selbst ergeben. Mit Hilfe des Ober- bzw. Unterlides können formstabile Linsen wieder auf die Hornhaut geschoben werden. Nicht nur mit den Fingern!

Gerade am Anfang ist es sehr wichtig die Handhabung durch den/die ProbandenIn zu Hause in einer übersichtlichen und gut beleuchteten Umgebung durchzuführen.

### d. CL-Pflegemittel

Für eine optimale Langzeitverträglichkeit ist die richtige Pflege der CL von großer Bedeutung. Bei Abgabe der Pflegemittel und Information bezüglich Pflegeart ist es wichtig, dass diese Produkte, deren Bedeutung und Funktion gut und verständlich erklärt werden, um eine

- gute und dauerhafte Verträglichkeit
- bestmögliche Benetzung
- einwandfreie optische Abbildung
- Keimfreiheit
- lange Lebensdauer

der Linsen zu erreichen. Die Pflegemittel sollten nur durch den/die AnpasserIn bestimmt und falls notwendig ersetzt bzw. das Vorgehen der Pflege geändert werden. Die optimale Abstimmung des Pflegesystems auf Linsen-Typ und –Material ist unerlässlich. Daher sollten möglich keine „Fremdumrüstungen“ auf andere Pflegemittel vorgenommen werden, außer in Situationen, in denen die gewünschte Lösung nicht erhältlich ist.

Aufgrund der vielen möglichen Verunreinigungsmöglichkeiten mit körpereigenen oder körperfremden Stoffen, sowie Keimen, und der sich daraus ergebenden, möglichen Komplikationen ist die Notwendigkeit der Pflege der CL absolut notwendig.

#### Anforderungen, die an CL-Pflegesysteme gestellt werden:

- biologisch verträgliche Inhaltsstoffe
- Tonizität zum Tränenfilm (300-310 mOsm/l)
- an Tränenfilm angepasster pH-Wert (7.2-7.6)
- Sterilität der Lösung
- chemische Stabilität der Lösung
- Lösungen eines Systems müssen kompatibel zueinander sein
- Lösungen müssen gegenüber CL-Materialien inaktiv sein
- Keine Einlagerung der Konservierungsstoffe ins Linsen-Material (Speichereffekt)
- Verbesserung der Benetzungseigenschaften der CL-Materialien
- reinigen bzw. desinfizieren/konservieren

#### Pflegesystem-Arten:

- Reinigungslösung + Abspül- bzw. Aufbewahrungslösung
- Universal- und Kombinationslösung zum Reinigen, Abspülen und Aufbewahren
- Wasserstoffperoxyd-Systeme: - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Lösung + Platinkatalysator  
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Lösung + Katalase-Lösung  
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Lösung + Katalase-Tablette

Hydrophile, weiche CL müssen zu Erhaltung ihres Hydrationszustandes und zum Erreichen der Desinfektion in einer spezifischen Lösung aufbewahrt werden. Die Lösung hat dabei so aufgebaut zu sein, dass sie den Hydrationszustand der CL konstant hält und die Linsenparameter nicht beeinflusst werden.

### Reinigung von CL

Endogene und exogene Ablagerungen auf Contactlinsen können durch geeignete Reinigungsmassnahmen entfernt werden.

- **Desorption organischer Verbindungen durch Tenside**  
Tensidmoleküle sind oberflächenaktive Stoffe und bestehen aus einem hydrophilen und einem hydrophoben Gruppe. Sie richten sich so aus, dass sich der wasserfreundliche Teil dem Wasser zu orientiert und der wasserfeindliche Teil an hydrophoben Stoffen ausrichtet. Bei der CL Reinigung richtet sich der hydrophobe Teil des Tensides zu den hydrophoben Ablagerungen aus und lagert sich daran an. Die Verschmutzungen lösen sich, wenn die Kraft zwischen Ablagerung und Tensidmolekül grösser ist als die Kraft mit der die Ablagerung an der CL haftet. Die desorptierten Verschmutzungen werden von Tensiden umschlossen, in dem sich der hydrophobe Teil zur Ablagerung ausrichtet und die hydrophile Gruppe in die wässrige Umgebung zeigt. Diese umhüllten Verschmutzungen können durch Abspülen entfernt werden. Tenside besitzen häufig auch antimikrobielle Eigenschaften, daher kann bei tensidhaltigen Reinigungslösungen meist auf zusätzliche Konservierungsmittel verzichtet werden
- **Biochemischer Abbau organische Ablagerungen durch Enzyme**  
Enzyme sind Proteine, die chemische Reaktionen katalysieren, d.h. die Reaktionsgeschwindigkeit beeinflussen, ohne hierbei verbraucht zu werden. Die Wirkungsweise für Enzyme ist spezifisch, was bedeutet dass sie sich nur mit bestimmten Molekülen zum Auslösen der gewünschten Reaktion verbinden können. Ablagerungen an CL können durch Enzyme in kleinere wasserlösliche Einheiten aufgespaltet werden. Enzyme die Proteine in kleinere Stücke zerteilen heissen Protease. Entsprechend für Lipide werden die Enzyme als Lipase und für Muzine als Glycosidase bezeichnet. In der CL-Pflege wird der biochemische Abbau organischer Ablagerungen durch Enzyme hauptsächlich zu Proteinentfernung eingesetzt.
- **Chemischer Abbau organischer Ablagerung durch Oxidationsmittel**  
Hier werden Oxidationsmittel zum Aufspalten der Molekülverbindungen bei Ablagerungen verwendet. Anders als die Enzyme sind Oxidationsmittel nicht spezifisch und besitzen damit eine generelle Wirksamkeit gegenüber organischen Rückständen, wie Lipide oder Proteine, die in kleinere, wasserlösliche Stücke zerlegt werden und abgespült werden können. Diese Zerteilung passiert durch frei werdenden Sauerstoff oder Chlor, wobei das Oxidationsmittel eine gewisse Konzentration haben muss, eventuell verbunden mit Hitze. Bei den derzeitig verwendeten Wasserstoffperoxyd-Pflegesystemen mit einer maximalen Konzentration von 3% ist eine Entfernungswirkung von Ablagerungen nicht ausreichend gegeben.
- **Chelatisierung anorganischer Ablagerung durch Chelatbildner**  
Anorganische Ablagerungen bei CL sind hauptsächlich Calciumhaltiger Natur und zu ihrer Entfernung werden Chelatbildner (griechisch chela = Krebschere) eingesetzt. Man bezeichnet sie auch als Komplexbildner, da sie sich scherenartig um das Metallion ordnen und es umschliessen, um so genannte wasserlösliche Komplexe zu bilden. Einer der bekanntesten Chelatbildner in der CL-Pflege ist EDTA (Ethylen-diamin-tetra-acetat).
- **Reinigung mit abrasiven Reinigern**  
Durch winzig kleine, feste Partikel in der Reinigungslösung werden Ablagerungen auf der Oberfläche durch manuelles Reiben abgelöst und durch die dazugehörige Lösung abgespült. Bei sehr intensivem Reiben kann es längerfristig zu geringen Veränderungen von CL Parametern kommen.

### Desinfektion und Aufbewahrung von CL

Desinfektion beschreibt den Vorgang die CL in einen Zustand zu bringen, in dem sie nicht mehr infizieren kann. Dabei findet eine Keimreduktion um den Faktor vom mind.  $10^5$  statt, d. h. von ursprünglich 100.000 vermehrungsfähigen Keimen überlebt nicht mehr als ein einziger. Für Contactlinsen ist eine chemische oder thermische Desinfektion möglich.

Bei der thermischen Desinfektion werden die Linsen über einen definierten Zeitraum erhitzt, wobei neben einer physiologischen Kochsalzlösung kaum zusätzliche Chemikalien nötig sind. Leider ist auch die ständige Temperaturbelastung für die Linsenmatrix und die Abhängigkeit von einem Kochgerät zu sehen. Heute findet diese Desinfektionsmethode kaum mehr Anwendung.

Bei der chemischen Desinfektion werden die Linsen während den Tragepausen in einer Lösung gelagert, die durch den Einsatz von Desinfektionsmitteln die erforderliche Keimarmheit gewährleistet. Um die Desinfektion zu erhalten muss die Lösung bei jeder Anwendung erneuert werden. Während den Perioden des Nichttragens

müssen hydrophile, weiche CL außerdem unbedingt in einer geeigneten Lösung aufbewahrt werden, um ihren Hydrationszustand aufrechtzuerhalten. Dabei dürfen die Linsenparameter nicht beeinflusst werden. Auch bei gasdurchlässigen, formstabilen CL, v. a. bei neuartigen Materialien, ist eine Lagerung in einer desinfizierenden Lösung empfehlenswert, da sich je nach Hydrationszustand wesentliche Parameteränderungen ergeben können. Im trockenen Zustand kehren sich die hydrophoben Gruppen des Polymers nach außen und in wässriger Umgebung kehren sich die hydrophile Gruppen des Polymers nach außen, um ihren energieärmsten Zustand zu erreichen.

Aus Gründen der Hygiene und Sicherheit ist es ratsam zur Wahrung der Keimarmheit alle gängigen CL-Typen in spezifischen Lösungen aufzubewahren. Jeweils für weiche und formstabile Linsen gibt es spezielle Lösungen, die auf die Materialeigenschaften abgestimmt sind, z. B. bei weichen CL großmolekulare Inhaltsstoffe, um ein mögliches Speichern in die Linsenmatrix auszuschließen.

## 11. Weiche, hydrophile Contactlinsen

### a. Contactlinsen-Typen

- 1-Tages Contactlinsen
- 14-Tages Contactlinsen
- 1-Monats Contactlinsen
- 3-Monats Contactlinsen
- Ein- und Mehrjahres Contactlinsen
- Permanent- oder Extended-Wear-Contactlinsen

Contactlinsen werden nach Material, Austauschrhythmus, Herstellungsprozess und Geometrie unterschieden.

### b. Contactlinsen-Geometrien

Grundlegend kann die Rückfläche weicher CL

- einkurvig
- mehrkurvig
- asphärisch
- torisch sein.

Welche Art von Linse dann wirklich entsteht entscheidet oft die Vorderfläche. Bei sphärischen CL ist diese entweder sphärisch (einkurvig) oder asphärisch.

Für torische Contactlinsen gibt es auf der Vorderseite 3 verschiedene Stabilisierungsprinzipien. Sie kann prismatisch (mit Prismenballast unten), dynamisch (Verdünnungszonen oben und unten, die von den Lidern bedeckt werden) oder prismatisch-dynamisch, als Kombination, sein. Damit soll erreicht werden, dass diese torischen Linsen nicht mehr rotieren können, sondern eine vertikale Bewegungsrichtung mit dem Lidschlag vorgegeben ist. Vor allem bei höheren Astigmatismen können kleine Auslenkungen zu merkbareren Visusschwankungen führen.

Bei bifokalen oder multifokalen CL wird die jeweilige Wirkungsweise meist über die Vorderfläche erreicht. Auch diese Linsen sind torisch erhältlich.

Weichlinsen werden auch bei kosmetischen Linsen verwendet. Hierbei kann die Farbgebung der Linsen durch maschinell aufgebraute Farbmuster passieren oder handbemalt werden. Der Iris- und Pupillendurchmesser ist bei speziell angefertigten Linsen frei wählbar, sowie die Gestaltung der Pupille, ob durchsichtig oder schwarz. Konfektionierte Ware hat bei den Grössenverhältnissen vorgegebene Parameter.

### c. Materialien und Herstellung

Contactlinsen-Materialien, ob hart oder weich, stellen makromolekulare, organische Werkstoffe (Polymere) dar und zählen zu den Kunststoffen.

Das erste Weichlinsen-Material, Hydroxyäthylmetacrylat (HEMA), wurde 1955 von Otto Wichterle hergestellt. Aber erst 1961 gelang es Wichterle im „Schleudergussverfahren“ eine Contactlinse aus diesem Material zu produzieren. Mit einem Wassergehalt von 38% hatte es eine gute Reissfestigkeit und gegenüber den bestehenden Hartlinsen ein wesentlich geringeres Initialfremdkörpergefühl. 1963 wurden die ersten HEMA-Linsen im Drehverfahren hergestellt und einem grösseren Kundenkreis zugänglich gemacht. 1988 wurde mit der Markteinführung der ersten Tageslinse Acuvue die Ära der Austauschlinsen eingeläutet.



Die Eigenschaften der unterschiedlichen CL-Materialien werden hauptsächlich von ihren monomeren Inhaltsstoffen, sowie deren Kettenlänge und ihrer Anzahl und Art der Quervernetzungen bestimmt.

Im Castmolding- oder Spincoating-Verfahren wird das flüssige Monomer durch Polymerisation (Photopolymerisation oder Thermische Polymerisation) in einen festen Zustand versetzt. Monomere sind niedermolekulare, reaktionsfähige Moleküle, die sich zu unverzweigten oder verzweigten Polymeren zusammenschließen können. Polymere enthalten hydrophile Gruppen, wobei deren Art und Anzahl, sowie deren räumliche Vernetzung, das Wasseraufnahmevermögen steuern.

Beim Schneide-Drehverfahren wird die CL aus einem bereits festen Polymer-Block gearbeitet. Zuerst wird spanabhebend die Rückfläche der Linse geschnitten und anschliessend die Vorderfläche definiert. Um die Materialeigenschaften zu optimieren werden verschiedene Monomere kombiniert, um z.B. die Wasseraufnahmefähigkeit oder mechanische Eigenschaften zu verändern.

Eine spezielle Gruppe der weichen Contactlinsen sind die Silikon-Hydrogele. Obwohl Silikon alleine eine exzellente Sauerstoffdurchlässigkeit aufweist eignet es sich wegen seiner stark hydrophoben und nicht hydrogelen Eigenschaft nicht als Linsenmaterial. Dazu muss der Silikon-Anteil mit einem hydrophilen Anteil verbunden werden, was die Hersteller mit den Silikon-Hydrogelen erreicht haben. Sie zeichnen sich durch herausragende Sauerstoffdurchlässigkeit bei geringem Wassergehalt und sehr guten Benetzungseigenschaften aus.

CL mit einem H<sub>2</sub>O Gehalt von  $\geq 10\%$  werden nach DIN ISO 11539 als Hydrogele beschrieben. Heute erhältliche weiche CL haben einen Wassergehalt zwischen 24% und 80% für diverse MMA/NVP-Copolymere. Die Wasseraufnahmefähigkeit der Linse ist abhängig von Art und Zusammensetzung der verschiedenen Monomere. Das Quellverhalten der Linsen muss bei der Fertigung dementsprechend berücksichtigt werden, denn durch die Wasseraufnahme verändern sich Durchmesser, Dicke, Rückflächenradius und -form.

Weiche Contactlinsen werden je nach Wassergehalt und Ionisierung laut Food and Drug Administration (FDA) in folgende Gruppen eingeteilt:

Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III	Gruppe IV
Low Water ( $<50\%$ H <sub>2</sub> O)	High Water ( $>50\%$ H <sub>2</sub> O)	Low Water ( $<50\%$ H <sub>2</sub> O)	High Water ( $>50\%$ H <sub>2</sub> O)
Nicht-Ionische Polymere	Nicht-Ionische Polymere	Ionische Polymere	Ionische Polymere

#### d. Vorteile – Nachteile

- ☺ geringeres Initialfremdkörpergefühl
- ☺ kaum Staubempfindlichkeit
- ☺ niedrige Verlustgefahr
- ☺ kein spectacle blur
- ☺ corneale Sensibilität bleibt erhalten
- ☺ für gelegentliches Tragen geeignet
- ⊗ bewusste und intensive Hygiene bei der Handhabung und Pflege
- ⊗ höheres Infektionsrisiko
- ⊗ Korrekturen von irregulären HH-Topographien sind beschränkt
- ⊗ Komfort und Visus sind abhängig vom Wassergehalt
- ⊗ Neovascularisationen eher wahrscheinlich

#### e. Möglichkeiten und Grenzen

Solange eine gleichmäßige Hornhaut Topographie gegeben ist lassen sich viele Fehlsichtigkeiten mit weichen Linsen sehr gut korrigieren. Aber nicht nur die Hornhautvorderfläche spielt eine entscheidende Rolle. Vor allem bei sehr hohen Plus-Korrekturen muss durch die begrenzte optische Zone ein zentraler Sitz gewährleistet werden, um eine einwandfreie optische Abbildung zu erreichen. Für den Sitz der Linse ist der Übergang von Hornhaut zur bulbären Bindenhaut, sowie Lage und Spannung von Ober- und Unterlid entscheidend. Die Linse soll sich zwar zentrisch ausrichten und gleichzeitig aber beweglich genug sein, um eine ausreichende physiologische Versorgung zu gewährleisten. Je nachdem ob Größe, Basiskurve oder Abflachung geändert werden, soll dem Rechnung getragen werden.

Bei eher wenig Tränenfilmmenge, reduzierter Blinkfrequenz und/oder trockenen Umgebungssituationen kann der Wassergehalt bei hydrophilen, nicht silikonhaltigen Linse schwanken und zu Formveränderungen führen. Bei dehydrierten, hydrophilen Linsen sinkt die Sauerstoffdurchlässigkeit und hat damit Auswirkungen auf die physiologische Komponente. Linsen mit einer erhöhten Wasserretention können dem entgegenwirken.

## 12. Formstabile, flexible Contactlinsen

### a. Contactlinsen-Typen

Die formstabilen, flexiblen Contactlinsen können abhängig von Material und Pflege 1-4 Jahre getragen werden.

### b. Contactlinsen-Geometrien

Bei der Anpassung formstabiler Linsen muss die CL-Rückfläche optimal den Gegebenheiten der Hornhaut-Oberfläche entsprechen.

Ausschlaggebend ist hier die Rückflächengestaltung der jeweiligen Linse. Sie kann sein:

- einkurvig
- mehrkurvig
- asphärisch
- torisch
- periphertorisch
- quadrantenspezifisch
- hemisphärisch

Die Vorderfläche entscheidet über die Art der Korrektur:

- sphärisch
- torisch
- prismatisch
- bifokal
- multifokal

Sphärische, sowie multifokale Linsen dürfen am Auge rotieren. Rückflächen-torische, bitorische, vorderprismatisch-torische, bifokale, multifokal torische, hemisphärische oder quadrantendifferente Linsen dürfen sich nur vertikal bewegen und tun dies entweder allein durch ihre vorgegebene Rückflächenform oder durch einen auf der Vorderfläche aufgebrauchten Prismenballast.

### c. Materialien und Herstellung

Polymethylmethacrylat (PMMA) war 1938 der erste Werkstoff für harte Contactlinsen – er ist quasi sauerstoffundurchlässig. In den Polymeren der heutigen CL-Materialien ist Methylmethacrylat für die mechanische Stabilität und optischen Qualität, Siloxan und oft auch Fluorverbindungen enthalten. Silizium erhöht zwar die Sauerstoffdurchlässigkeit, setzt allerdings die Hydrophilität herab. Fluorverbindungen erhöhen die Sauerstofflöslichkeit, verringern die Ablagerungstendenz und machen das CL Material eher weich. Silikon-Hydrogele können mit unterschiedlichem Wassergehalt hergestellt werden, d.h. bei wenig Wassergehalt ist die Linse formstabil. Hier wird ein sehr geringer Anteil an Flüssigkeit nur an der Oberfläche der CL gebunden. In das Innere der Linse dringt kein Wasser ein, womit die Linse hart bleibt aber eine „weiche“ Oberfläche hat und sehr gut benetzt wird.

CL mit einem H<sub>2</sub>O Gehalt von  $\leq 10\%$  werden nach prEN ISO 11539 als Nicht-Hydrogele beschrieben. Formstabile Contactlinsen werden je nach Materialzusammensetzung in folgende Gruppen eingeteilt:

#### Gruppen

- I Materialien, die weder Silizium noch Fluor enthalten
- II Materialien, die Silizium aber kein Fluor enthalten
- III Materialien, die Silizium und Fluor enthalten
- IV Materialien, die Fluor aber kein Silizium enthalten

### d. Vorteile – Nachteile

- ☺ lange Lebensdauer
- ☺ sehr gute Sauerstoffversorgung
- ☺ hervorragende Langzeitverträglichkeit
- ☺ stabiler Visus
- ☺ geringe Allergierate
- ☺ einfache Pflege und Handhabung
- ☺ vielfältige und ausgezeichnete Möglichkeiten bei der Versorgung von irregulären HH-Oberflächen
- ☺ kaum morphologische Komplikationen
- ☺ sehr guter Tränenfilm-Austausch unter der Linse

- ⊗ hohes Initiaikörpergefühl
- ⊗ bei Verlust oder Bruch höherer Kostenaufwand als Austauschsystem
- ⊗ spectacle blur bei schlechtem CL Sitz möglich
- ⊗ Halo-Effekt möglich (Dezentration, grosse Pupillen)

### e. Möglichkeiten und Grenzen

Prinzipiell lassen sich gleichmäßige Hornhaut Topographien sehr gut mit formstabilen Linsen korrigieren. Schwierig kann hier allerdings das Linsenbewusstsein bringen, denn am Anfang des Linsentragens ist die Hornhautsensibilität am größten und dadurch auch die Empfindung am stärksten. Das Steigern der Tragezeiten soll zu einer geringeren Hornhautempfindlichkeit führen. Je nach Persönlichksstruktur, Sensibilität und Empfindungswahrnehmung wird der Tragekomfort formstabiler Linsen angenommen.

Bei unregelmäßigen Hornhaut-Topographien steht die ganze Bandbreite der möglichen CL-Formen zur Verfügung. Dabei ist es meist nicht möglich eine „gleichmäßige“ Auflage der Linse zu schaffen, sondern es gilt die Auflagen so gut wie möglich zu verteilen und nicht zuviel Druck auf eine Stelle zu geben. Schwierig kann es bei sehr unsymmetrischen Hornhäuten werden, da die Linsen zum Teil stark dezentrieren können. Je nach Ausprägung des Sulkus (Übergang von Hornhaut zur bulbären Hornhaut) kann sich die Linse auf die bulbären Bindehaut verschieben.

Bei sehr hohen Plus-Korrekturen ist die optische Zone sehr begrenzt und sollte daher für eine gute optische Qualität zentral sitzen. Diese Linsen können gewichtsbedingt etwas absacken, was allerdings von Sulkus, Ober- und Unterlidspannung beeinflusst werden kann. CL-Materialien mit einem geringeren spezifischen Gewicht können dem entgegenwirken.

Da diese Art Linsen einen äußerst geringen Wassergehalt haben verändert sich die Form auch bei trockenen Gegebenheiten kaum. Was aber hier zum Tragen kommt ist die mögliche mechanische Belastung, wenn der Tränenfilm zwischen Hornhaut und Linse dünner wird. Durch CL-Materialien mit sehr guten Benetzungseigenschaften kann diese Situation verbessert werden.

Zum Teil sollte von Seiten des Anpassers abgewogen werden, ob das maximal Mögliche für einen noch besseren Linsensitz oder verbesserte Sehleistung auch das Optimale für den Contactlinsen-TrägerIn ist. Z.B. würde beim Wechsel von einer rückflächen-torischen CL auf eine bitorische Variante die Linse dicker werden und damit könnte auch die Linsendynamik verändert werden. Die Dickenzunahme hat auch Einfluss auf die physiologische Versorgung der Hornhaut.

## 13. Bifokale und multifokale Contactlinsen-Systeme

In den vergangenen Jahren ist es zu einer Umverteilung der Alterspyramide gekommen, was zu einer Zunahme an Presbyopen und damit auch einem Interessenzuwachs an Linsen mit Nahkorrektur geführt hat. Es gibt verschiedene Systeme zu Versorgung von alterssichtigen Linsen-Interessenten. Um in diesem Linsenbereich erfolgreich anzupassen ist es wichtig den Wünschen und Anforderungen des Presbyopen im Vorgespräch und während der Anpasszeit grosse Aufmerksamkeit zu schenken.

### a. Monovision

- **Klassisch**  
Bei dieser Variante wird das Führungsaue (dominantes Auge) mit der optimalen Fernkorrektur versorgt und das Nicht-Führungsaue (nicht dominantes Auge) auf die optimierte Nahkorrektur eingestellt, es werden jeweils monofokale CL verwendet.
  - **Modifiziert**  
Das dominante Auge wird mit einer monofokalen Linse für die Ferne oder mit einer multifokalen CL versorgt. Das Nicht-dominante Auge kann entweder mit einer monofokalen CL für die Nähe oder mit einer multifokalen CL korrigiert werden.
- ⊗ klare Fern- und Nahsicht
  - ⊗ für monofokale Linsen keine Parameterbegrenzung
  - ⊗ gute Ergebnisse
  - ⊗ für Jungpresbyope geeignet
  - ⊗ künstlich erzeugte Anisometropie
  - ⊗ schwieriger bei höheren Nahzusätzen
  - ⊗ asthenopische Beschwerden möglich
  - ⊗ Müdigkeitserscheinungen bei längerem Lesen möglich

## b. Alternierende Systeme

### • Segmentierte Fern- und Nahzonen

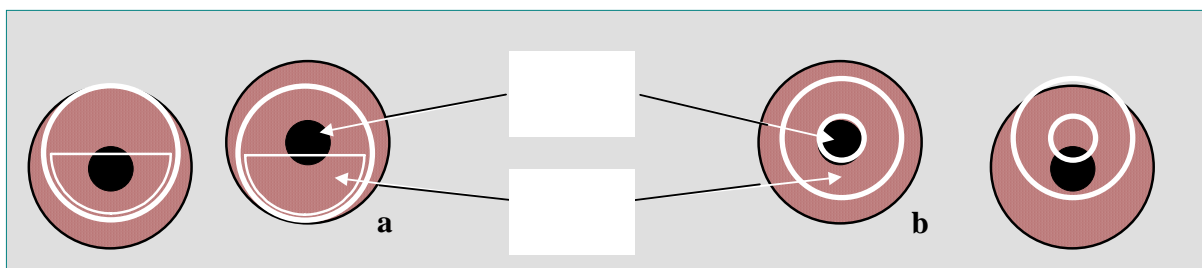
Der obere Bereich der CL wird für die Ferne, der untere für die Nähe genutzt. Die Zonen für Ferne und Nähe befinden sich je nach Augenbewegung abwechselnd, alternierend vor der Pupille. Beim Blick geradeaus wird der Fernbereich genutzt. Um unerwünschtes Rotieren der Linsen zu verhindern und einen notwendigen tieferen Sitz zu erreichen werden diese mit einem Prismenballast unten beschwert. Beim Blick nach unten stützt sich die CL auf das Unterlid und der Nahbereich rückt über die Pupille.

- ☺ große Fern- und Nahzonen
- ☺ klare Fern- und Nahsicht
- ☺ bei hohen Sehanforderungen geeignet
- ☺ jede Addition möglich
- ☹ Linsensitz und -bewegung für Erfolg ausschlaggebend
- ☹ Zwischendistanz bleibt unkorrigiert

### • Konzentrische Fern- und Nahzonen

Zentral befindet sich der Fernbereich in Pupillengröße bei Tageslichtverhältnissen und peripher die Nahzone. Ziel ist es beim Blick geradeaus eine zentrischen CL-Sitz zu erreichen, um den Fernbereich optimal nutzen zu können. Verschiebt sich die Linse bei Blickrichtungswechseln, z.B. nach unten, kommt die Nahzone zum Einsatz.

- ☺ rotationsunabhängig
- ☺ jede Addition möglich
- ☺ bei hohen Sehanforderungen geeignet
- ☹ Linsensitz und -bewegung für Erfolg ausschlaggebend
- ☹ Zwischendistanz bleibt unkorrigiert
- ☹ Abhängigkeit von Pupillengröße



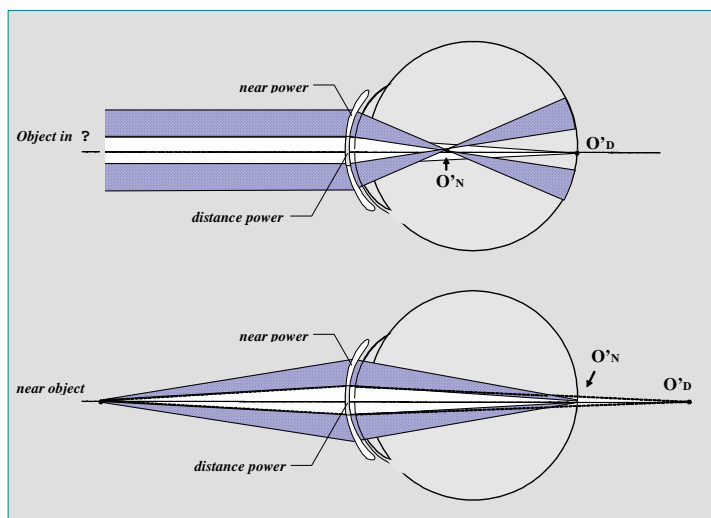
Quelle: M.Sc.-Arbeit S.H. Dremmel, et. al.

### c. Simultane Systeme

- **Konzentrisch bifokal**

Aufgebaut in zwei konzentrische Zonen, wobei sich die Fernwirkung im Zentrum und die Nahwirkung in der Peripherie befindet oder umgekehrt. Der Zentralbereich ist immer kleiner als die Pupille bei Tageslichtverhältnissen, wobei das Verhältnis der Pupillengröße zur Fläche der jeweiligen optischen Zone eine Dominanz von Fern- oder Nahwirkung ergibt. Es kommt immer zu einer Überlagerung des Seheindrucks von Ferne und Nähe. Bei Blick in die Ferne fällt ein scharfes Bild vom Fernbereich auf die Netzhaut und ein unscharfes Bild von der Nahzone. Bei Blick in die Nähe fällt ein scharfes Bild vom Nahbereich auf die Netzhaut und ein unscharfes Bild von der Fernzone.

- ☺ rotationsunabhängig
- ☺ für Jungpresbyope
- ☹ reduzierte Sehschärfen für Ferne und Nähe
- ☹ kontrastreduzierend
- ☹ Problematik nimmt mit höheren Additionen zu
- ☹ Sehschärfe von Pupillengröße abhängig
- ☹ zentrischer Sitz nötig
- ☹ Zwischendistanz bleibt unkorrigiert

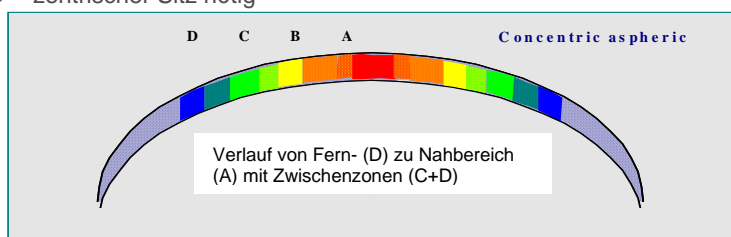


Quelle: M.Sc.-Arbeit S.H. Dremmel, et. al.

- **Konzentrisch multifokal**

Ist der Übergang der konzentrischen Bereiche von Ferne zu Nähe mit Zwischenzonen verbunden spricht man von einer multifokalen Linse. Das bedeutet es werden mehrere Bilder auf der Netzhaut überlagert. Die Korrekektionsfläche kann die Vorder- oder die Rückseite der Linse sein.

- ☺ rotationsunabhängig
- ☺ für geringe bis mittlere Additionen
- ☺ Zwischendistanzen werden korrigiert
- ☹ reduzierte Sehschärfen für Ferne und Nähe
- ☹ kontrastmindernd
- ☹ Problematik nimmt mit höheren Additionen zu
- ☹ Sehschärfe von Pupillengröße abhängig
- ☹ zentrischer Sitz nötig

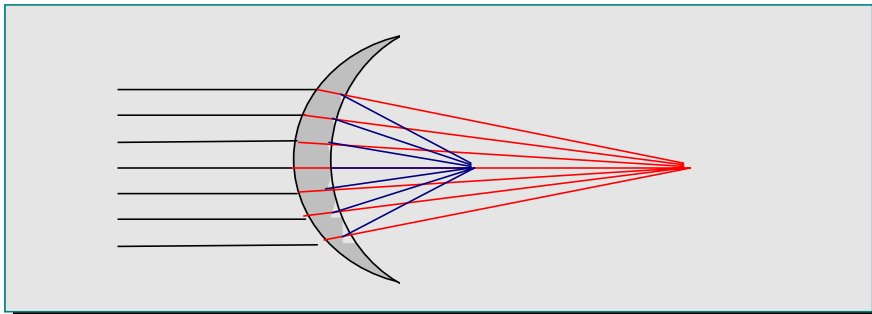


Quelle: M.Sc.-Arbeit S.H. Dremmel, et. al.

- **Diffraktiv**

Bei diesem Linsentyp wird das Prinzip der Brechung, sowie der Beugung für die Fern- und Nahkorrektur genutzt. Für die Ferne wird die Methode der Brechung eingesetzt und für die Nähe wird das Beugungsprinzip gebraucht.

- ☺ rotationsunabhängig
- ☺ weitgehend pupillenunabhängig
- ☹ reduzierte Sehschärfen für Ferne und Nähe
- ☹ reduzierter Kontrast
- ☹ nachts Halos
- ☹ Geisterbilder
- ☹ großer Lichtverlust
- ☹ keine physiologische Anpassung

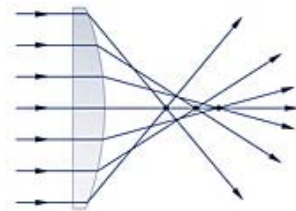


Quelle: M.Sc.-Arbeit S.H. Dremmel, et. al.

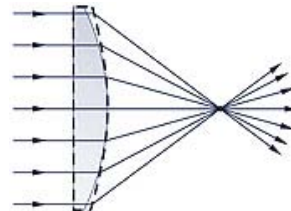
- **Aplanatisch**

Diese Linsen werden zur Korrektur der sphärischen Aberration eingesetzt, bei der Randstrahlen stärker gebrochen werden, was zu einem zentral scharfen Bild führt, welches zum Rand hin verschwommener wird. Dabei kommt es zu einer Einbusse von Bildschärfe, vor allem mit großen Pupillen bei Dämmerung. Die Korrektur der sphärischen Aberration kann nur auf die CL bezogen sein oder auch so berechnet sein, dass zusätzlich die sphärische Aberration des Auges korrigiert wird. Dadurch werden die Randstrahlen in den zentralen Brennpunkt gebrochen, was zu einer erhöhten peripheren Bildschärfe auch bei großen Pupillen und verbesserten Visus führt. Von dieser Steigerung der Sehleistung können Jungpresbyope profitieren.

- ☺ beeinflusst den Fernvisus nicht negativ
- ☺ für Jungpresbyope anfangs geeignet
- ☹ geringe „Additionswirkung“



Sphärische Aberration  
Quelle: www-itiv.etec.uni-karlsruhe.de



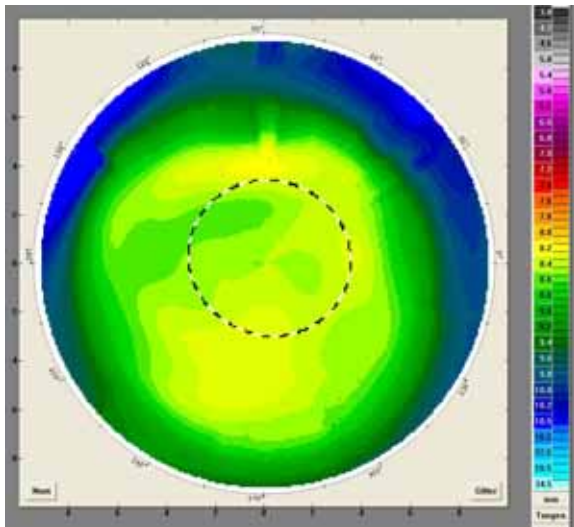
Korrigierte sphärische Aberration  
Quelle: www-itiv.etec.uni-karlsruhe.de

## 14. VKS Prints – Was diese aussagen können – von Eschmann-Contactlinsen

Die folgenden Darstellungen der Hornhautvorderfläche durch den Videokeratographen zeigen den durch Farben definierten Radienverlauf.

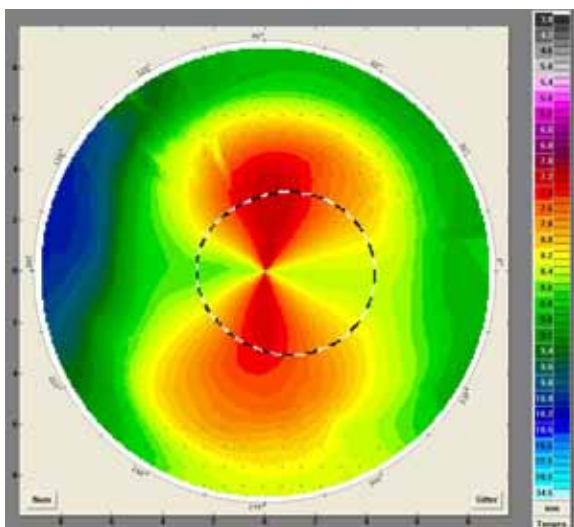
Bei der Vermessung der Hornhautoberfläche mit dem Videokeratographen wird eine Placido-Scheibe auf die Cornea projiziert und das Spiegelbild anhand eines Rechenprogramms ausgewertet. Bereiche, die durch Schatten, Ober- und/oder Unterlid verdeckt sind können nicht gemessen werden und reduzieren die Menge an auswertbaren Messpunkten. Durch die verwertbaren Ergebnisse können solche Blind-Bereiche extrapoliert werden. Auf Trübungen und Hornhautnarben kann teilweise kein Reflexbild der Placido-Scheibe erzeugt werden und dadurch auch nicht verwertet werden. Je höher der Auswertequotient, desto sicherer und genauer ist die Messung. Das maximale Messfenster hat einen Durchmesser von 8.0mm. In den folgenden Darstellungen ist der Radienverlauf durch die unterschiedlichen Farben demonstriert.

### a. Sphärische Hornhaut

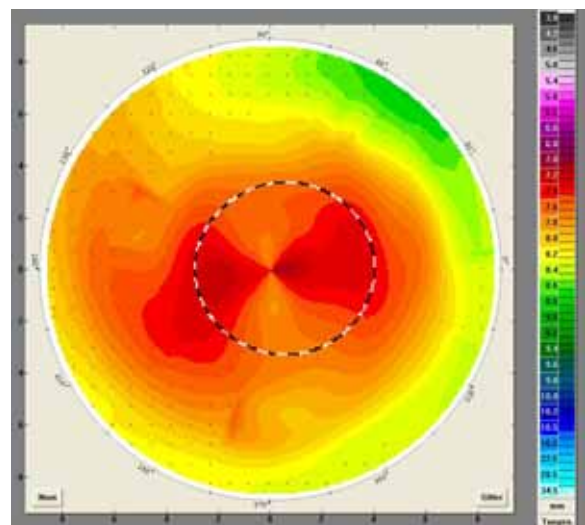


Kennzeichnend bei dieser Darstellung einer sphärischen Hornhautvorderfläche ist die annähernde, gleiche Krümmung in den unterschiedlichen Hornhautmeridianen. Zur Peripherie hin werden die Radien größer, was einen asphärischen Verlauf anzeigt.

### b. Regulärer Astigmatismus

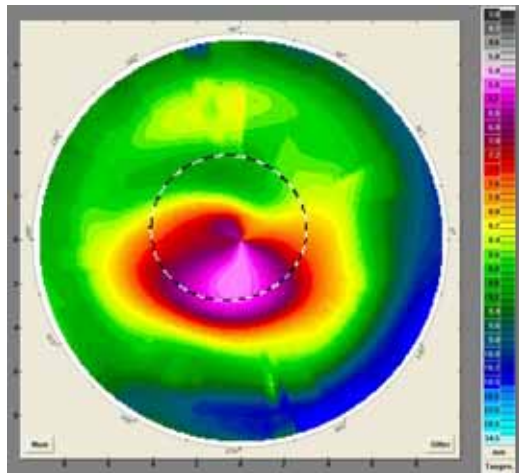


Astigmatismus rectus  
Hier befindet sich der flachere Hauptschnitt in ca. 0° und genau senkrecht dazu der steilere Radius

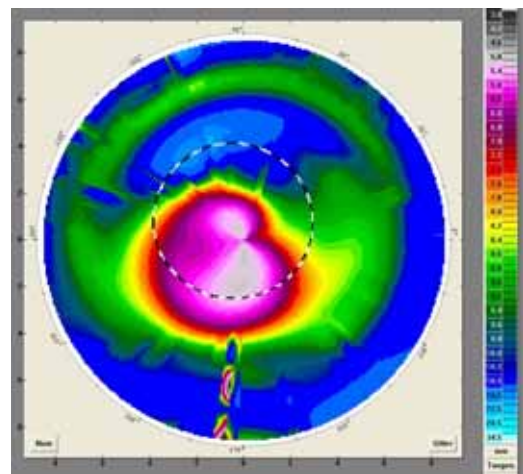


Astigmatismus inversus  
Ungefähr in der Vertikalen ist die Hornhaut stärker gekrümmt als in der Horizontalen

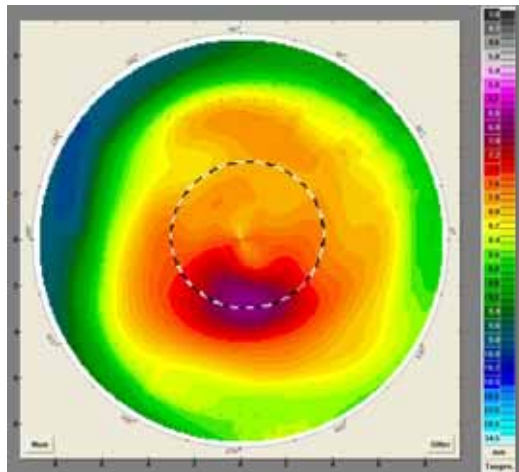
### c. Unregelmäßiger Astigmatismus – Keratokonus (KK)



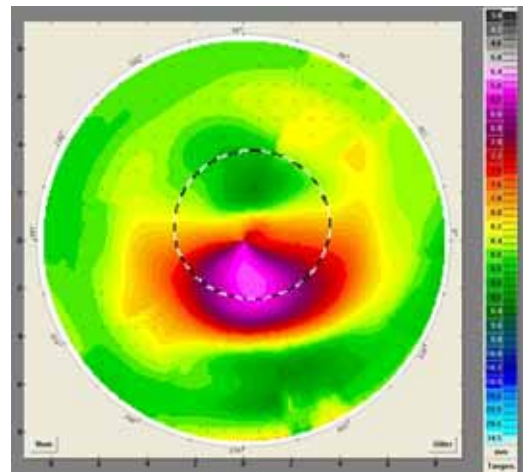
Progredienz Keratokonus OD bei M.A.  
Aufnahme vom 23.07.2003



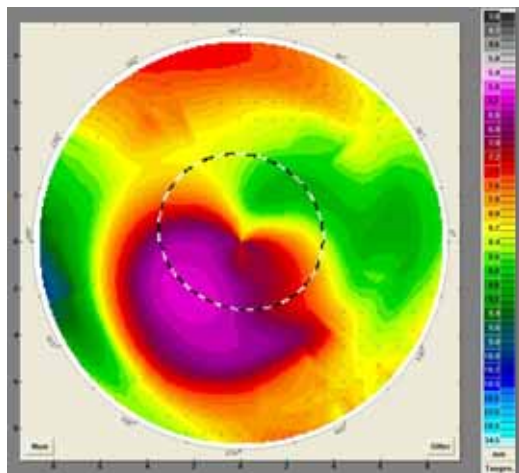
Aufnahme vom 11.05.2005



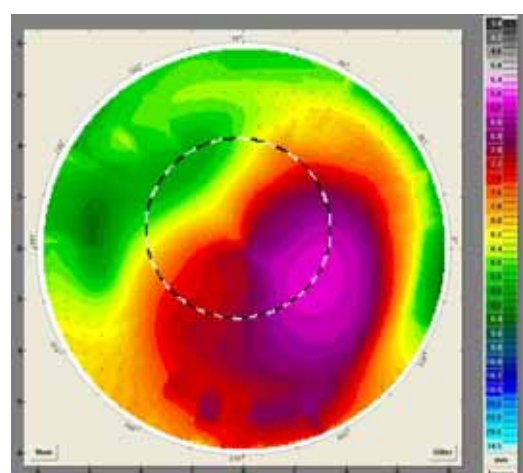
Progredienz Keratokonus OS bei M.A.  
Aufnahme vom 23.07.2003



Aufnahme vom 11.05.2005



Keratokonius OD bei B.M.

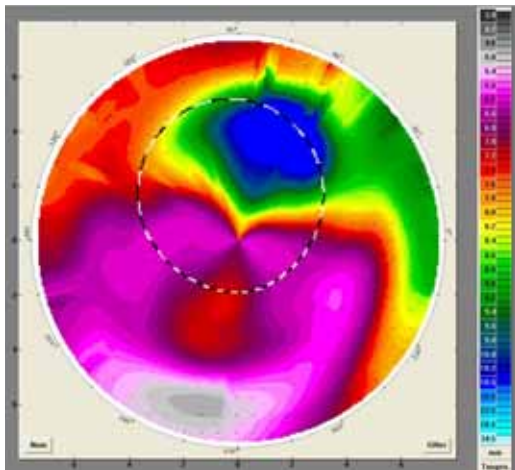


Keratokonius OS bei B.M.

Die Positionen des Keratokonus OD zu OS sind sehr häufig spiegelverkehrt, d.h. bilateral temporal, nasal oder inferior. Bei Progredienz des Keratokonus verstellen sich die zentralen Hornhautradien und die Exzentrizität nimmt zu. Keratokoni können mittig oder dezentriert sein. Der verdünnte Hornhautbereich befindet sich am Apex.

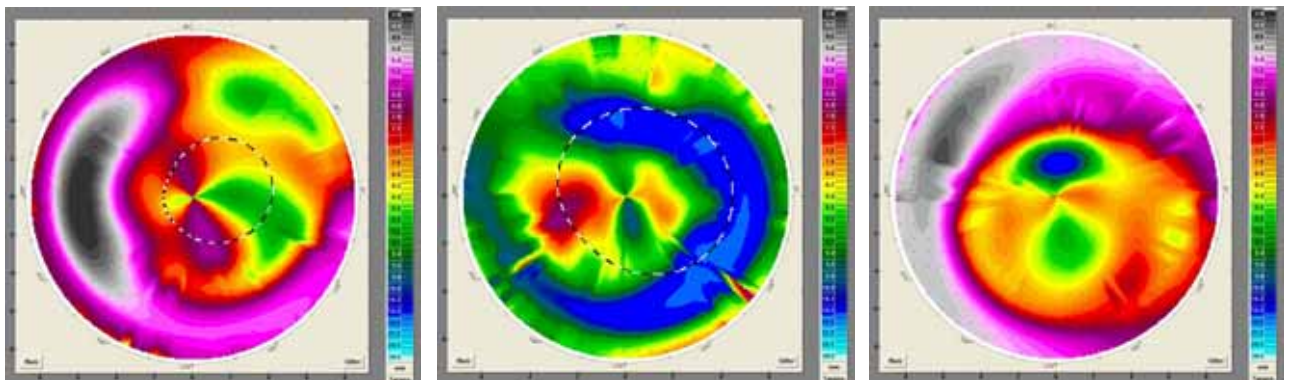


**d. Unregelmäßiger Astigmatismus – Peluzide marginale Degeneration (PMD)**



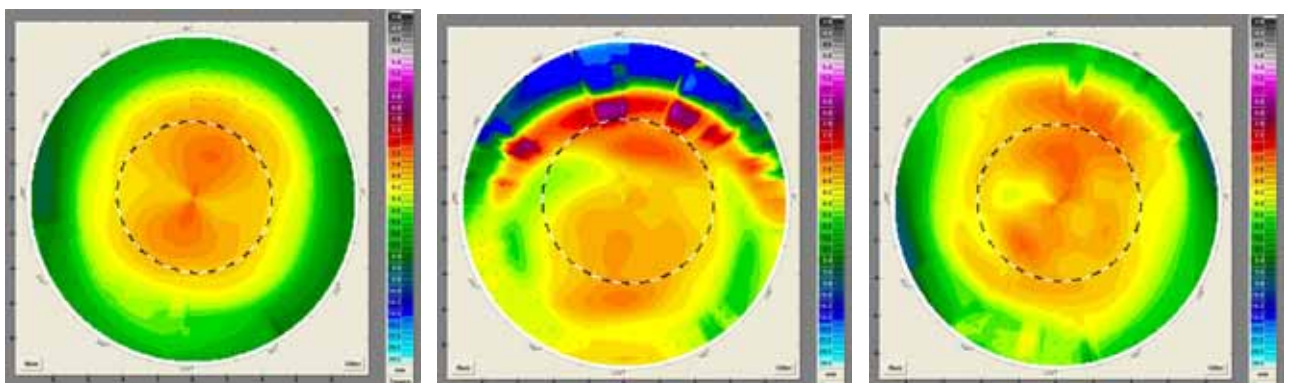
Dies ist eine ganz besondere Form von Hornhautveränderung. Charakteristisch ist das beinahe achsensymmetrische Bild bei der Aufnahme durch den Videokeratographen (kissing birds). Die Hornhautradien werden von oben kommend kleiner, wobei der steile Hornhautpart unten relativ peripher liegt. Die dünnste Hornhautstelle befindet sich unterhalb des Apex.

**e. Unregelmäßige HH – Nach perforierender Keratoplastik (PKP)**



Nach einer perforierenden Keratoplastik folgt die Hornhautform nicht mehr den ursprünglichen Gegebenheiten, sondern kann verschiedene Charakteristika besitzen.

**f. Spectacle blur**

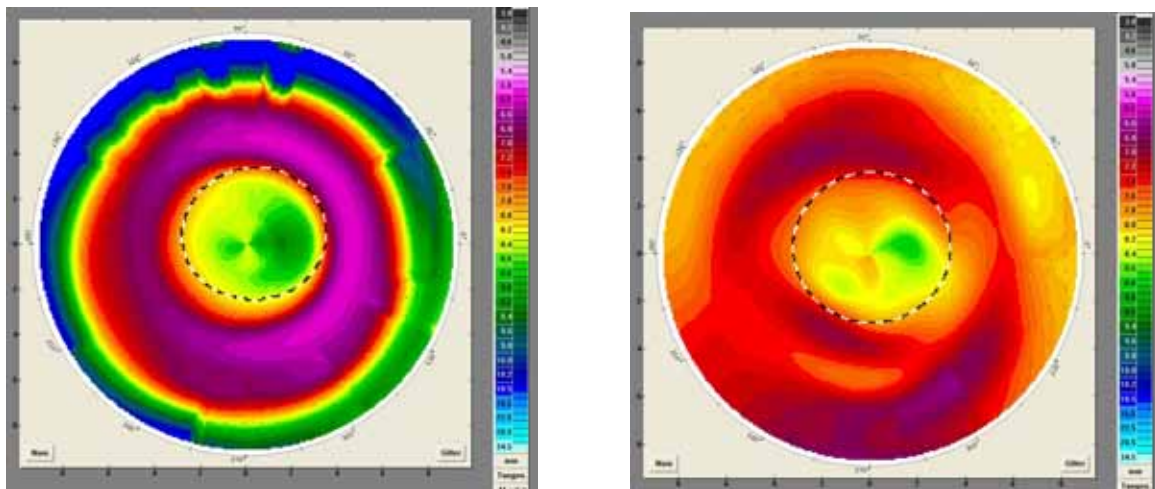


Nach 1 Woche CL-Karenz  
Sehr deutlich ist hier ein Astigmatismus Rectus zu sehen.

Nach Absetzen CL nach 2d Tragen  
Durch Low-Riding eine RGP wurde die HH verformt.

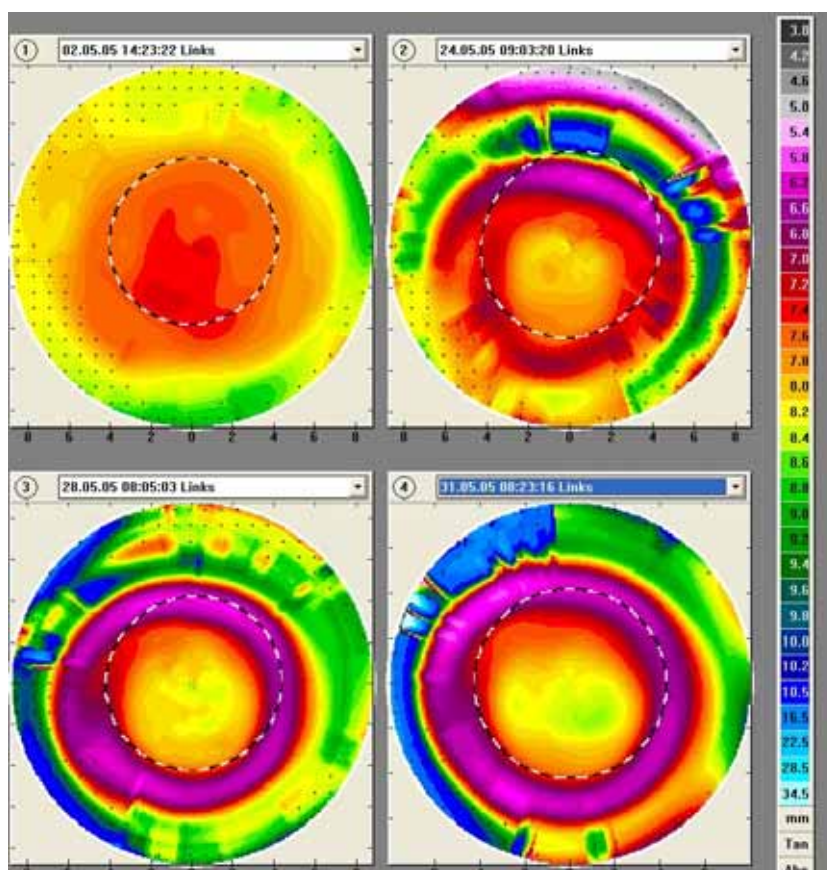
Nach 2d CL-Karenz  
Die Hornhaut hat während der Linsenpause begonnen wieder in Ihre ursprüngliche Form zu gehen.

### g. Post LASIK



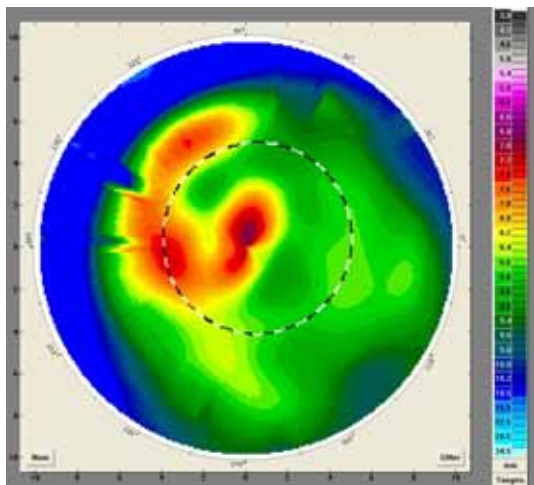
Durch den Lasereingriff wurde der zentrale Hornhautbereich abgeflacht, um die vorliegende Myopie zu korrigieren.

### h. Ortho-Keratologie

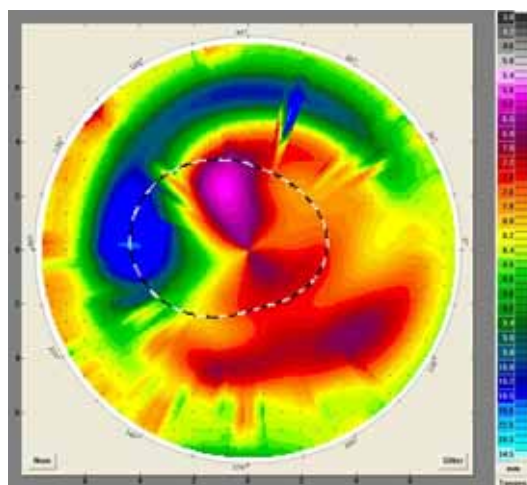


Hier zeigt sich der Verlauf der Hornhaut-Topographie bei der Anpassung von Ortho-K-Linsen. Bild 1 ist die Aufnahme vor dem Tragen von Kontaktlinsen. Die Hornhaut-Form nach der 1. Nacht ist auf Bild 2 zu sehen. Nach 5d hat sich bereits ein gut ausgeprägter Ring gebildet (Bild 3), welcher sich nach 10d Tragezeit kaum mehr verändert (Bild).

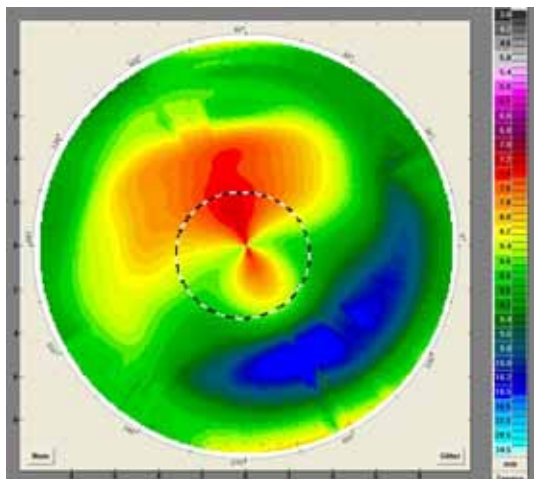
## i. Weitere Hornhaut Unregelmäßigkeiten



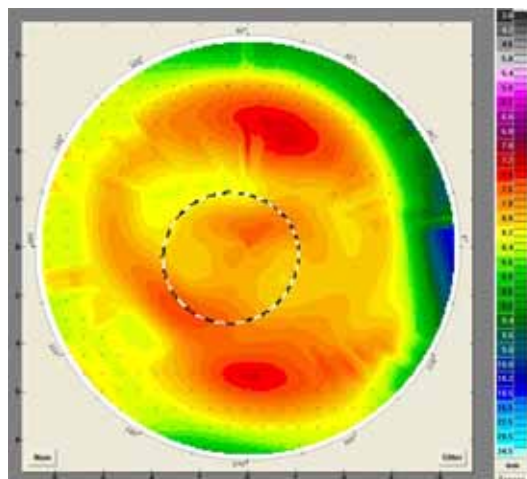
Topo nach Hornhaut-Perforation



Topo nach Hornhaut-Perforation



Hornhaut-Unregelmäßigkeit



Topo bei Problem mit Sicca-Syndromm

Es kann verschiedene Gründe haben, warum der Hornhautverlauf nicht regelmäßig ist und dabei keiner Regel Folge leistet.

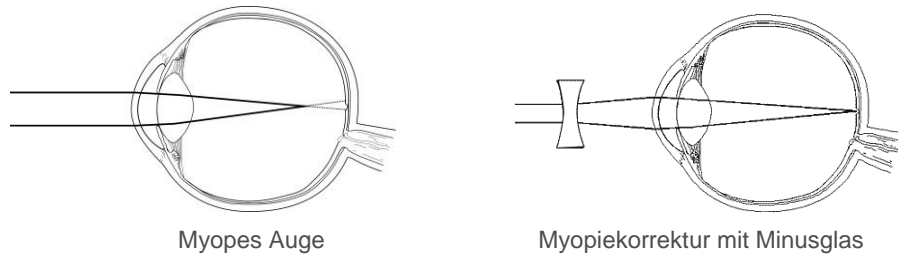
## 15. Ortho-Keratologie

Bei der Ortho-Keratologie wird durch spezielle formstabile Contactlinsen die Myopie vorübergehend eliminiert oder reduziert. Die Überlegung, die Hornhautform zu verändern, ist schon seit den 60er Jahren bekannt, was durch flach angepasste PMMA-Linsen im Tagestragen umgesetzt wurde. Die Erfolge hielten sich wegen der geringen Akzeptanz, der vielen nötigen Linsen, Dezentrationen und schlechten Voraussagbarkeit der Korrektur allerdings in Grenzen. Die modernen Ortho-K-Linsen werden über Nacht getragen und verformen dabei gezielt die Hornhautgeometrie, um während des Tages eine gute Sehleistung ohne Linsen oder Brille zu erhalten.

Mit höchstgasdurchlässigen CL besteht die Möglichkeit Myopien bis ungefähr sph. -4.0 mit Hornhaut-Astigmatismen bis cyl. -1.25 zu korrigieren. Neue Entwicklungen ermöglichen auch Korrekturen bei höheren Hornhaut-Astigmatismen. In der ersten Nacht kommt es oft schon zu einer Myopiereduktion von 60-70% und bereits nach 3-5 Nächten ist meist tagsüber keine zusätzliche Korrektur mehr nötig.

Als Anpasser sind fundierte Kenntnisse und Erfahrungen bei der Anpassung formstabiler Linsen nötig und es ist auf jeden Fall notwendig mit der Funktionsweise und Methodik von Ortho-K vertraut zu sein. Technische Voraussetzung zur Belieferung ist ein Videokeratometer, wobei die Messungen an den jeweiligen Hersteller übermittelt werden.

Ziel ist es die Hornhaut zentral und zentrisch zur Pupille mit einem möglichst großen Durchmesser, der ein kontraststarkes und streulichtfreies Sehen bei normalen Lichtverhältnissen ermöglicht, abzufachen. An diese abgeflachte Zone schließt sich eine konzentrische, steile Ringzone an und die weitere Peripherie bleibt unverändert. Aufgrund der zentralen Abflachung wird die Brechkraft der Hornhaut verringert und der Brennpunkt wandert Richtung Netzhaut.



Myopes Auge

Myopiekorrektur mit Minusglas

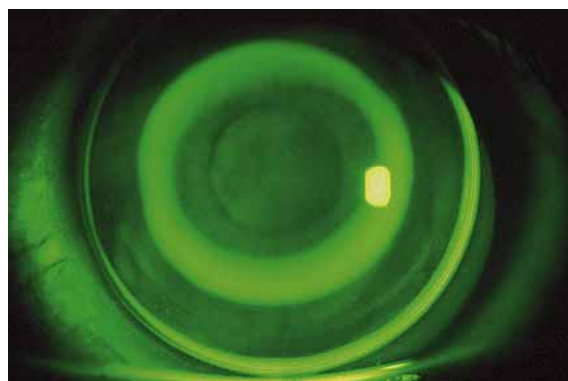
Quelle: [www.klinikum-dessau.de](http://www.klinikum-dessau.de)

Das folgende Bild zeigt den Aufbau einer entsprechenden Ortho-K-Linse im Querschnitt. Die zentrale Rückflächenzone ist flacher als die zentralen Hornhautradien, wobei der Wert abhängig von der gewünschten Korrektur ist und vom Hersteller individuell festgesetzt wird. Dadurch wird ein so genannter positiver Druck ausgeübt, welcher zum Abflachen führt. Das alleine würde jedoch nicht ausreichen und so schließt sich als nächstes die reverse Zone an, die durch ihre negativen Druck diesen Bereich durch eine Art Sogeffekt versteilt und als Ring um den optische, flachen Bereich verläuft. Es kommt dabei zu einer gezielten Umverteilung der Epithelzellen von innen nach außen, was zu einer zentralen Verdünnung des Hornhautepithels (40-60  $\mu\text{m}$ ) auf minimal 20 $\mu\text{m}$  und Ausbildung eines konzentrischen Rings führt. In der Peripherie befinden sich die Auflagezone, die parallel zu Hornhaut-Topographie verläuft und die periphere Kurve.



Quelle: Polymer Technology

Die Betrachtung des Fluobildes zeigt einen dünnen zentralen Tränenfilm, wobei sich im Tränenreservoir der reversen Kurve Tränenfilm bzw. Nachbenetzungslösung ansammelt. Um beim Aufsetzen Luftblasen im Tränenreservoir zu vermeiden, welche die Wirkungsweise negativ beeinflusst und zu Dellen auf der Hornhaut führen kann, wird die Linse zum Aufsetzen mit einer geeigneten Nachbenetzungslösung gefüllt und dient dabei als Puffer und Gleitfilm. Um ein besseres Ablösen der Linsen zu ermöglichen, empfiehlt es sich von dem Absetzen der Linse nochmals Nachbenetzungslösung in den unteren Bindehautsack zu tropfen, um die Ortho-K-Linse richtig zu Unterspülen. Die Größe der Abflachungszone ist abhängig von der notwendigen Korrektur. Je höher die Myopie, desto kleiner der Abflachungsbereich und desto schneller kann es zu Halos bei Dämmerungs- und Nachtsehen kommen.



Quelle: Polymer Technology

Mit aufgesetzter Ortho-K-Linse ist der Linsenträger korrigiert, da die entsprechende Stärke bei der CL berücksichtigt wird. Um einem Abfall der Sehleistung im Tagesverlauf, durch eine geringe Rückentwicklung, entgegenzuwirken wird der Linsenträger um sph. -0.50 bis -0.75 überkorrigiert, d.h. leicht hyperopisiert.

Unerlässlich für den Anpasser ist eine gute Selektion der Interessierten, wobei eine ausführliche Anamnese und gründliche Voruntersuchungen (Refraktion, Topometrie, Spaltlampenuntersuchung) absolut grundlegend sind. Objektiv ist festzuhalten, ob eine Korrektur der Myopie bei den Gegebenheiten des Interessierten überhaupt möglich ist. Besonders geeignet sind Myope, die den Wunsch nach befreitem Sehen hegen, Aktivitäten ausüben, bei denen Sehhilfen hinderlich sind und die Bereitschaft für die häufigen Kontrollen mitbringen.

Die Kontrollen finden bei der Erstanpassung relativ engmaschig statt:

- Bei CL Abgabe
- Morgens nach der ersten Nacht (mit aufgesetzter CL)
- Morgens nach 3-5 Tagen
- Morgens nach 1-2 Wochen
- Morgens nach 1 Monat
- Abends nach 1 Monat
- Alle 6 Monate

Bei den Kontrollen wird jeweils die Hornhaut-Topographie, Visus ohne Zusatzkorrektur und Refraktion festgehalten. Außerdem wird der vordere Hornhautabschnitt mit und ohne Fluorescein auf Veränderungen untersucht.

Die ersten Tage, an denen die Myopie noch nicht voll korrigiert ist, können mit Tageslinsen überbrückt werden. Regelmäßig nach einem Jahr werden die Ortho-K-Linsen ausgetauscht.

Die Myopie-Korrektur mit Ortho-K-Linsen ist voll reversibel und nicht invasiv!

## 16. Infoblatt Ortho-Keratologie von Eschmann-Contactlinsen



### Die „andere“ Art Contactlinsen zu tragen

#### Was ist Orthokeratologie?

Orthokeratologie ist der Fachausdruck für die vorübergehende Eliminierung oder Reduzierung der Myopie (Kurzsichtigkeit) durch die Anpassung und das Tragen formstabiler Linsen mit speziellem Design. Diese Methode gibt es seit den Sechzigerjahren, die Erfolge waren allerdings bescheiden und nur durch viele Veränderungen der Linsengeometrien während der Anpasszeit möglich. Entsprechend hoch waren der zeitliche und wirtschaftliche Aufwand.

Durch den Einsatz von neuartigen Orthokeratologie-Linsen mit reversen Geometrien durch computergestützte SML-Fertigungsverfahren hergestellt ist diese Methode sicher, schnell und vorhersagbar geworden.

Die Linsen werden nur über Nacht, während des Schlafes getragen, sie verformen gezielt die Topographie der Hornhaut, um tagsüber, während der Wachphase, eine gute Sehleistung ohne Brille oder Contactlinsen zu ermöglichen. Diese Art der Myopiekorrektur ist im Gegensatz zur Refraktiven Chirurgie nicht invasiv und voll reversibel.

Die Korrektur der Kurzsichtigkeit wird nur durch das regelmäßige Tragen der Linsen aufrechterhalten, ansonsten formt sich die Hornhaut wieder in den ursprünglichen Zustand zurück. Deshalb erhalten die ORTHO-K – Linsenträger nach Abschluss der Anpassung Ersatzlinsen, um bei einem möglichen Verlust, sofort passenden Ersatz zu haben.

#### Für wen ist Orthokeratologie geeignet?

Für Myope (Kurzsichtige) bis max. 4 Dioptrien Korrektur mit einem Astigmatismus (reine Hornhautverkrümmung) bis max. 1,5 Dioptrien. Die volle Korrektur wird in der Regel nach 3-4 Tagen erreicht. Weite Pupillen bei flachen Hornhautradien und höherem Korrektionsbedarf können den Erfolg einschränken. Bei sehr trockenen Augen, vor allem aber bei Hornhautauffälligkeiten und -irregularitäten muss von dieser Korrektionsart abgesehen werden.

#### Vorgehen bei der Linsenanpassung

Die Anpassung für Orthokeratologie ist aufwendiger als eine herkömmliche Linsenanpassung. Für eine sichere, effektive und verantwortungsvolle Anpassung ist folgendes Prozedere notwendig:

- Beratungsgespräch, Prüfung der Eignung, Vermessung und Untersuchung der Augen.
- Abgabe der Linsen und Einweisung in den Gebrauch sowie Handhabung und Pflege.
- Kontrolle am Morgen nach dem ersten Tragen über Nacht
- Kontrolle nach ca. 3-5 maligem Tragen über Nacht.

- Kontrolle nach ca. 1 - 2 Wochen Tragezeit.
- Eine Kontrolle jeweilen morgens und abends nach ca. 1 Monat.
- Abgabe der Ersatzlinsen.
- Danach regelmäßige Kontrollen halbjährlich.
- Regelmässiger Linsenaustausch nach einem Jahr\*.

\* Ortho-K-Linsen werden mit modernster Fertigungstechnologie individuell aus einem hochgasdurchlässigen Material gefertigt, um auch während des Schlafs die Hornhaut des Auges optimal mit Sauerstoff zu versorgen. Diese Materialien sind jedoch einem höheren Verschleiss unterworfen. Damit die Eigenschaften der Linsen optimal bleiben, muss die Pflege gewissenhaft und gemäss den Empfehlungen des Anpassers erfolgen.

Die Linsen sind optisch so korrigierend, dass auch mit aufgesetzten Linsen eine optimale Sehleistung erreicht werden kann. In der Anpassphase können zur Optimierung des Sehvermögens tagsüber auch weiche, hydrophile Tageslinsen getragen werden.

### Was gilt es bei Orthokeratologie speziell zu beachten

Die Sehleistung kann im Laufe des Tages schon mal schwanken und nicht immer unbedingt die hohe Qualität der Sehschärfe mit bestmöglicher Brillen- oder Contactlinsenkorrektion erbringen. Besonders nachts, bei weiter Pupille, kann es zu Seheinbussen kommen, bei anspruchsvollen Bedürfnissen (nächtliches Autofahren) vor allem unter schlechten Bedingungen, kann es sinnvoll oder notwendig sein, die ORTHO-K – Contactlinsen aufzusetzen, um die Sehleistung zu optimieren.

#### Was kostet Orthokeratologie?

1 <sup>tes</sup> Jahr	Anpassung	CHF	635.--
	2 Rezeptlinsen	CHF	670.--
	2 Ersatzlinsen	CHF	464.--
	<b>Total</b>	<b>CHF</b>	<b>1'769.--</b>
2 <sup>tes</sup> Jahr	(nach jeweils einem Jahr)		
	2 Ersatzlinsen	CHF	464.--
	Kontrollen nach Aufwand	CHF	150.-- bis 250.--
Zuzüglich Pflegemittel pro Jahr ca.		CHF	280.--

**Für weitere Informationen stehen wir  
Selbstverständlich gerne jederzeit zur Verfügung.**

Raphael L. Eschmann, M.S. Optom. und Birgit Ederer, Dipl.-Ing. (FH) AO

## 17. Infoblatt Pollenflugkalender und Tipps für CL Träger von Eschmann-Contactlinsen

### Angenehmes Tragen von Contactlinsen bei Pollenflug

Monat	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<b>Pflanzenart</b>												
Erle		*	*	*								
Hasel		*	*	*								
Ulme			*	*								
Pappel			*	*	*							
Weide			*	*	*							
Hopfenbuche			*	*	*							
Birke				*	*							
Eiche				*	*							
Esche				*	*							
Flieder				*	*							
Hagebuche				*	*							
Platane				*	*							
Löwenzahn				*	*	*	*					
Raps				*	*	*	*	*				
Holunder					*	*						
Ampfer					*	*						
Hafer					*	*	*					
Roggen					*	*	*					
Weizen					*	*	*					
Spitzwegerich					*	*	*	*				
Gräser					*	*	*	*	*			
Gerste						*	*					
Linde						*	*					
Glaskraut						*	*	*				
Beifuß						*	*	*				
Mais						*	*	*				
Kastanie						*	*	*				
Brennessel						*	*	*	*	*		
Gänsefuß						*	*	*	*	*		
Goldrute							*	*	*			
Traubenkraut								*	*			

Links für Pollenberichte:

- [www.meteoschweiz.ch](http://www.meteoschweiz.ch)
- [www.wetter.net/pollen\\_bl2.html](http://www.wetter.net/pollen_bl2.html)
- [www.donnerwetter.de/pollen/menu.hts](http://www.donnerwetter.de/pollen/menu.hts)
- [www.cat.at/pollen](http://www.cat.at/pollen)

- Pollenprognose, allgemeine Polleninformation**
- Aktuelle Pollenprognose**
- Allgemeine Pollenprognosen**
- Pollensituation in Europa**

Die 11 goldenen Regeln:



- Wäsche nicht im Freien trocknen.
- Frühling & Sommer eher auf Joggen und Velofahren verzichten (Wassersportarten).
- Tragen einer Sonnenbrille im Freien.
- Abendliches Haareduschen - verhindert, dass die Pollen in die Augen gelangen.
- Bei der Planung von Freizeitaktivitäten Pollenbulletin beachten.
- Beim Auto- oder Zugfahren Fenster möglichst geschlossen halten.
- Den Rasen im Garten durch regelmässiges Mähen kurz halten.
- Die Wohnung nur kurzzeitig lüften.
- Ferienplanung im Gebirge oder am Meer.
- Sich vor der Buchung einer Reise über die dortige Pollensituation informieren.
- In der Lüftungsanlage eventuell einen Pollenfilter einsetzen.



Vorteile von "lens & lid":

- Dank einem milden Tensid wird die Linsenoberfläche von den Pollen befreit und anschliessend mit der gutverträglichen Hyaluronsäure wieder optimal benetzt.
- Ist speziell für Personen empfohlen, die zu erhöhter Neigung von verfettenden und schmierenden Contactlinsen-Oberflächen neigen und langen Tragezeiten ausgesetzt sind.
- Unterstützt die Zellfunktion dank der ausgezeichneten Ausgewogenheit der Inhaltsstoffe.
- Ist für alle gängigen Contactlinsen geeignet.

*eschmann* **Contactlinsen**  
Augenoptik & Optometrie