

2009

Die Anpassung rotationssymmetrischer
und torischer Linsen in Kurzform



Rainer Billert

Dipl. Ing. (FH) Augenoptik

15.05.2009

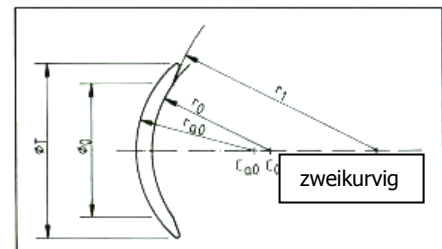
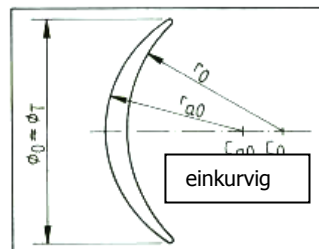
1.0 Rotationssymmetrische Weichlinsen

Aufbau:

- optische Zone ca. 8 bis 9 mm
- Gesamtdurchmesser ca. 11,0 bis 16 mm (meist 13,8 bis 14,3mm)
- Vorderflächenlenti zur Mittendickenreduzierung
- hydrophiles Kunststoffmaterial (Wassergehalt ca. 40 bis 90%)
- Basiskurvenbereich (ca. 8,3 bis 9,6mm)
- SBW-Bereich (ca. +/- 20 dpt)

Rückflächengeometrien:

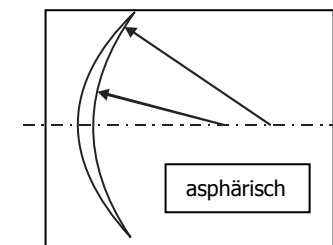
- einkurvig
- zweikurvig
- elliptisch
- multiasphärisch



Frontflächengeometrien:

- sphärisch
- asphärisch (Kompensation des Aberrationsfehler KL /Auge)
- Spezialgeometrien:

Konzentrische bifokale oder multifokale Fläche → Presbyopielinse
 alternierende segmentförmige Typen seit 2003 (ECCO Royal)



Optische Wirkung: sphärisch, bifokal, multifokal,

Anwendung:

- Sphärische Fehlsichtigkeiten, Presbyopie
- Gesamtastigmatismus (GA) kleiner 0,75 dpt
- Jahreslinse / 3 Monatslinse / Monatslinse / 2 Wochenlinse / Wochenlinse / Tageslinse

1.1 Anpassablauf einer rotationssymmetrischen Weichlinse (Kurzversion)

- Zentrale Hornhautradien messen → Gemittelten Zentralradius berechnen ($rc(\text{gem})$)
- $KL\emptyset \approx HH\emptyset + 2,0\text{mm}$ → Basiskurve $ro = rc(\text{gem}) + 1,0\text{ mm}$
 Bei asphärischen Weichlinsen mit der Basiskurve "FL" für flache Anpassung beginnen
- Lieferprogramm:
 - Basiskurven: 1 bis 5 Radien in ca. 0,3mm gestuft (herstellerabhängig)
 - Durchmesser: 1 bis 3 Größen in ca. 0,5mm gestuft (herstellerabhängig)
- SBW: $\pm 20\text{ dpt}$ Stufung 0,25dpt (hohe SBW in 0,5dpt gestuft)
- Aufsetzen → Sitzkontrolle mit SL → Tragetest: ja, wenn KL relativ zentrisch, beweglich (ca. 1mm), keine Luftblasen und Falten am Rand → Tragetest → Überrefraktion
- Optimierung:
 - Unbeweglicher aber zentraler Sitz → zu steil → Basiskurve flacher wählen
 - Tiefsitz → keine Abdeckung der Hornhaut → zu flach → Basiskurve steiler
 - Zentraler oder leichter Hochsitz und beweglich → optimal → keine Optimierung
- Bestelllinse S'KL = S'Messlinse + Überrefraktion (bei rotations. Weichlinse nur sphärisch)

1.2 Kurzer Leitfaden für die Weichlinsenanpassung

1. Vorgespräch (Anamnese und Informationen für den Klienten, Indikationen)
2. Subjektive Refraktion (Aktuelle Werte für eine kontrollierte Anpassung/KL-Bestellung)
3. Spaltlampenkontrolle (Tränenfilm, Lider, Bindehaut, Hornhaut)
- 3.1 Parametermessungen (Hornhautdurchmesser horizontal/vertikal, Lidspaltenhöhe, Pupille)
- 3.2 Corneoskopialprofil (tangential / konvex) frontaler optischer Schnitt, seitliche Beobachtung
4. Ophthalmometermessung (Zentralradien rc)
Auswertung: $rc(\text{gemittelt}) = (rc(\text{hor}) + rc(\text{ver}))/2$
Wenn $rc(\text{gem}) > 8,2$ mm → flache Hornhaut
Wenn $rc(\text{gem})$ zwischen 8,2 und 7,4 → normale Hornhaut
Wenn $rc(\text{gem}) < 7,4$ mm → steile Hornhaut
Wenn $rc(\text{gem}) < 7,0$ mm → auf Keratokonus prüfen
5. Astigmatische Verhältnisse abschätzen / Linsentyp wählen
 $\Delta rc = rc(\text{flach}) - rc(\text{steil}) \rightarrow HHA \approx \Delta rc * 6 \rightarrow GA = RA(\text{über sph. Weiche})$
 $IA = GA - HHA$ (Voraussetzung: gleiche Achsen Achsabweichung bis maximal +/- 20°)
 $GA < IA \rightarrow$ Weiche vorteilig ($IA < GA \rightarrow$ Hartlinsen); $GA \leq 0,5\text{dpt} \rightarrow$ sph. wirksam ($> 0,5\text{dpt} \rightarrow$ astigmatisch wirksam)
6. Geometrie wählen: Wenn tangenciales CSP vorliegt → sphärische (ein- oder zweikurvige) KL anpassen.
Wenn konvexes CSP vorliegt → asphärische (elliptische) KL anpassen.
7. Materialwahl: Für Myope → Standardempfehlung: mittelwasserhaltig (50 bis 60% H₂O)
Für Hyperope → Empfehlung: hoch wasserhaltig (> 60% H₂O)
Für hohe Tragezeiten / gelegentlich über Nacht: Silikonhydrogele (max. Gasdurchlässigkeit)
Gelegentliches Linsentragen → Empfehlung: Austauschlinsen (ideal sind One-Day Linsen)
Benetzungsprobleme? → ionische Materialien mit kurzer Austauschrate
Trockene Augen? → Linsen aus Benz-Material (HEMA+GMA)
8. Durchmesser wählen: *Standardregel* $KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 2,0$
Wenn Lidspaltenhöhe $< 9\text{mm} \rightarrow KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 1,5$; $LSH > 11\text{mm} \rightarrow KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 2,5$
9. Basiskurve für sphärische KL berechnen: *Standardregel*: $ro = rc(\text{gem}) + 1,0$ mm
Wenn $KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 1,5 \rightarrow ro = rc(\text{gem}) + 0,8$ mm
Wenn $KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 1,0 \rightarrow ro = rc(\text{gem}) + 0,6$ mm
Wenn $KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 2,0 \rightarrow ro = rc(\text{gem}) + 1,0$ mm
Wenn $KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 2,5 \rightarrow ro = rc(\text{gem}) + 1,2$ mm
Wenn $KL\emptyset = HH\emptyset_{(\text{hor})} + 3,0 \rightarrow ro = rc(\text{gem}) + 1,4$ mm
- 9.1 Basiskurve für asph. KL wählen: *Standardregel*: mit Typ „FL“ (flach) beginnen
10. Scheitelbrechwert berechnen: Beste sphärische Linse = Sphäre + Cyl/2 (ab +/- 4 dpt → HSA=0)
11. Messlinsen vorbereiten: Oberflächenreinigung → Abspülen → Sichtkontrolle → Nachbenetzen
12. Messlinsen aufsetzen: Kontrollieren ob die Linse auf der Hornhaut sitzt. Den Klienten ansprechen.
13. Toleranzzeitentscheidung: Dynamische Sitzkontrolle mit diffuser Beleuchtung → Sitzposition, Beweglichkeit
Toleranzzeit *JA*, wenn KL relativ zentrisch, beweglich – KL-Rand auf der Sklera, keine Luftblasen unter der KL.
Toleranzzeit *NEIN*, wenn KL unbeweglich, KL stark dezentriert, KL-Rand liegt konstant auf der Hornhaut oder im Limbus, Luftblasen unter der KL, Falte am Linsenrand (zu flache KL).
→ Linsenoptimierung vorziehen → optimierte Linse aufsetzen → Toleranzzeit ca. 1 Stunde
14. Dynamische Sitzkontrolle nach der Toleranzzeit: Kontrolle auf Sitzposition, Beweglichkeit, Benetzung.
15. Linsenoptimierung: ro 0,3 mm steiler wählen (oder Durchmesser 0,5 mm größer) bei folgenden Situationen:
KL zeigt einen übertrieben tiefen Sitz an, KL wirft eine Falte am Linsenrand
KL zeigt zu hohe Beweglichkeit (> 2 mm)
 ro 0,3 mm flacher wählen bei folgenden Situationen:
KL sitzt zentral ohne Bewegung, Zentrale Luftblase(-n) unter der KL
Limbale Hyperämie durch Blutstauung
Durchmesser kleiner:
Störendes Pinguecula im Lidspaltenbereich
sehr weiches Bindehautgewebe (Bindehautabdrücke)
Materialoptimierung:
Geringer wasserhaltig, wenn die Beweglichkeit sich nicht verbessern lässt.
Nichtionische Materialien → Geringere Ablagerungsneigung
Ionische Materialien → Bessere Benetzung (Proteinproblematik?)
16. Überrefraktion: Sphärische Refraktion über sph. wirksame Linsen → Visus ok? → Visus schlecht → cyl. Refra.
17. Bestelllinse: $S'KL = S'Messlinse + \text{Überrefraktion}$ (HSA=0)
18. Nachkontrolle: Achten auf Ringabdruck auf der Bindehaut, diffuse Stippung der gesamten Hornhaut.

2.0 Torische Weichlinsenanpassung

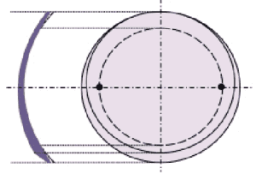
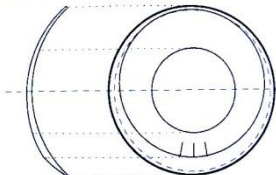
Torische Weichlinsen sind entweder rücktorisch oder fronttorisch. Randtorische oder bitorische Flächen ergeben durch das "Anschmiegen" keinen Sinn bei der Anpassung. Die astigmatische Wirkung muss gegen Rotation am Auge stabilisiert werden. Je höher die Zylinderwirkung, desto stabiler muss die Achslage eingestellt werden. Torische Weiche werden in individuelle und standardtorische Linsen eingeteilt.

2.1 Individuell torische Weichlinsen:

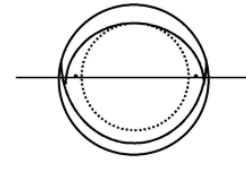
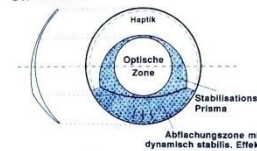
- Lieferprogramm bietet viele Parameter
 - Cyl-Wirkungen meist bis 4 dpt (0,25dpt gestuft)
 - Individuelle Linsen bis 6 dpt Cyl-Wirkung (0,5dpt gestuft), Cyl-Achsen 1° gestuft
 - SBW bis ca. ± 20 dpt
 - ca. 3 bis 5 Basiskurven
 - 1 bis 3 Durchmesser
- Messlinsen sind sphärisch wirksam (Torus erst in der Bestelllinse) oder werden vom Hersteller nach den Angaben der Refraktion gefertigt.
- keine Lagerlinsen – individuelle Fertigung
- Exakte Anpassung möglich
 - sphärozyklindrische Überrefraktion
 - viele Cylinder und Achslagen möglich
- Stabilisationsmethoden:
 dynamische Stabilisatio, prismatische Stabilisation
 dynamisch prismatisch kombiniert, Stützkante

prismatisch

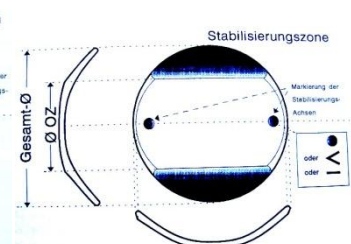
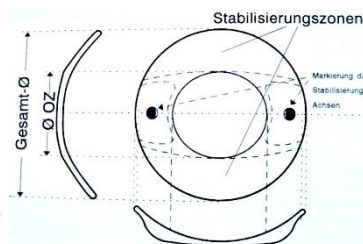
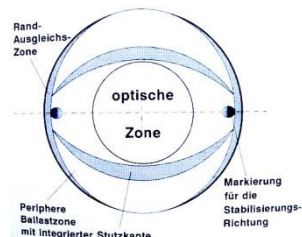
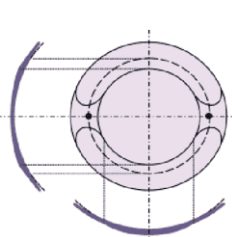
Prismen-Stabilisation



Prismatisch-dynamische Stabilisation



dynamisch

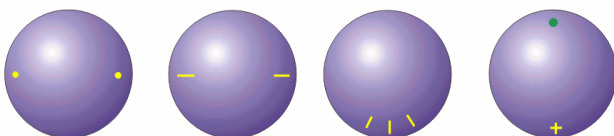


Indikation für dynamische Stabilisation:

- hohe Lidrandempfindlichkeit und geringer bis normaler Astigmatismus

Indikation für prismatische Stabilisation:

- starker Liddruck und normal bis hoher Astigmatismus
- geringe Tränenmenge / ölig (kleine Durchmesser möglich)



Gravurlagen:
(0°/180° oder 270° nach Tabo)

2.1.1 Anpassablauf einer individuell torischen Weichlinse

- Zentrale Hornhautradien messen
- Stabilisationsmethode und Material wählen
Standardwahl: Dynamische Stabilisation und eine Wasserhaltigkeit von ca. 50% bis 60%
 - Nicht ionische Materialien gelten als reißfest mit geringer Ablagerungsneigung
 - Bei geringer Tränenmenge rehydrierende Materialeigenschaft wählen (Benz G3X)
- Gemittelten Zentralradius berechnen ($r_{c(gem)}$ oder $r_{c(ges)}$)
- $KL\emptyset \approx HH\emptyset + 2,5mm \rightarrow$ Basiskurve $r_o = r_{c(gem)} + 1,2 mm$
 $KL\emptyset \approx HH\emptyset + 2,0mm \rightarrow$ Basiskurve $r_o = r_{c(gem)} + 1,0 mm$
Bei asphärischen Weichlinsen mit der Basiskurve "FL" für flache Anpassung beginnen
- Aufsetzen \rightarrow Sitzkontrolle mit Weißlicht \rightarrow Kurzer Tragetest
- Optimierung:
 - Unbeweglicher aber zentraler Sitz \rightarrow zu steil \rightarrow Basiskurve flacher wählen
 - Tiefsitz \rightarrow keine Abdeckung der Hornhaut \rightarrow zu flach \rightarrow Basiskurve steiler
 - Zentraler oder leichter Hochsitz und beweglich \rightarrow optimal \rightarrow keine Optimierung
- Sphäro-cyl. Überrefraktion (HSA auf HSA=0 umrechnen bei Werten über 3 dpt)
- Stabilisationsachse messen (mindestens drei mal) \rightarrow Achse nach Tabo festlegen
- Verdrehungswinkel (Inklination) aus der Normallage (horizontale Gravur) festlegen (Inklinationswinkel immer positiv angeben mit Verdrehung im oder gegen den Uhrzeigersinn)
- S'KL für Bestelllinse berechnen:
 - S'KL = S'Messlinse + sphäro-zylindrische Überrefraktion (HSA=0)
- Zylinder-Achse festlegen
 - CYL-Achse = Überrefraktionsachse + Inklination bei Verdrehung im Uhrzeigersinn
 - CYL-Achse = Überrefraktionsachse - Inklination bei Verdrehung gegen Uhrzeigersinn

Beispiel Individuell-torische Weichlinse:

Fehlsichtigkeit: sph -2,0 cyl -1,25 A15°

HH-Radien: 8,0 in 0° und 7,8 in 90° - $HH\emptyset_{(horizontal)} = 12,0mm$

Messlinsenberechnung:

$KL\emptyset = 12,0mm + 2,5mm = 14,5mm \rightarrow$ möglichst passend wählen.

$r_o = (8,0+7,8)/2 + 1,2mm = 9,1mm \rightarrow$ nächst mögliche Basiskurve aus Anpasssatz nehmen

S'Messlinse = z.B. -3,0 dpt (Anpassatz abhängig)

Gerundete dynamische Stabilisationsmethode und horizontale Gravur wählen

Überrefraktion: sph +1,0 cyl -1,25 A15°

Gemessene Stabilisationsachse: 162° nach Tabo

Inklination = 18° im Uhrzeigersinn

(Verdrehung aus 180° Normallage \rightarrow 180°-162°)

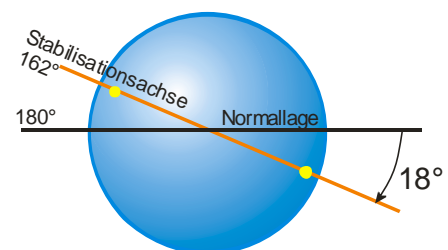
Inklination im Uhrzeiger bedeutet:

18° auf die Refraktionsachse 15° addieren

$\rightarrow 18^\circ + 15^\circ = 33^\circ$ (Bestellachse)

Bestellwert: S'KL = -3,0dpt (Messlinse) + [sph+1,0 cyl-1,25] A [18°+15°]

S'KL = sph -2,0 cyl -1,25 A 33°



2.2 Standard torische Weichlinsen

- Reduziertes Lieferprogramm
 - Cyl-Wirkungen 0,5 bis maximal 2,75dpt (Cyl-Stufung: 0,5 oder 0,75dpt)
 - Cyl-Achsen 10° gestuft (5° als Sonderanfertigung)
 - SBW bis ca. +/- 6 dpt
- Messlinsen sind astigmatisch (endgültige Cyl-Wirkung eingebaut)
- Messlinsensatz besteht aus:
 - 2 bis 5 Cylindern
 - 2 bis 10 Achslagen
 - ca. 3 SBW-Wirkungen
 - 1 bis 3 Basiskurven
 - 1 Durchmesser
- Lagerlinsen (schnelle Lieferung)
- günstiger Preis
- Schnelle und sichere Anpassung
 - Sphärische Überrefraktion
 - Cylinder in der Messlinse ermöglicht sichere Stabilisationsmessung
- Bestellwertberechnung: $S'_{KL} = S'_{\text{Messlinse}} + \text{sphärische Überrefraktion (HSA=0)}$

2.2.1 Anpassablauf einer standardtorischen Weichlinse

- Zentrale Hornhautradien messen
- $KL\emptyset \approx HH\emptyset + 2,5\text{mm} \rightarrow \text{Basiskurve } r_o = r_c(\text{gem}) + 1,2 \text{ mm}$
 $KL\emptyset \approx HH\emptyset + 2,0\text{mm} \rightarrow \text{Basiskurve } r_o = r_c(\text{gem}) + 1,0 \text{ mm}$
Bei asphärischen Weichlinsen mit der Basiskurve "FL" für flache Anpassung beginnen
- Cyl-Wirkung der Messlinse wählen auf Grund der Refraktionsdaten
 - KL-Zylinder \leq Refraktionszylinder wählen
 - Zylinderachse nahe der Refraktionsachse wählen
- Aufsetzen \rightarrow Sitzkontrolle mit Weißlicht \rightarrow Kurzer Tragetest
- Optimierung:
 - Unbeweglicher aber zentraler Sitz \rightarrow zu steil \rightarrow Basiskurve flacher wählen
 - Tiefsitz \rightarrow keine Abdeckung der Hornhaut \rightarrow zu flach \rightarrow Basiskurve steiler
 - Zentraler oder leichter Hochsitz und beweglich \rightarrow optimal \rightarrow keine Optimierung
- Sphärische Überrefraktion (HSA auf 0 umrechnen bei Werten über 4 dpt)
- Stabilisationsachse messen/abschätzen (mindestens drei mal) \rightarrow Achse festlegen
- Verdrehungswinkel (Inklination) aus der Normallage festlegen
Normallage der Gravur ist entweder 0°/180° oder 270° (herstellerabhängig)
(Inklinationswinkel immer positiv angeben mit Verdrehung im oder gegen den Uhrzeigersinn)
- S'_{KL} für Bestelllinse berechnen:
 $S'_{KL} = S'_{\text{Messlinse}} + \text{sphärische Überrefraktion (HSA=0)}$
- Zylinder-Achse für Bestelllinse festlegen
 - CYL-Achse = Refraktionsachse + Inklination bei Verdrehung im Uhrzeigersinn
 - CYL-Achse = Rrefraktionsachse - Inklination bei Verdrehung gegen Uhrzeigersinn

Beispiel Standard-torische Weichlinse:

Fehlsichtigkeit: sph -1,0 cyl -1,0 A13°

HH-Radien: 8,0 in 0° und 7,8 in 90° - HHØ(horizontal)=12,0mm

Messlinsenberechnung:

KLØ = 12,0mm + 2,5mm = 14,5mm → möglichst passend wählen.

ro = (8,0+7,8)/2 + 1,2mm = 9,1mm → nächst mögliche Basiskurve aus Anpasssatz nehmen
dynamische Stabilisationsmethode (gerundete Lentizone oben und unten) wählen

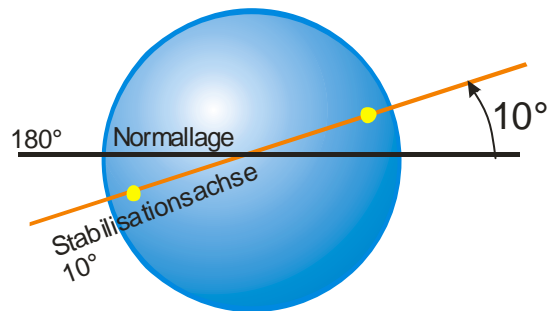
S'Messlinse = z.B. sph -2,0 cyl -1,0 A 10° (Anpassatz abhängig)

Sphärische Überrefraktion: sph +1,0 dpt

Gemessene Stabilisationsachse: 10° nach Tabo

Inklination = 10° gegen den Uhrzeigersinn

[Verdrehungswinkel (Inklination) ist immer positiv]



Inklination gegen Uhrzeiger bedeutet

10° von der Refraktionsachse 13° subtrahieren

→ 13° - 10° = 3° exakte Cyl-Achse

Bestellachse = 0°, da die Cyl-Achsen nur in 10° gestuft zu bestellen sind.

Bestellwert: S'KL = [Messlinse: sph-2,0 cyl-1,0] + [Überrefraktion sph+1,0] A [13° - 10°]

S'KL = sph -1,0 cyl -1,0 A 0°

2.3 Standardtorische weiche Austauschlinsen

In der Regel ist ein Cylinder (meist 0,5dpt oder 0,75dpt) zwei Achslagen und eine Basiskurve erhältlich. Das Lieferprogramm wird in der kommenden Zeit sicherlich ausgebaut.

Aufbau:

- Optische Zone ca. 8 bis 9 mm
- Gesamtdurchmesser ca. 13,0 bis 16 mm (meist 14,0 bis 14,5mm)
- Vorderflächenlenti zur Mittendickenreduzierung
- Hydrophiles Kunststoffmaterial (Wassergehalt ca. 40 bis 90%)
- Basiskurvenbereich (ca. 8,3 bis 9,6mm)
- SBW-Bereich (ca. +6,0 bis -10 dpt, herstellerabhängig)

Optische Wirkung: astigmatisch

Anwendung:

- Astigmatische Fehlsichtigkeiten (Gesamtastigmatismus größer 0,5 dpt)
- Jahreslinse / Monatslinse / Zwei-Wochenlinse / Wochenlinse / Tageslinse

3.0 Rotationssymmetrische Hartlinsen

3.1 Sphärische Rückflächengeometrien

- einkurvig (selten – in Deutschland nicht üblich)
- zweikurvig (selten)
- dreikurvig (Standard)
- vier- bis fünfkurvig (Sonderlinsen)

Beispiel: **Dreikurvige Linse**

Aufbau:

Zentrale sph. Zone in der Rückfläche

r_0 = Basiskurve

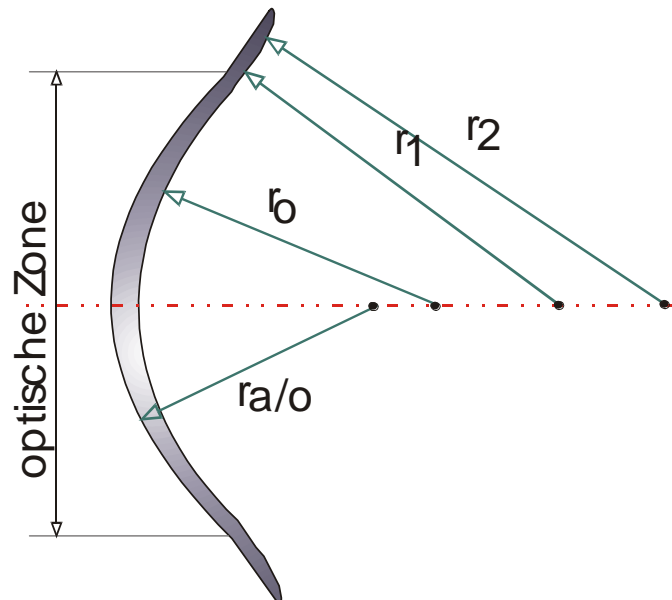
\varnothing_0 = Durchmesser sph. Zone i.d.R.

r_1 und r_2 = periphere sph. Ringzonen

Die Übergänge sind verblendet.

Frontfläche meist sphärisch durch eine lentikuläre Randzone begrenzt.

→ Sinn: Dickenreduzierung und Begrenzung der optischen Zone.



Anwendung:

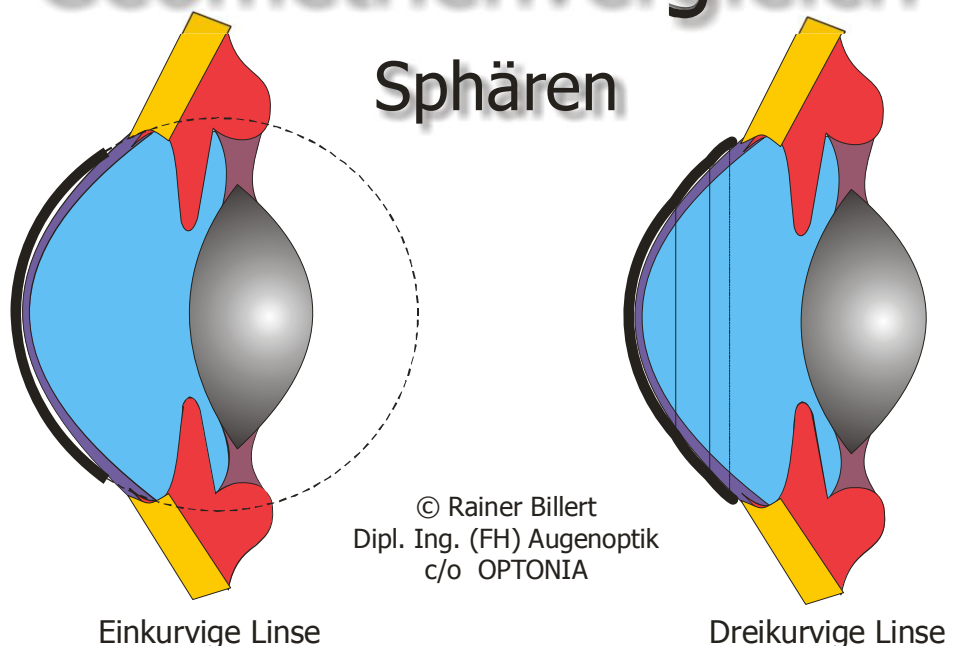
- bei gering abflachenden Hornhäuten
- **Regel:** Sphärische Rückflächen wenn $\varepsilon_{\text{Hornhaut}}$ kleiner als 0,3

Beispiel-Produkt: KA3 von Hecht

Geometrienvergleich

Bild rechts zeigt, dass einkurvige Linsen keine parallele Auflage auf dem Hornhautmeridian erzielen können.

Dreikurvige sind zum Teil in Lage bei individueller Wahl der peripheren Kurven eine gleichmäßige Auflage zu erzielen.



© Rainer Billert
Dipl. Ing. (FH) Augenoptik
c/o OPTONIA

Einkurvige Linse

Dreikurvige Linse

3.2 Asphärische Rückflächengeometrien

- große sph. Zone mit asphärischer Randgeometrie (\varnothing sph. Zone \approx 6mm)
z.B. Conflex von Wöhlk, Menicon EX, etc.
- kleine sph. Zone mit progressiv abflachender Exzentrizität (\varnothing sph. Zone \approx 4mm)
z.B. Ascon AS6 von Hecht, Quantum I und II von Bausch & Lomb
- elliptische Rückfläche (\varnothing sph. Zone = 0mm)
z.B. Persecon 92E von Ciba, MW-Con von Müller Welt, A90 und Conflex Air von Wöhlk
- multiasphärisch (progressiv abflachend; \varnothing sph. Zone = 0mm)
z.B. MA.N von Technolens
- konoide Rückfläche ist eine historische Rückfläche von Essilor.

Bild rechts zeigt, dass nur progressiv abflachende Geometrien auf einer asphärischen Hornhaut eine gleichmäßige Druckverteilung erzielen.

z.B. progressiv abflachende Exzentrizität von Hecht oder multiasphärisch von Technolens.

Geometrienvergleich Asphären

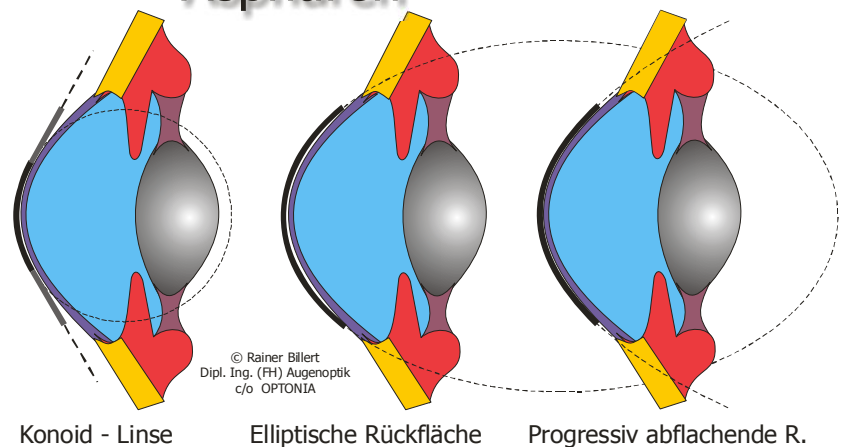
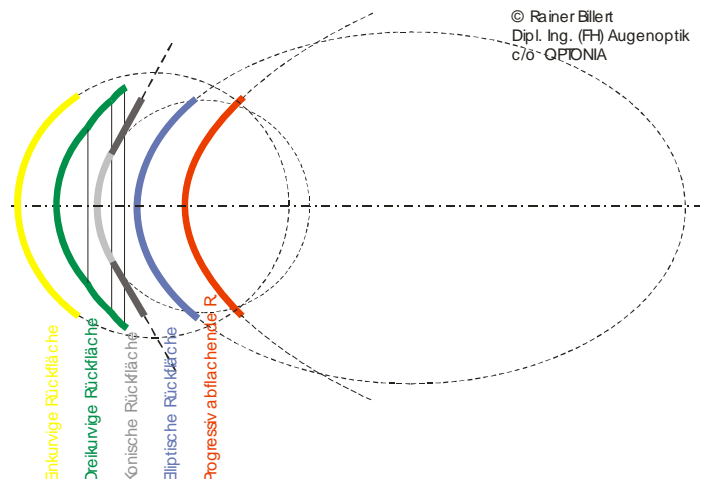


Bild rechts zeigt im Vergleich mögliche Bogenausschnitte aus den Kegelschnitt-Geometrien, die für die KL-Rückfläche möglich sind.

- einkurvig
- dreikurvig
- konisch
- elliptisch
- progressiv abflachend



Merke: Alle Rückflächengeometrien gibt es sowohl als rotationssymmetrische Linsen und als torische Linsen.

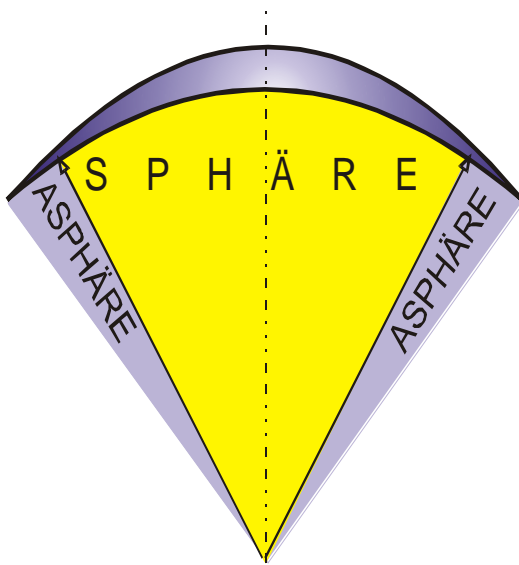
Anwendung:

- Anpassung bei gering und normal torischen Hornhäuten
- bei Hornhautradiendifferenzen kleiner 0,5 mm ($\Delta r_c \leq 0,5\text{mm}$)

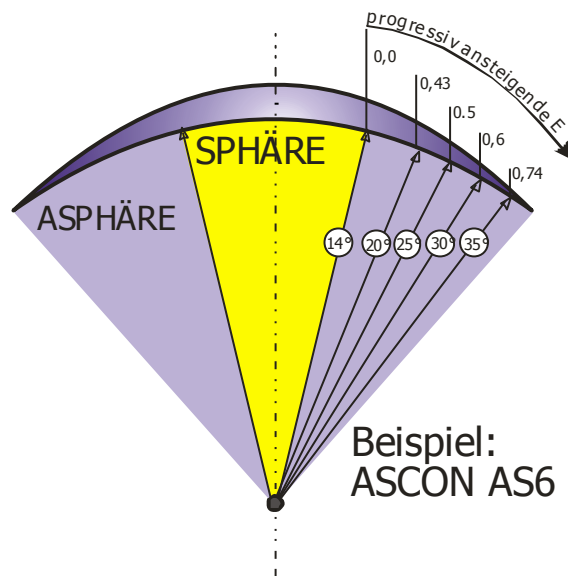
3.3 Kurzer Leitfaden für die Hartlinsenanpassung

1. Subjektive Refraktion (Aktuelle Werte für eine kontrollierte Anpassung/KL-Bestellung)
2. Parametermessungen (Hornhautdurchmesser horizontal/vertikal, Lidspaltenhöhe, Pupille)
4. Ophthalmometermessung (SRM nach Wilms)
5. Astigmatische Verhältnisse abschätzen / Linsentyp wählen
 $\Delta rc = rc(\text{flach}) - rc(\text{steil}) \rightarrow HHA \approx \Delta rc * 6 \rightarrow RA(\text{über sph. Harte}) = IA = GA - HHA$ (Voraussetzung: gleiche Achsen)
 $IA < GA \rightarrow$ Hartlinsen vorteilig ($GA < IA \rightarrow$ Weiche); $IA \leq 0,5\text{dpt} \rightarrow$ sph. wirksam ($> 0,5\text{dpt} \rightarrow$ astigmatisch wirksam)
 Zentralradien mitteln: $rc(\text{gem}) = (rc(\text{hor}) + rc(\text{ver})) / 2$ - Flächen HH-Meridian ermitteln: Achse des größeren rc
6. Sagittalradien korrigieren:
 Im flachen Meridian: $r_s = R_s + \Delta rc$ - Im steilen Meridian: $r_s = R_s - \Delta rc$
 Radien mitteln: - Gemittelter Sagittalradius: $r_s(\text{gem}) =$ alle 4 Radien addieren und durch 4 teilen.
 - Flacher Meridian: $r_s(\text{flach}) =$ beide Radien des flachen Meridians addieren und durch 2 teilen.
7. Exzentrizitäten berechnen: $\epsilon_{HH30^\circ}(\text{gem}) = 2 \times \sqrt{1 - \frac{rc(\text{gem})^2}{r_s(\text{gem})^2}}$ $\epsilon_{HH30^\circ}(\text{flach}) = 2 \times \sqrt{1 - \frac{rc(\text{flach})^2}{r_s(\text{flach})^2}}$
 Für eine Berechnung in 25° wird in der Formel die „2“ gegen „2,366“ getauscht.
8. Geometrie wählen: Wenn $\epsilon_{HH30^\circ} > 0,3 \rightarrow$ asphärische KL Regel: $\epsilon_{KL} \geq \epsilon_{HH30^\circ}$ (nächste 1/10 Stufe)
 Wenn $\epsilon_{HH30^\circ} > 0,6 \rightarrow$ asphärische KL Regel: $\epsilon_{KL} = 0,6$ (praxisnahe Wahl)
 Wenn $\epsilon_{HH30^\circ} \leq 0,3 \rightarrow$ sphärische KL Regel: $\epsilon_{KL} = 0$ (sphärische Anpassung)
9. Durchmesser wählen: **Standardregel $KL\emptyset = HH\emptyset_{(ver)} - 1,5$**
 Wenn Lidspaltenhöhe $< 9\text{mm} \rightarrow KL\emptyset = HH\emptyset_{(ver)} - 2,0$; wenn LSH $> 11\text{mm} \rightarrow KL\emptyset = HH\emptyset_{(ver)} - 1,0$
10. Basiskurve für **asph. KL** berechnen: **Standardregel (Gleichlauf): $ro = rc(\text{flach}) - (\epsilon_{KL} - \epsilon_{HH(\text{flach})}) * 0,7$**
 Wenn $\Delta rc < 0,1\text{ mm} \rightarrow$ Flachanpassung: $ro = rc(\text{flach}) - (\epsilon_{KL} - \epsilon_{HH(\text{flach})}) * 0,7 + 0,05$
 Wenn $\Delta rc > 0,3\text{ mm} \rightarrow$ Steilanpassung: $ro = rc(\text{flach}) - (\epsilon_{KL} - \epsilon_{HH(\text{flach})}) * 0,7 - 0,05$
 Wenn $\Delta rc > 0,4\text{ mm} \rightarrow$ Steilanpassung: $ro = rc(\text{flach}) - (\epsilon_{KL} - \epsilon_{HH(\text{flach})}) * 0,7 - 0,10$
11. Basiskurve für **sphärische KL** berechnen: **Standardregel (Parallelanpassung): $ro = rc(\text{flach})$**
 Wenn $\Delta rc < 0,1\text{ mm} \rightarrow$ Flachanpassung: $ro = rc(\text{flach}) + 0,05$
 Wenn $\Delta rc > 0,3\text{ mm} \rightarrow$ Steilanpassung: $ro = rc(\text{flach}) - 0,05$
 Wenn $\Delta rc > 0,4\text{ mm} \rightarrow$ Steilanpassung: $ro = rc(\text{flach}) - 0,10$
12. Scheitelbrechwert berechnen: Beste sphärische Linse mit Käsekästchen (ab +/- 4 dpt \rightarrow HSA=0)
 Vereinfacht: $S'_{KL} =$ Sphäre der Refraktion bei Minuscylinder-Schreibweise.
13. Materialwahl: Für Myope \rightarrow Standardempfehlung: Boston ES (bes. dünn, hart, gute Benetzung, mittlerer DK)
 Für Hyperope \rightarrow Empfehlung: Paragon HDS (besonders leicht, dünn durch hohe Brechzahl)
 Für hohe Tragezeiten und gelegentlich über Nacht: Boston FSC 200 (hypergasdurchlässig)
14. Messlinsen vorbereiten: Oberflächenreinigung \rightarrow Abspülen \rightarrow Sichtkontrolle \rightarrow Nachbenetzen
15. Messlinsen aufsetzen: Kontrollieren ob die Linse auf der Hornhaut sitzt. Den Klienten ansprechen.
15. Toleranzzeitentscheidung: Dynamische Sitzkontrolle mit diffuser Beleuchtung \rightarrow Sitzposition, Beweglichkeit
 Toleranzzeit **JA**, wenn KL relativ zentrisch, beweglich – nicht über den Limbus, keine Luftblasen unter der KL.
 Toleranzzeit **NEIN**, wenn KL stark dezentriert, beweglich über den Limbus, Luftblasen unter der KL.
 \rightarrow dann Linsenoptimierung mit Fluo-Bild vorziehen \rightarrow optimierte Linse aufsetzen \rightarrow Toleranzzeit
16. Dynamische Sitzkontrolle nach der Toleranzzeit: Kontrolle auf Sitzposition, Beweglichkeit, Benetzung.
17. Überrefraktion: Sphärische Refraktion über sph. wirksame Linsen \rightarrow Visus ok? \rightarrow Visus schlecht \rightarrow cyl. Refra.
18. Fluobild-Kontrolle (statische Sitzkontrolle) / Anpassart und Optimierung festlegen
 Gesehenes Fluo-Bild einstufen in Gleichlauf, Flach- oder Steilanpassung \rightarrow Anpassart bestätigt? \rightarrow Fertig.
 Unerwartete Anpassart? \rightarrow Unterscheiden in „echte“ oder vorgetäuschte Anpassart.
 Gesehen flach und $ro \leq rc(\text{flach}) \rightarrow$ vorgetäuscht flach ... gesehen flach und $ro > rc(\text{flach}) \rightarrow$ „echte“ Flachanpassung
 Gesehen steil und $ro \geq rc(\text{flach}) \rightarrow$ vorgetäuscht steil ... gesehen steil und $ro < rc(\text{flach}) \rightarrow$ „echte“ Steilanpassung
 Regel: bei vorgetäuschter Anpassart \rightarrow Geometrie bzw. ϵ_{KL} ändern „echte“ Anpassart \rightarrow ro ändern.
19. Bestelllinse: $S'_{KL} = S'_{\text{Messlinse}} +$ Überrefraktion (HSA=0)
 !! Nachträgliche Basiskurvenänderung? \rightarrow Tränenlinsenwirkung in S'_{KL} einrechnen (ro 0,1 steiler \rightarrow $S'_{KL} - 0,5$)

3.4 Asphärische Rückflächengeometrien im Überblick

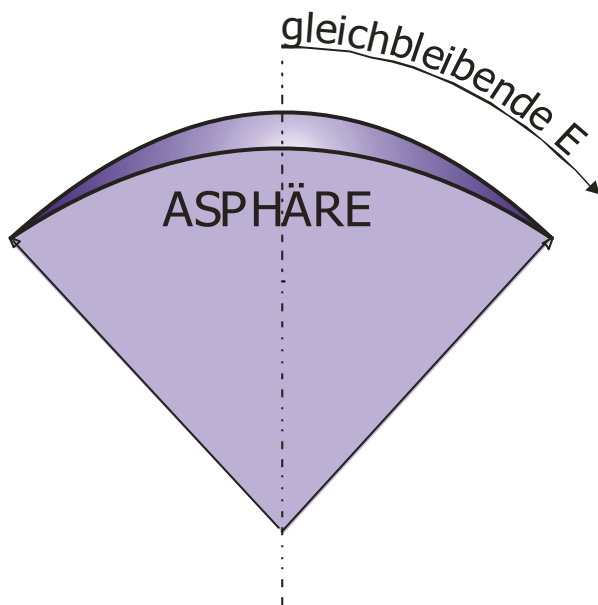


z.B. Conflex (Wöhlk), Menicon EX

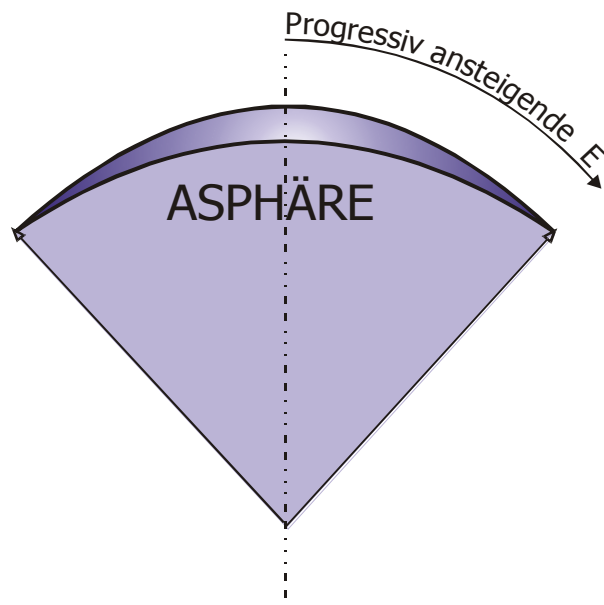


Ascon Standard (Hecht), Quantum I+II (B&L)

Beispiel:
ASCONE AS6



z.B. Persecon 92E (Ciba), CFA 100 UV, A90 (Wöhlk)



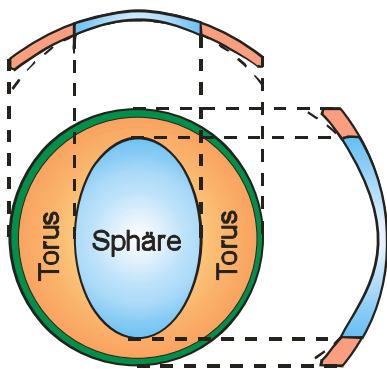
MA.N (Technolens)

4.0 Torische Hartlinsen

4.1 Sphärisch wirksame torische Hartlinsen

1. RPT-Linsen (rückflächen-peripher-torische Linsen)
2. RPSA-Linsen (rückflächen-peripher-sphärisch-asphärische Linsen)
3. BTC-Linsen (bi-torisch-kompensierte Linsen)

4.1.1 RPT-Linsen



Rückflächenperiphertorische Linsen sind eine veraltete Geometrieform, die heutzutage kaum zur Anwendung kommt. Sie ist durch eine RPSA-Version ersetzt worden.

Rückflächengeometrie:

- zentrale sphärische optische Zone in ovaler Form
- ovale Zone steht aufrecht bei Hornhautastigmatismus Rectus
- liegend, wenn HH-Astigmatismus Inversus vorliegt
- peripher ist eine torische Randzone mit ca. 0,8 mm Radiendifferenz (wählbar).

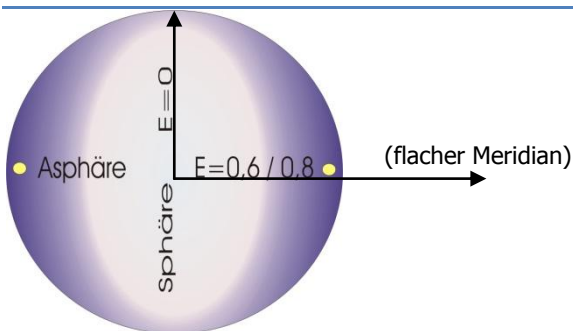
Anwendung:

- wenn HH-Astigmatismus \approx Brillenastigmatismus, dh. $HHA \approx GA$
- wenn Innerer Astigmatismus (Linsenasti ≈ 0), dh. $IA \approx 0$ dpt
- wenn zentrale Radiendifferenz der Hornhaut 0,3...0,6mm ist, dh. Δr_c 0,3...0,6mm.

Anpassung:

- r_0 ca. 0,1 bis 0,15mm steiler als flacher Hornhautradius $r_{c(\text{flach})}$ wählen
- Gravuren sollten in der Richtung des flachen Hornhautmeridians liegen,
 - wenn nicht, dann Linse weiter versteilen.
- bei höheren Hornhautradiendifferenzen frühzeitig auf rücktorische Linsen wechseln ($\Delta r_c > 0,4\text{mm}$) \rightarrow stabilere Position und Vollkorrektion möglich.

4.1.2 RPSA-Linsen (rückflächen-peripher-sphärisch-asphärische Linse)



RPSA-Linsen sind die moderne Variante einer RPT-Linse. Zentral ist die Rückfläche sphärisch, aber zur Peripherie (Rand) der Linse entwickelt sich allmählich ein Torus von ca. 0,3...0,4 mm, der das Kippen auf einer torischen Hornhaut minimiert.

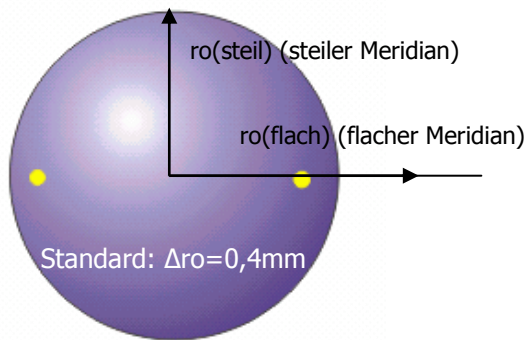
Anwendung (wie RPT):

- wenn HH-Astigmatismus \approx Brillenastigmatismus, dh. $HHA \approx GA$
- wenn Innerer Astigmatismus (Linsenasti ≈ 0), dh. $IA \approx 0$ dpt
- wenn zentrale Radiendifferenz der Hornhaut 0,3...0,6mm ist, dh. Δr_c 0,3...0,6mm.

Vereinfachte Anpassung der RPSA-Linse:

- r_0 (Basiskurve) gleich groß zum flachen Meridian der Hornhaut wählen. Dh. $r_0 = r_{c(\text{flach})}$
- Gravuren sollten in der Richtung des flachen Hornhautmeridians liegen
 - wenn nicht, dann Linse versteilen.
- bei höheren Hornhautradiendifferenzen frühzeitig auf rücktorische Linsen wechseln ($\Delta r_c \geq 0,4\text{mm}$) \rightarrow stabilere Position und Vollkorrektion möglich.

4.1.3 **BTC-Linsen (bi-torisch-kompensierte Linsen)**



BTC-Linsen sind bitorische Linsen, die im aufgesetzten Zustand sphärisch wirken. Im Scheitelbrechwertmesser sind sie astigmatisch mit einer Wirkung von ca. cyl 2,25 dpt bei $\Delta r_o = 0,4\text{mm}$. (Front-Ast -3,25dpt und Rückflächen-Ast -1,0 dpt). Fronttorus und Rücktorus liegen in gleicher Richtung (kompensieren sich) Graviert ist der flache Meridian.

BTC-Linsen erzeugen im aufgesetzten Zustand einen Astigmatismus, der i.d.R. nicht zur Korrektion genutzt werden kann. Er heißt "induzierter Astigmatismus" kurz "ind.Ast."

*Def: Der induzierte Astigmatismus ist der Astigmatismus, der an einer torischen Rückfläche gegen das Medium Tränenflüssigkeit erzeugt wird. Er wird als korrigierender Minus-Zylinder mit der Achse des steilen Meridians ausgedrückt. Ind. Ast. $\approx \Delta r_o * 2,5$*

Anwendung:

- wenn HH-Astigmatismus \approx Brillenastigmatismus, dh. $HHA \approx GA$
- wenn Innerer Astigmatismus (Linsenasti ≈ 0), dh. $IA \approx 0$ dpt
- wenn zentrale Radiendifferenz der Hornhaut $\geq 0,4\text{mm}$ ist, dh. $\Delta r_c \geq 0,4\text{mm}$
- wird gerne als Anpasslinse für BTC-Linsen verwendet (Hersteller-Leihlinsenlager)

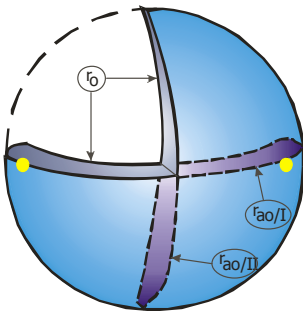
Anpassung der BTC-Linse (Formanpassung wie eine RT-Linse)

- Rotationssymmetrische Hartlinse mit Gleichlauf im flachen Meridian anpassen (d.h. $r_o = r_c(\text{flach})$ und $E_{KL} = E_{HH}(\text{flach})$)
- Kipelt die Linse zu stark und sind Blasen unter der Rückfläche, dann auf eine rücktorische Anpassfläche (RT oder BTC) wechseln.
(Geringes Kipeln mit leichtem Versteilen der Basiskurve r_o einstellen \rightarrow keine RT oder BTC-Anpassung)
- r_o (Basiskurve für den flachen Meridian) und E_{KL} der rotationssymmetrischen Linse für die Wahl der torischen Rückfläche übernehmen.
- $r_o(\text{steil})$ (Basiskurve für den steilen Meridian) wie folgt berechnen.
 $r_o(\text{steil}) \approx r_o(\text{flach}) - \Delta r_c * 0,8$ Achtung: Δr_o sollte etwas kleiner als Δr_c sein.
- Leihlinse beim Hersteller bestellen.
- Folgende Angaben notwendig:
 - a) Typ BTC oder RT
 - b) Beide Rückflächenradien ($r_o(\text{flach})$ und $r_o(\text{steil})$)
 - c) E_{KL}
 - d) Sphärischer Wert der Brillenrefraktion
 - d) Wunschkthroughmesser
- Linse aufsetzen, kurze Tragezeit, dann überrefraktionieren und HSA messen
- Mit Fluo-Bild den Rückflächensitz optimieren
- Gravuren sollten in der Richtung des flachen Hornhautmeridians liegen,
 - wenn nicht, dann Linse versteilen (beide Radien).
 - KL kipelt immer noch im steilen HH-Meridian? $\rightarrow r_o(\text{steil})$ kleiner wählen
 - Im flachen Hornhautmeridian müsste Gleichlauf zu sehen sein ansonsten $r_o(\text{flach})$ optimieren.
- Bestellung per Fax mit folgenden Daten.
 - a) Angabe der verwendeten Leihlinse (Typ, beide r_o , S'_{KL} , E_{KL} , Durchmesser, Material)
 - b) Überrefraktion mit HSA-Angabe
 - c) Angaben zur endgültigen Linse (optimierte Basiskurven, E_{KL} , Wunschkthroughmesser, Material, Farbe, Kommissionsname, Kd.Nr.)

4.2 Astigmatisch wirksame torische Hartlinsen

1. VPT-Linsen (vorderflächen-prismatisch-torische Linsen)
2. RT-Linsen (rückflächen-torische Linsen)
3. BTX-Linsen (bi-torisch-schiefgekreuzte Linsen)

4.2.1 VPT-Linsen (vorderflächen-prismatisch-torische Linsen)



VPT-Linsen sind in der Rückfläche rotationssymmetrisch und werden deshalb im Prinzip wie sphärisch wirksame rotationssymmetrische Hartlinsen (Sph. Harte) angepasst.

Die Frontfläche ist torisch, also mit einer astigmatischen Wirkung ausgestattet. Zur Achsstabilisierung ist ein Prismenballast von ca. 1,25 bis 1,5 prdpt in 270° eingebaut. Im aufgesetzten Zustand wirkt ein Rest von 0,5..0,75 prdpt.

Vollkorrektionsfall: Frontflächenastigmatismus=IA+10,6% des HHA

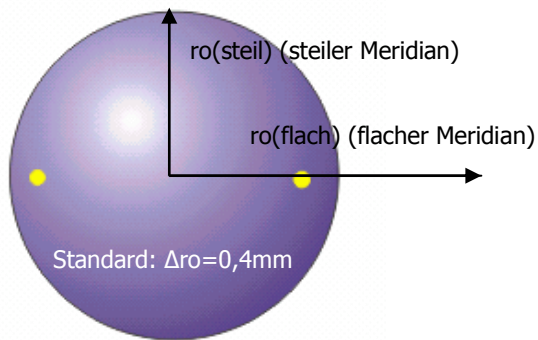
Anwendung:

- wenn Innerer Astigmatismus (Linsenasti > 0,5dpt), dh. IA > 0,5dpt
- wenn zentrale Radiendifferenz der Hornhaut < 0,4mm also $\Delta r_c < 0,4\text{mm}$ (max. bis 0,5)
- als Anpasslinse wird eine VP-Linse (ohne Asti) verwendet (Hersteller-Leihlinsenlager)

Anpassung der VPT-Linse (wie eine rotationssymmetrische Hartlinserückfläche)

- Rotationssymmetrische Hartlinse mit Gleichlauf im flachen Meridian anpassen (d.h. $r_0 = r_c(\text{flach})$ und $\epsilon_{KL} = \epsilon_{HH}(\text{flach})$)
- Kipelt die Linse zu stark, dann die Basiskurve r_0 versteilen.
- Leihlinse bestellen → Aufsetzen
- Kurze Tragezeit
- Sphäro-cyl. Überrefraktion (HSA auf HSA=0 umrechnen bei Werten über 3 dpt)
- Binokular überprüfen, ob bei einseitiger Anpassung das vertikal wirkende Prisma keine Probleme bereitet. Bei Problemen auf anderer Seite eine VP oder VPT-Linse anpassen.
- Stabilisationsachse messen (mindestens drei mal) → Achse nach Tabo festlegen
- Verdrehungswinkel (Inklination) aus der Normallage (horizontale Gravur) festlegen (Inklinationswinkel immer positiv angeben mit Verdrehung im oder gegen den Uhrzeigersinn)
- S'_{KL} für Bestelllinse berechnen: $S'_{KL} = S'_{\text{Messlinse}} + \text{Überrefraktion (HSA=0)}$
- Cyl-Achse festlegen
 - CYL-Achse = Überrefraktionsachse + Inklination bei Verdrehung im Uhrzeigersinn
 - CYL-Achse = Überrefraktionsachse - Inklination bei Verdrehung gegen Uhrzeigersinn
- Materialwahl: Möglichst hochgasdurchlässig anpassen, da VPT-Linsen relativ dick ausfallen. Z.B. Boston XO oder Boston FSC 200
- Nachteil der Dicke ist häufig ein Tiefsitz und erhöhte Spürbarkeit.

4.2.2 RT-Linsen (rückflächen-torische Linsen)



RT-Linsen sind rücktorische Linsen, die im aufgesetzten Zustand astigmatisch wirken.

Bei einer rückwärtigen Radiendifferenz von 0,4mm, also Δr_o 0,4mm wirkt die Rückfläche mit Cyl -1,0 dpt Achse flacher Meridian. (In Luft mit cyl -3,0 A. flacher M.)

I.d.R. liegt der Astigmatismus ungünstig zur Korrektionsrichtung, so dass er korrekationstechnisch mit einem korrigierenden Minus-Zylinder Achse steiler Meridian wieder aufgehoben werden muss. Der Korrektionszylinder heißt Induzierter Ast.

Def: Der induzierte Astigmatismus ist der Astigmatismus, der an einer torischen Rückfläche gegen das Medium Tränenflüssigkeit erzeugt wird. Er wird als korrigierender Minus-Zylinder mit der Achse des steilen Meridians ausgedrückt. Schätzformel: **Ind.Ast. $\approx \Delta r_o \cdot 2,5$**
 Exakt: $Ind.Ast. = (n(Tränenfilm) - n(KL)) \cdot (1/r_o(flach) - 1/r_o(steil))$ $n(Tränenfilm)=1,336$

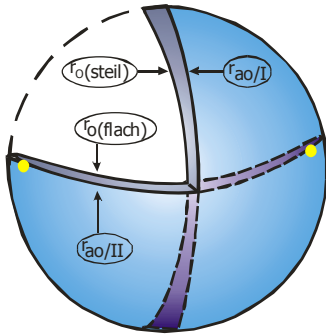
Anwendung:

- wenn Innerer Astigmatismus (Linsenasti > 0,5dpt), dh. IA > 0,5dpt
- Vollkorrektion wenn IA=HHA/3 Bedingung gleiche Achslagen
- wenn zentrale Radiendifferenz der Hornhaut >0,4mm ist, dh. $\Delta r_c > 0,4mm$
- wird gerne als Anpasslinse für BTX-Linsen verwendet (Hersteller-Leihlinsenlager)

Anpassung der RT-Linse (Formanpassung wie eine BTC-Linsenrückfläche)

- Rotationssymmetrische Hartlinse mit Gleichlauf im flachen Meridian anpassen (d.h. $r_o = r_c(flach)$ und $E_{KL} = E_{HH(flach)}$)
- Kippelt die Linse zu stark und sind Blasen unter der Rückfläche, dann auf eine rücktorische Anpassfläche (RT oder BTC) wechseln. (Geringes Kippeln mit leichtem Versteilen der Basiskurve r_o einstellen → keine RT oder BTC-Anpassung)
- r_o (Basiskurve für den flachen Meridian) und E_{KL} der rotationssymmetrischen Linse für die Wahl der torischen Rückfläche übernehmen.
- $r_o(steil)$ (Basiskurve für den steilen Meridian) wie folgt berechnen.
 $r_o(steil) \approx r_o(flach) - \Delta r_c \cdot 0,8$ Achtung: Δr_o sollte etwas kleiner als Δr_c sein.
- Leihlinse beim Hersteller bestellen → Folgende Angaben notwendig:
 - a) Typ RT oder BTC
 - b) Beide Rückflächenradien ($r_o(flach)$ und $r_o(steil)$)
 - c) E_{KL}
 - d) Sphärischen Wert der Brillenrefraktion
 - d) Wunschkthroughmesser
- Linse aufsetzen, kurze Tragezeit dann überrefraktionieren (HSA messen)
- Mit Fluo-Bild den Rückflächensitz optimieren
- Gravuren sollten in der Richtung des flachen Hornhautmeridians liegen,
 - wenn nicht, dann Linse versteilen (beide Radien).
 - KL kippelt immer noch im steilen HH-Meridian → $r_o(steil)$ kleiner wählen
 - Im flachen HH-Meridian müsste Gleichlauf sein ansonsten $r_o(flach)$ optimieren.
- Bestellung per Fax mit folgenden Daten.
 - a) Angabe der verwendeten Leihlinse (Typ, beide r_o , S'_{KL} , E_{KL} , Durchmesser, Material)
 - b) Überrefraktion mit HSA-Angabe
 - c) Angaben zur endgültigen Linse (optimierte Basiskurven, E_{KL} , Wunschkthroughmesser, Material, Farbe, Kommissionsname, Kd.Nr.)

4.2.3 BTX-Linsen (bi-torisch-schiefgekreuzte Linsen)



BTX-Linsen sind front- und rücktorisch zugleich. Der Fronttorus darf zu Korrektionszwecken schiefgekreuzt zum Rücktorus liegen (aufwendige Herstellung). Die astigmatische Wirkung wird auf Grund der Anpassdaten vom Hersteller berechnet und kann vom Anpasser nicht direkt überprüft werden.

Im Vollkorrektionsfall besteht der Frontflächenastigmatismus aus IA + 10,6%HHA + ind.Ast. (Schief liegende Astigmatismen)

Als Anpasslinse kann eine RT oder BTC-Linse verwendet werden.

Anwendung:

- wenn Innerer Astigmatismus (Linsenasti > 0,5dpt), dh. IA > 0,5dpt
- Vollkorrektion ist immer möglich, solange der Sonderfall IA=HHA/3 gleiche Achsen nicht zutrifft, denn dann ist nur eine RT-Linse vollkorrigierend.
- wenn zentrale Radiendifferenz der Hornhaut >0,4mm ist, dh. $\Delta r_c > 0,4\text{mm}$
- als Anpasslinsen werden RT oder BTC-Linsen verwendet (Hersteller-Leihlinsenlager)

Anpassung:

- I.d.R. werden RT-Linsen als Anpasslinsen verwendet. Sie sind sinnvoll, wenn der GA >> HHA ist, da sie dann als Messlinse einen großen Teil des Brillenastigmatismus ausgleichen.
- BTC-Messlinsen sind sinnvoller, wenn der GA \leq HHA oder die Achslagen beider Astigmatismen schief zueinander liegen. Meist ist in diesem Fall die BTC-Linse besser, da sie mehr Astigmatismus kompensiert als eine vergleichbare RT-Linse.
- Anpassablauf ist beschrieben unter dem Thema RT-Linse und BTC-Linse.

5.0 Entscheidungskriterien

Wahl des Linsentyps aufgrund astigmatischer Verhältnisse

Erste Entscheidung (Hart- oder Weichlinse):

wenn IA < GA → Hartlinsen im Vorteil, weil der RA über sph. Harte kleiner ist

wenn IA > GA → Weichlinsen im Vorteil, weil der RA über sph. Weiche kleiner ist

Zweite Entscheidung (Sphärisch wirksam oder astigmatisch):

wenn IA \leq 0,5 dpt → sphärisch wirksame Hartlinsen (rotationssymmetrisch, RPT oder BTC)

wenn IA > 0,5 dpt → astigmatisch wirksame Hartlinsen (RT, BT / BTX oder VPT)

wenn GA \leq 0,5 dpt → sphärisch wirksame Weichlinsen (rotationssymmetrisch)

wenn GA > 0,5 dpt → astigmatisch wirksame Weichlinsen (torische Weichlinse)

Dritte Entscheidung nur für Hartlinsen (Rückflächenwahl):

wenn $\Delta r_c \leq 0,5\text{ mm}$ → rotationssymmetrische Rückfläche wählen

wenn $\Delta r_c \geq 0,4\text{ mm}$ → rücktorische Fläche wählen

wenn $\Delta r_c > 0,3\text{ mm}$ → randtorische Rückfläche möglich, aber nicht sinnvoll

5.1 Linsentypen in der Kurzübersicht

Linsentyp	Sph	Ast	Verwendung, wenn....	Vollkorrektion Restastigmatismus
Rotations-symmetrische Weichlinse	X		GA < IA → Weichlinse im Vorteil GA ≤ 0,5dpt → sph.wirksame Linse	GA = 0 RA = GA
Individuell-torische Weichlinse	Messlinse ist sphärisch	Überrefraktion sphäro-cylindrisch	GA < IA → Weichlinse im Vorteil GA von -0,5dpt bis -9,0 dpt Für exakte Cylinder und Achskorrektion	KL-Asti = GA RA = 0
Standard-torische Weichlinse	Messlinse ist standard-astigmatisch	Nur sphärische Überrefraktion	GA < IA → Weichlinse im Vorteil GA von -0,5dpt bis ca. - 2,75dpt Wenige Zylinder möglich / Achsen 10° gestuft	KL-Asti ≈ GA RA ≈ 0
Rotations-symmetrische Hartlinse	X		IA < GA → Hartlinse im Vorteil IA ≤ 0,5dpt → sph. wirksame KL Δrc ≤ 0,5mm → rotationssymmetrische Rückfläche	IA = 0 dpt RA = IA + (exakt 10,6%HHA)
RPT / RPSA	X		IA < GA → Hartlinse im Vorteil IA ≤ 0,5dpt → sphärisch wirksame KL Δrc > 0,3mm → randtorische Rückfläche	IA = 0 RA = IA + (exakt 10,6%HHA)
VPT		X	IA < GA → Hartlinse im Vorteil IA > 0,5dpt → astigmatische KL Δrc < 0,4mm → rotationssymmetrische Rückfläche	KL-Asti = IA RA = 0
RT		X	IA < GA → Hartlinse im Vorteil IA > 0,5dpt → astigmatische Linse Δrc ≥ 0,4mm → rücktorische Fläche Sonderfall: IA=HHA/3 gleiche Achslagen Messlinse für BTX (BTC)	IA=HHA/3 gleiche Achslage RA = IA + ind.Ast. +(exakt 10,6%HHA)
BTC	X		IA < GA → Hartlinse im Vorteil IA ≤ 0,5dpt → sph. wirksame Linse Δrc ≥ 0,4mm → rücktorische Fläche Messlinse für BTX (RT)	IA = 0 RA = IA + (exakt 10,6%HHA)
BTX		X	IA < GA → Hartlinse im Vorteil IA > 0,5 dpt → astigmatisch Linse Kein Sonderfall IA=HHA/3 gleiche Achsen Δrc ≥ 0,4mm → rücktorische Fläche	Frontflächenastigmatismus= IA + ind.Ast. + 10,6%HHA RA = 0

5.2 Beispiele zur optischen Wahl des Linsentyps:

$$\begin{aligned} A_R &: -2,0 - 1,5 \text{ A } 0^\circ & \Leftrightarrow & GA = -1,5 \text{ A } 0^\circ \quad \sphericalangle \\ HH &: 8,0 \text{ in } 0^\circ \quad 7,7 \text{ in } 90^\circ & \Leftrightarrow & HHA = -1,8 \text{ A } 0^\circ \rightarrow IA = +0,3 \text{ dpt A } 0^\circ \end{aligned}$$

1. Entscheidung: $IA < GA$ → Hartlinse im Vorteil
2. Entscheidung: $IA \leq 0,5 \text{ dpt}$ → sphärisch wirksame Linse
3. Entscheidung: $\Delta r_c \leq 0,5 \text{ mm}$ → rotationssymmetrische Rückfläche

Empfohlener Linsentyp: rotationssymmetrische Hartlinse

$$\begin{aligned} A_R &: +3,0 - 2,5 \text{ A } 0^\circ & \Leftrightarrow & GA = -2,5 \text{ A } 0^\circ \quad \sphericalangle \\ HH &: 8,25 \text{ in } 0^\circ \quad 7,8 \text{ in } 90^\circ & \Leftrightarrow & HHA = -2,7 \text{ A } 0^\circ \rightarrow IA = +0,2 \text{ dpt A } 0^\circ \end{aligned}$$

1. Entscheidung: $IA < GA$ → Hartlinse im Vorteil
2. Entscheidung: $IA \leq 0,5 \text{ dpt}$ → sphärisch wirksame Linse
3. Entscheidung: $\Delta r_c \geq 0,4 \text{ mm}$ → rücktorische Fläche

Empfohlener Linsentyp: BTC

$$\begin{aligned} A_R &: +4,5 - 0,25 \text{ A } 60^\circ & \Leftrightarrow & GA = -0,25 \text{ A } 60^\circ \quad \sphericalangle \\ HH &: 8,0 \text{ in } 60^\circ \quad 7,75 \text{ in } 150^\circ & \Leftrightarrow & HHA = -1,5 \text{ A } 60^\circ \rightarrow IA = +1,25 \text{ dpt A } 60^\circ \end{aligned}$$

1. Entscheidung: $GA < IA$ → Weichlinse im Vorteil
2. Entscheidung: $GA \leq 0,5 \text{ dpt}$ → sphärisch wirksame Linse
3. Entscheidung: Δr_c entfällt bei Weichlinsenentscheidung

Empfohlener Linsentyp: rotationssymmetrische Weichlinse

$$\begin{aligned} A_R &: -4,0 - 1,0 \text{ A } 30^\circ & \Leftrightarrow & GA = -1,0 \text{ A } 30^\circ \quad \sphericalangle \\ HH &: 8,2 \text{ in } 30^\circ \quad 7,75 \text{ in } 120^\circ & \Leftrightarrow & HHA = -2,7 \text{ A } 30^\circ \rightarrow IA = +1,7 \text{ dpt A } 30^\circ \end{aligned}$$

1. Entscheidung: $GA < IA$ → Weichlinse im Vorteil
2. Entscheidung: $GA > 0,5 \text{ dpt}$ → astigmatische Linse
3. Entscheidung: Δr_c entfällt bei Weichlinsenentscheidung

Empfohlener Linsentyp: torische Weichlinse

$$\begin{aligned} A_R &: +3,0 - 4,0 \text{ A } 5^\circ & \Leftrightarrow & GA = -4,0 \text{ A } 5^\circ \quad \sphericalangle \\ HH &: 8,1 \text{ in } 5^\circ \quad 7,6 \text{ in } 95^\circ & \Leftrightarrow & HHA = -3,0 \text{ A } 5^\circ \rightarrow IA = -1,0 \text{ dpt A } 5^\circ \end{aligned}$$

1. Entscheidung: $IA < GA$ → Hartlinse im Vorteil
2. Entscheidung: $IA > 0,5 \text{ dpt}$ → astigmatische Linse
3. Entscheidung: $\Delta r_c \geq 0,4 \text{ mm}$ → rücktorische Fläche
4. Sonderfallentscheidung **RT**: $IA = HHA/3$ bei gleichen Achslagen (Vollkorrektion)

Empfohlener Linsentyp: RT