



Laserverletzungen

Fallbeispiele aus der Augenklinik

Dr. B. Hohberger

**Augenklinik mit Poliklinik der Universität
Erlangen-Nürnberg**
Direktor: Prof. Dr. F.E. Kruse

**Universitätsklinikum
Erlangen**



Laser

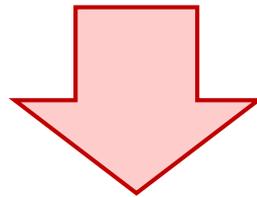
Light amplification by stimulated emission of radiation

- 1917: Publikation von *Albert Einstein*, in welcher er im Rahmen der Quantentheorie die Idee der "stimulierten Emission" vorstellte
- 1954: *Gorden, Zeiger* und *Townes* erbauten den ersten MASER (Microwave amplification by the stimulated emission of radiation)
- 1954: *Basov, Prokhorov*: 3-level gas oscillator → MASER
- 1964: *Townes, Prokhorov* und *Basov* erhielten den Physik-Nobelpreis
- 1960: *Theodor Maiman* präsentierte den ersten funktionierenden Laser
- Die Entwicklung ging und geht weiter und breitete sich zusehends auf verschiedene Anwendungsbereiche aus



Laser

- In der Medizin waren die Dermatologen und die Ophthalmologen die Ersten, welche den Laser zu therapeutischen Zwecken einsetzten
- Anfang 1960er: Der erste kommerzielle Laser wird in den USA zur Photokoagulation der Netzhaut eingesetzt

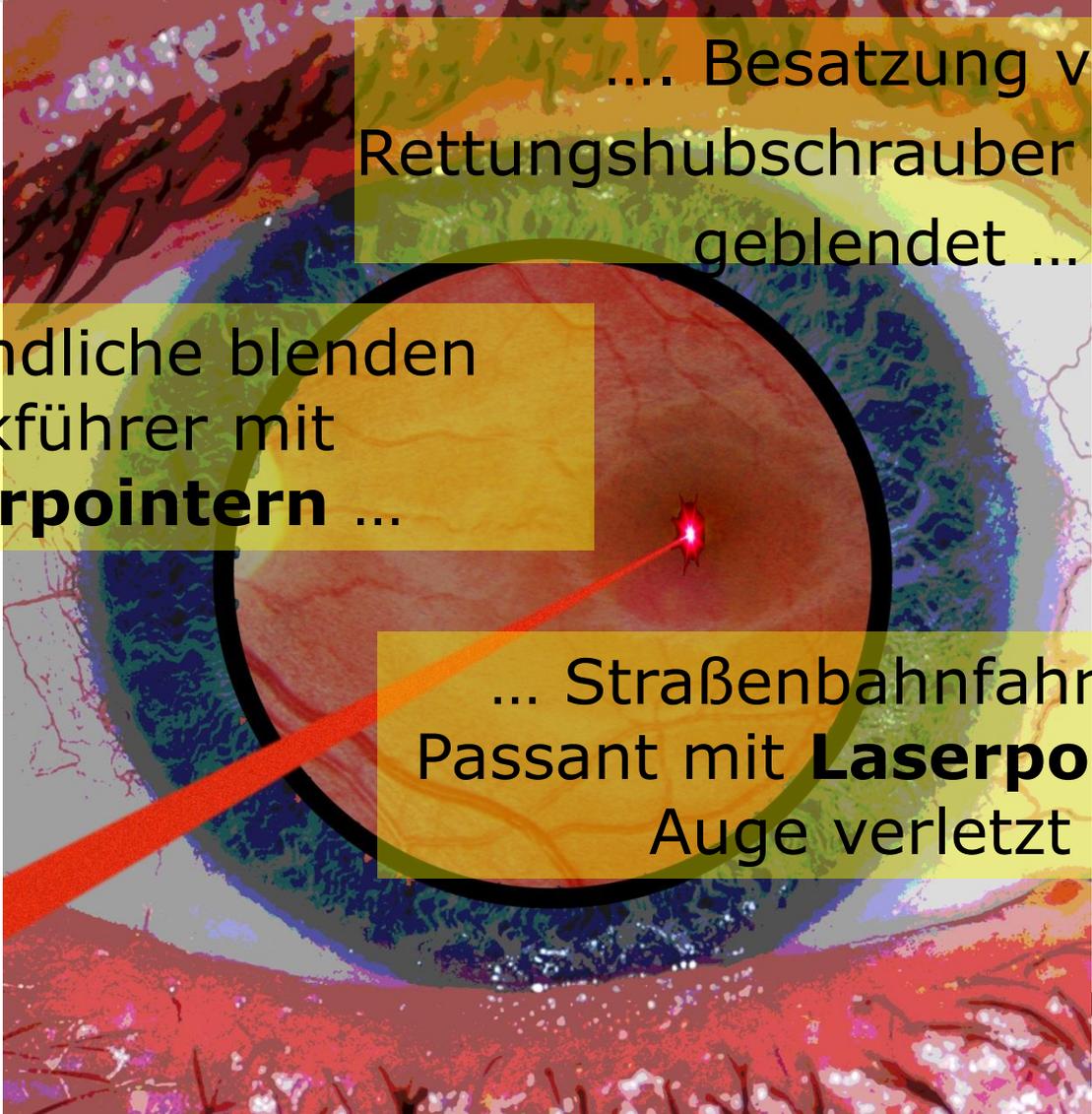


**ABER: viele und schwerwiegende Nebenwirkungen
(v.a. Netzhautblutungen)**

- Die Weiterentwicklung brachte den Durchbruch in der Medizin (60er- und frühe 70er-Jahre): Argonlaser



Laser-bedingte Augenverletzungen

A microscopic view of the human eye, showing the iris, lens, and retina. A red laser beam is shown entering the eye from the left and hitting the retina, causing a small, bright red spot of damage. The background is a colorful, abstract pattern of red, blue, and green.

.... Besatzung von
Rettungshubschrauber mit **Laser**
geblendet ...

... Jugendliche blenden
Lokführer mit
Laserpointern ...

... Straßenbahnfahrer und
Passant mit **Laserpointer** am
Auge verletzt ...

Laser-bedingte Augenverletzungen

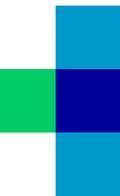
- Da bei Lasern die Strahlung gut gebündelt vorliegt
 - findet man auch in weiter Entfernung eine nur sehr geringe Änderung des Laserstrahls
 - hohe Gesundheitsgefährdung
- Art und das Ausmaß der Verletzung hängen ab von

Wellenlänge

Energie

Pulsdauer

der verwendeten Laserstrahlung



Laser-bedingte Augenverletzungen

- Wellenlänge:
 - Kurzwellige Strahlung verursacht durch eine hohe Absorptionsrate photochemische Schäden an der Hornhaut¹
 - Langwelligere Strahlung verursacht aufgrund einer schnellen Absorption im Gewebe vor allem thermische Schäden²
- Energie:
 - Je höher die verwendete Energie des Lasers ist → stärker ausgeprägte Verletzungen
- Pulsdauer:
 - Je höher, desto schwerwiegendere Verletzungen auch bei Laser mit niedrigerer Energie³

1 Krauss JM et al. Laser interactions with the cornea. Surv Ophthalmol 1986

2 Fine BS et al. Preliminary observations on ocular effects of high-power, continuous CO₂ laser irradiation. Am J Ophthalmol 1967

3 Kohtiao A et al. Threshold lesions in rabbit retinas exposed to pulsed laser radiation. Am J Ophthalmol 1966



Laser-bedingte Augenverletzungen

- Verletzungsmuster:

- thermische
- photochemische
- mechanische

Schäden der verschiedenen Augenstrukturen

Bei Laser Pointer bedingten Augenverletzungen stehen **thermische Schäden** im Vordergrund

- Strahlungsenergie wird im Gewebe absorbiert
- lokale Erwärmung bis Überwärmung („Kochen der Netzhaut“)
- Proteindenaturierung mit Veränderungen der Zellstrukturen und begleitender Entzündungsreaktion

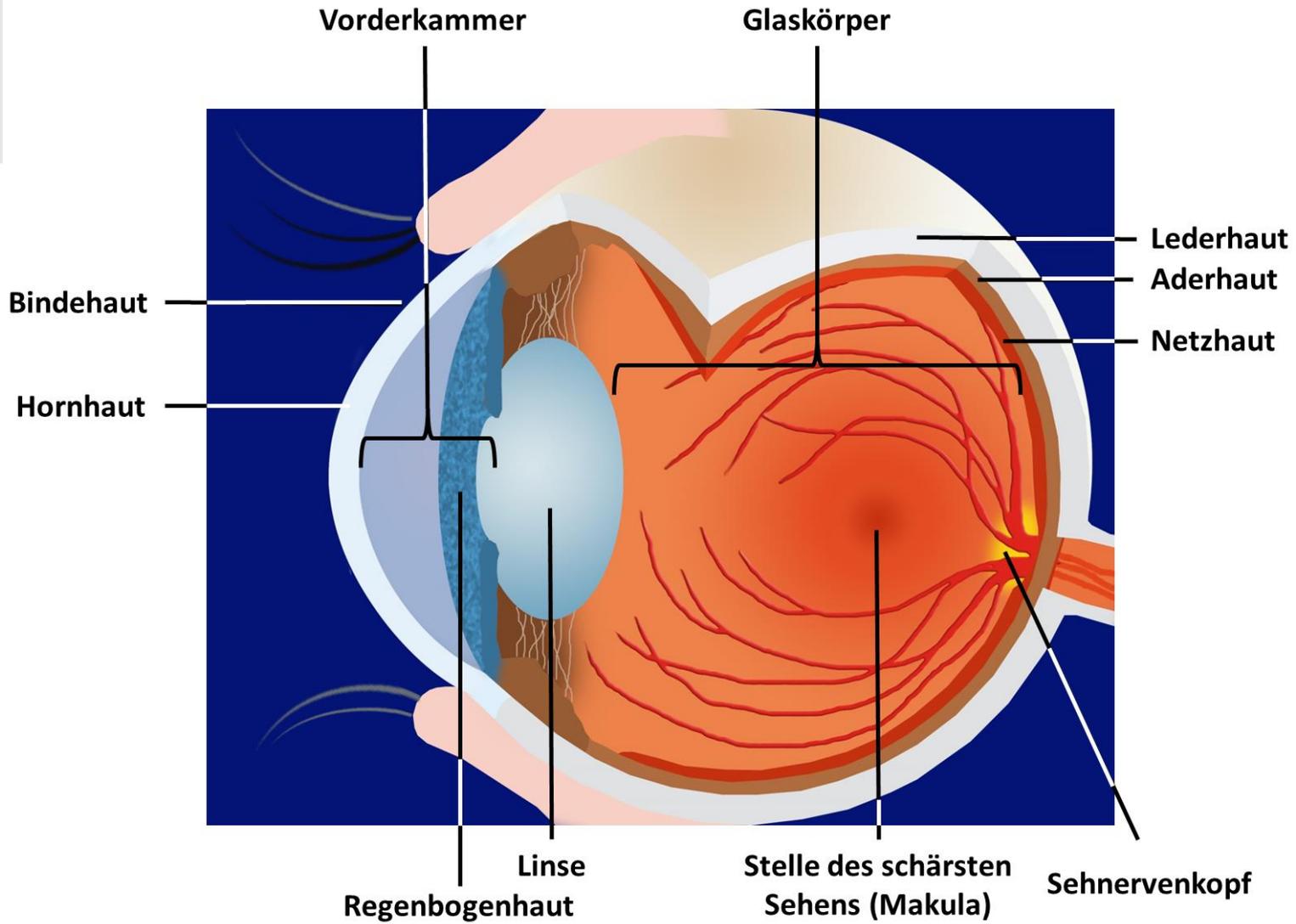


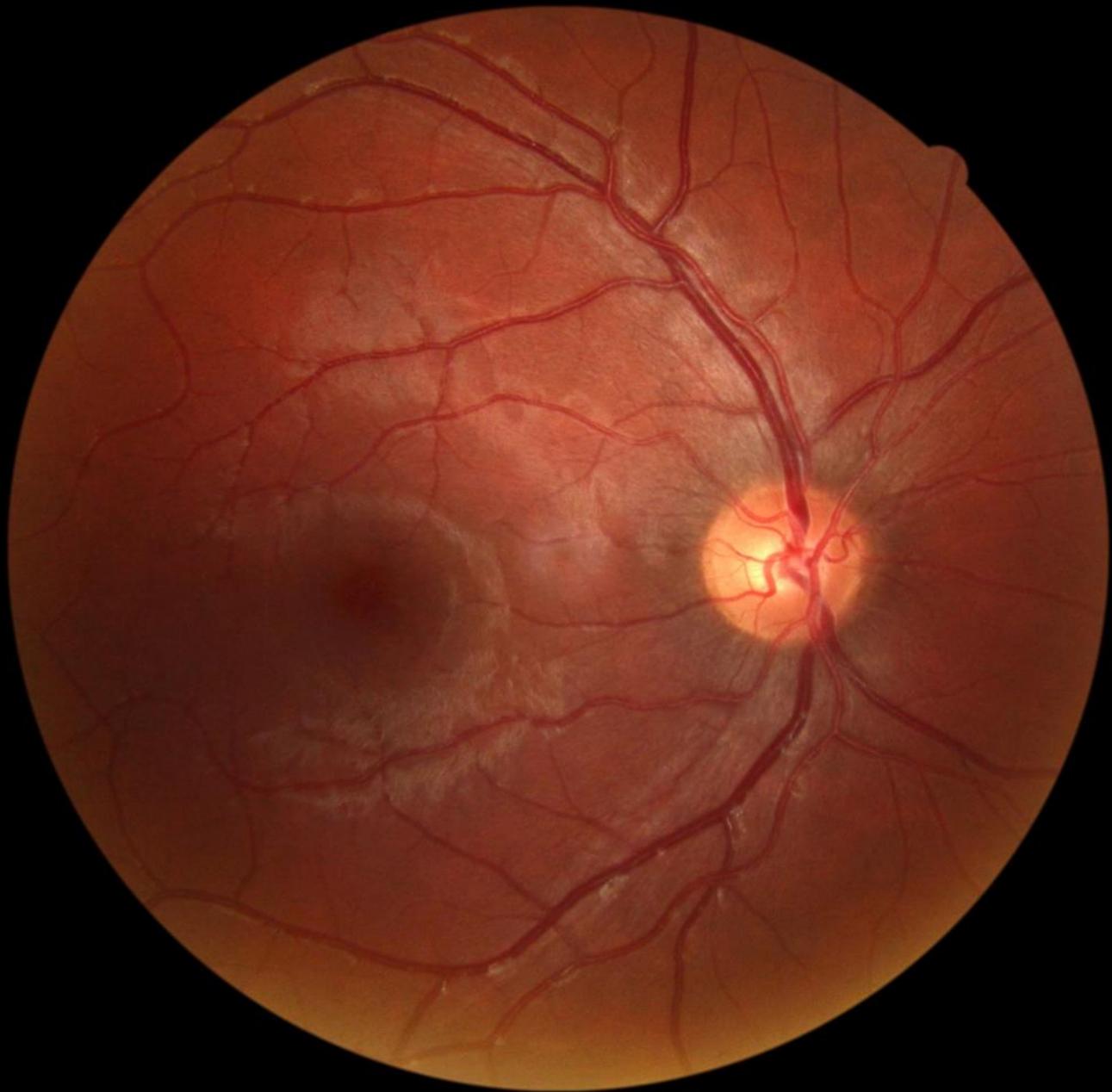
Laser-bedingte Augenverletzungen

Symptome

- Plötzliche Reduktion der Sehschärfe
- Ausfälle im Gesichtsfeld
- Schmerzen (bei Verletzungen der oberflächlichen Augenstrukturen, z.B. Hornhaut)

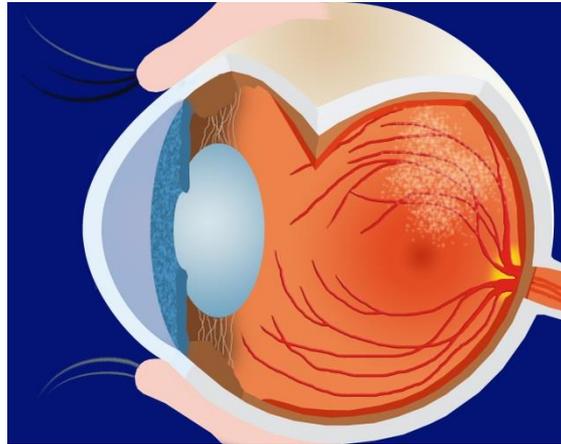
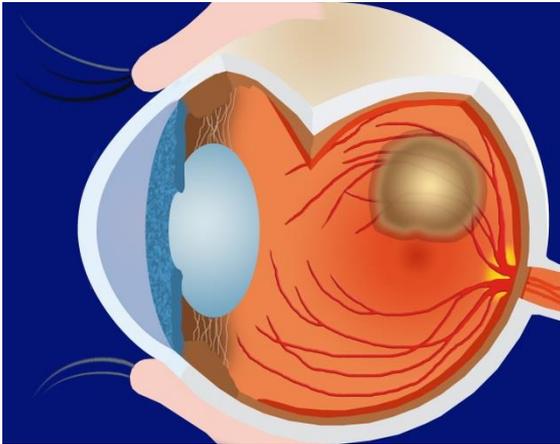
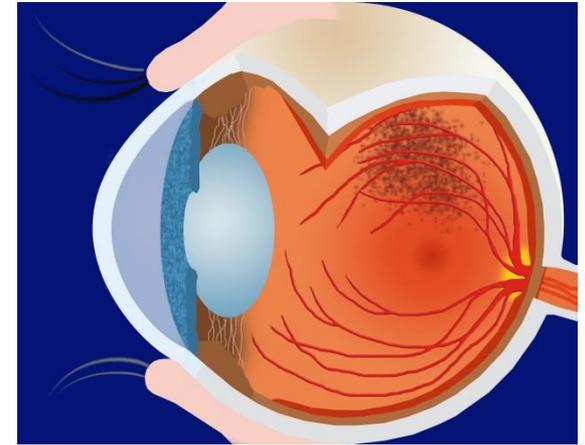
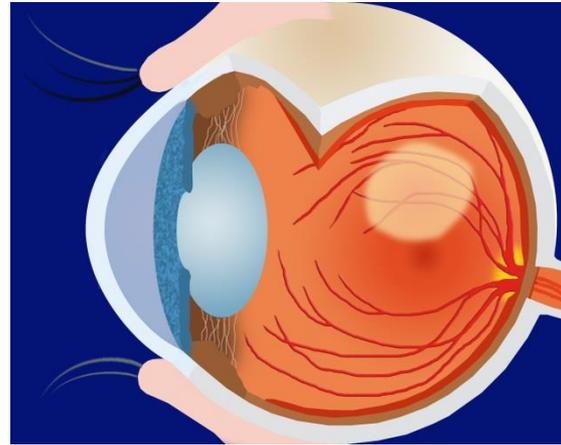
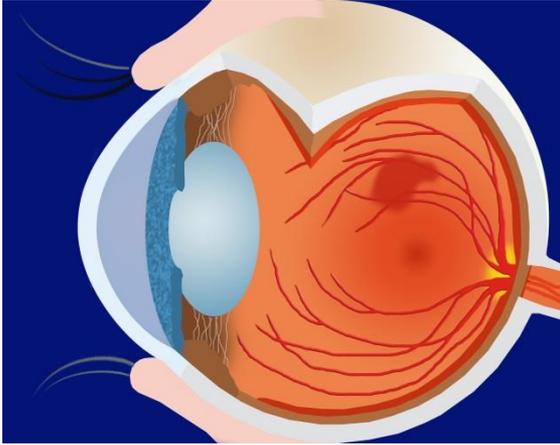






Laser-bedingte Augenverletzungen

Verletzungen des hinteren Augenabschnittes

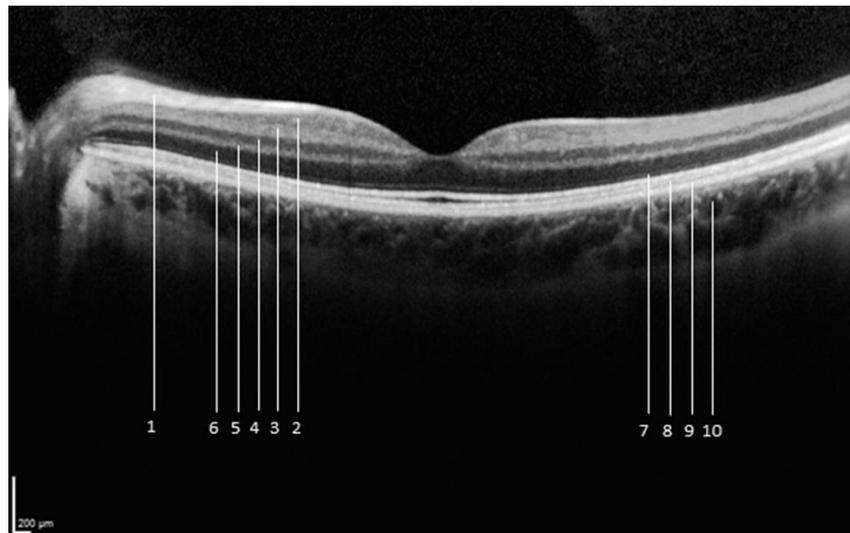


Laser-bedingte Augenverletzungen



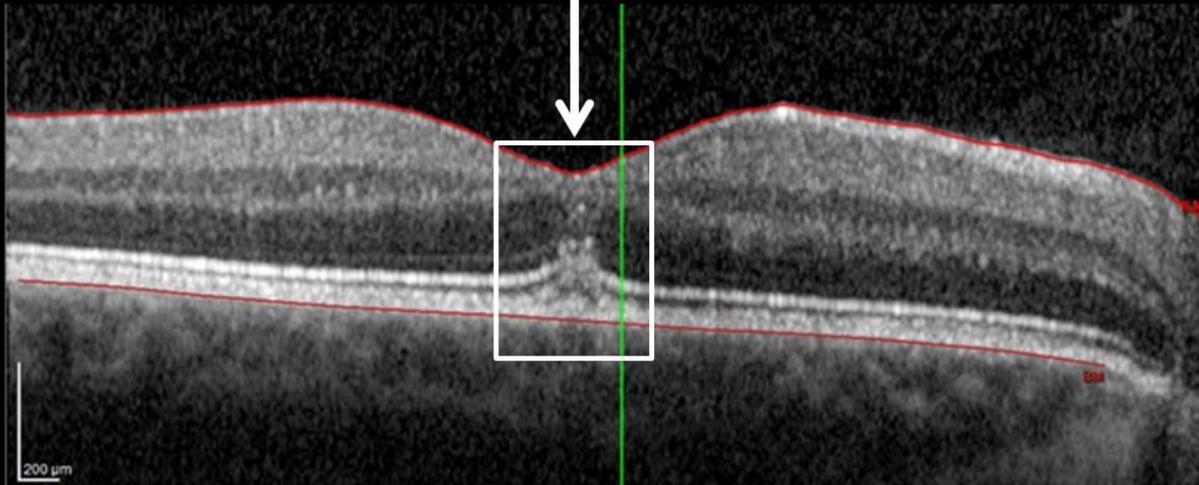
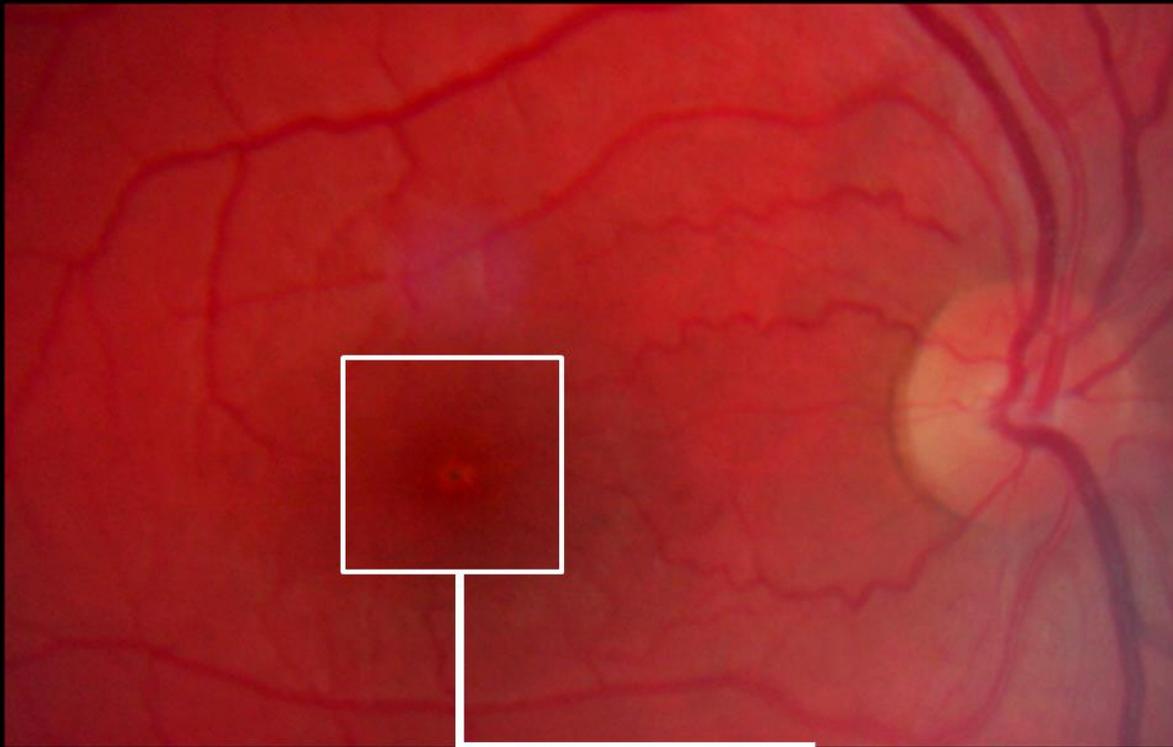
optische Kohärenztomographie

(OCT, Heidelberg Engineering,
Heidelberg, Deutschland)



- 1 Nervenfaserschicht
- 2 Ganglienzellschicht
- 3 innere plexiforme Schicht
- 4 innere Körnerschicht
- 5 äußere plexiforme Schicht
- 6 äußere Körnerschicht
- 7 äußere Grenzmembran
- 8 Fotorezeptoren
- 9 retinales Pigmentepithel und Bruchmembran
- 10 Aderhaut

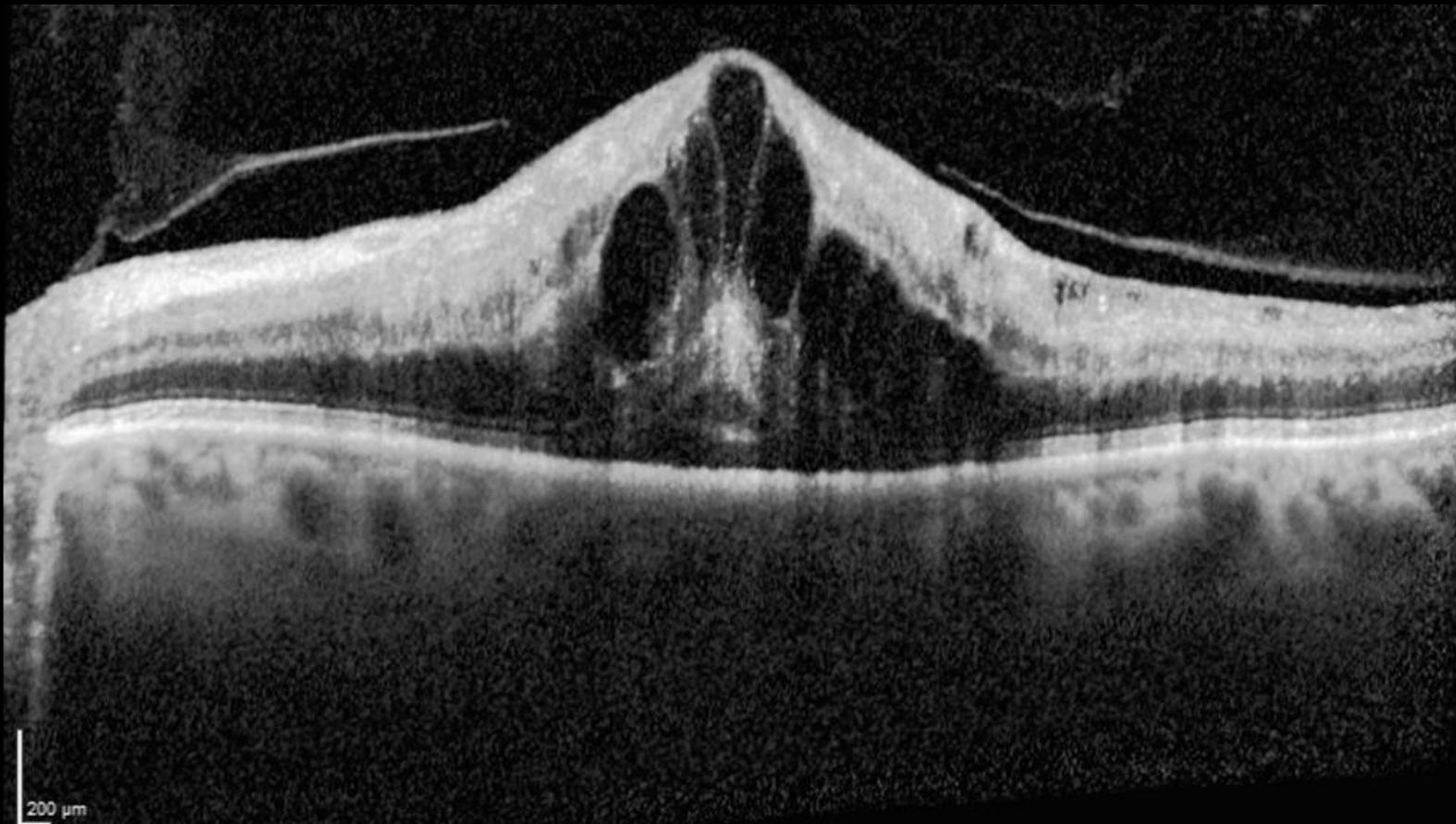




Laser-bedingte Augenverletzungen

Langzeitschäden

- **Choroidale Neovaskularisation mit Makulaödem**

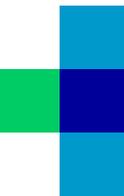


Laser-bedingte Augenverletzungen

Langzeitschäden

Therapieoption:

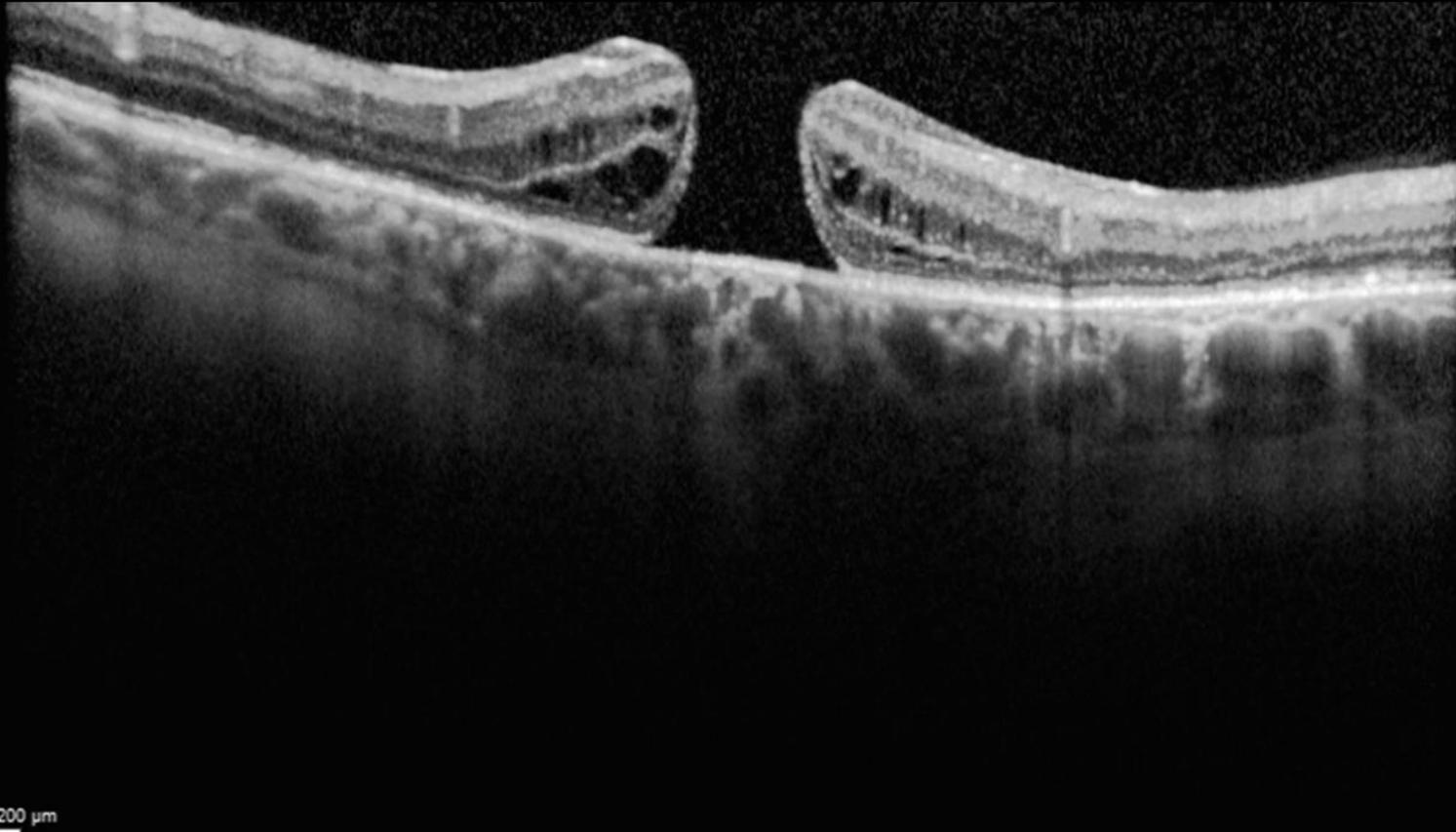
Intravitreale Applikation von Avastin, Lucentis, Eylea



Laser-bedingte Augenverletzungen

Langzeitschäden

- Makulaforamen

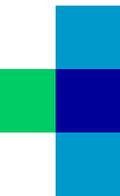


Laser-bedingte Augenverletzungen

Langzeitschäden

- **Makulaforamen**

23 G ppV mit Peeling der Membrana limitans interna



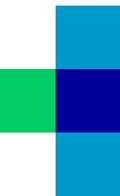
Verhalten im Ernstfall

- RUHE bewahren
- Lassen Sie sich zu einem Augenarzt bzw. in die nächste Augenklinik bringen
- Fahren Sie nicht selbständig Auto



Diagnostik

- Überprüfung der Sehstärke
- Überprüfung des Gesichtsfeldes (Perimetrie)
- Spaltlampen Untersuchung des vorderen und hinteren Augenabschnittes



Therapie

- lokale Glukokortikoide
- systemische Glukokortikoide
- operatives Entfernen des Blutes

JEDOCH

Da in der aktuellen Fachliteratur keine evidenz-basierten Angaben zur Therapie vorliegen, muss individuell im Einzelfall entschieden werden



Laser-bedingte Augenverletzungen

Visusstabilität wird oft erreicht

Visusanstieg über Wochen bis Monate hinweg möglich

JEDOCH: wenn die Fovea betroffen ist
→ verbleibender Visus 10% (CAVE: Pilot, LKW-Fahrer)



Take-Home Message

- Durch den freien Zugang via Internet zu Laserpointern ab der Klasse III (über das Ausland), ist in den letzten Jahren ein Gefahrenpotential im zivilen Bereich entstanden, welches sowohl in die Privatsphäre, als auch in den Beruf Einzug gehalten hat
- Hierbei bringt eine korrekte und gezielte Anamnese sowie eine ausführliche klinische Untersuchung, insbesondere anhand des SD-OCTs, eine entscheidende Unterstützung für die Diagnose einer Laser-induzierten Augenschädigung.
- Die Wirksamkeit einer systemischen Therapie mit Glukokortikoiden bleibt weiterhin umstritten

Im klinischen Alltag erfordert das Management der Laser-induzierten Augenschädigung eine individuelle Therapie Entscheidung