

IOL-Berechnung – wie erreiche ich die gewünschte Zielrefraktion

## 6. IOL Berechnung nach refraktiver Chirurgie. Theoretische Aspekte

---

A. Langenbacher, T. Eppig

---



> Warum ist die Berechnung nach LASIK/PRK falsch?



## Multifaktoriell:

- Oft das Problem der ‚langen Augen‘
- Verhältnis von Vorderflächen- zu Rückflächenkrümmung gestört
- Die Asphärizität der Hornhautvorderfläche ist verändert
- Die brechwertbezogene Abschätzung der IOL-Position ist falsch

## > Das Problem der ‚langen Augen‘



Nach myoper LASIK oder PRK ist oft die Augenlänge *deutlich* größer im Vergleich zu Normalaugen

-> Auswahl der geeigneten Formel für ‚lange Augen‘

Entsprechend nach hyperoper PRK / LASIK sind die Augen kürzer als normal

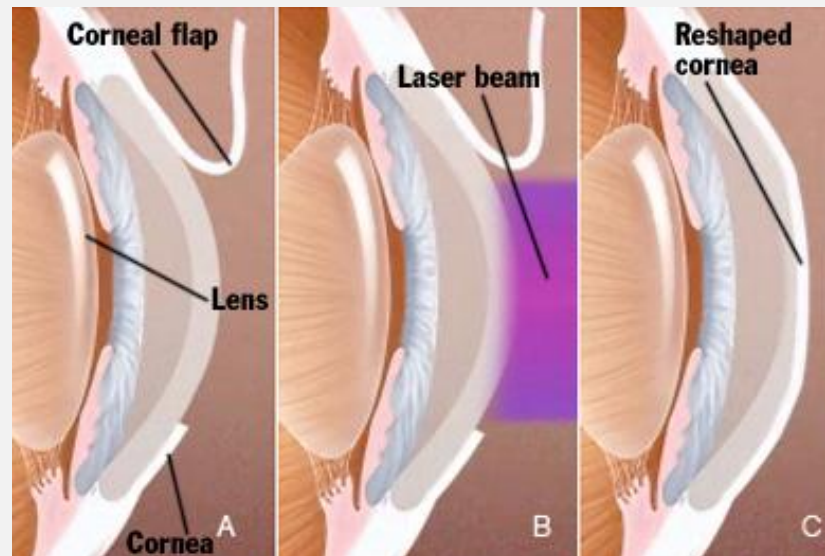
-> Auswahl der geeigneten Formel für ‚kurze Augen‘

# > Verhältnis von Vorderflächen- zu Rückflächenkrümmung

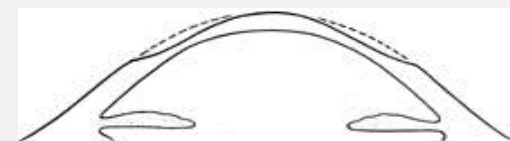


Bei der myopen LASIK wird *selektiv* die Krümmung der Vorderfläche reduziert.

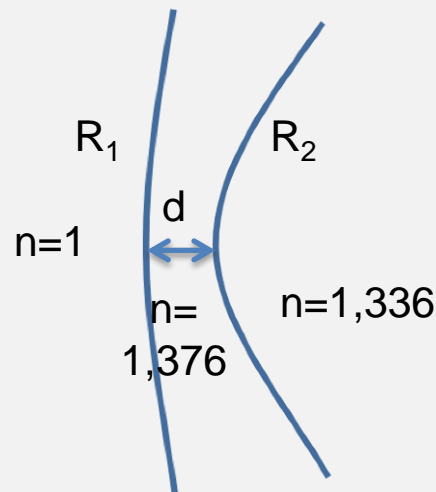
Dadurch lässt sich die Hornhaut nicht mehr durch die klassischen Augenmodelle beschreiben



Bei der hyperopen PRK/LASIK wird die zentrale HH-Krümmung erhöht durch einen zirkulären Abtrag in der Peripherie



# > Hornhaut als dünne Linse



$$P = \left\{ \begin{array}{l} \frac{1,376 - 1}{R_1} + \frac{1}{\frac{1,336 - 1,376}{R_2} + \frac{d}{1,376}} \\ \frac{1,376 - 1}{R_1} + \frac{1,336 - 1,376}{R_2} - \frac{1,376 - 1}{R_1} \cdot \frac{1,336 - 1,376}{R_2} \cdot \frac{d}{1,376} \\ \frac{1}{\frac{1,376 - 1}{R_1} - \frac{d}{1,376}} + \frac{1,336 - 1,376}{R_2} \end{array} \right.$$

- Stellvertretende ‚dünne Linse‘ lässt sich nicht mehr aus dem Vorderflächenradius und dem klassischen Keratometerindex berechnen
- Nach myoper LASIK wird der Hornhautbrechwert ÜBERSCHÄTZT und damit die IOL UNTERSCHÄTZT
- Patient landet nach der Kataraktoperation in der Hyperopie



## Hornhautradien VOR der LASIK

$$R_a = 7,7 \text{ mm}; R_p = 6,8 \text{ mm}, d = 550 \text{ } \mu\text{m}$$

$$P_a = 376 / 7,7 = 48,83 \text{ D}; P_p = (336 - 376) / 6,8 = -5,88 \text{ D}$$

Gullstrand:

$$P = 48,83 \text{ D} - 5,88 \text{ D} + 48,83 \cdot 5,88 \cdot 0,55 / 1376 \text{ D} = 43,06 \text{ D}$$

Mit Keratometer oder Topographie:

$$P = 332 / 7,7 \text{ D} = 43,11 \text{ D} \quad P = 337,5 / 7,7 \text{ D} = 43,83 \text{ D} \quad -3,54 \text{ D}$$

-3,11 D

## Hornhautradien NACH der LASIK

$$R_a = 8,3 \text{ mm}; R_p = 6,8 \text{ mm}, d = 500 \text{ } \mu\text{m}$$

$$P_a = 376 / 8,3 = 45,30 \text{ D}; P_p = (336 - 376) / 6,8 = -5,88 \text{ D}$$

Gullstrand:

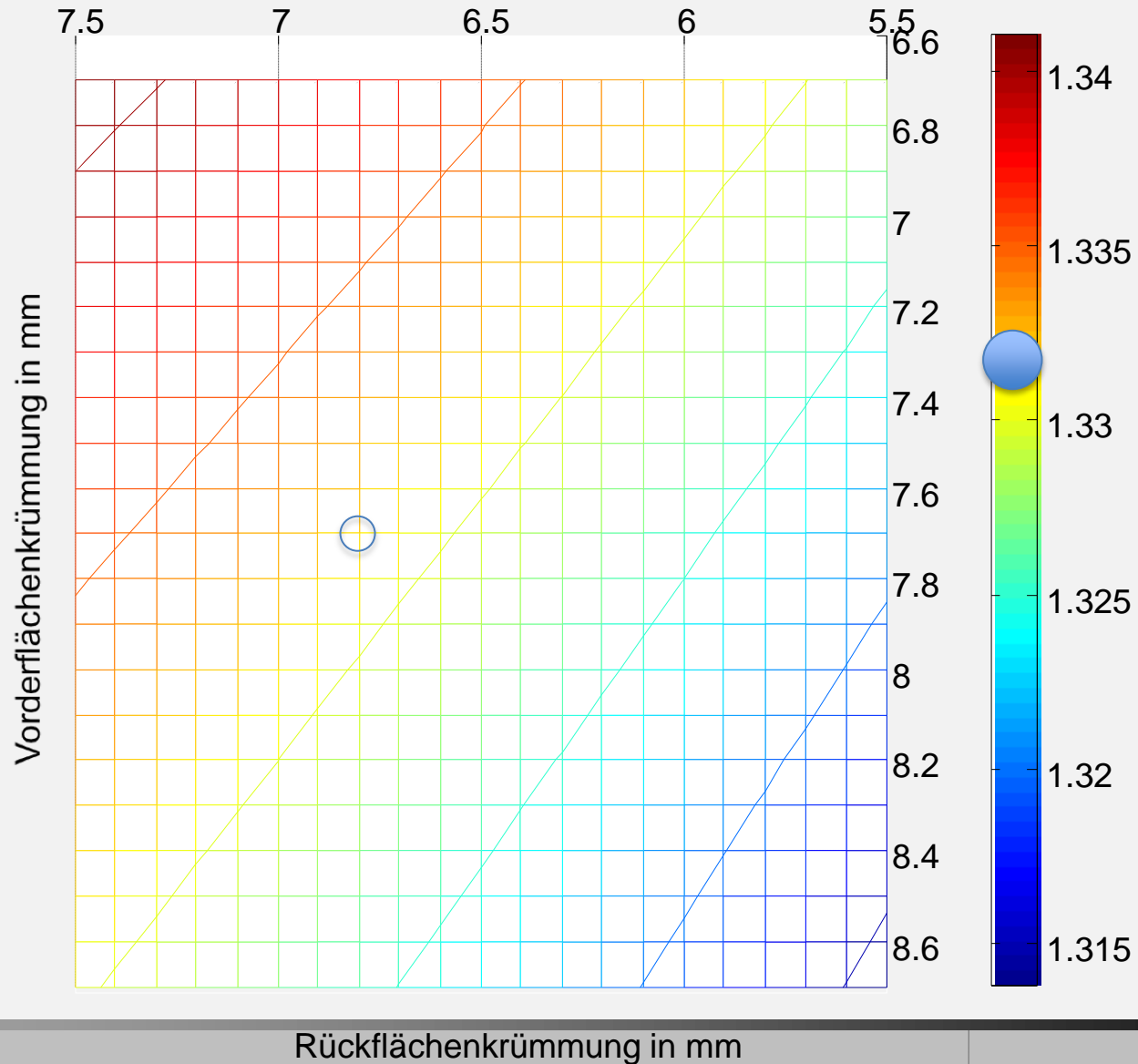
$$P = 45,30 \text{ D} - 5,88 \text{ D} + 45,30 \cdot 5,88 \cdot 0,5 / 1376 \text{ D} = 39,52 \text{ D}$$

Mit Keratometer oder Topographie:

$$P = 332 / 8,3 \text{ D} = 40,00 \text{ D} \quad P = 337,5 / 7,7 \text{ D} = 40,66 \text{ D}$$

-3,17 D

> Äquivalentbrechwert nach der Gullstrand-Formel



> Die Asphärizität der Hornhautvorderfläche ist verändert



- Bei myoper PRK / LASIK wird ein weicher Übergang geschaffen zwischen der flacheren Krümmung im Zentrum und der ursprünglichen Krümmung in der Peripherie
- Hornhautgeometrie geht in Richtung ‚oblate Kurvatur‘
  - Peripher ist die HH tendenziell steiler als zentral
  - Hornhaut vom Keratometer oder Topographen zu steil gemessen
  - IOL-Brechwert zu gering

-> Hyperopie

- Bei hyperoper PRK / LASIK umgekehrt...



- > Die brechwertbezogene Abschätzung der IOL-Position ist falsch



Bei den klassischen Formeln aus den USA wird die IOL-Position u.a. aus der Hornhautkrümmung abgeschätzt

- SRK/T
- Holladay
- Hoffer-Q

Nach einer PRK / LASIK wird die IOL an eine andere Stelle gesetzt

(physikalisch unsinnig!!!)

flachere HH

-> IOL weiter vorne

-> IOL schwächer

**-> Hyperopie!!!**

bei hyperoper PRK / LASIK umgekehrt



- **Nach PRK / LASIK KEINE Standard-Formeln verwenden!!!**
  - Hornhautbrechwertbestimmung fehlerhaft wegen
    - Vereinfachung ‚dünne Linse‘ nicht gültig
    - Umrechnung Radien in Hornhautbrechwert falsch
    - Ggf. Radienbestimmung fehlerhaft durch ‚ungewöhnliche‘ Asphärizität
  - Abschätzung der IOL-Position fehlerhaft
    - Wenn die Abschätzung auf dem Hornhautbrechwert basieren wie bei Hoffer-Q, Holladay, SRK/T hier besser Haigis oder Olsen-Formel



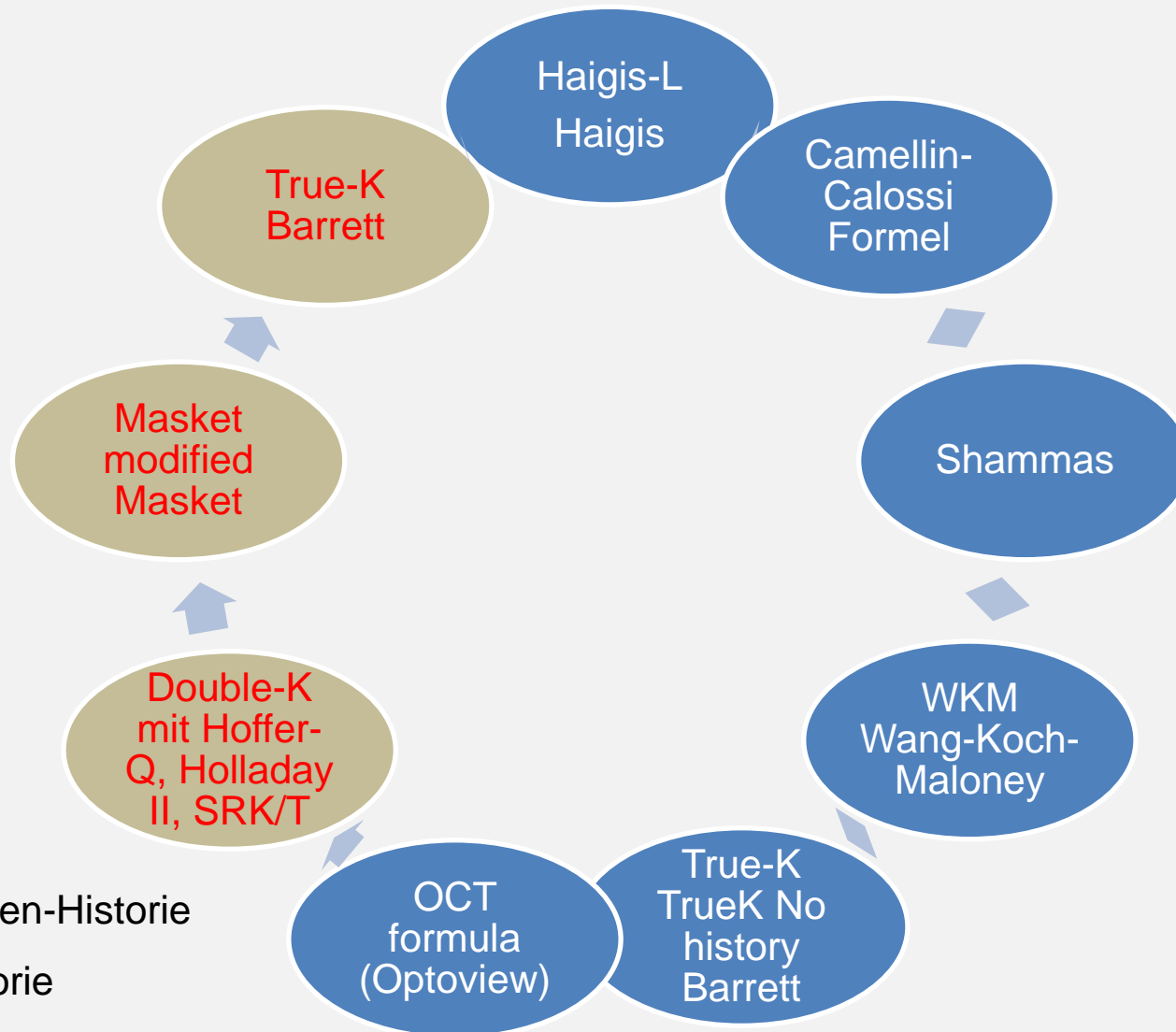
- Patienten mit Historie

- Hornhautbrechwert **vor und nach** PRK / LASIK bekannt?
- Refraktion **vor und nach** PRK / LASIK (vor lentogener Myopisierung)
  - Clinical history method
  - IOL-Berechnung auf den Zustand vor PRK / LASIK mit Zielrefraktion ‚Refraktion vor PRK / LASIK‘
  - ‚Double K method‘ zur Korrektur der IOL-Position in der Holladay, Hoffer-Q und SRK/T-Formel!!!

- Patienten ohne Historie

- Hornhauttomographie zur Bestimmung des ‚wahren‘ Gesamtbrechwertes der Hornhaut ohne Vereinfachung ‚dünne Linse‘ und Keratometerindex
  - Sicherstellen dass die IOL-Position nicht auf der Basis des Hornhautbrechwertes nach PRK / LASIK fehlerhaft abgeschätzt wird!!!

# > Dedizierte IOL-Berechnungsformeln





Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Achim Langenbucher  
Institut für experimentelle Ophthalmologie  
Universität des Saarlandes  
Kirrberger Str. 100, Geb. 22  
66424 Homburg  
[achim.langenbucher@uks.eu](mailto:achim.langenbucher@uks.eu)