

**Erste Ergebnisse ...**

...mit dem Rotations-Eye-Tracker für die refraktive Hornhautchirurgie



Prof. Dr. med.  
**Thomas Kohnen**

Klinik für Augenheilkunde  
Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main  
Direktor: Prof. Dr. med. C. Ohrloff

Cullen Eye Institute  
Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA  
Chairman: D. Jones, MD

**Advanced Control Eyetracking...**

...mit Zyoptix 100 – Erfahrungen aus der Universitäts-Augenklinik Frankfurt






Prof. Dr. med.  
**Thomas Kohnen**

Klinik für Augenheilkunde  
Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main  
Direktor: Prof. Dr. med. C. Ohrloff

Cullen Eye Institute  
Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA  
Chairman: D. Jones, MD

**Augenbewegungen**

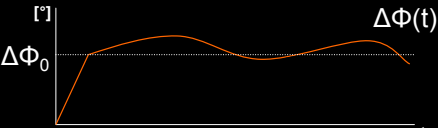
- (x/y) - Bewegungen 
- axiale Bewegungen (z) 
- Zyklorotationen ( $\Phi$ ) 

**x / y / z - Richtung**

Während der Excimer-Laser Behandlung wird die Bewegung des Auges vom Eyetracker ermittelt und aktiv (x – y) bzw. passiv (z) kompensiert.

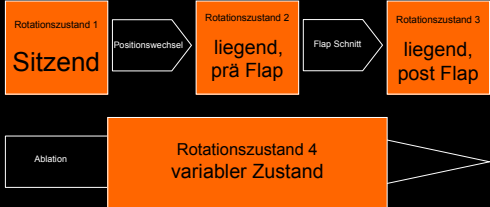
**Zyklorotation Anteile**

- beim Wechsel von sitzender zu liegender Position, bei lateralen Kopfbewegungen, bei horizontalen Blickbewegungen (**statischer Anteil**  $\Delta\Phi_0$ )
- während der Behandlung (**dynamischer Anteil**  $\Delta\Phi(t)$ )



The graph shows the rotation angle  $\Phi$  in degrees on the y-axis and time  $t$  on the x-axis. A horizontal dashed line represents the static component  $\Delta\Phi_0$ . A solid line shows the total rotation  $\Delta\Phi(t)$ , which starts at the origin, rises to meet the static component, and then exhibits small oscillations around it.

**Zyklorotation Anteile**



The flowchart illustrates the sequence of rotation states:
 

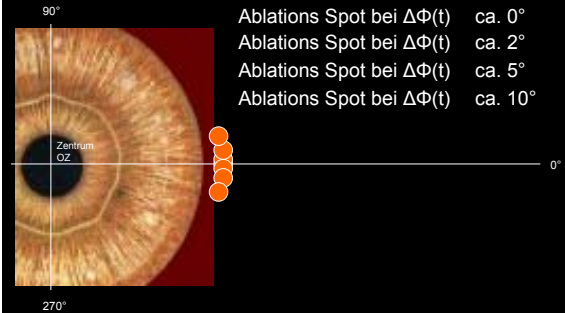
- Rotationszustand 1**: Sitzend
- Rotationszustand 2**: liegend, prä Flap (achieved via **Positionswechsel**)
- Rotationszustand 3**: liegend, post Flap (achieved via **Flap Schnitt**)
- Rotationszustand 4**: variabler Zustand (achieved via **Ablation**)

## Zyklorotation Anteile

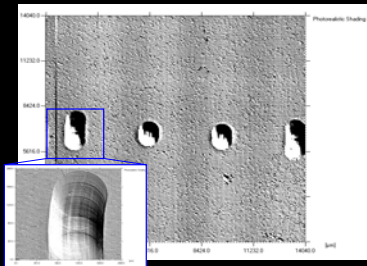
Statischer Anteil: wird durch Iriserkennung bestimmt und vor der Excimer-Ablation kompensiert.  
(SRET – static rotational eyetracking)

Dynamischer Anteil: wird bisher in kommerziell erhältlichen Lasersystemen NICHT kompensiert! Aktive intraoperative Kompensation der Rotation.  
(DRET – dynamic rotational eyetracking)

## Zyklorotation Auswirkungen



## Zyklorotation Auswirkungen



Bausch & Lomb Surgical Quelle: Bausch und Lomb

## Zyklorotation Auswirkungen

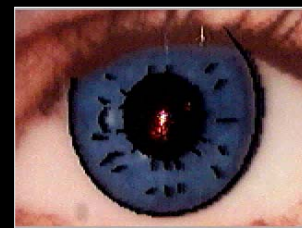
- ⇒ Alle Ablationsprofile sind betroffen!  
(Planoscan, tissue save, asphärisch, Wellenfront)
- ⇒ Effekt wird stärker bei großer Pupille!
  - ⇒ Aberrationen höherer Ordnung nehmen zu
  - ⇒ Spotverwaschung nimmt zu!

## ACE Advanced Control Eyetracking

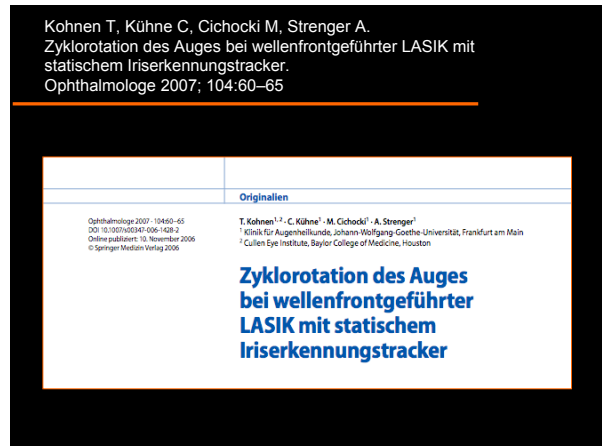
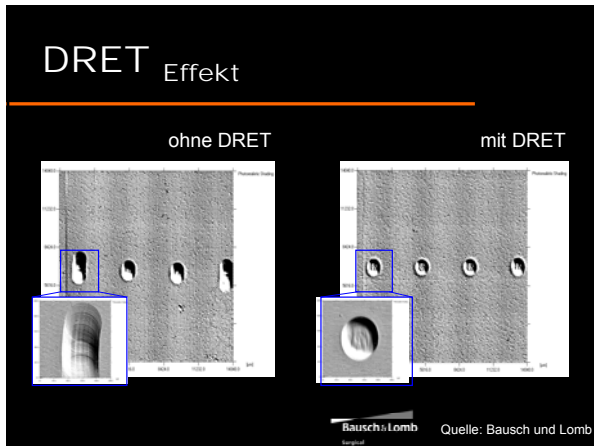
- Limited launch
- Umfassendes Eyetracking mittels Iriserkennung:
  - active x-y,
  - passive z,
  - static & dynamic rotation
- DRET mit 25 Hz
- SRET + DRET Spannweite  $\pm 15^\circ$

Bausch & Lomb Surgical

## DRET Effekt



Bausch & Lomb Surgical Quelle: Bausch und Lomb



## Ergebnisse

	MW ± SA	Minimum	Maximum
Absolutwert [°]	-1,5 ± 4,2	-11,0	6,9
Betrag [°]	3,5 ± 2,7	0,1	11,0

n = 40

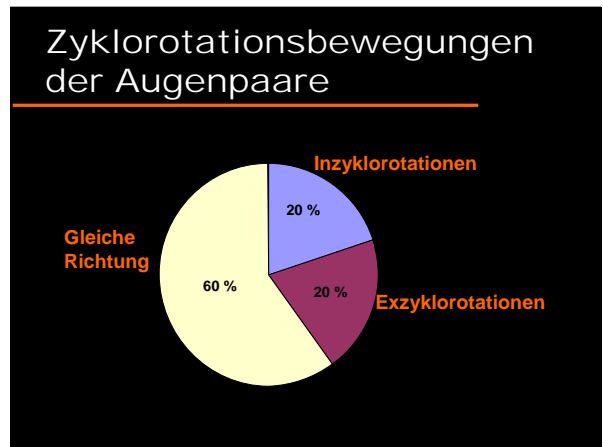
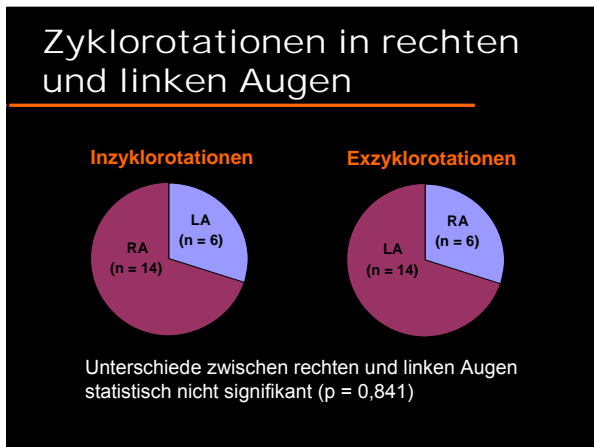
- In jedem Auge kam es zu einer messbaren Zyklorotation
- Zyklorotation > 2° in 65% der Augen (n = 26)

## Zyklorotation Größenordnung

Statische Komponente:

Kohnen 2007 (eigene, unveröffentlichte Ergebnisse)

n	70
mean	-1,22°
sd	3,81°
min	-11
max	7,1



## Zyklorotation Größenordnung

dynamische Komponente

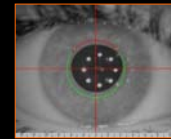
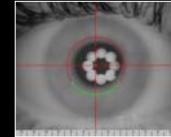
23 Augen  
Verschiedene Behandlungen (keine  
Mikrokeratomschnitte)

- Spannweite der Rotationl  $1,64^\circ \pm 1,74^\circ$  (0,00° bis 7,00°)
- Maximale Nullabweichung  $1,44^\circ \pm 1,47^\circ$  (0,00° bis 5,60°)
- Spannweite der Rotation  $-4,90^\circ$  bis  $6,40^\circ$

## ACE Praxis

für optimale Erkennung  
des Irisgewebes:

- Iriserkennung bei nicht  
erweiterter Pupille  
(Zywave, Bausch und  
Lomb)
- Pupillengröße zwischen  
3,5 und 6 mm
- Irisschärfe beachten!  
Wichtig: subjektiv!



## ACE Praxis

Alle OP-Parameter werden direkt an der Zyoptix  
Workstation (Bausch & Lomb) berechnet!



Übertragung zum Laser erfolgt via Intranet.

=> Weniger Aufwand, mehr Sicherheit!

## ACE Praxis

- Am Laser wird die Irisstruktur in liegender  
Position erkannt (statischer Anteil)
- Nach dem Flapschnitt wird die Irisstruktur  
erneut gescannt, das DRET startet.
- Während der Ablation wird der Laser allen  
Augenbewegungen (x / y / z / Rotation)  
nachgeführt.

## ACE Praxis

- Bei Femto-LASIK kann es durch die  
„Bubblestruktur“ zu einer Nichterkennung  
der Iris durch den Eyetracker kommen.
- Der Operateur kann dann jederzeit mit  
dem zuletzt erkannten Rotationswinkel  
weiteroperieren.

## ACE Praxis

- Die Ausrichtung der  
Beleuchtungseinrichtungen  
(„goosenecks“) kann etwas  
schwierig sein.
- Neue Software Ende Februar:
  - Zuschaltung der laser Ringbeleuchtung für  
sichereres Erkennen!
  - Einfachere Bedienungsfläche.

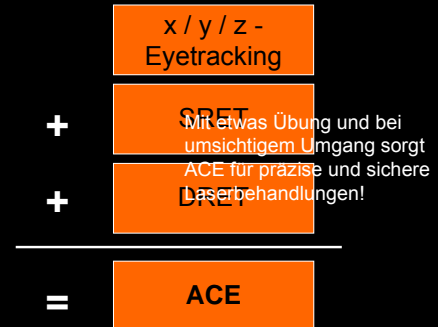


## ACE Praxis - Fazit

Perfekte Iriserkennung durch:

- Richtige Pupillengröße
- Hochwertige Irisbilder
- Optimale Beleuchtung

## Fazit:



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. med.  
**Thomas Kohlen**

Klinik für Augenheilkunde  
Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt  
am Main  
Direktor: Prof. Dr. med. C. Ohrloff

Cullen Eye Institute  
Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA  
Chairman: D. Jones, MD

