

Kontaktlinsenanpassung nach der Scheiteltiefe – ein moderner Klassiker

Basiskurve, Exzentrizität und Kontaktlinsendurchmesser – das sind für gewöhnlich die Parameter, um eine Kontaktlinsenrückfläche zu definieren. Wozu braucht man dann eigentlich die Scheiteltiefe einer Kontaktlinse?

Von diesem Wert haben die meisten Kontaktlinsenanpasser höchstens mal im Verlauf ihrer Ausbildung gehört, aber einen praktischen Nutzen konnte man aus diesem Wert nicht ziehen, da fast kein Linsenhersteller die Scheiteltiefe einer Kontaktlinse angibt. Bis auf die Firma Prolens AG aus Zürich mit ihrem formstabilen TOPO-Linsen-System. Dieses Linsendesign wurde Ende der 60er-Anfang der 70er Jahre von Willi Ott entwickelt und seither erfolgreich von vielen Schweizer Kontaktlinsenspezialisten angepasst.

1. Zwei Klassiker: Willi Ott und seine TOPO-Linse

Bereits als junger dipl. Augenoptiker war Willi Ott unter anderem in Schweden und England als Kontaktlinsenanpasser unter-

Abb. 1: Willi Ott

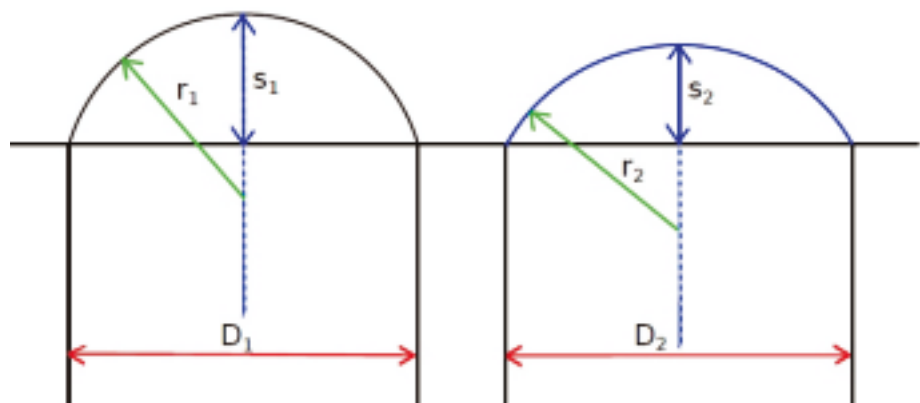


Abb. 2: Schematische Darstellung der Scheiteltiefe einer Kontaktlinse in Abhängigkeit vom Radius bei gleichem Durchmesser

Welche Gedanken ihn zum Design der TOPO-Linsen geführt haben, soll in diesem Bericht kurz dargestellt werden.

2. Von der Idee zum Kontaktlinsendesign

2.1 Idee

Die Idee mithilfe der Scheiteltiefe die individuell passende Kontaktlinse für jedes Auge zu berechnen, wurde bereits Ende der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts in verschiedenen Fachzeitschriften publiziert.

Die Scheiteltiefe einer Kontaktlinse über den Gesamtdurchmesser wird definiert als der Abstand entlang der Kontaktlinsenachse zwischen dem Scheitelpunkt der Rückfläche und der Ebene des Kontaktlinsenrandes (Abb. 2)

Eine ausführliche Darstellung der mathematischen Zusammenhänge zwischen asphärischen Flächen und Scheiteltiefen lieferte 1968 Arthur G. Bennet in seiner Artikelreihe „Aspheric Contact Lens Surfaces“. Unter anderem berechnet er die Scheiteltiefendifferenz z einer asphärischen Fläche zu einer sphärischen Fläche. Bei konstanten Werten für Basiskurve und Durchmesser kann der z -Wert neben der Exzentrizität einer asphärischen Fläche als Mass für die Abflachung dienen.

Montague Ruben stellte bereits fest, dass bei der Anpassung einer Kontaktlinse die Scheiteltiefe entscheidend für die Passform ist. Ab-

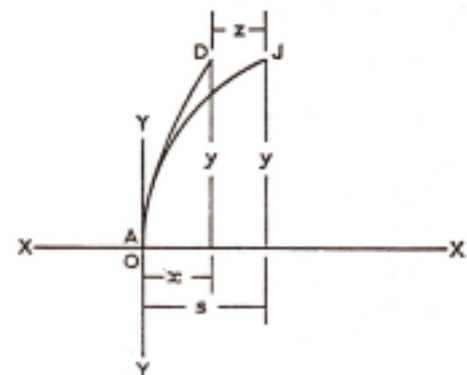


Abb. 3: Die Scheiteltiefendifferenz z als Mass für die Abflachung bei gleicher Basiskurve

bildung 4 zeigt die wesentlichen Zusammenhänge zwischen der Scheiteltiefe und der Kontaktlinsenpassform.

Diese beiden Autoren haben Willi Ott wesentlich inspiriert sein TOPO-Kontaktlinsen-Design mithilfe der Scheiteltiefe zu definieren.

2.2 Das Design der TOPO-Linse nach Willi Ott

2.2.1 Parameter

Für die Berechnung einer Kontaktlinsen-Rückfläche werden als Grundparameter folgende Werte benötigt:

- r_0 Radius der Kontaktlinsenrückfläche
 - \varnothing_T Gesamtdurchmesser der Kontaktlinse
- Zusätzlich sind Angaben über die Geo-

wegs und sammelte so internationale Erfahrung.

Im Jahr 1959 gründete Willi Ott eine eigene Firma für die Herstellung von Kontaktlinsen mit der Absicht, neben verschiedenen Linsendurchmessern auch mehrere Randabflachungen fertigen zu können, um der Hornhautgeometrie besser gerecht zu werden.

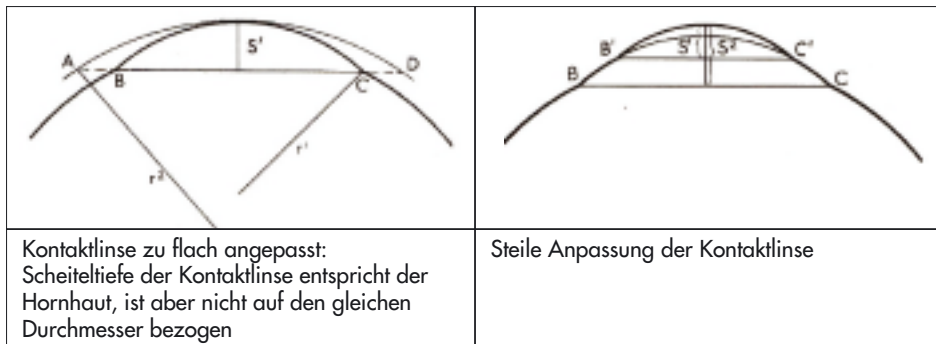


Abb. 4: Bereits M. Ruben stellte zu Beginn der 70er Jahre die Zusammenhänge zwischen der Scheiteltiefe einer Kontaktlinse und dem Sitz ausführlich dar.

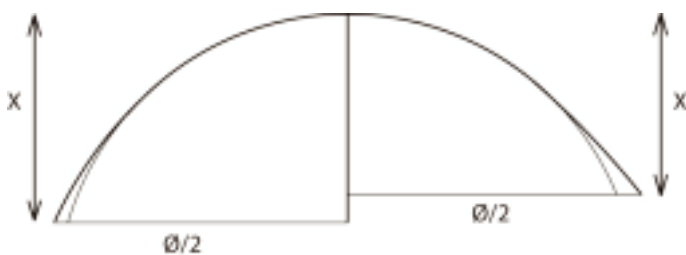


Abb. 5: x-Wert bei verschiedenen Abflachungen

metrie der Rückfläche vom Zentrum zur Linsenperipherie notwendig:

Bei rein asphärischen Rückflächen genügt die Angabe einer numerischen Exzentrizität. Mehrkurvige Kontaktlinsen erfordern die Angabe der einzelnen peripheren Radien mit den entsprechenden Durchmessern und bei sphärisch-asphärischen Flächen ist die Angabe des Durchmessers der optischen Zone und Exzentrizität der peripheren Fläche notwendig.

Aufgrund seiner Anpass-Erfahrung mit den damals verfügbaren Kontaktlinsen-Typen entschied sich Will Ott, das Rückflächen-Design der TOPO-Linsen mit einer sphärischen optischen Zone und einer asphärischen Peri-

pherie zu fertigen. Folgende Parameter werden daher benötigt:

- x-Wert (=Scheiteltiefe der Kontaktlinse ohne Randbearbeitung)
- \varnothing_0 Durchmesser der optischen Zone (DOZ)

Auf der Basis dieser Werte werden die Kontaktlinsen-Rückfläche sowie die numerische Exzentrizität berechnet. Der x-Wert erlaubt einen Vergleich der Kontaktlinsen-Rückfläche mit verschiedenen Basiskurven und optischen Zonen bei konstantem Gesamtdurchmesser. Ein kleiner x-Wert liegt bei einer grossen Abflachung vor, ein grosser x-Wert bei einer geringen Abflachung.

2.2.2 Geometrie der Rückfläche

Die Rückfläche der TOPO besteht im Wesentlichen aus drei Zonen (Abbildung 6):

- Sphärische zentrale optische Zone (DOZ)
 - Asphärische Zwischenzone
 - Inverse Randzone
- Standardmässig wird die sphärische Optikzone in 3 unterschiedlichen Abstufungen ge-

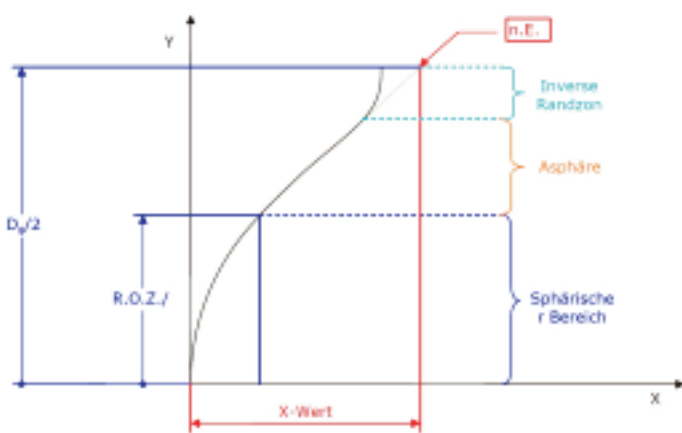


Abb. 6: Geometrie der TOPO-Rückfläche

fertigt. Tabelle 1 zeigt die Typbezeichnungen und entsprechenden Standardgrössen der sphärischen optischen Zone in mm für die Basiskurve 7.8 mm.

Linsentyp	DOZ (\varnothing_0) in mm
TOPO 1	6.59
TOPO 2	7.20
TOPO 3	7.80

Tabelle 1: Durchmesser der optischen Zone bei Basiskurve 7.8 mm

Im Vergleich dazu ist die sphärische optische Zone der meisten sphärisch-asphärischen Kontaktlinsen am Markt deutlich kleiner mit etwa 4 bis 4.5 mm bei Radius 7.8 mm.

Die Vorteile der grossen sphärischen Optikzone liegen in einer guten optischen Abbildung und in dem ausgezeichneten Zentrierverhalten. Untersuchungen zur Hornhaut-Sensibilität lassen in der Peripherie eine geringere Sensibilität vermuten als peripher, so dass das Sitzverhalten der TOPO mit zentraler Überbrückung ein geringeres Fremdkörpergefühl zur Folge haben müsste.

Neben diesen 3 Grundgrössen der sphärischen optischen Zone gibt es zusätzlich die Möglichkeit, die Zonengrösse individuell festzulegen.

3. Das TOPO-Linsen Konzept

3.1 Anpassphilosophie

Ziel der Anpassung ist eine leichte Überbrückung im Zentrum mit einem möglichst parallel verlaufenden Tränenfilmpolster von ca. 20 μm Dicke innerhalb der optischen sphärischen Zone.

Der Übergang zur asphärischen peripheren Zwischenzone sollte so gewählt werden, dass keine harten Übergänge entstehen. Mit dem Prolens-Anpassprogramm für den Oculus-Keratographen kann die TOPO auch in den verschiedenen Varianten für die Optikzone oder mit individueller Optikzone simuliert werden.

Abbildung 7 links zeigt das simulierte ideale Fluoreszeinbild einer sphärischen TOPO auf einer rotations-symmetrischen Hornhaut mit einer numerischen Exzentrizität von 0.33. Im rechten Bild ist die Simulation einer ebenfalls sphärischen TOPO auf einer Hornhaut mit 0.2 mm Radiendifferenz zentral und einer numerischen Exzentrizität von 0.64.

Der Unterschied im Sitz ist deutlich in der Oculus-Darstellung „Abstand der Hauptschnitte zur Kontaktlinse“ erkennbar. Bei Hornhäuten mit kleinen Exzentrizitäten ist der

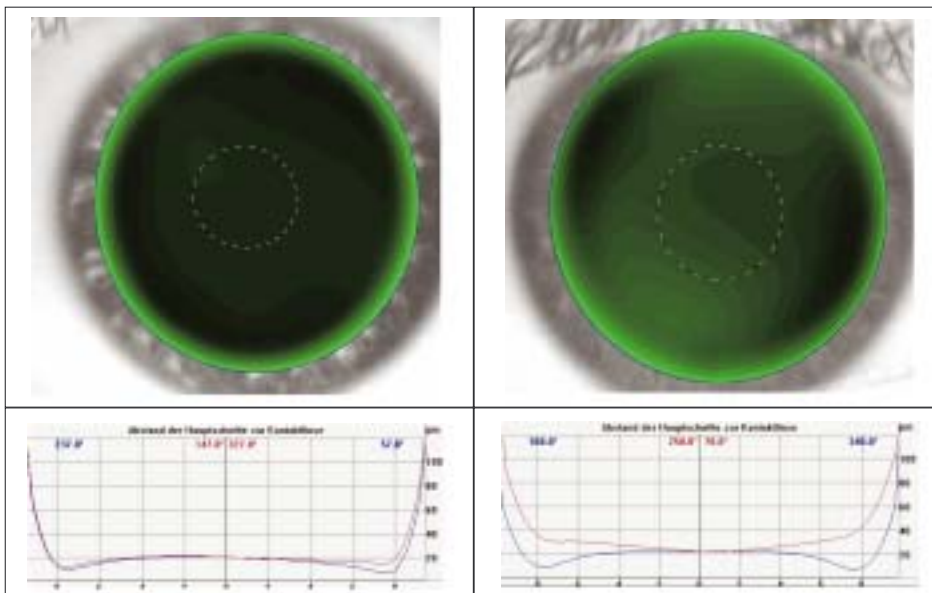


Abb. 7: Rechts: Ideales Fluoreszenzbild auf einer spärlichen Hornhaut, idealer Sitz auf einer leicht torischen Hornhaut

TOPO IND DOZ=4.20
BC 8.05 D9.8 x=1.56

TOPO 3 DOZ=7.93
BC 8.05 D9.8 x=1.56

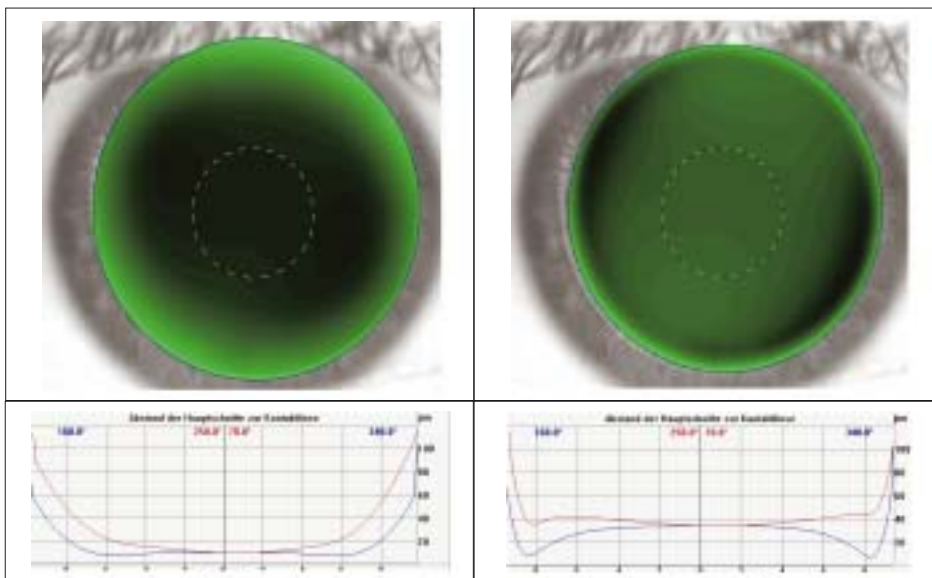


Abb. 8: Vergleich des Fluoreszenzbildes zweier TOPO-Linsen mit sehr unterschiedlich grossen spärlichen optischen Zonen

Übergang vom überbrückten Zentrum zur asphärischen Peripherie deutlich sanfter als bei Hornhäuten mit hoher Abflachung.

3.2 Was bringt der x-Wert für zusätzliche Informationen?

Ist Kontaktlinsen anpassen mithilfe der Scheiteltiefe ein „alter Hut“ oder doch zeitgemäss und modern? Und wo liegen die Vorteile? Eine Simulation des Fluoreszenzbildes am Oculus-Keratographen zeigt das unterschiedliche Sitzverhalten bei unterschiedlich grossen Optikzonen-Durchmessern am Bei-

spiel einer Hornhaut mit einer Abflachung von 0.64. Um den Unterschied im Sitz zu verdeutlichen, sind in Abbildung 8 zwei Extremwerte für die Grösse der sphärischen optischen Zone dargestellt:

Wählt man die Optikzone sehr klein wie in Abbildung 8 links, so kann der Sitz einer sphärisch-asphärischen Kontaktlinse simuliert werden wie sie sehr häufig am Markt gebräuchlich sind. Charakteristisch ist die zentrale Auflage mit flacher werdender Peripherie. Vergrössert man die Optikzone weiter, so ähnelt der Linsensitz immer mehr einer einkur-

vigen Kontaktlinse. Diese beiden Fluoreszenzbilder stellen natürlich nicht den anzustrebenden Sitz einer TOPO-Linse dar, sondern dienen lediglich dazu, den Einfluss der Grösse des DOZ auf den Linsensitz darzustellen.

Um das Idealbild – leichte Überbrückung im Zentrum mit einem möglichst parallel verlaufenden Tränenfilm – zu erzeugen, muss die Grösse der sphärischen optischen Zone entsprechend angepasst werden. Optimal ist in diesem Fall ein DOZ mit 6.20mm wie das simulierte Fluoreszenzbild aus Abbildung 7 rechts zeigt. Der x-Wert dieser drei Kontaktlinsen ist mit 1.56mm für alle gleich, nur die Verteilung der Auflageflächen wird aufgrund der DOZ-Änderung unterschiedlich.

Hier zeigen sich auch die Vorteile bei der Anpassung mithilfe des x-Wertes:

- Bei gleichem Kontaktlinsen-Durchmesser und x-Wert ist eine Feinabstimmung der Anpassung problemlos möglich. Modifiziert man die Basiskurve bei gleichbleibendem x-Wert, ändert sich das Sitzverhalten zentral, jedoch nicht in der äussersten Peripherie.

- Eine Vergrösserung der optischen Zone bei konstantem x-Wert verändert nur das Auflageverhalten zentral aber nicht am Linsenrand. Die Folge ist in den meisten Fällen eine Verbesserung der Zentrierung.

Mit der Kenntnis des x-Wertes einer Kontaktlinse ergeben sich durch Veränderung des Durchmessers der optischen Zone (DOZ) und der Basiskurve zusätzliche Möglichkeiten, um die Geometrie der Kontaktlinse an die Hornhautform noch individueller anzupassen. Im TOPO-Linsen-System gibt es selbstverständlich RT, BT, BTC, BTX und vordertorische Varianten.

TOPO-K für Keratokonus und TOPO-NEG mit negativer Exzentrizität für Anpassungen bei Keratoplastik oder nach LASIK sind weitere Produktvarianten, die nach dem gleichen Prinzip aufgebaut sind. Der x-Wert ist besonders in diesen Fällen eine wertvolle Information, um die Linsenpassform effizient zu modifizieren.

Die Autorin

Helga Seiler
Dipl.-Ing. (FH) Augenoptik
Prolens AG
Josefstr. 53
8005 Zürich
Email: helga.seiler@prolens.ch

Literatur

Bennet, A. G. (5. October 1968). Aspherical Contact Lens Surfaces. The Ophthalmic Optician .
Ruben, M. (1978). Kontaktlinsenanpassung (1. Ausg.). (H.-w. Roth, Übers.) Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag.