

## Sekundärstrahlung bei refraktiver Chirurgie mittels UV-Femtosekundenlaser

M. Pollhammer<sup>1</sup> C. Wuellner<sup>2</sup> R. Tornow<sup>1</sup> P. Pogorelov<sup>1</sup>, C. Donitzky<sup>2</sup>, F.E. Kruse<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Augenklinik der Universität Erlangen-Nürnberg  
<sup>2</sup> WaveLight AG, Erlangen

## Hintergrund

Refraktive Chirurgie mit Femtosekundenlaser

Tendenz zum schnelleren Flapprocessing (z.B. durch höhere Repetitionsrate) und zur Reduzierung der Energie pro Laserpuls um Sicherheit des Vorgangs zu gewährleisten

Vorarbeiten:

Transmissionsmessungen am Schweineauge mit Femtosekundenlasern mit Infrarot-, UV- und sichtbarem Licht

- 1. bei Infrarotlasern erreichen 25% der Energie die Netzhaut
- 2. bei UV-Lasern nur ca. 2%
- 3. bei Verwendung von UV-Lasern entsteht Licht im Bereich um 440nm, dem „Blue Light Hazard“

## Hintergrund

### Blue Light Hazard

1. photochemischen Veränderungen der Retina<sup>1</sup>
2. Schädigung des kornealen Endothels<sup>2</sup>
3. kataraktogen Eigenschaften<sup>3</sup>

### Notwendigkeit der Evaluierung von möglichen okulären Schäden

<sup>1</sup> Okuno T. et al. J Dev Ophthalmol. 2002; Visible light of short wavelenght may cause a photochemical injury to the retina...

<sup>2</sup> Ringvold A. et al. Acta. Ophthalmol. 1982; Changes of the cornea endothelium after ultraviolet radiation

<sup>3</sup> Pitts D. et al. Am J Physiol Optic 1978; The ocular effects of ultraviolet radiation

## Ziel

### 1. Schritt:

Untersuchung des Transmissions- und Absorptionsverhalten bei der refraktiven Chirurgie am Kaninchenauge mittels UV-Femtosekunden-Laser und Evaluierung der entstehenden Sekundärstrahlung

→ Quantifizierung des Blue Light Hazard

### 2. Schritt:

Untersuchung der Auswirkungen am *in vivo* Modell (Kaninchen):

- Histologie und Elektronenmikroskopie der Linse, Hornhaut, Retina, Pigmentepithel

- Elektrophysiologie der Retina und des retinalen Pigmentepithels

## Methode

enukleierte Augen von New Zealand White Kaninchen

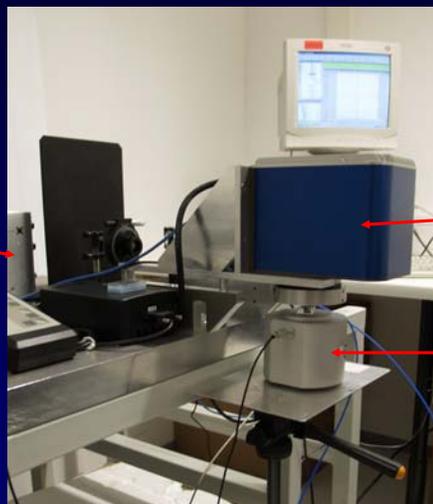
intrakorneale kreisflächige Schnittführung mittels UV-Femtosekundenlaser

- Absorption der einzelnen okulären Kompartimente
- Transmission der Strahlenenergie
- transmittiertes Strahlenspektrum

## Methode

Aufbau

Laser

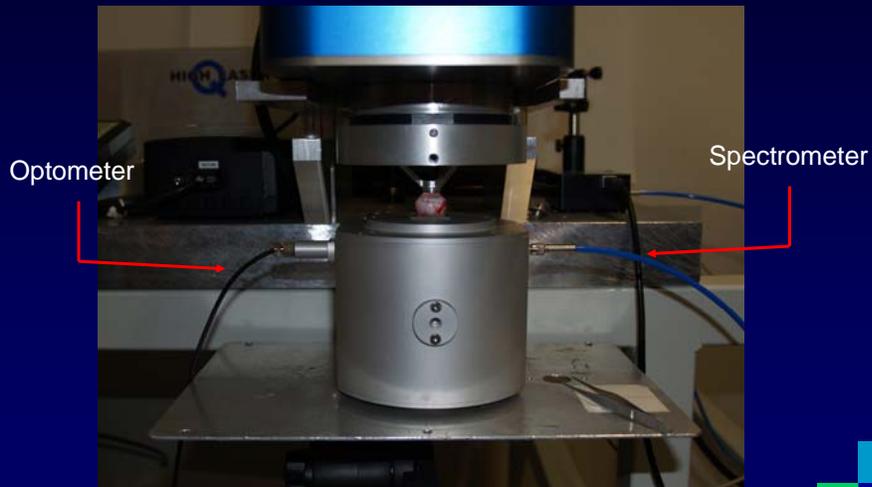


Scanner

Ulbricht'sche Kugel

## Methode

Aufbau



## Methode

Technische Daten

1. Laser:
  - Hersteller: High Q Laser Production GmbH, Österreich
  - Gerät: Ytterbium-YAG Femtosekundenlaser
  - Wellenlänge: 345 nm
  - Pulsdauer: ~350 fs
  - Laserfrequenz: 200 kHz
2. Integrating Sphere (Ulbricht'sche Kugel):
  - UPK-100-L, Gighertz Optik, Germany
3. Optometer: P9710-2, Gighertz Optik, Germany
4. Spektrometer: USB-2000, Ocean Optics Inc., USA

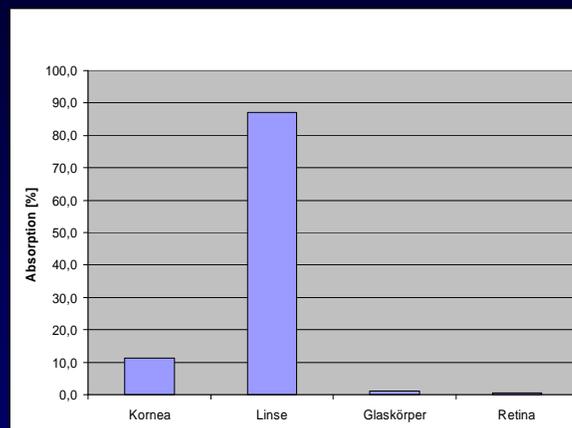
## Methode

Aufbau



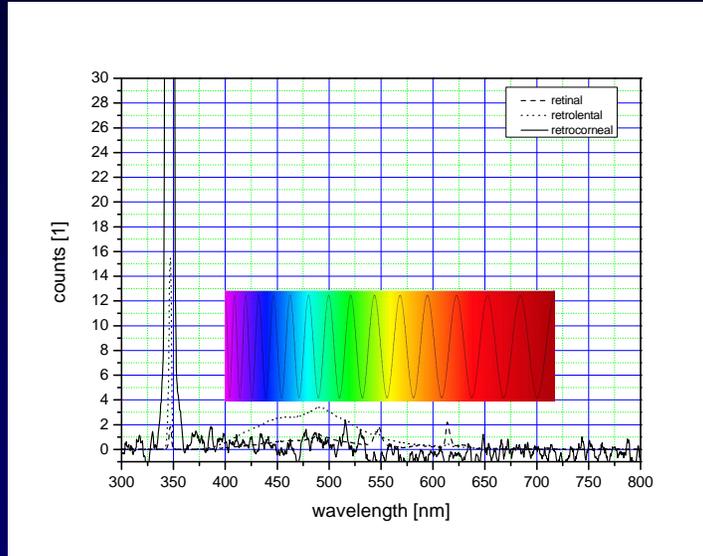
Messpunkte: 1. retrokorneal  
2. retrolental  
3. retinal

## Absorption des gesamten Strahlungsspektrums

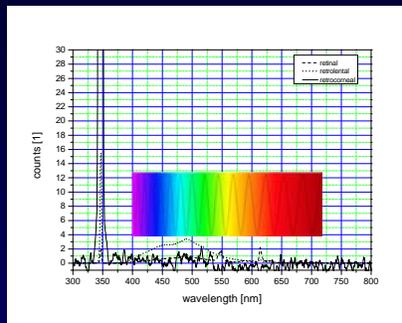


<u>Gesamtstrahlung</u>	Kornea	Linse	Glaskörper	Retina
Absorption [%] (anteilig)	11,4	87,2	1,0	0,5

## Transmittiertes Strahlungsspektrum an verschiedenen Positionen

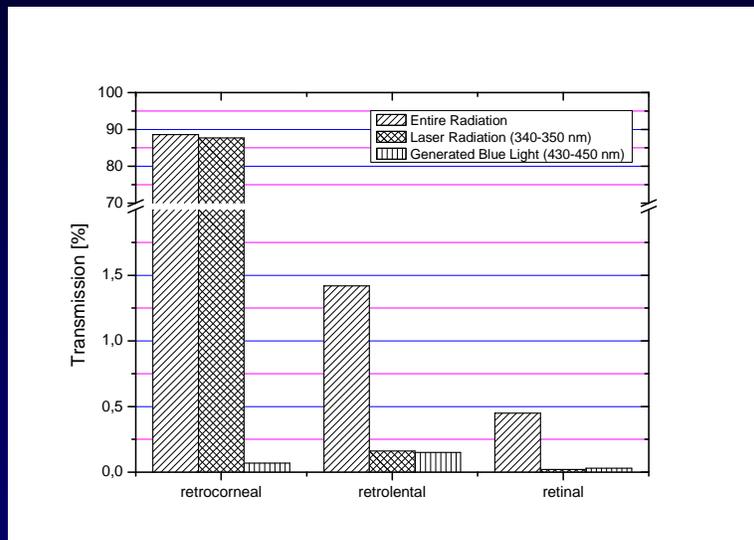


## Transmittiertes Strahlungsspektrum an verschiedenen Positionen



Transmissionswerte [%]	Gesamtstrahlung	Laserwellenlänge	Blue Light
retrocorneal	88,6	87,72	0,07
retroental	1,42	0,16	0,15
retinal	0,45	0,02	0,03

## Transmittierte Energie an verschiedenen Positionen



## Diskussion

1. Absorption innerhalb der Kornea sollte höher sein (nur 11,4%)
2. Leistung des Lasers (4,5mW) lag unter dem Schwellenwert für einen korneale Schnitt um die entstehende Sekundärstrahlung messen zu können (Sättigung des Spektrometers)
3. Auch bei voller Laserleistung von 55 mW ändert sich die Transmission der Kornea nicht (0,3%)
4. Fragliche Entstehung blauen Lichtes bei Schnitt



## Ergebnisse

1. von der Gesamtstrahlung erreichen 0,45% die Netzhaut, wobei davon nur 0,02% der Laserstrahlung entspricht
2. bei der refraktiven Chirurgie mit UV-Femtosekundenlaser am Kaninchenauge entsteht blaues Licht („blue light hazard“)
3. blaues Licht entsteht hauptsächlich in der Linse, wo 87,2% der Gesamtenergie absorbiert werden
4. nur 0,03% des entstandenen blauen Lichtes erreichen die Netzhaut

→ Evaluierung der Auswirkungen des  
entstehenden blauen Lichtes im *in vivo* Modell

