

GALIFA AUGEN BLICK 05/2009

Ausgabe 05/2009 // 1. Mai 2009
Messverfahren zur Bestimmung der
peripheren Hornhautradien.

Das monatliche Update für Contactlinsen-Profis
Erhältlich auch als PDF unter www.galifa.ch

Galifa Contactlinsen AG
Zürcherstrasse 204e // Postfach 48 // CH-9014 St. Gallen
Telefon +41 71 272 30 00 // Fax +41 71 272 30 10
info@galifa.ch // www.galifa.ch



Katrin Warken (*1979),

Abitur, Ausbildung zur Augenoptikerin (2001), Studium mit Abschluss als
Dipl. Ing. (FH) Augenoptik an der Fachhochschule Aalen (2007),
danach Laserassistentin, sterile Assistentin und Marketingmitarbeiterin in der
refraktiven Chirurgie in einem Stuttgarter Unternehmen. Seit Oktober
letzten Jahres beratende und praktische Tätigkeit beim Galifa Professional
Service am Hauptsitz des Unternehmens in St.Gallen.

Messverfahren zur Bestimmung der peripheren Hornhautradien.

Text: Katrin Warken

Exzentrizität – zunächst einmal ein schwieriges Wort, und wenn wir an dieses Thema denken, denken wir an trockene Theorie und komplizierte Zeichnungen und Messungen.

Unsere aktuelle Ausgabe beschäftigt sich trotzdem mit diesem Klassiker und versucht etwas Licht in das Dunkel zu bringen. Denn wahre Klassiker verlieren niemals an Aktualität.

Ein praxisnaher Einstieg soll Ihnen den Zugang zu diesem Thema erleichtern, soll Sie zum Weiterlesen ermutigen und Ihnen die immer noch vorhandene Präsenz vor Augen führen.

1.1 Praktischer Einstieg

Die folgende Situation ist typisch in der Contactlinsen-Anpassung. Einem Kunden mit fast sphärischer Hornhaut (Hornhautradien siehe Punkt 1.3.1.2) wird eine Contactlinse in einer sinnvollen Basiskurve eingesetzt. Doch das Fluobild zeigt keine Parallelanpassung. Die Contactlinse ist zu steil (Abb.1).

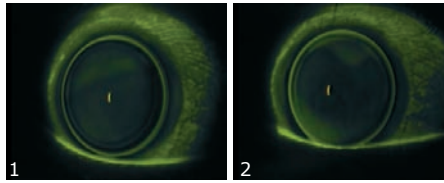


Abb-1: Contactlinse mit Basiskurve 7,8, Durchmesser 9,3, n.E. 0.35

Abb-2: Contactlinse mit Basiskurve 7,8, Durchmesser 9,3, n.E. 0.55

Im nächsten Schritt wird eine Contactlinse in der gleichen Basiskurve, aber in einer 2/10 höheren Exzentrizität eingesetzt. Damit wird eine Parallelanpassung erreicht (Abb.2).

Dieses einfache Beispiel zeigt, wie wichtig das Wissen über die Peripherie der Hornhaut ist, um eine optimale Contactlinsen-Anpassung zu erzielen.

Nur Angaben über das Zentrum der Hornhaut (zentrale Hornhautradien) genügen nicht. Denn damit erhält man Aufschluss über einen Hornhautbereich von ca. 3 mm. Formstabile Contactlinsen haben durchschnittlich einen Durchmesser von 9.6 mm. Um an Angaben über die Peripherie der Hornhaut zu gelangen, gibt es verschiedene Messverfahren, auf die wir im Folgenden eingehen.

1.2 Numerische Exzentrizität

Das Ziel aller Messungen ist die Bestimmung der numerischen Exzentrizität der Hornhaut. Diese wird mit n.E. oder ϵ bezeichnet. Dabei gilt folgender Zusammenhang:

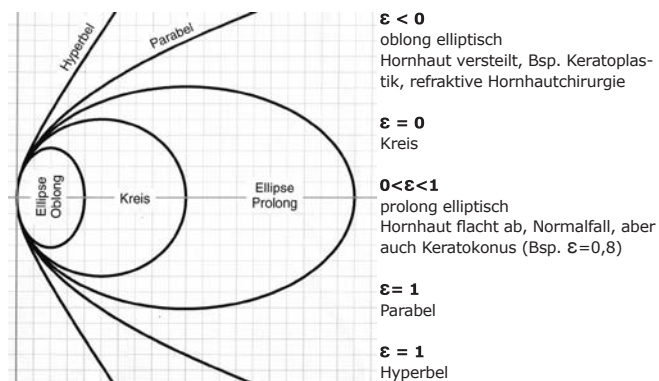


Abb-3: Graphik zur Exzentrizität

Im Normalfall hat die Hornhaut ein n.E. zwischen 0,4 und 0,6. Danach kann dann die erste Messlinse gewählt werden.

1.3 Ophthalmometer

Das Ophthalmometer liefert nicht nur Angaben zu den zentralen Hornhautradien, sondern kann auch benutzt werden, um Aufschluss über die Hornhautperipherie zu geben.

Funktionsweise des Ophthalmometers:

Das Gerät ist darauf ausgerichtet, sphärische Flächen zu vermessen (vgl. zentrale Hornhautradien). Die Hornhaut-Geometrie ähnelt eher der Form einer Ellipse und nur in den seltensten Fällen der eines Kreises. Deshalb liefern Messverfahren mit diesem Gerät Näherungen und keine exakten Werte.

Die folgenden zwei Messverfahren können mit einem Ophthalmometer durchgeführt werden:

1.3.1 Sagittalradienmessung

Dieses Verfahren ist das bekanntere der beiden und das Standardverfahren. Es geht auf Karl Heinz Wilms zurück, der es in den 60er-Jahren entwickelt hat. Dabei wird ein Kreisbogen zugrunde gelegt, der in der Peripherie senkrecht zum jeweiligen Hauptschnitt liegt. Der Sagittalradius wird 30° entfernt vom Hornhautzentrum gemessen. Dieses Verfahren legen die Contactlinsen-Hersteller auch bei der Fertigung ihrer Contactlinsen zugrunde. Das bedeutet, dass die Angabe der Exzentrizität der Contactlinse sich ebenfalls auf einen Winkel von 30° bezieht.

In Abb. 5 wird noch besser ersichtlich, was der Sagittalradius genau ist.

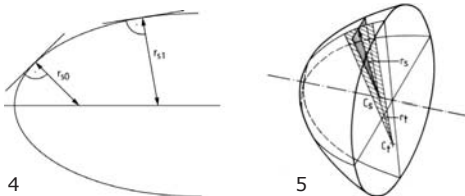


Abb-4: Sagittalradius

Abb-5: Skizze zu Sagittal- und Tangentialradius

1.3.1.1 Durchführung der Messungen

Der Kunde führt nach der Messung der zentralen Hornhautradien vier Blickbewegungen in 30° durch. In dieser Entfernung sind Fixiermarken am Ophthalmometer angebracht.

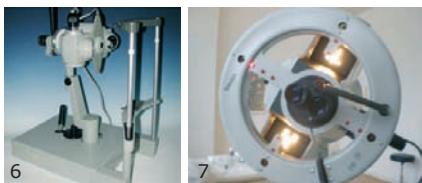


Abb-6: Ophthalmometer mit Fixiermarken

Abb-7: Rot leuchtende Fixiermarke in 30°

Die Fixiermarken müssen immer senkrecht zum jeweiligen Hauptschnitt stehen – auch wenn die Reflexe bei einer Achsveränderung deutlicher zu erkennen wären als in der senkrechten Ausrichtung. Bei Durchführung der Messungen in der veränderten Achse würde ein Achsfehler entstehen, der das Ergebnis verfälscht.

Die Durchführung dieser Blickbewegungen ist für den Probanden recht anstrengend. Deshalb sollten Sie zügig arbeiten, und der Proband sollte nach jeder Messung die Möglichkeit haben, kurz geradeaus zu schauen, bevor Sie die nächste Messung durchführen. Am Ende des Verfahrens liegen vier Messwerte vor: nasal, temporal, superior und inferior.

Der Galifa Profi-Tipp: Bei der Messung des superioren Radius schaut der Proband auf die untere Fixiermarke. Als Anpasser heben Sie das Oberlid leicht an. Sie dürfen dabei keinen Druck auf den Bulbus ausüben, da dies das Ergebnis negativ beeinflussen würde.

In manchen Fällen ist eine Messung in 30° nicht möglich. Dann wird in einem Abstand von 25° gemessen. Die gängigen Ophthalmometer sind in dieser Entfernung ebenfalls mit Fixiermarken versehen. Dies muss bei der Berechnung der Messlinie berücksichtigt werden.

1.3.1.2 Berechnung der Exzentrizität

zentrale Hornhautradien	periphere Radien	
rh=7.88/179°	rnasal=8.56	rtemporal=7.91
rv=7.75	rinferior=8.25	rsuperior=8.28
Zentraltorus	$\Delta r = r_p - r_c$	7.88-7.75=0.13
Korrektur der Messwerte	$r_{nasal} = r_{mess,nasal} + \Delta r$	8.56+0.13=8.69
	$r_{temporal} = r_{mess,temporal} + \Delta r$	7.91+0.13=8.04
	$r_{inferior} = r_{mess,inferior} - \Delta r$	8.25-0.13=8.12
	$r_{superior} = r_{mess,superior} - \Delta r$	8.28-0.13=8.15
Exzentrizität	$n.E. = \sqrt{\left(1 - \frac{r_{zentral}^2}{r_{sagittal}^2}\right) * \frac{1}{\sin^2 \alpha}}$	α : Messwinkel (30°)
nasal: n.E.=0.84	temporal: n.E.=0.4,	inferior: n.E.=0.6,
	superior: n.E.=0.62	
Mittelwert: n.E.=0.62		

Somit hätte die erste Messlinse folgende Parameter: Basis-kurve 7.9 n.E. 0.6.

Der einfachere Weg, um an dieses Ergebnis zu kommen, ist die Eingabe der zentralen und peripheren Radien in den Contactlinsen-Assistenten, den Sie auf www.galifa.ch finden. Falls der Proband geringere Blickbewegungen als 30° durchgeführt hat, kann dies entsprechend angewählt werden und wird bei der Berechnung der n.E. berücksichtigt.

1.3.2 Partielles TOP-Test-Verfahren

Dies ist das ältere der beiden Verfahren. Es wurde ebenfalls von Wilms in den 60er-Jahren entwickelt. Dabei wird der Tangentialradius gemessen. Aus dem Kreisbogen, den Sie in der Peripherie vermessen, und aus dem zentralen Radius wird eine Ellipse berechnet. Sie soll sich den Kreisbögen möglichst gut annähern, damit ein gleichmässiger Übergang zwischen dem zentralen und dem peripheren Kreisbogen vorliegt.

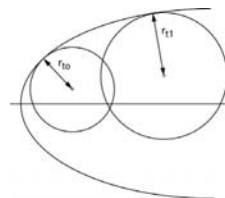


Abb-8: Tangentialradius

Abbildung 5 verdeutlicht zusätzlich, was sich genau hinter dem Tangentialradius verbirgt.

1.3.2.1 Durchführung der Messungen

Der Proband muss keine so starken Blickbewegungen wie beim Sagittalradien-Verfahren durchführen. Er fixiert die Testmarken.

Am Ende des Verfahrens liegen wiederum die vier Messwerte vor: nasal, temporal, superior und inferior.

1.3.2.2 Berechnung der Exzentrizität

zentrale Hornhautradien	periphere Radien	
rh=7.88/179°	r _{nasal} =8.3	r _{temporal} =8.12
rv=7.75	r _{inferior} =8.8	r _{superior} =7.92

Erste Hilfsgrösse

$$Y_A = r_r \cdot \sin \alpha$$

$\alpha=8.625$ (Spiegelungswinkel bei Rodenstock, 34.5/4)

Horizontal: $7.88 \cdot \sin 8.625 = 1.182$, Vertikal: $7.75 \cdot \sin 8.625 = 1.162$

Zweite Hilfsgrösse

$$Y_B = Y_A + r_r \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos(2 \cdot \alpha)$$

nasal: 3.56, temporal: 3.51, inferior: 3.68, superior: 3.43

Sagittalradius

$$r_s = \frac{Y_B}{\sin(3 \cdot \alpha)}$$

nasal: 8.16, temporal: 8.04, inferior: 8.43, superior: 7.86

Exzentrizität

$$n.E.^2 = \frac{r_s^2 - r_r^2}{Y_B^2 - Y_A^2}$$

nasal: n.E.=0.63, temporal: n.E.=0.48, inferior: n.E.=0.95, superior: n.E.=0.41

Mittelwert: n.E.=0.62

Somit hätte die erste Messlinse folgende Parameter: Basis-kurve 7.9 n.E. 0.6.

Je nachdem, welches Gerät Sie verwenden, nimmt die Gerätekonstante einen anderen Wert an. Dies muss bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Dieses Ergebnis ist bei der Eingabe der zentralen und peripheren Radien nicht im Assistenten auf unserer Homepage zu finden, weil bei der dortigen Berechnung ein etwas anderes Verfahren – der so genannte reine TOP-Test – zugrunde gelegt wird. Dabei wird der genaue Fixationswinkel des Probanden in den im Hintergrund hinterlegten Formeln verwendet. Folglich liegt neben der Gerätekonstanten eine weitere Variable vor, die von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz variieren kann. Auf die Angabe der genauen Formeln wird hier verzichtet.

Wichtig: Wird die Peripherie der Hornhaut mit dem TOP-Test-Verfahren ermittelt, muss bekannt sein, welches Gerät zum Einsatz kommt und welche Formeln zugrunde gelegt werden: Fixationswinkel des Probanden oder Spiegelungswinkel

1.4 Unterschied zur Sagittalradien-Messung

Der Proband fixiert die Testmarken und nicht die Fixiermarken. Somit müssen in der Regel geringere Blickbewegungen durchgeführt werden. Das Verfahren ist genauer als die Sagittalradien-Messung, aber die Kenntnis über den Testmarkenabstand muss bekannt sein. Diese Angabe ist wichtig, da sich daraus der Spiegelungswinkel der Testmarken, der bei der Berechnung benötigt wird, errechnet. Beispiel: Zeiss-«Bombe» 38° // Rodenstock 34.5°

1.5 Gemeinsamkeit von Sagittalradien-Messverfahren und partiellem TOP-Test

Beide Verfahren legen die Hornhaut in Form einer Ellipse zugrunde.

Heutzutage sind Autokeratometer weit verbreitet, die neben den zentralen Hornhautradien die Peripherie der Hornhaut vermessen können. Welches Messverfahren das jeweilige Gerät verwendet, ist abhängig vom Hersteller und muss in der Bedienungsanleitung nachgelesen oder beim Hersteller erfragt werden.

Verwendung der beiden Verfahren

	Sagittalradien	partieller TOP-Test
Zentr. Hornhaut-Radiendifferenz < 0,3 mm	geeignet	geeignet
Zentr. Hornhaut-Radiendifferenz > 0,3 mm	nicht geeignet	geeignet
Keratokonus	geeignet	nicht geeignet

Es gibt noch eine weitere Möglichkeit, um Aussagen über die Peripherie der Hornhaut treffen zu können. Wir gehen aus Gründen der Vollständigkeit kurz darauf ein.

1.6 Keratograph

Keratographen liefern viele Informationen über die Gestalt und Abflachung der Hornhaut und bieten somit einen guten Anhaltspunkt bei der Wahl der ersten Messlinse.

Bei einer Keratographenmessung werden sehr viele Messpunkte auf der Hornhaut ausgewertet, d.h. es liegt eine fast flächenhafte Messung der Hornhaut vor – im Gegensatz zu den ersten beiden Verfahren, bei denen punktförmige Messungen durchgeführt und die Zwischenbereiche interpoliert werden.

Zur Auswertung der Exzentrizität legen die Keratographen ebenfalls das Sagittalradien-Verfahren bzw. den TOP-Test zugrunde. Diese beiden Methoden sind also heute immer noch aktuell.

Die Keratographenmessung ist somit genauer als die punktförmigen Messungen – auch wenn dabei bestimmte Bereiche ebenfalls interpoliert werden. Die Grösse des Messfeldes beträgt ungefähr 8 mm. Das bedeutet, dass keine Aussagen über die äusseren Hornhautbereiche vorliegen, die aber für einen guten Sitz der Contactlinse mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 9,6 mm wichtig sind.

1.7 Ausblick

Abschliessend bleibt zu sagen, dass auch in Zukunft Anpass-Contactlinsen eingesetzt werden müssen, um diese am Auge mit Hilfe des Fluobildes zu beurteilen. Denn sämtliche Messverfahren liefern uns keine Auskunft über den Lidverlauf, die Lidpositionen, die Oberlidspannung, die Lidspalte, die Tränenmenge oder die Tränenqualität.

Ausserdem werden die Wirkung der Contactlinse oder die Bewegung nicht berücksichtigt, welche einen entscheidenden Einfluss auf das Sitzverhalten der Contactlinse haben können.

Die Messungen sind eine gute Grundlage, um die Parameter der ersten Messlinse festzulegen. In vielen Fällen ist es aus obigen Gründen notwendig die Parameter der endgültigen Contactlinse nochmals zu modifizieren, um einen optimalen Tragekomfort zu erreichen.>//