

Therapie von Augenverätzungen

Prof. Dr. N. Schrage
Augenklinik Köln Merheim,
Uniklinik-Aachen in Kooperation mit dem
Aachener Centrum für Technologietransfer
in der Ophthalmologie **ACTO**



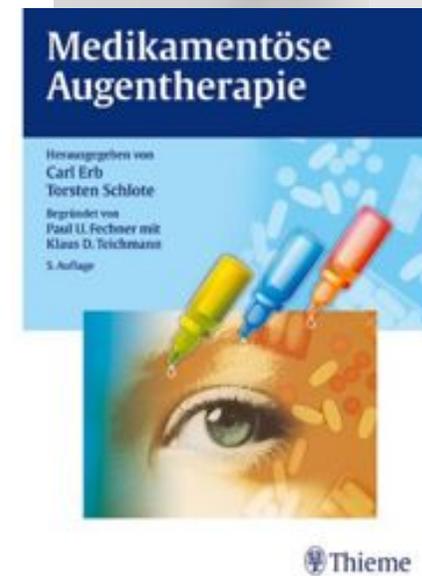
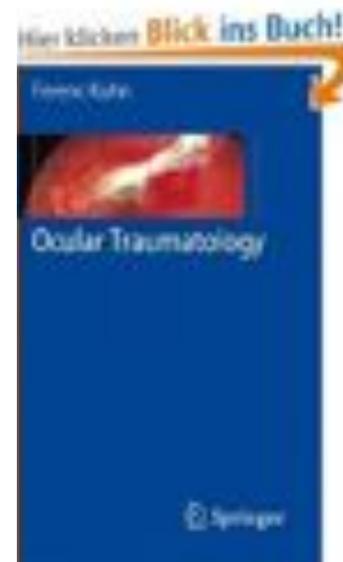
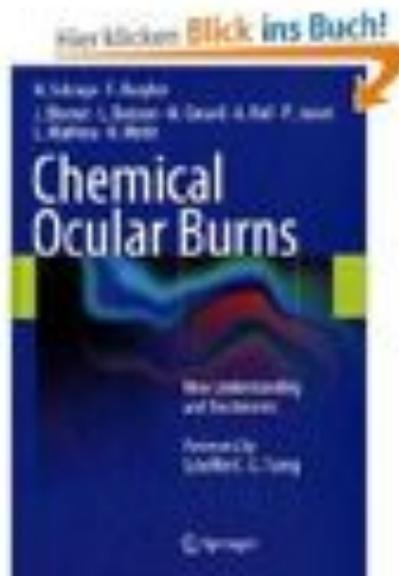
Buchhinweise, Literaturstudium

Ferenc Kuhn Traumatology of the eye

Carl Erb: Medikamentöse Therapie am Auge

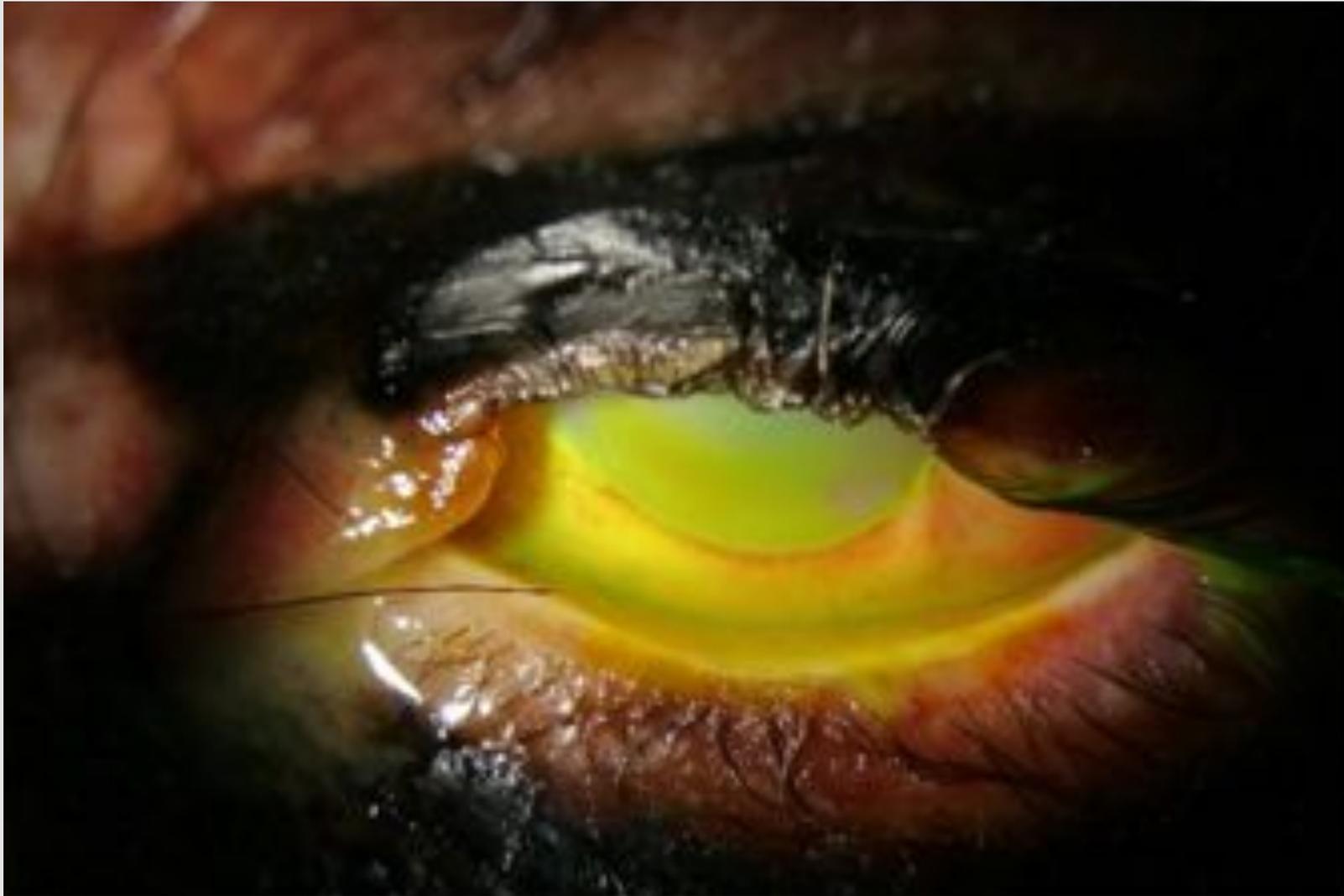
Wappler, Spilker: Verbrennungsmedizin

Schrage et al chemical ocular burns



- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik

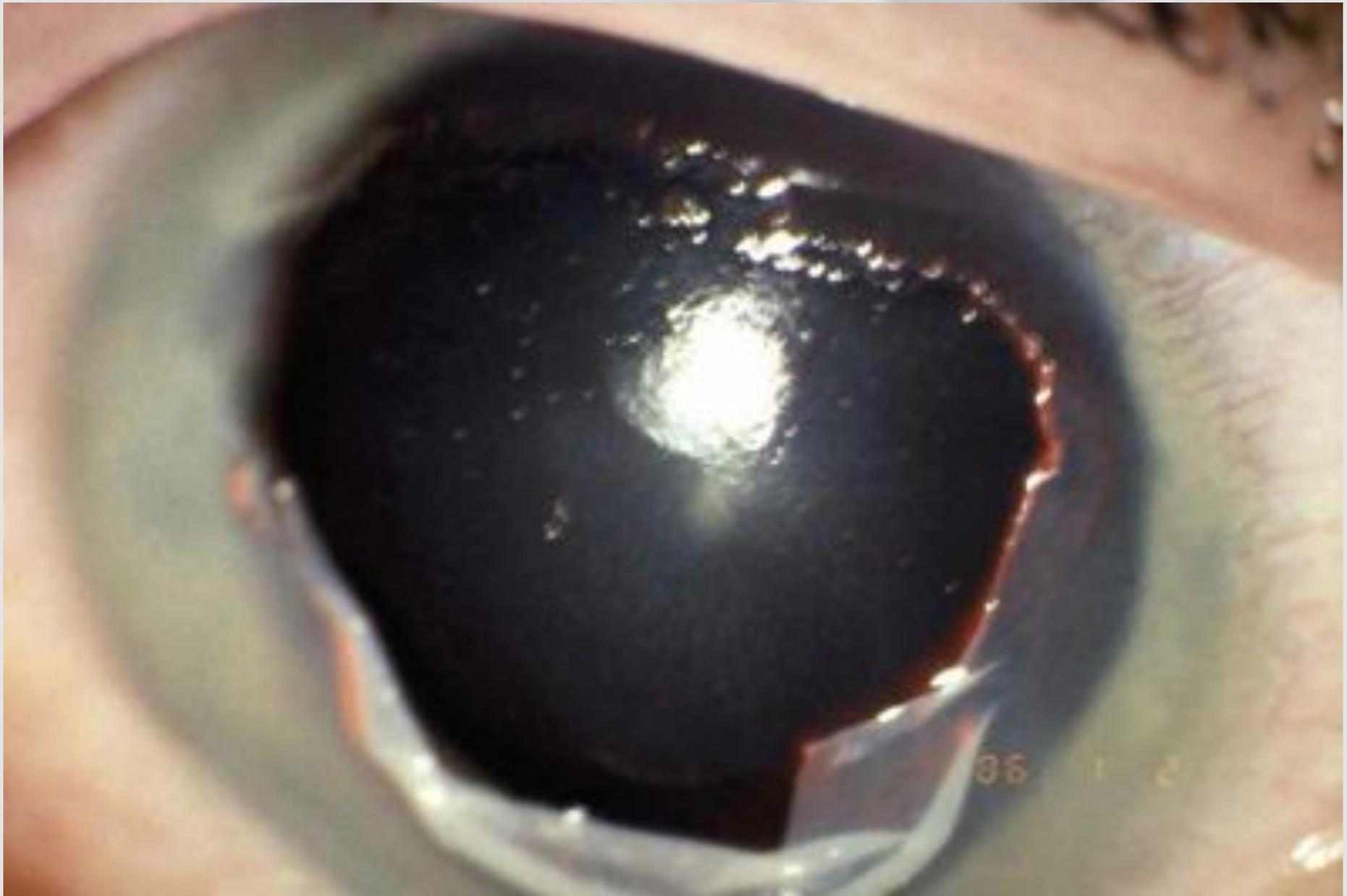
NaOH Verätzung ohne Behandlung
Junge Frau (28, privater Unfall Feb. 2010)



Algen-Verätzung II°, 3. Tag; Gesicht u. LA



Verätzung I° RA, 1. Tag



Verätzungs- Verbrennungstypen

Alkali: **Kolliquationsnekrose (Verseifung)**

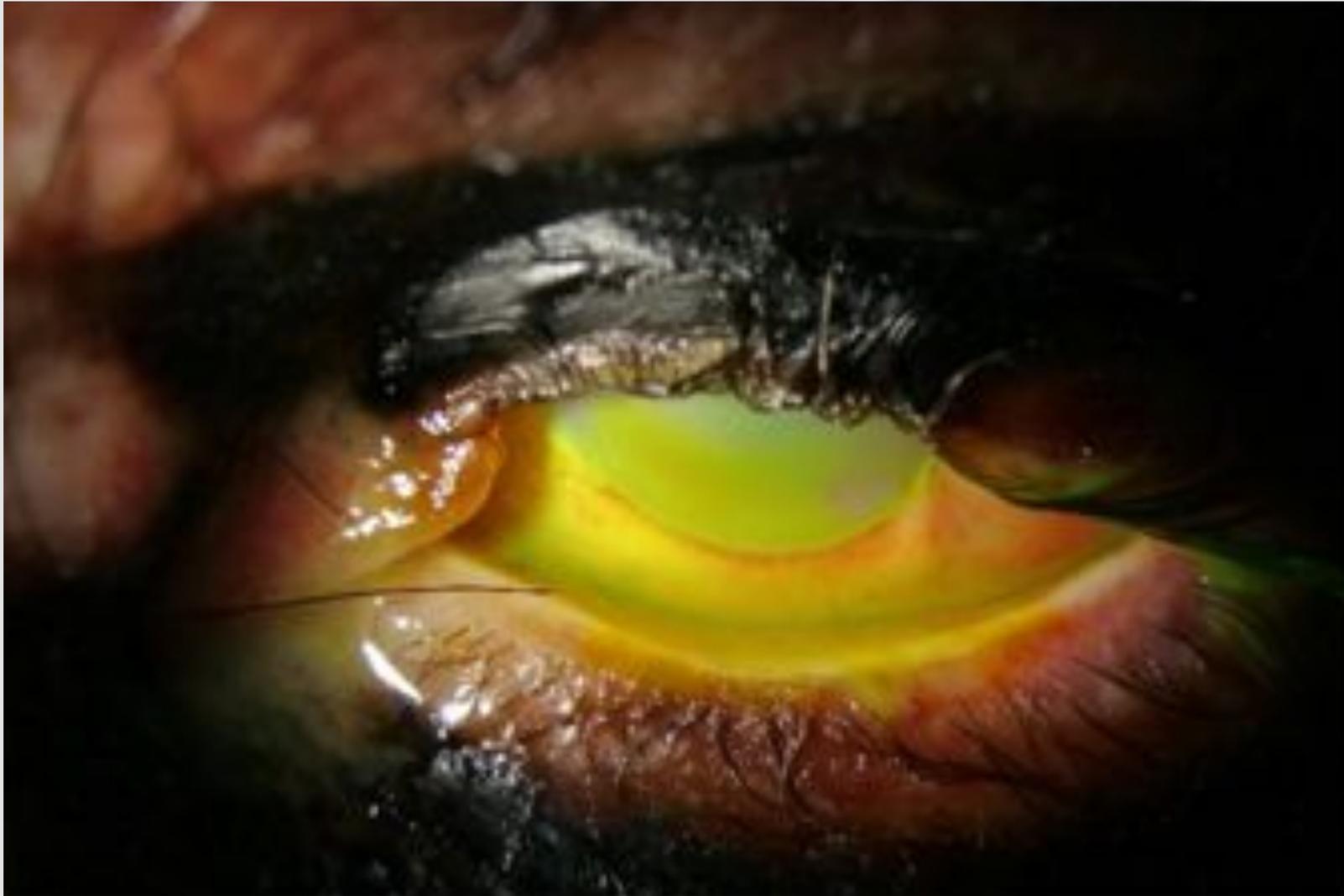
Säure: **Koagulationsnekrose (Proteinfällung)**

Hitze: **Hitze**fällung von Proteinen

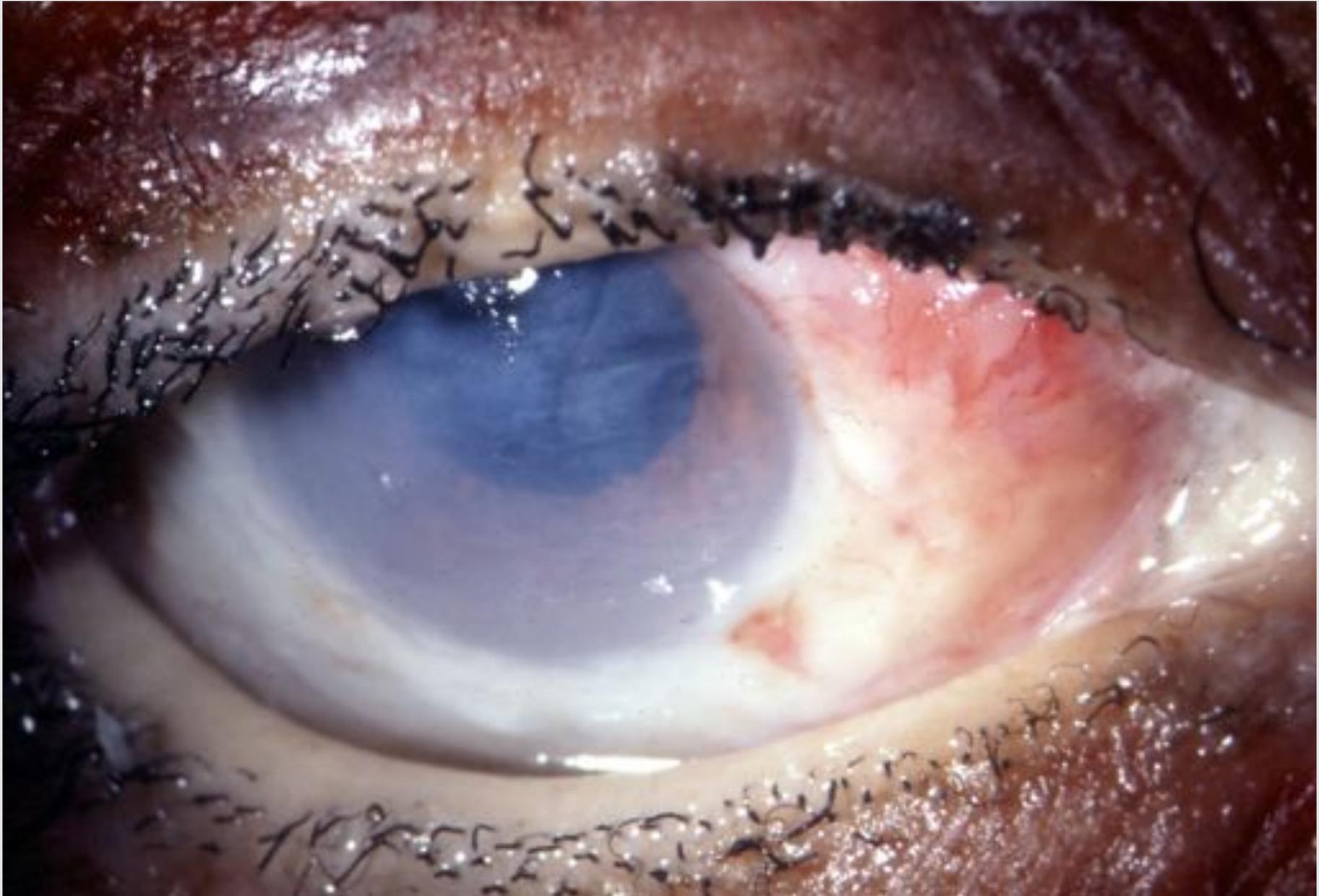
Epoxide, Laser, Licht: **freie Radikale**

Flußsäure (HF): **Calciumverlust**

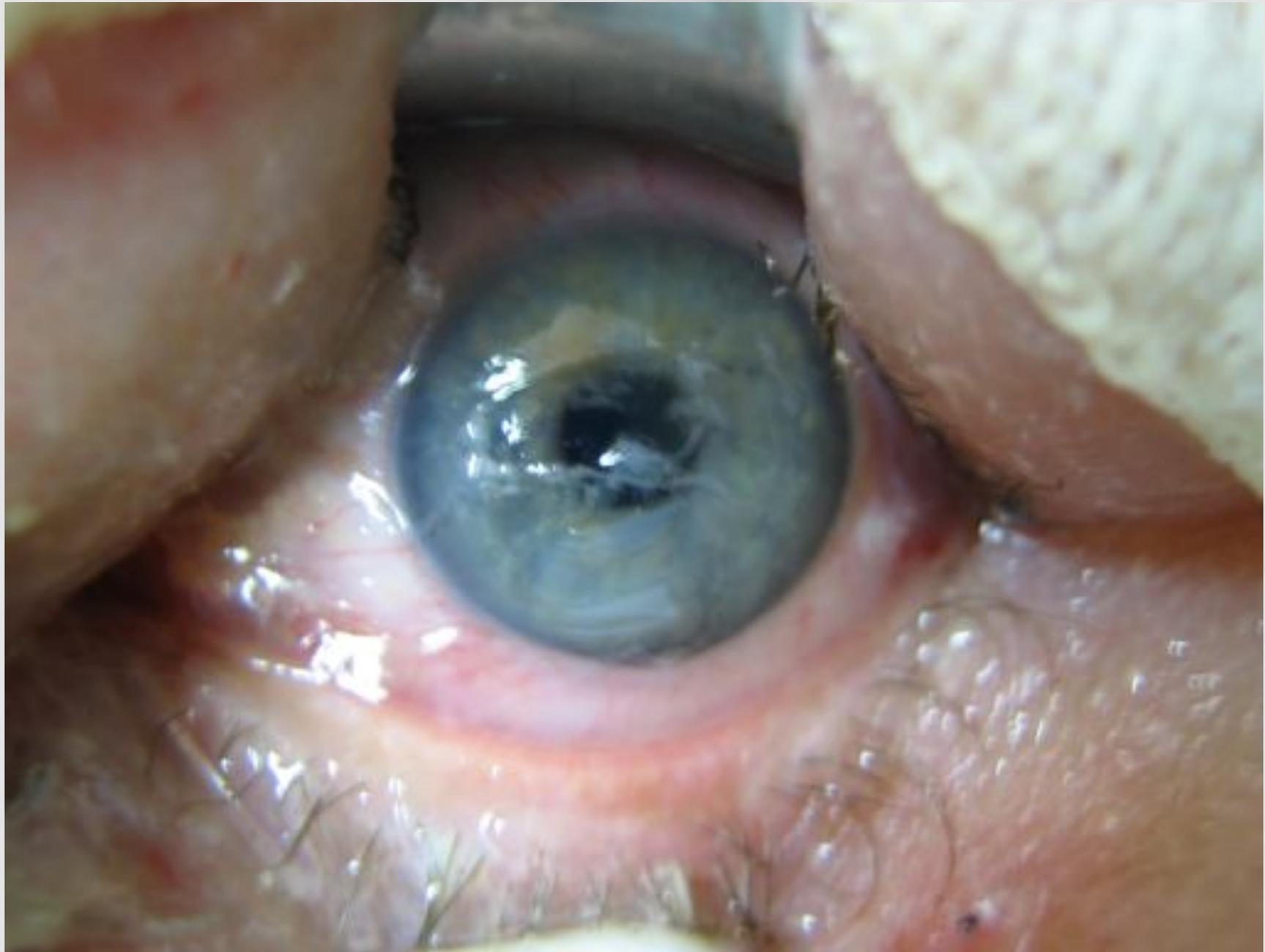
Natronaugenverätzung unbehandelt



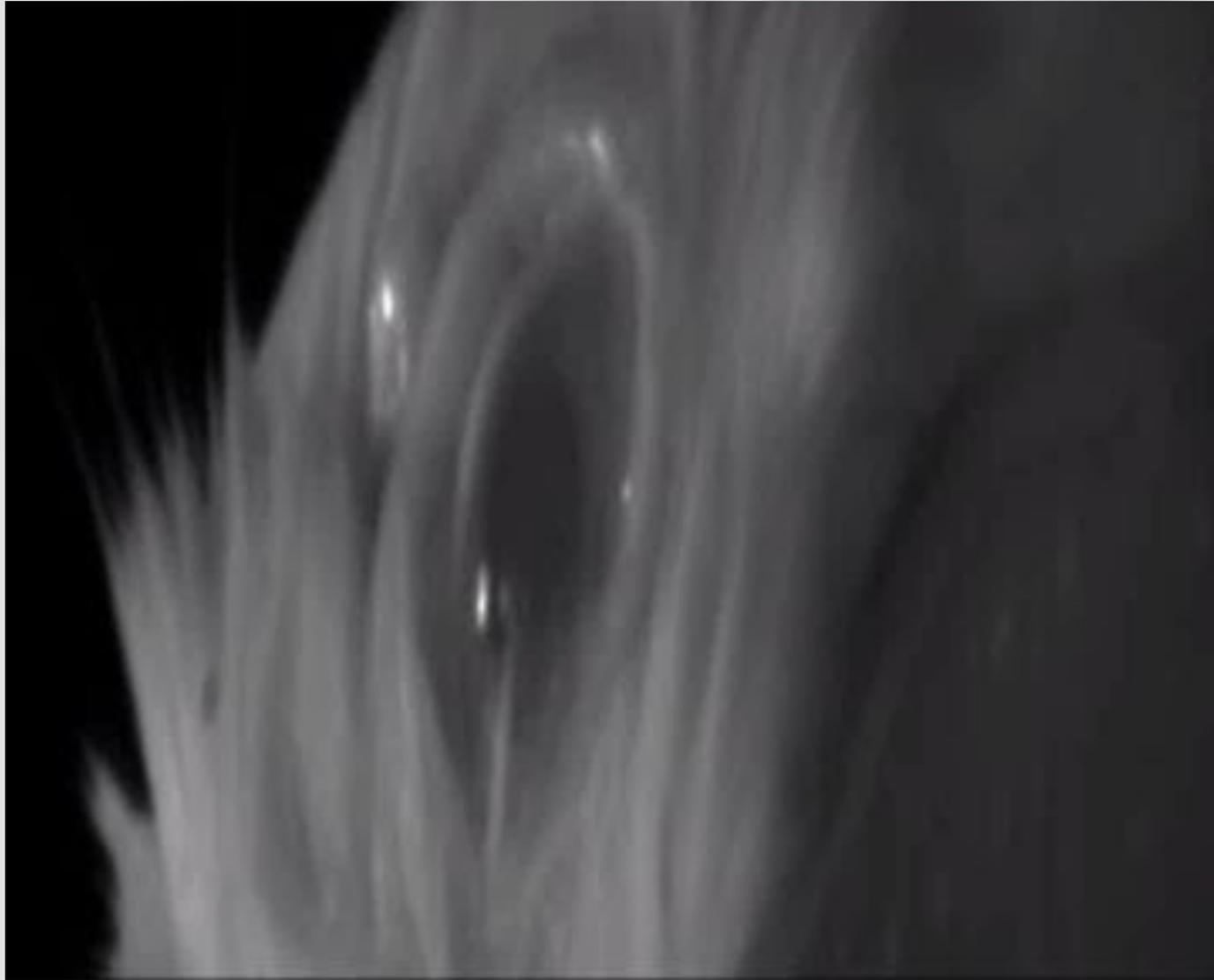
Erweiterte Ischämie zwei Tage nach Silvesterfeuerwerk







Spritzer mit hohem Druck

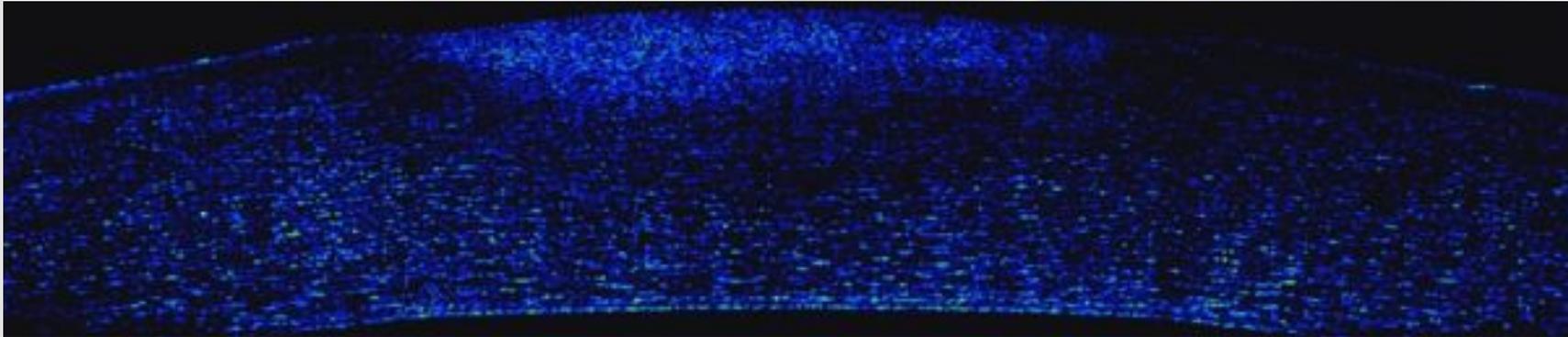


- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik
-

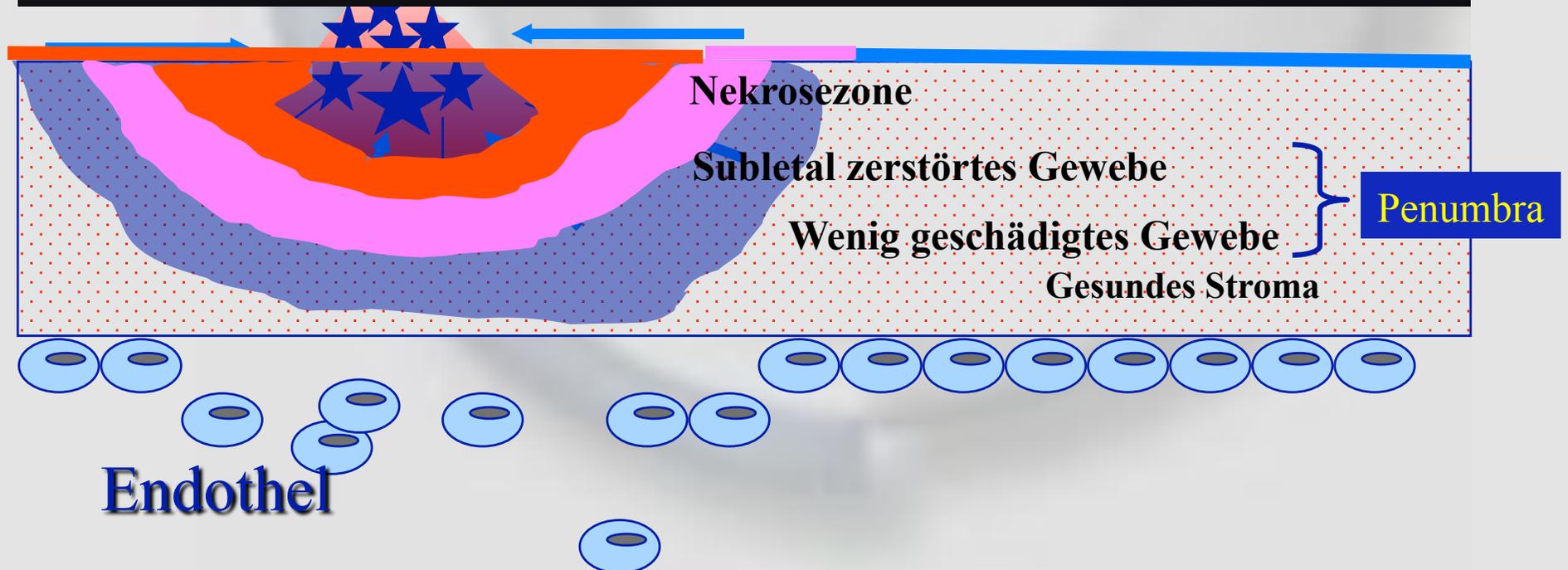
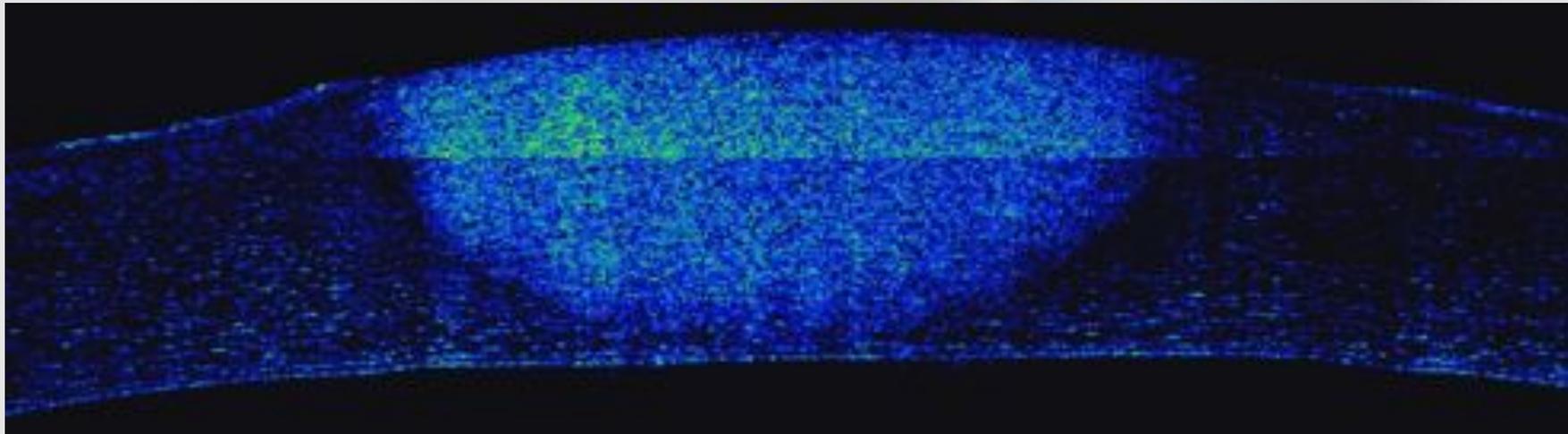
Schema einer Verätzung



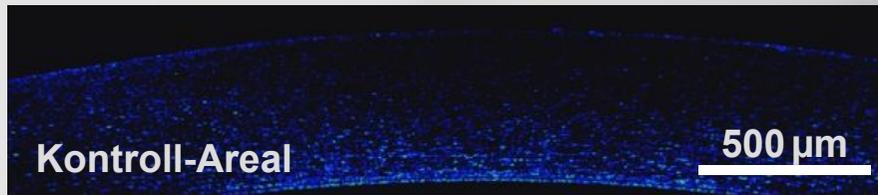
Zonen der Zerstörung



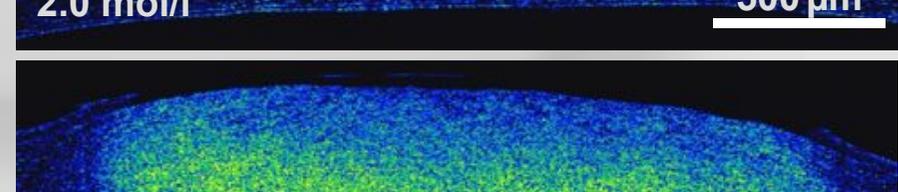
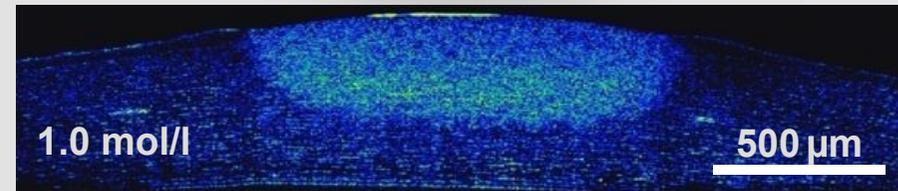
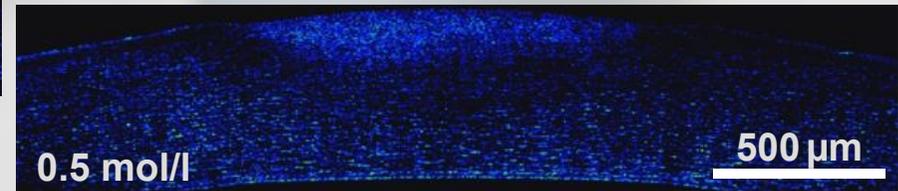
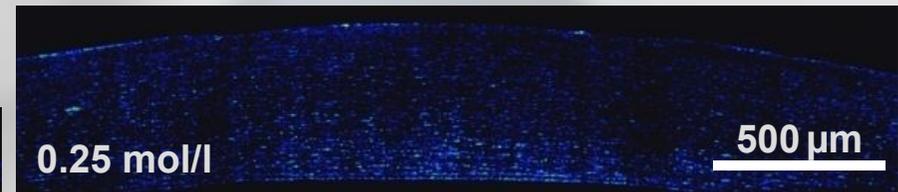
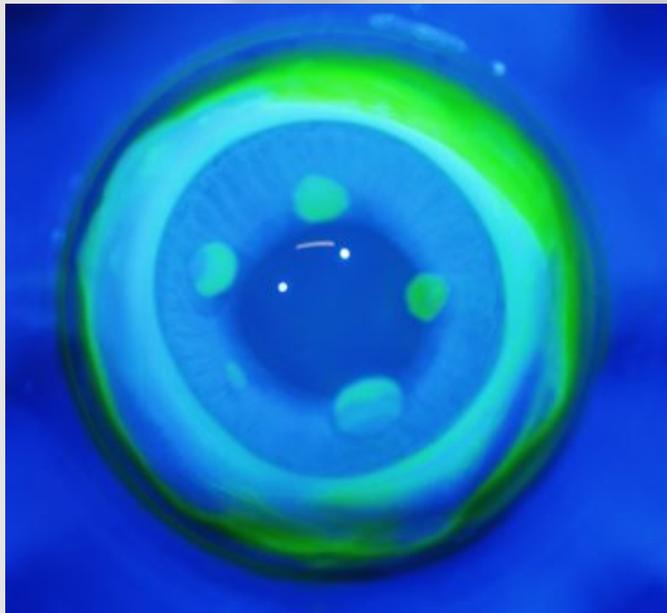
OCT Bild einer Verätzung



Die Dosis macht das Gift



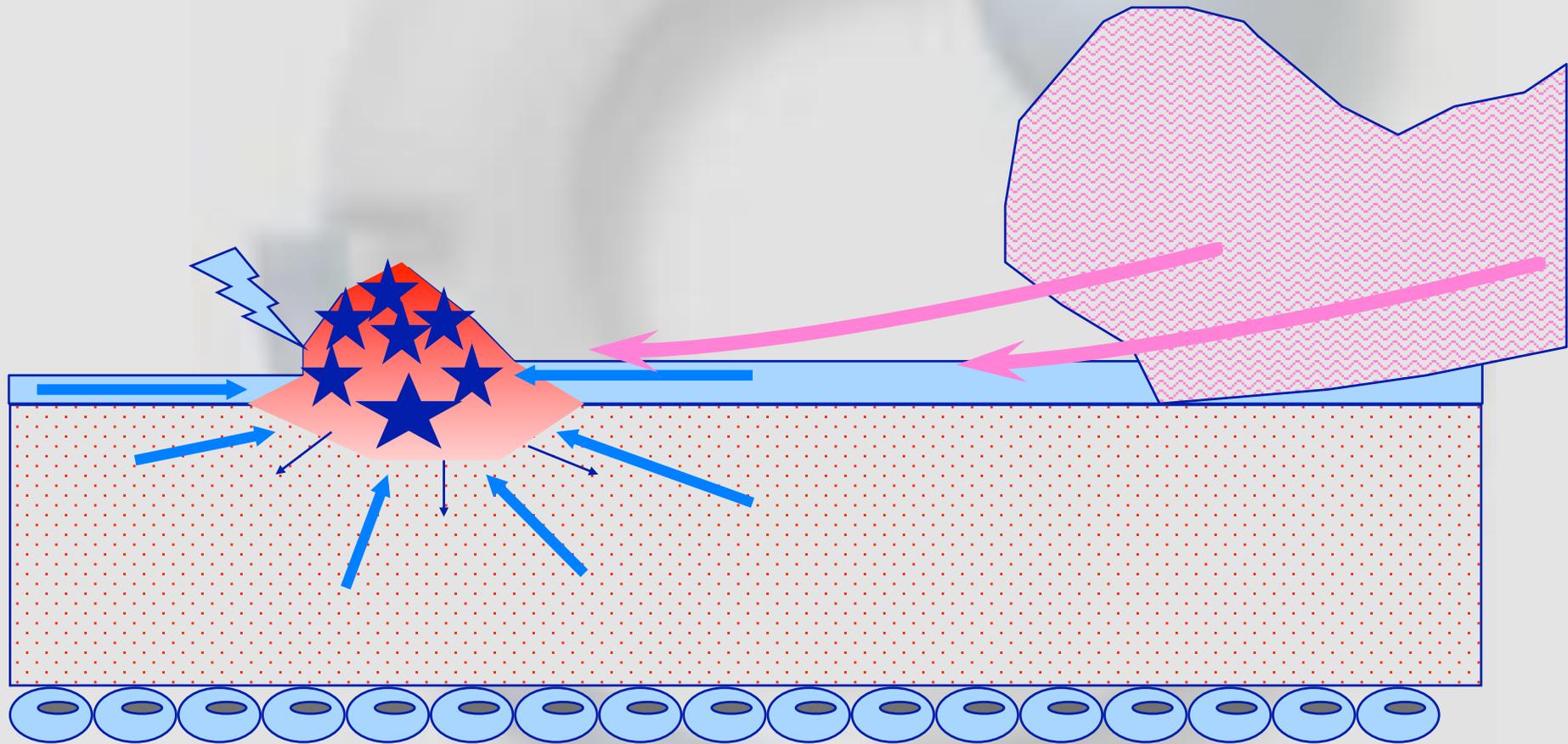
NaOH-Verätzung am Kaninchenaug für 20 Sekunden, danach über 15 Minuten mit 0.9% NaCl gespült.



A large, faint, light blue watermark of a smiley face is centered in the background. The smiley face consists of two dots for eyes and a wide, open-mouthed smile. The text "Was tun?" is overlaid on the center of the smiley face.

Was tun?

Spülen
Entfernen Verdünnen !!!
Puffern, Unschädlich machen



Endothel



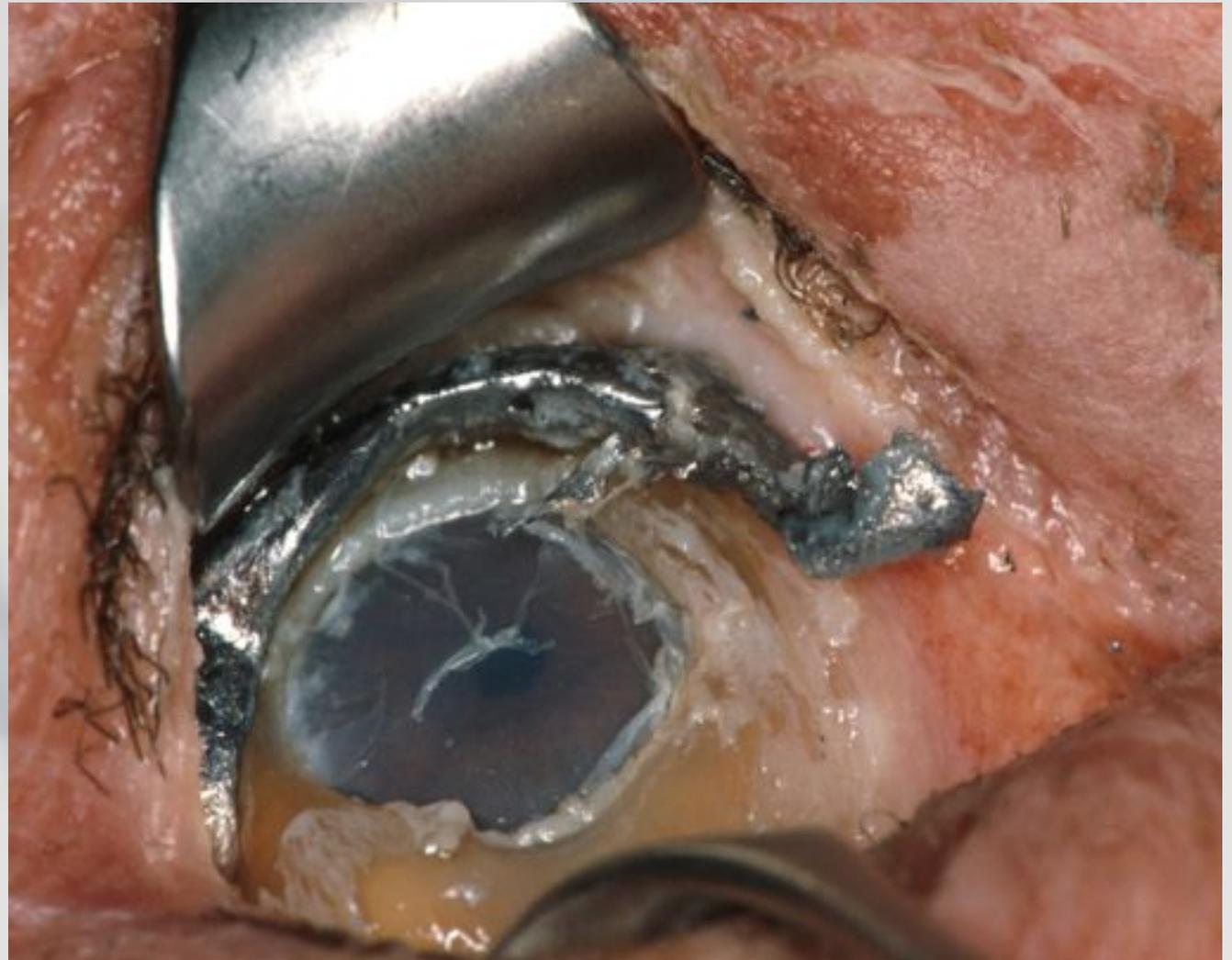
Take home!

- **Spülung des verätzten Auges**
- Immer richtig !
- **Mit allem was man trinken kann**
(außer Heißgetränken, Zitronensaft u.ä. oder hochprozentigem Brandy, Whisky....)

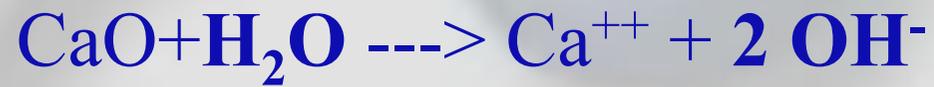
- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik

Hitze Verbrennung

Fall:
flüssiges Aluminium
1300 °C,
vom Ofen bis zur
Erstarrung im Auge

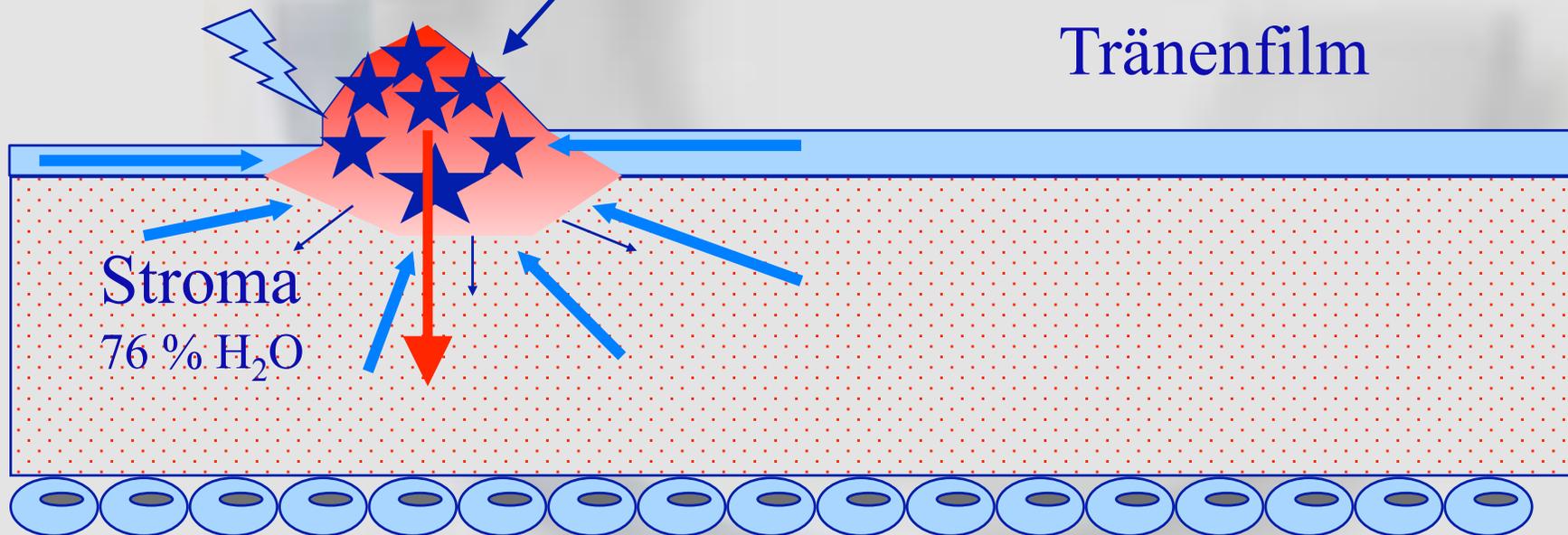


Kontakt mit der Hornhautoberfläche Sonderfall Kalkpartikel



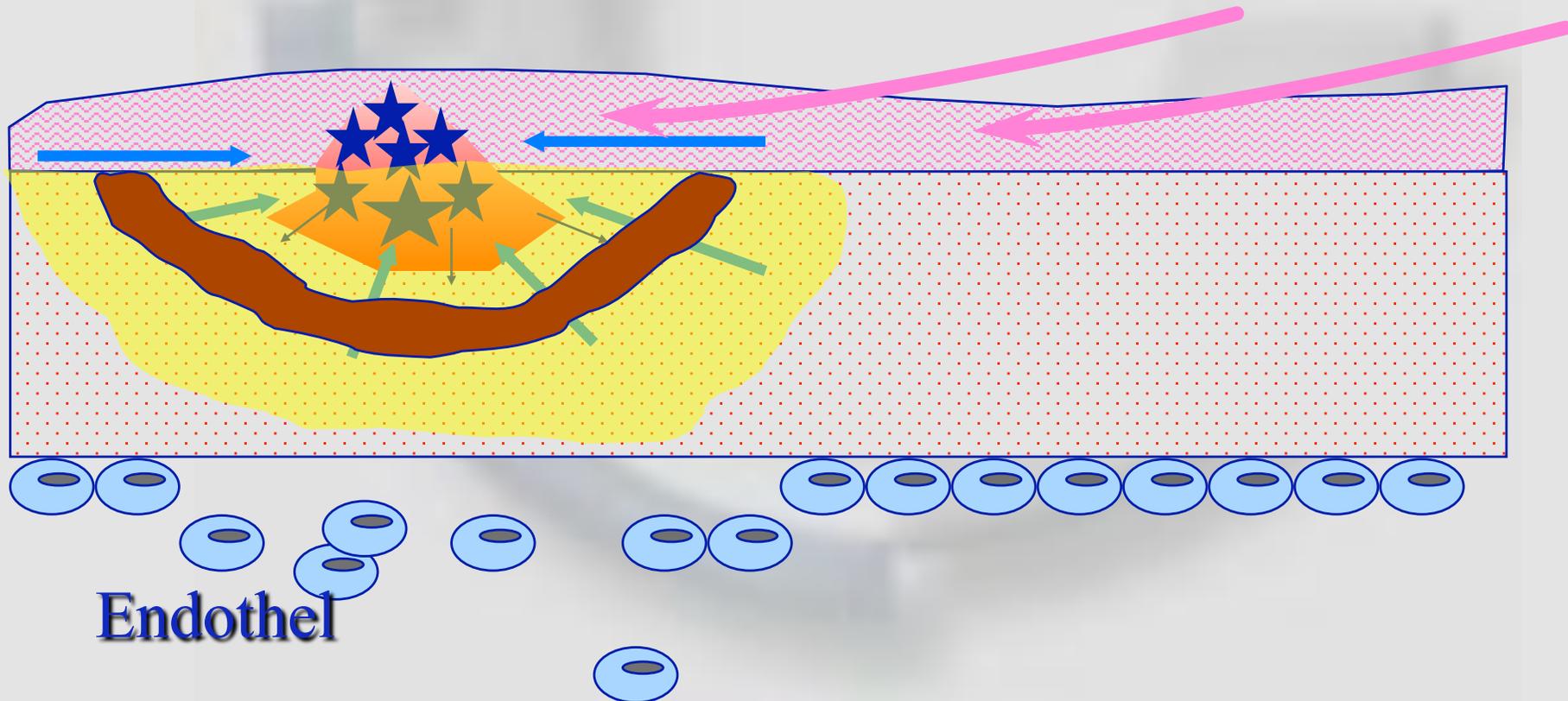
Die Menge Wasser begrenzt die Entstehung von OH- Ionen

Tränenfilm



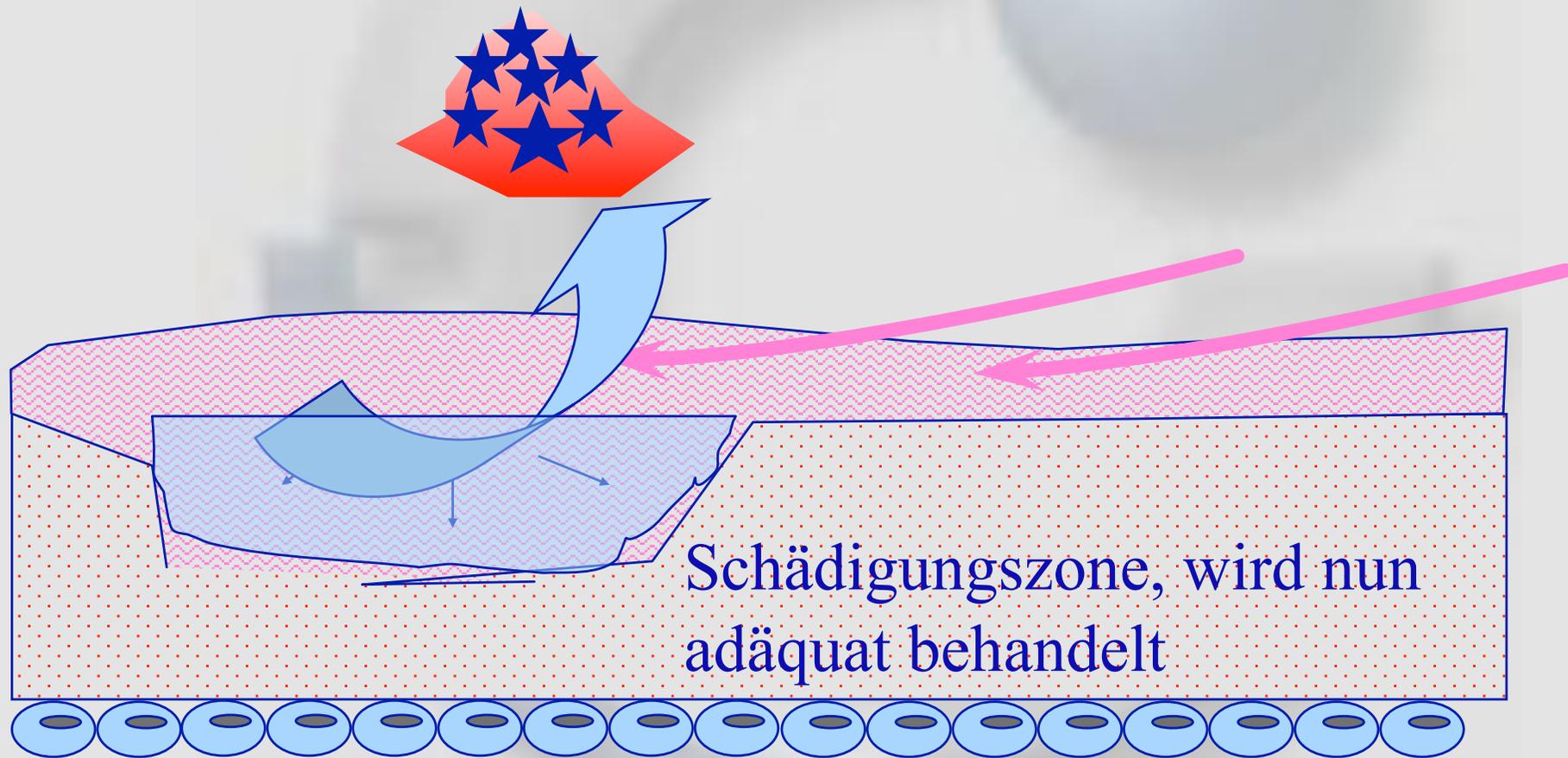
Endothel

Alleiniges Spülen bewirkt Vermehrung des Wasserzustroms und damit der Menge der gebildeten OH-Ionen. d.h. verstärkt die Ätzwirkung!



Mechanische Entfernung unter Spülen

Gewebschutz durch Neutralisieren und Entfernung des Reservoirs neuer OH⁻ Ionen

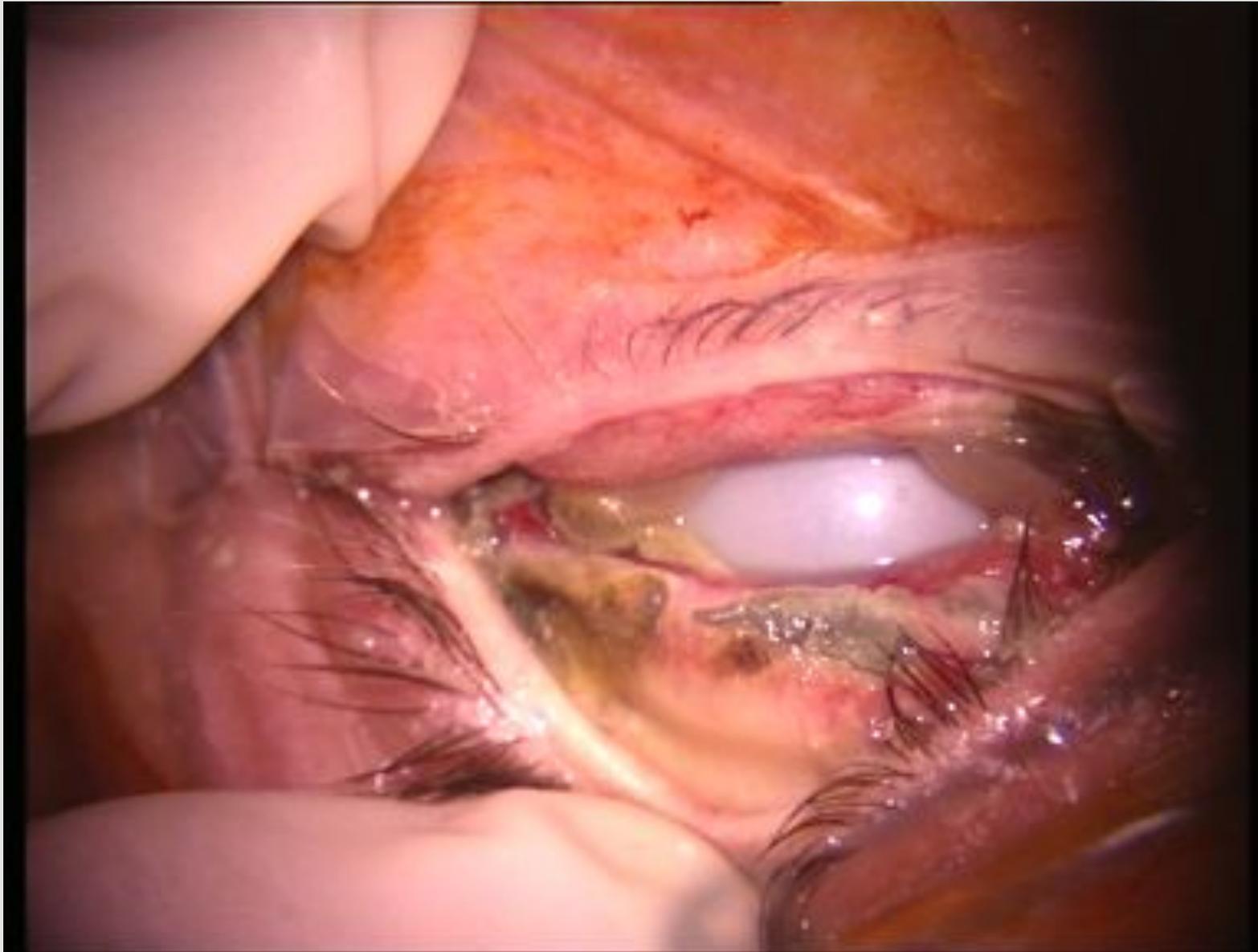


Endothel

Klinisches Beispiel



Subtarsaler Kalk





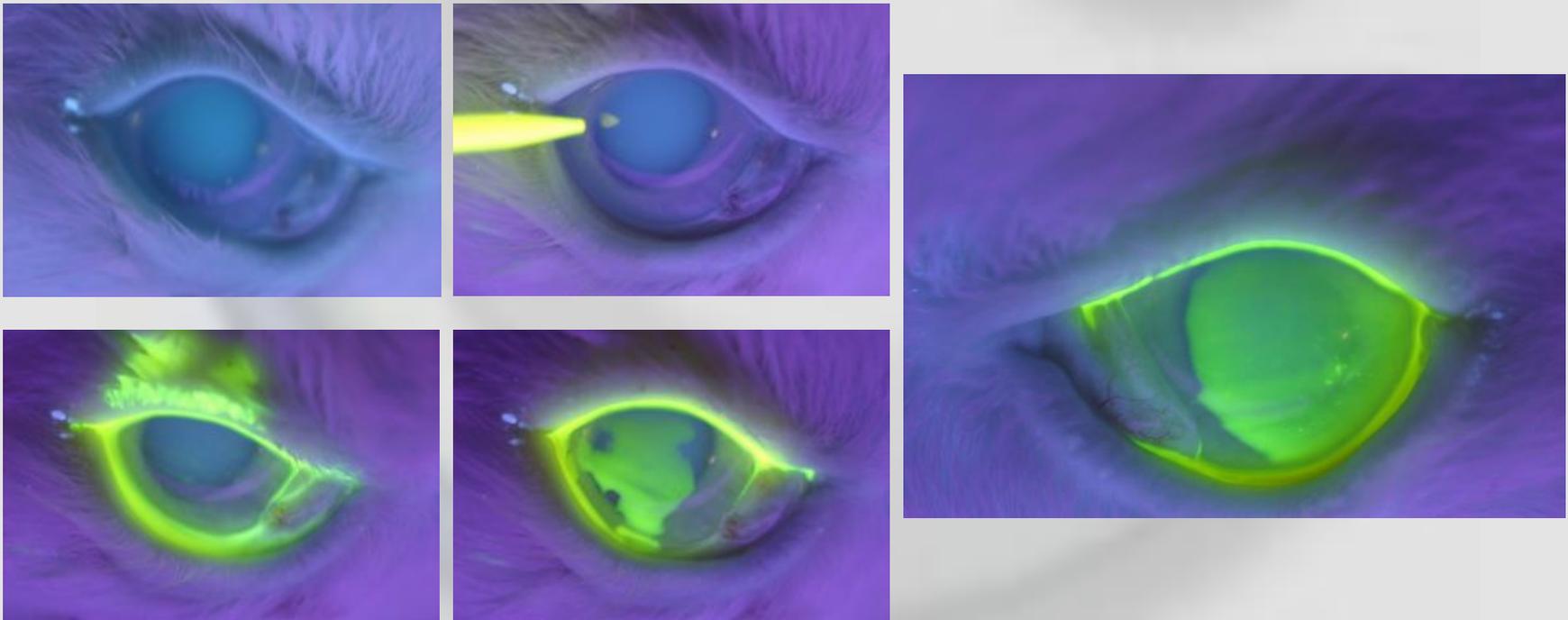
Take home!

- **Spülung und Fremdkörperentfernung**
- **Spülen = Kühlen**

- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- **Verätzungen mit Flüssigkeiten**
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik

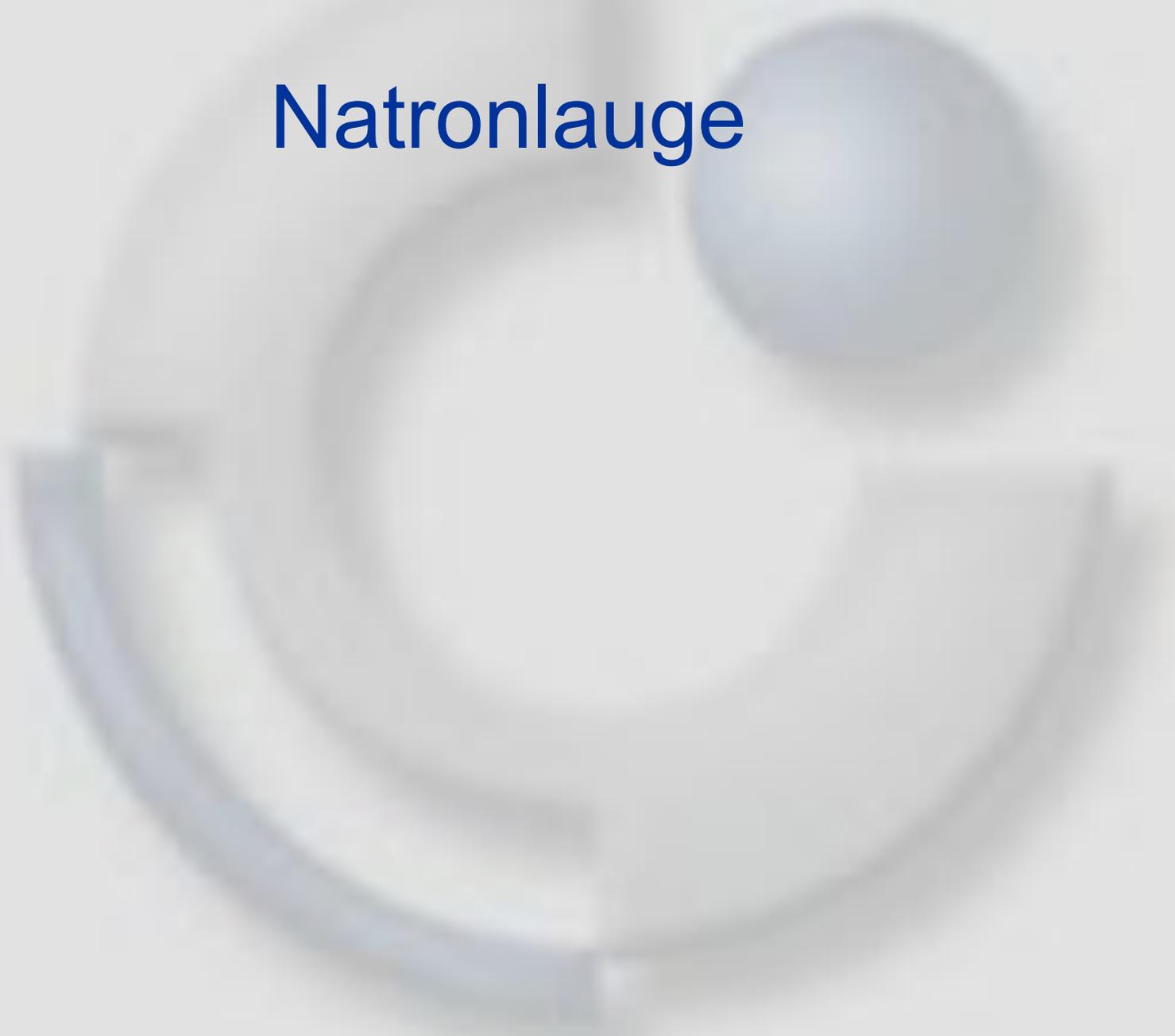
Verteilung einer Ätzsubstanz

- Natriumfluoreszein 10% auf ein Kaninchenauge (10 ul)
- 1 Lidschluß

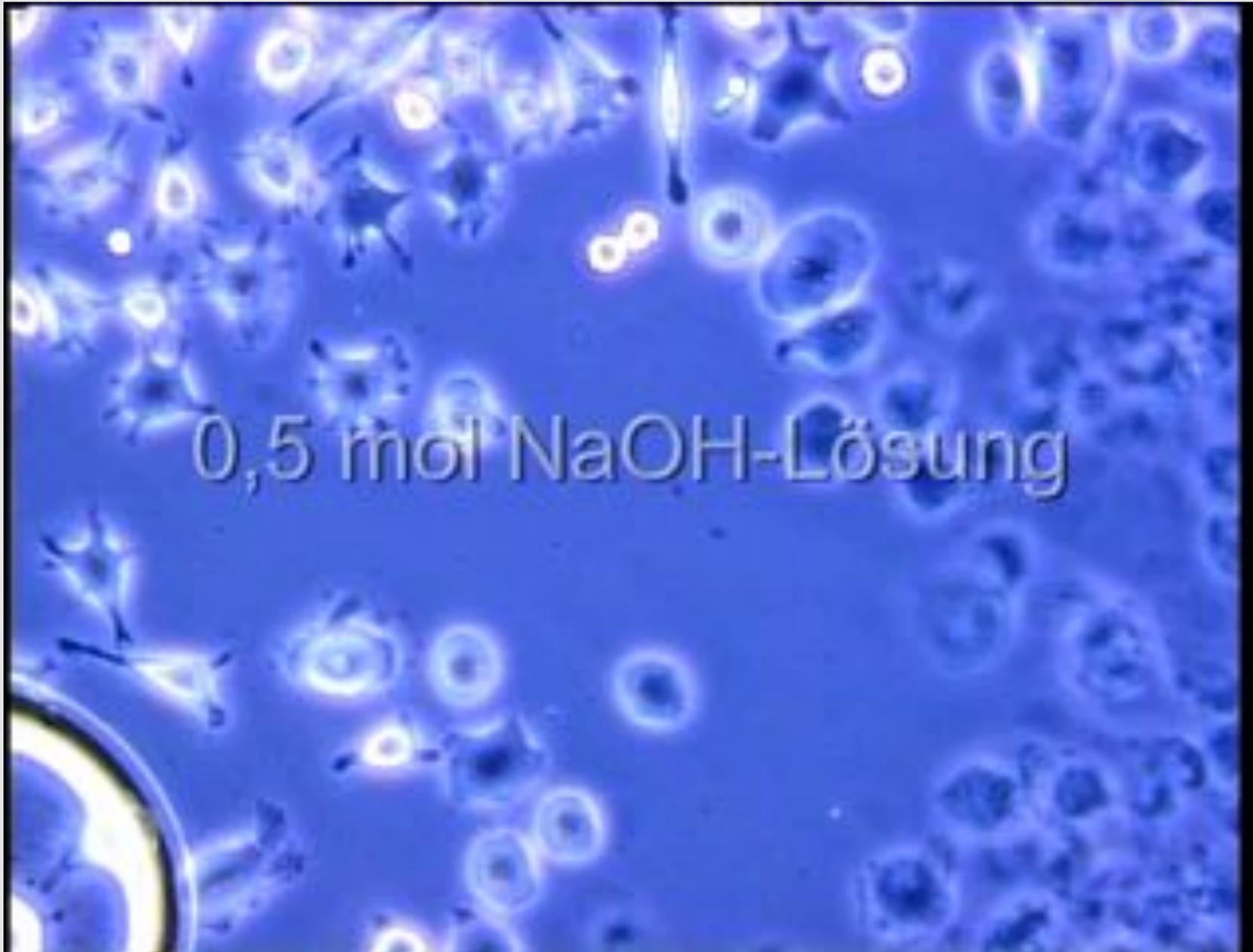


- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- **Puffer oder Wasser ?**
- Wo kommt der Kalk her ?
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik

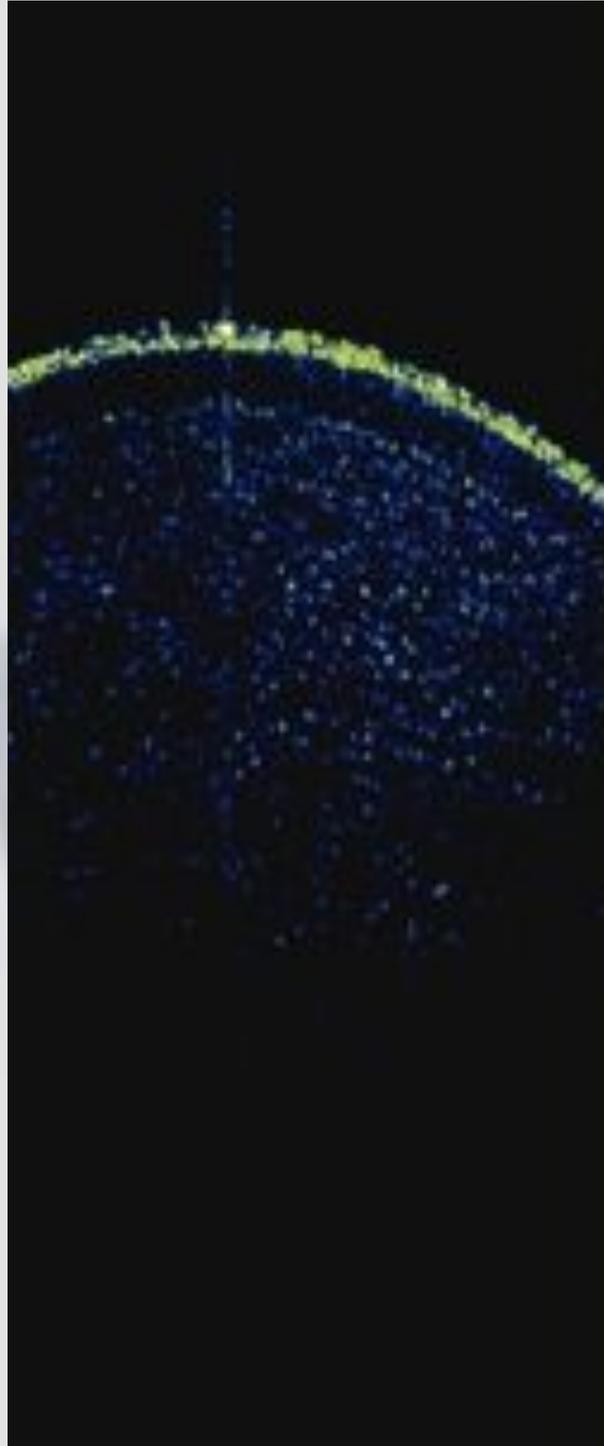
Natronlauge



0,5 mol NaOH

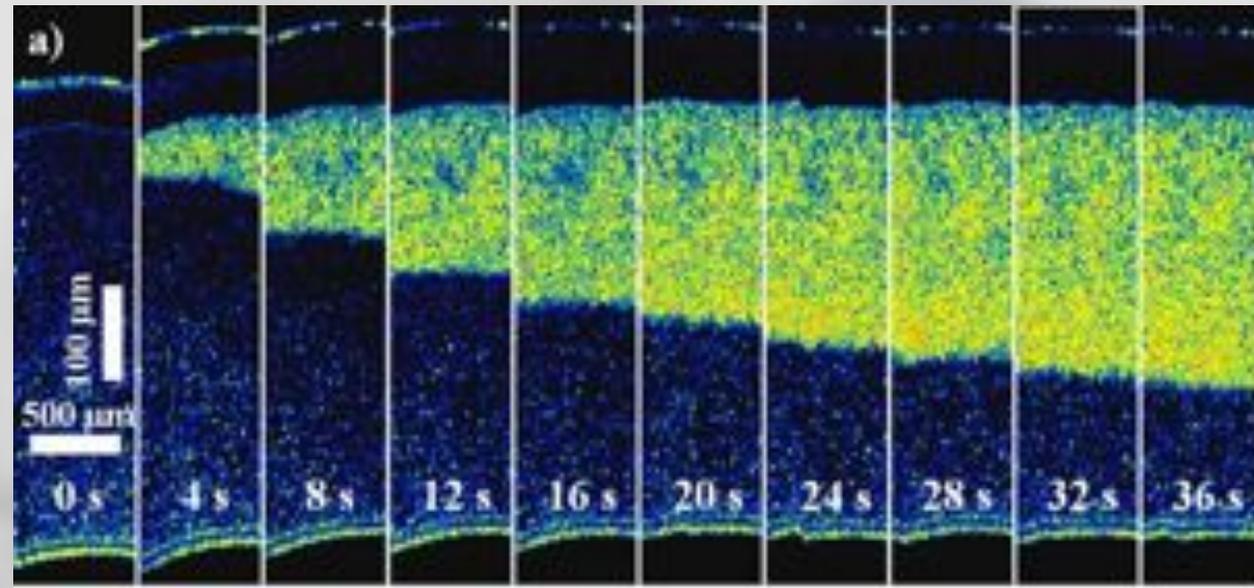


0,5 mol NaOH-Lösung

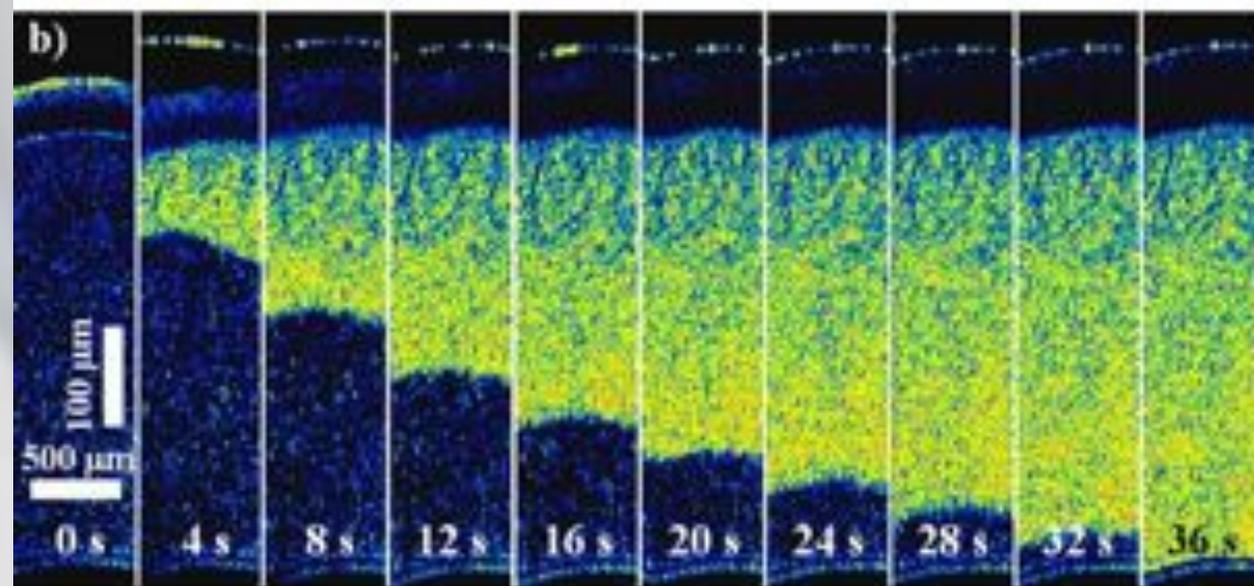


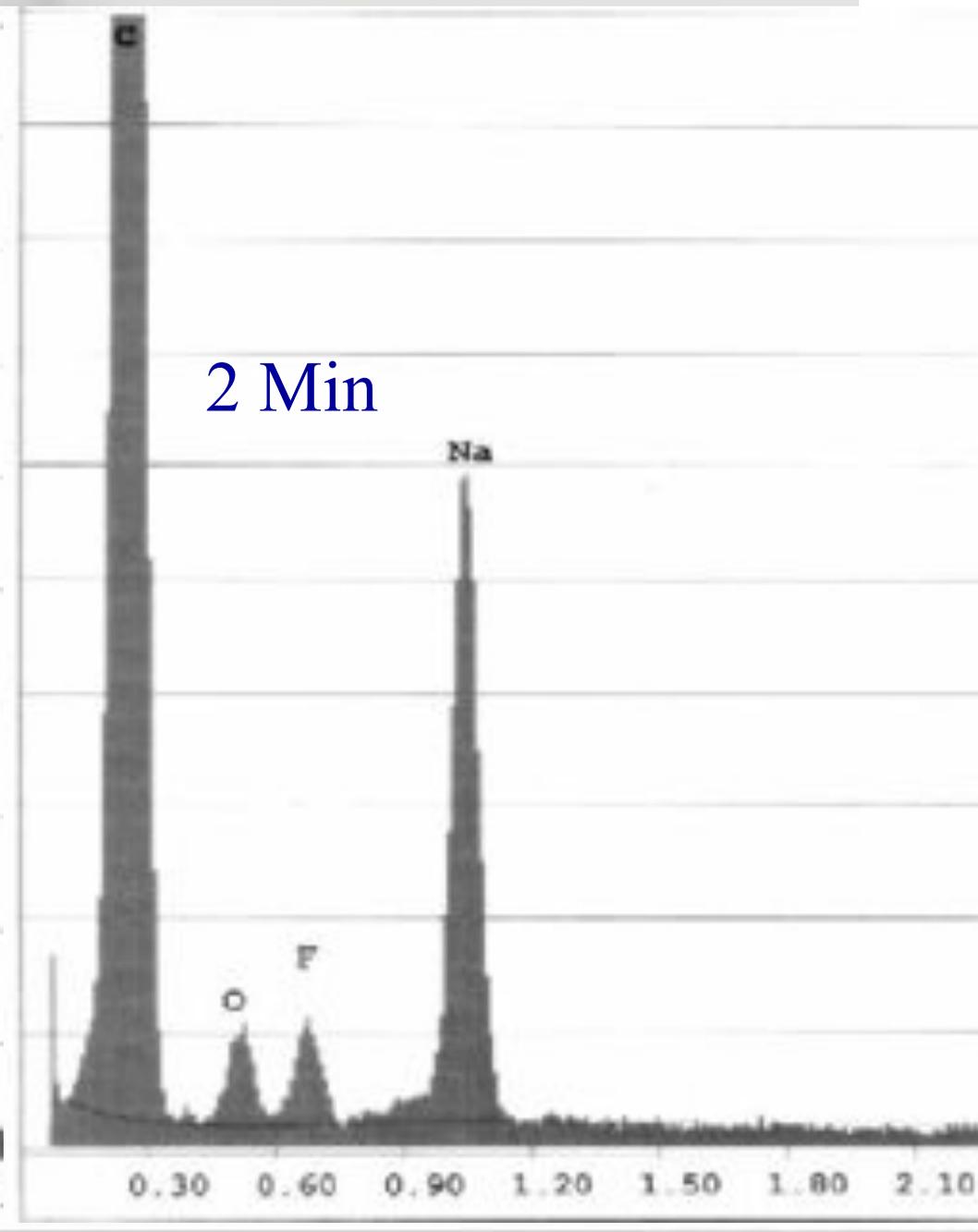
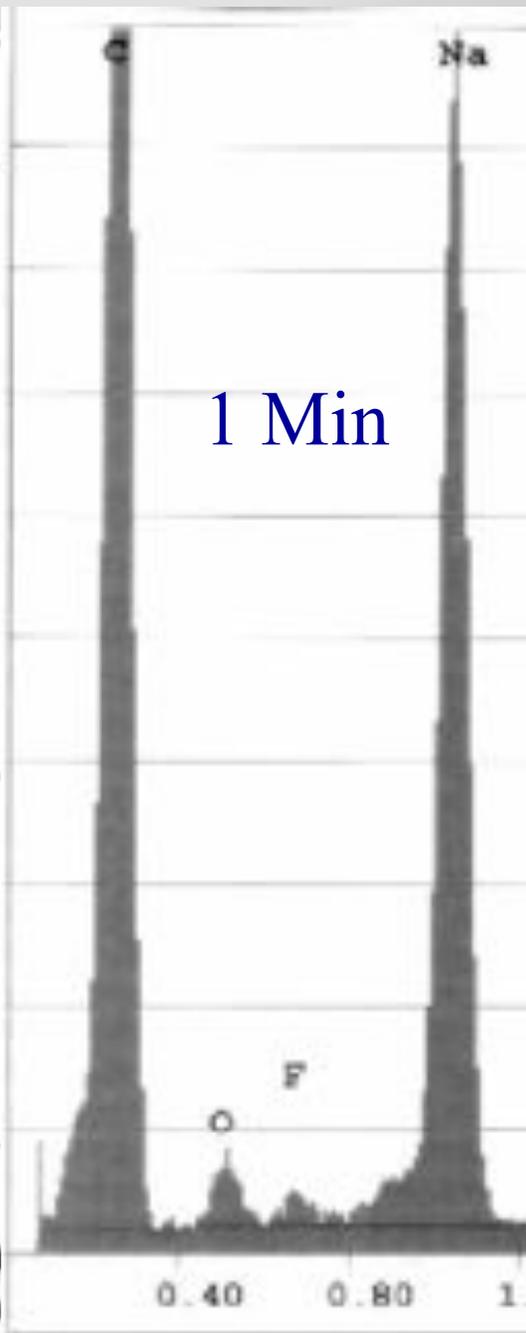
Download unter
www.acto.de
-Projekte, Verätzungen

1 mol NaOH



2 mol NaOH





Flußsäurewirkung

Calciumspeicher voll = grün

Calciumspeicher leer = rot

simulierte Verätzung an

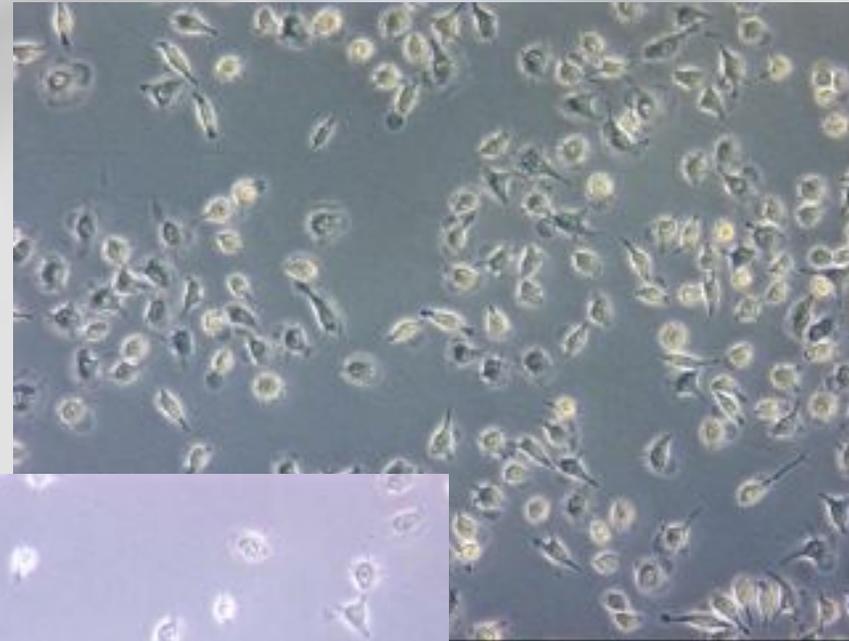
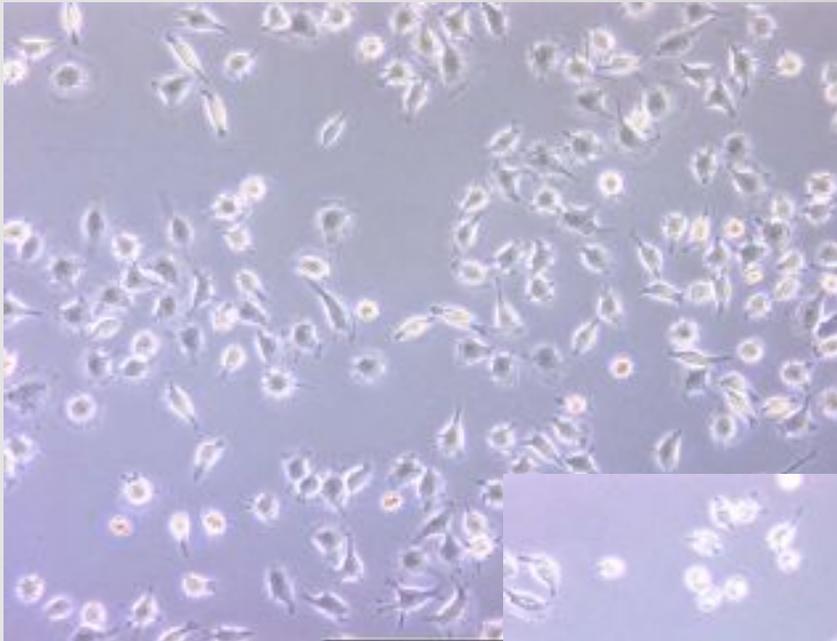
Zellkulturen

Salzsäure

0 min

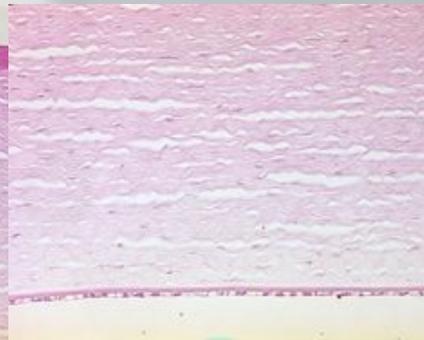
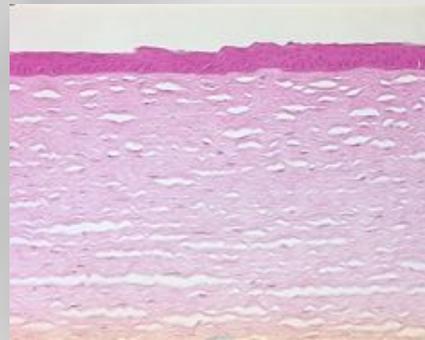
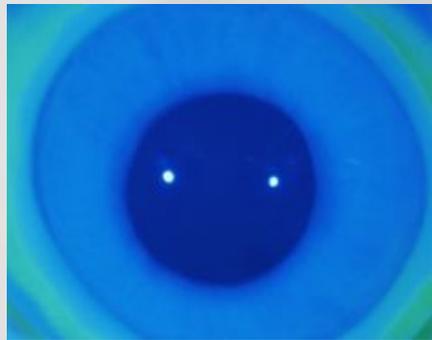
Isoosmolar, pH2, 1 h inkubiert

60 min

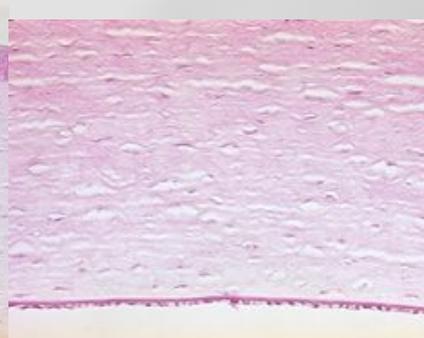
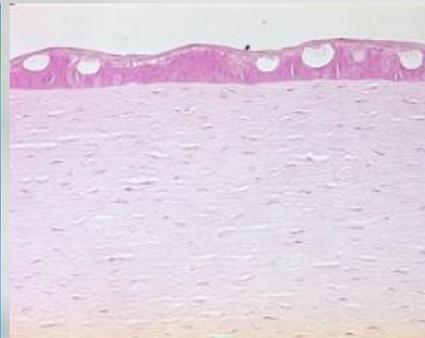


24 h später nach Mediumwechsel

Brom



0.05%



3%

Classification: R 26, R 35, R 50; S ½, 7/9. 26-45-61

Phenol 0,5%

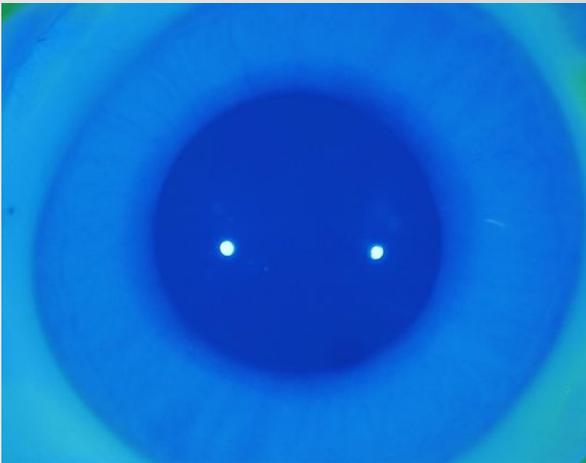


Fig.1
Fluoresceine stain

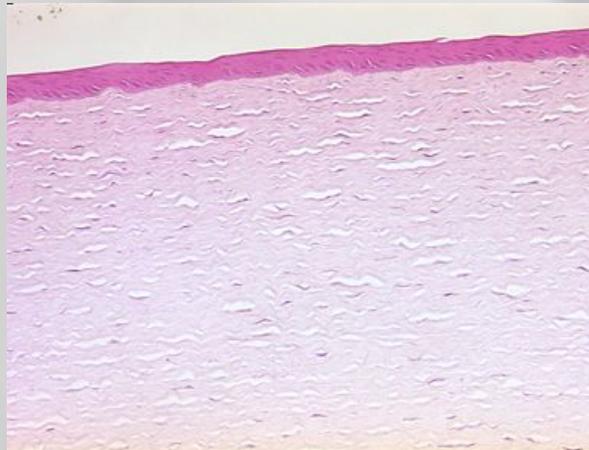


Fig.2
Epithelial layer and upper stroma

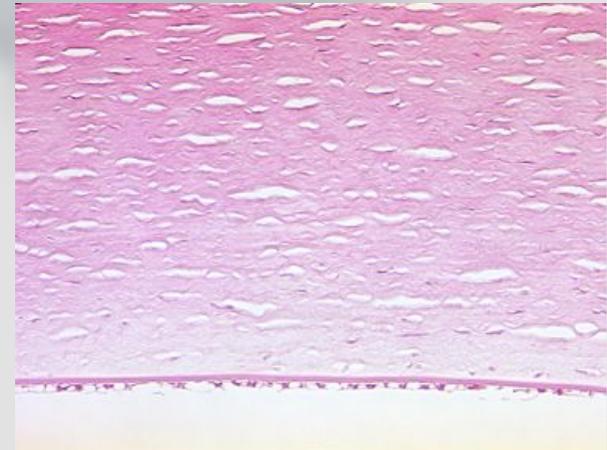


Fig.3
Endothelial layer and lower stroma

Phenol 5%

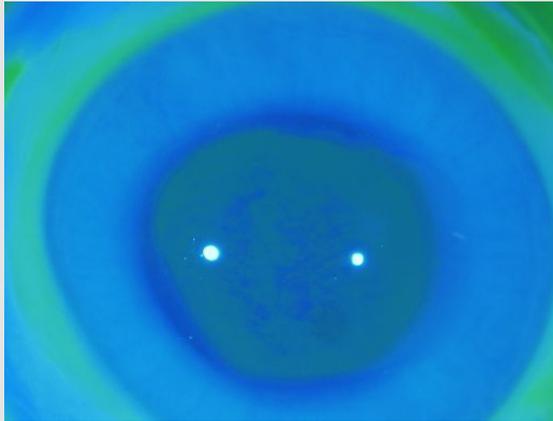


Fig.1
Fluoresceine stain

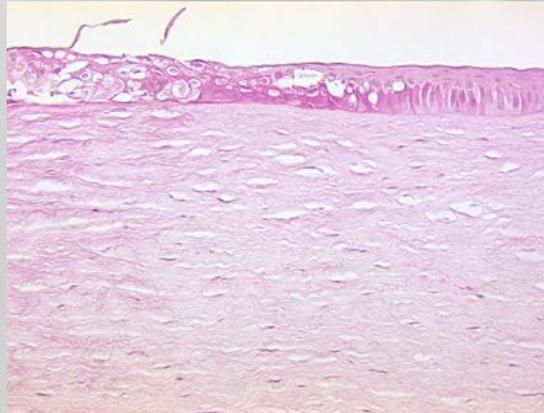


Fig.2
Epithelial layer and upper stroma

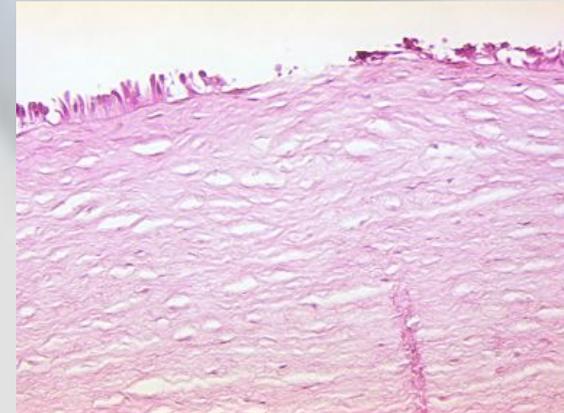


Fig.2
Epithelial layer and upper stroma sample no. 2



Fig.3
Endothelial layer and lower stromasample

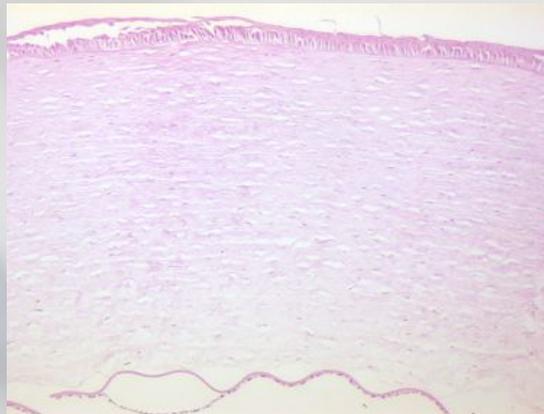


Fig.3
Sample 3

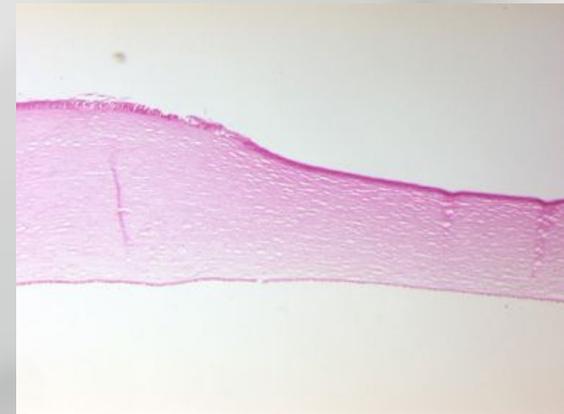


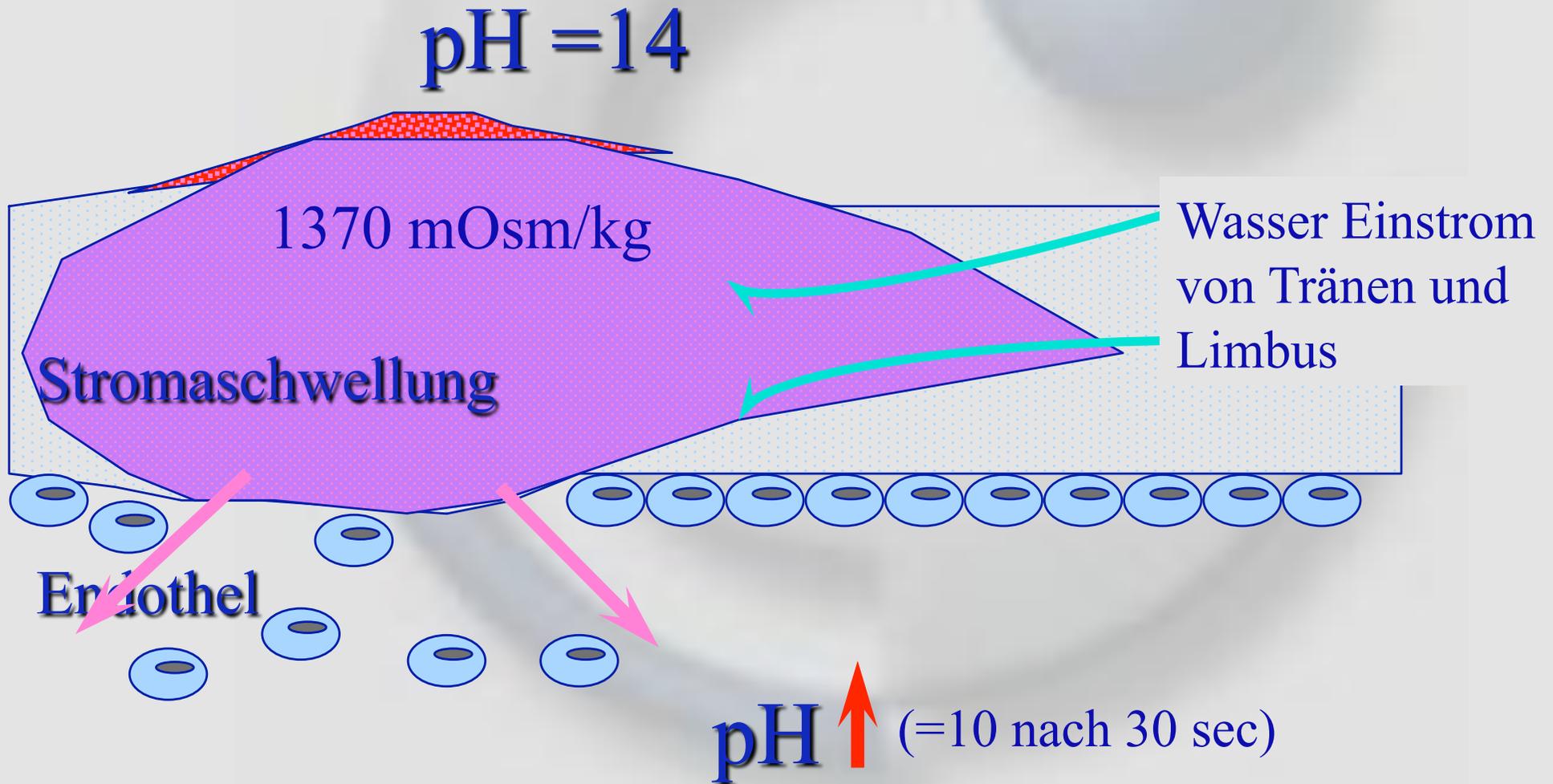
Fig.2
Stromal swelling

Take home !

- **Membranzerstörung bei Basen**
- **Calciumverlust bei Fluorionen**
- **Strukturerhalt aber Funktionsverlust bei Säure**
- **Brom oberflächlicher Schaden**
- **Phenol tiefer Endothelschaden**

- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- **Augenspültherapie was passiert ?**
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik
-

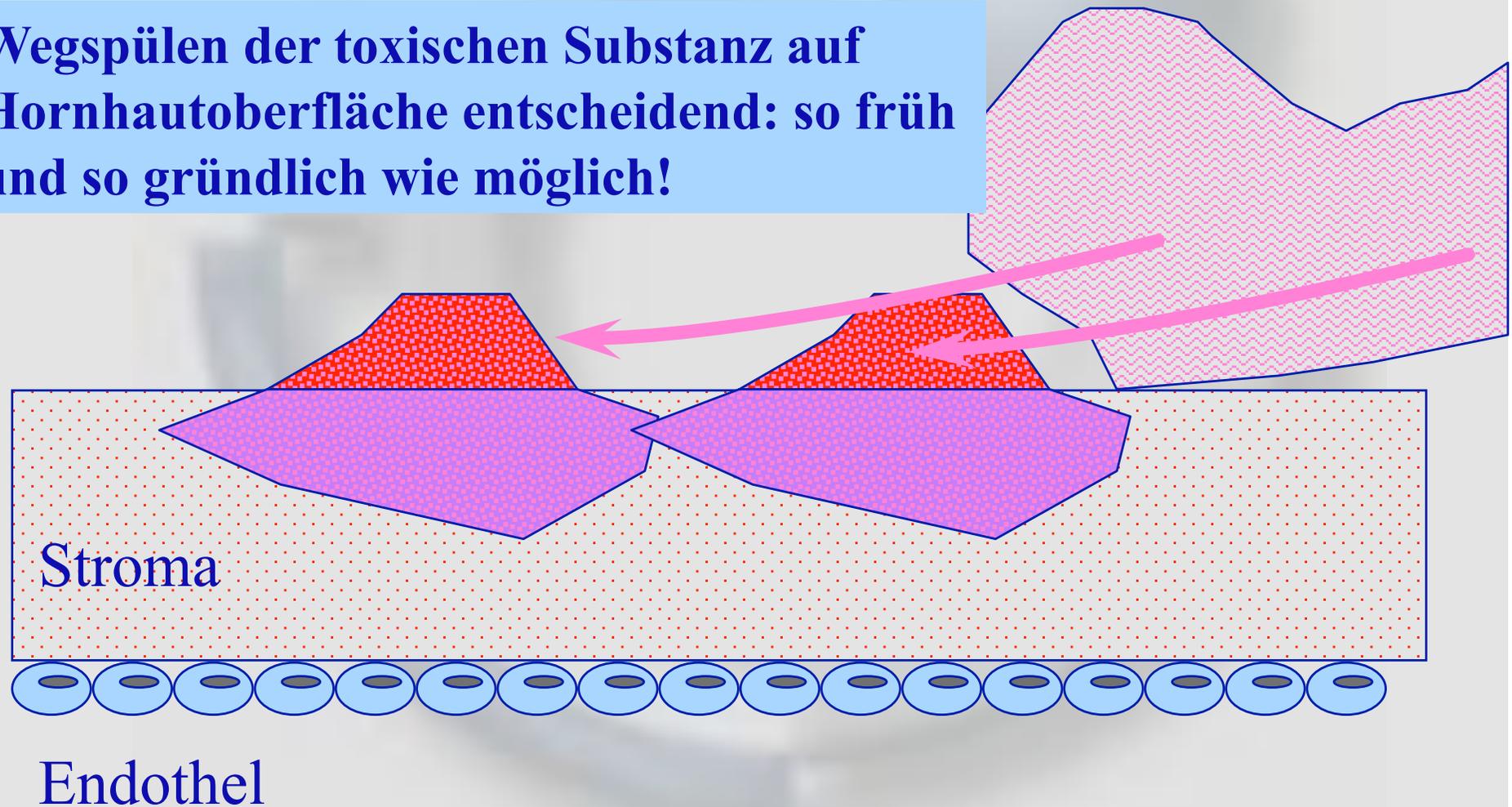
Endothelschaden und Penetration in die Vorderkammer ohne Behandlung in 2 Minuten

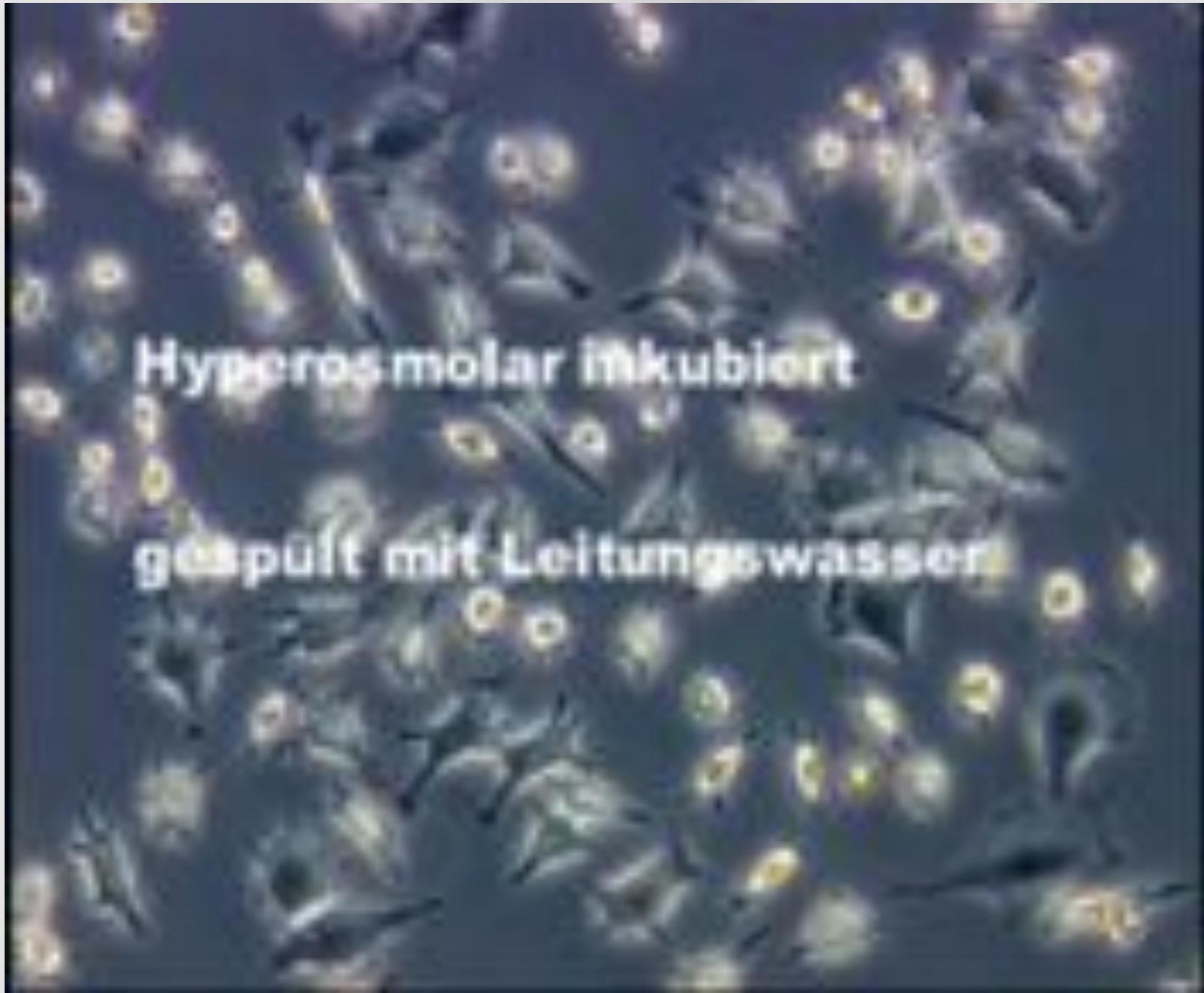


1.) mechanische Entfernung

Frühe Spülung

**Wegspülen der toxischen Substanz auf
Hornhautoberfläche entscheidend: so früh
und so gründlich wie möglich!**

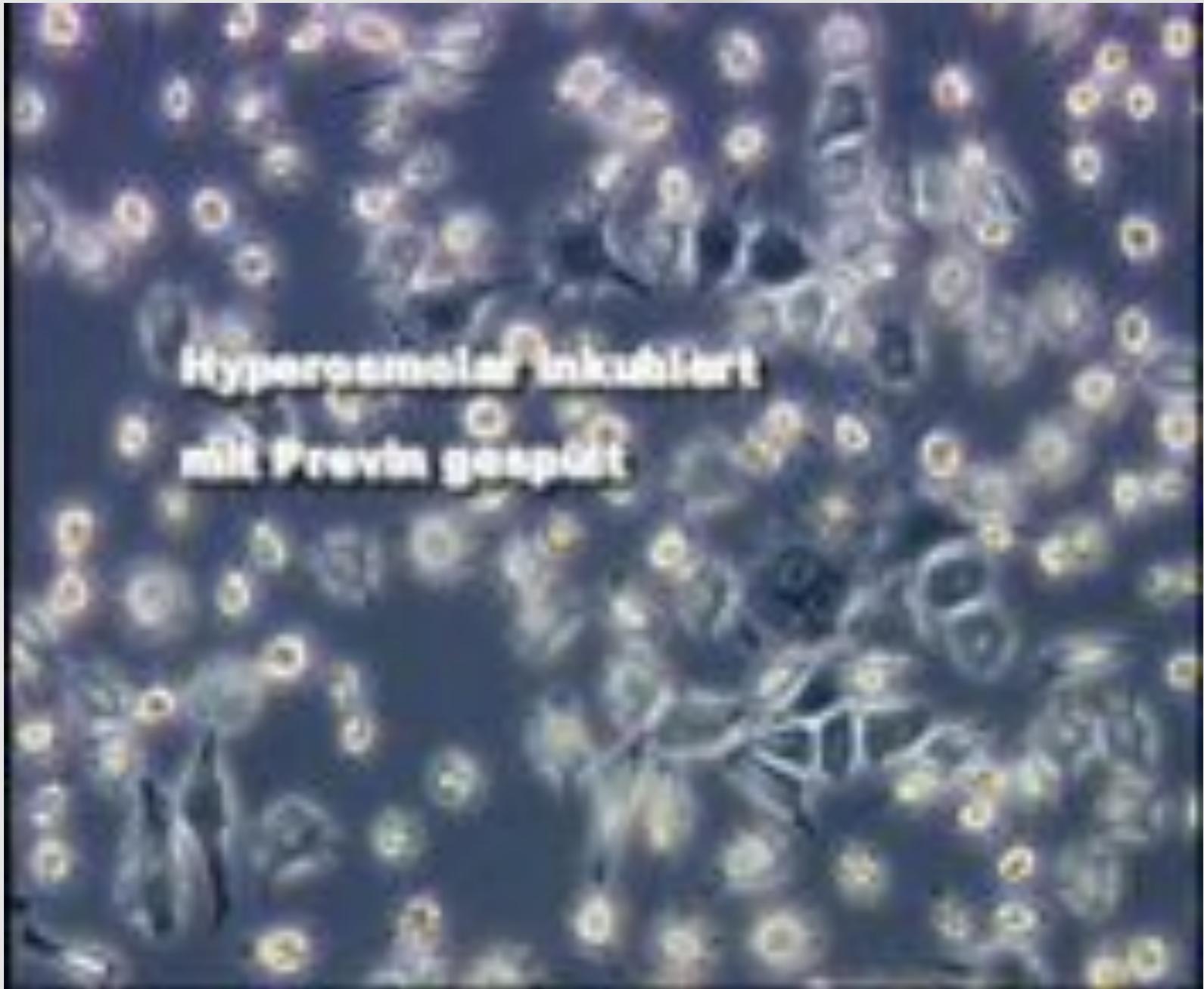




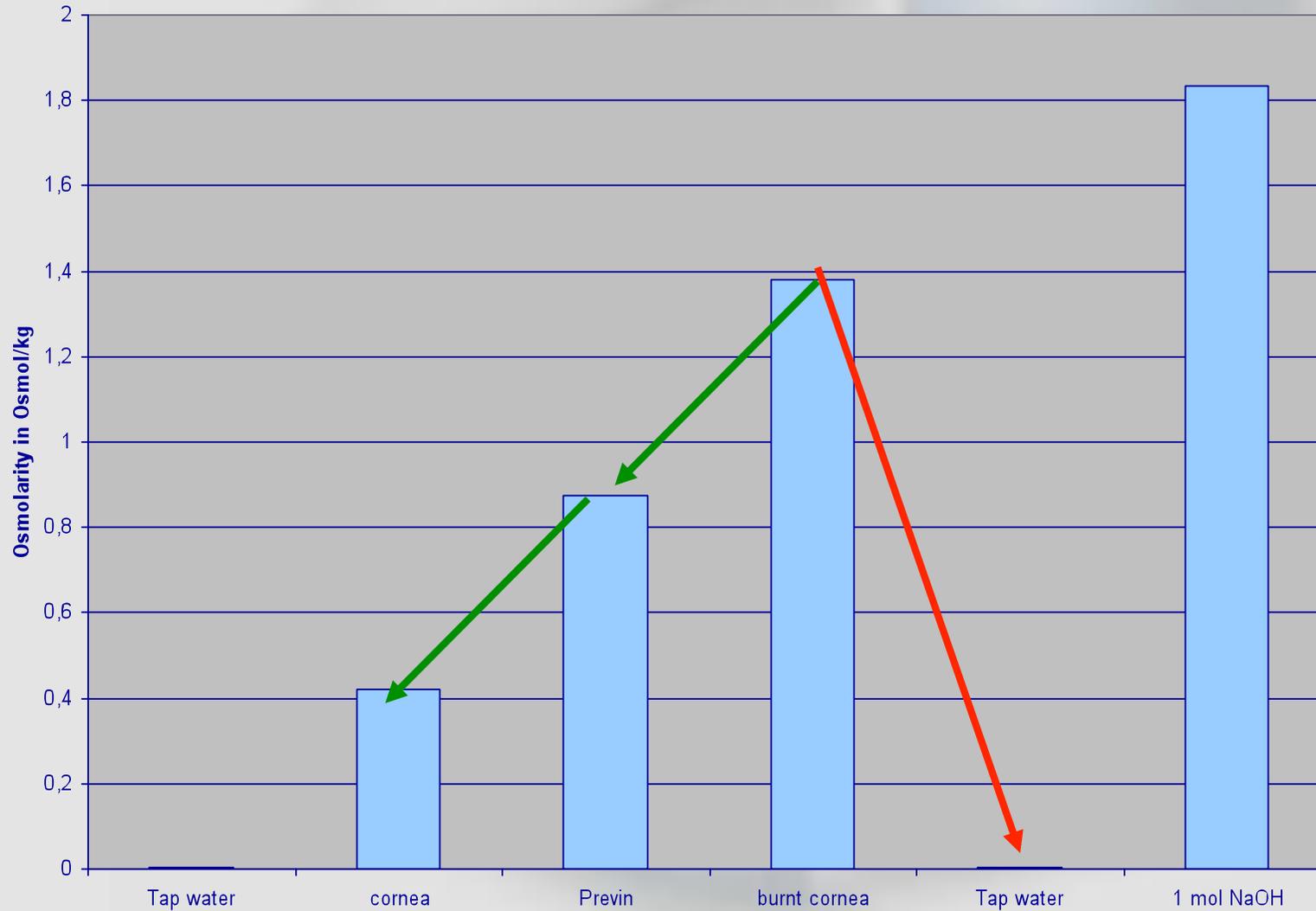
Hyperosmolar inkubiert

gespült mit Leitungswasser

**Hyperoemolar inkubiert
mit Pevin gespült**



Differenz der Osmolarität zwischen Agens und Cornea

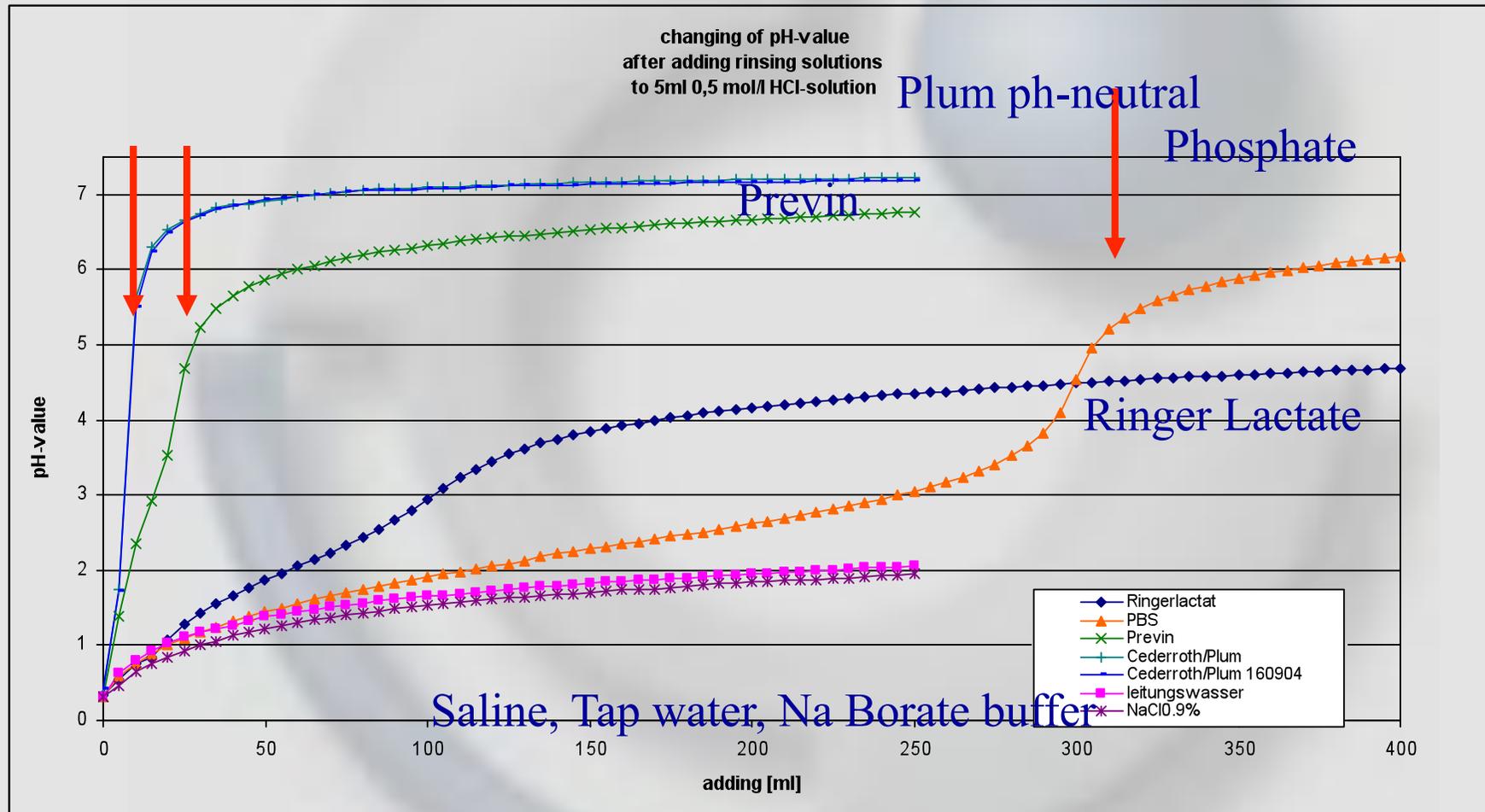


Take home

- **Osmoschock kann ein zusätzliches Trauma bewirken**
- **Iso- und hyperosmolare Lösungen stabilisieren das überlebende Gewebe**

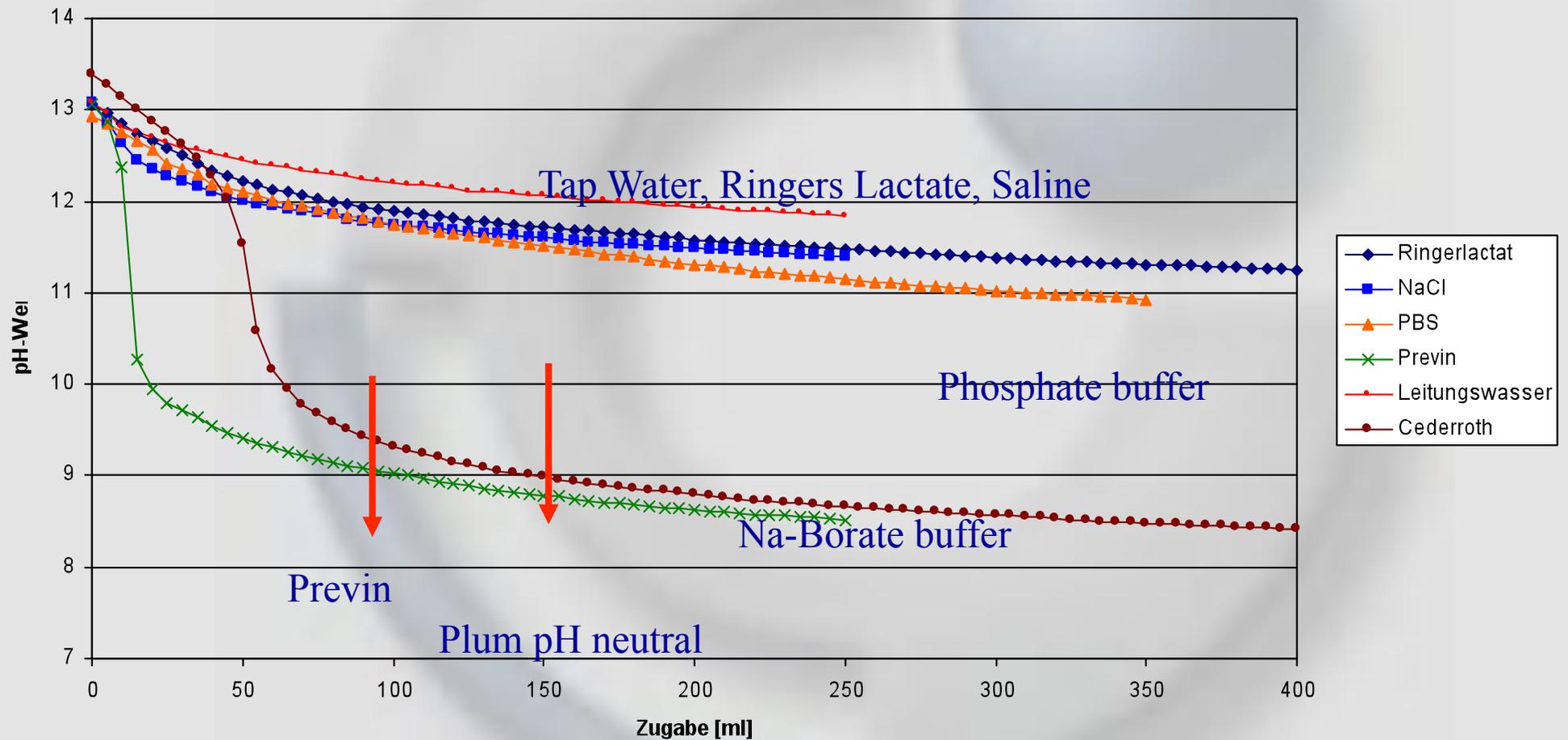
- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- **Puffer oder Wasser ?**
- Wo kommt der Kalk her ?
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik

Zugabe von Augenspüllösungen zu 5 ml 0,5 mol/l HCl



Zugabe von Augenspüllösungen zu 5 ml 0,5 mol/l NaOH

pH- change after
addition of rinsing fluids to
5ml 0,5 mol/l NaOH-solution

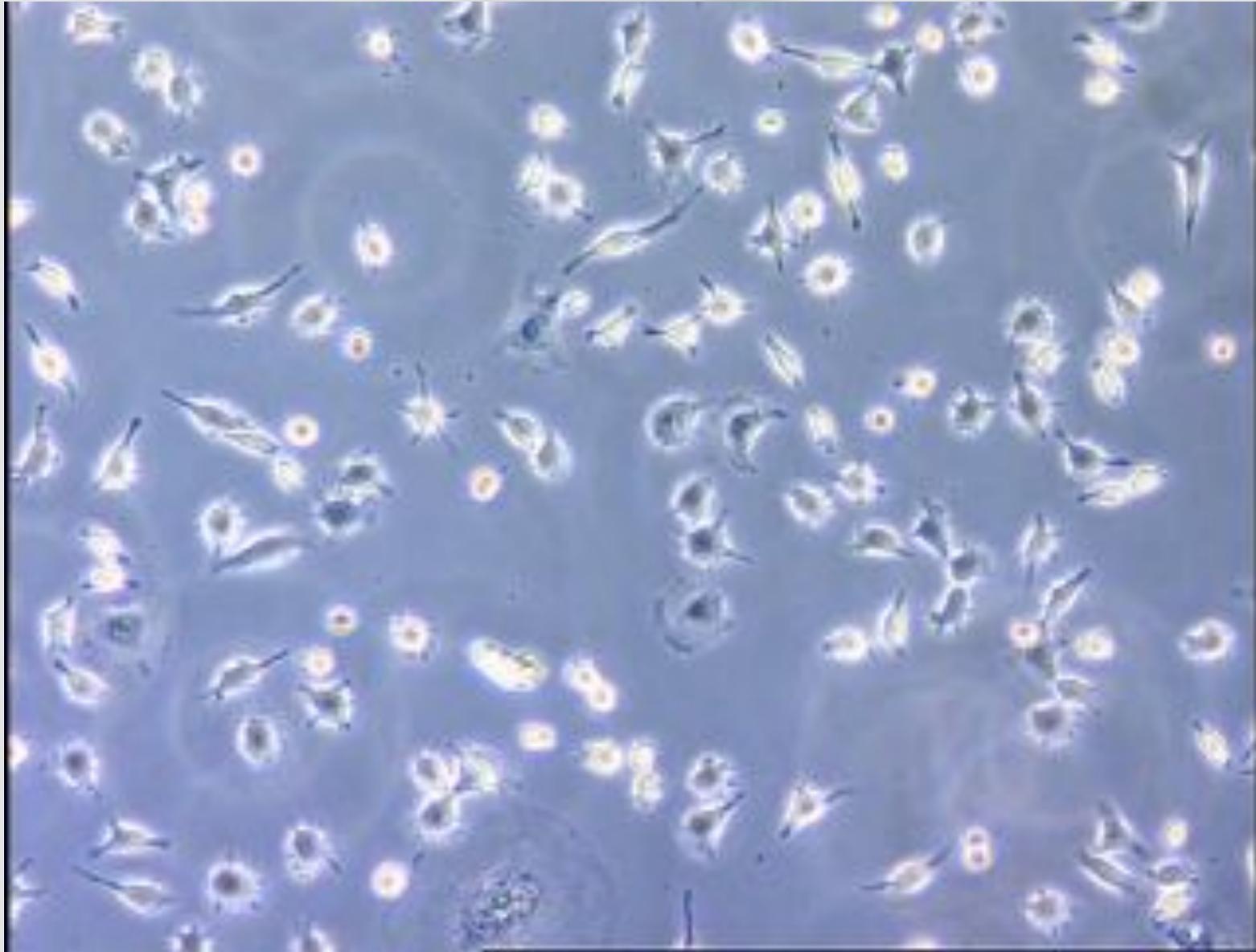


Take home!

- **Nur pH – Neutral von Plum und Previn Diphoterin als Amphotere wirken bei Säuren und Basen gleich gut**

Welches Ziel bei der Spülung?

- Kann man Zielbereiche der Spültherapie objektiv bestimmen?
- Bis wann sollte eine Therapie erfolgt sein?



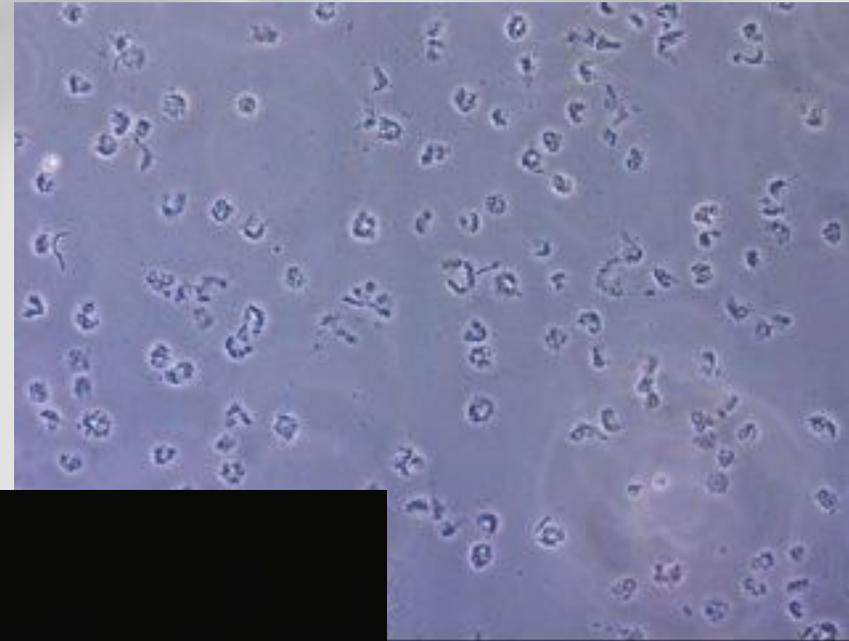
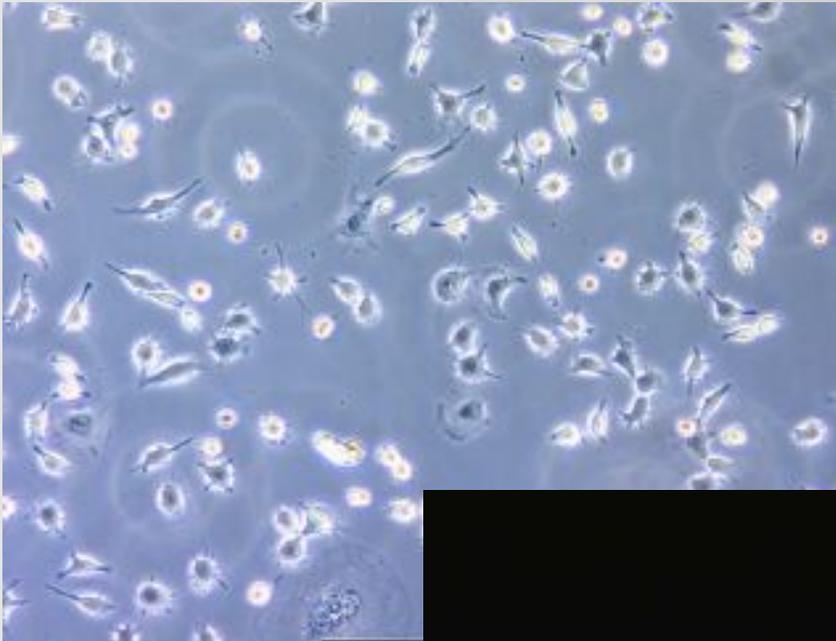
NaOH pH11.3 für 1 Std. isoosmolar inkubiert

Natronlauge welcher pH in der Vorderkammer ist tolerabel ?

0 min

Isoosmolar, pH 11.3, 1 h inkubiert

60 min



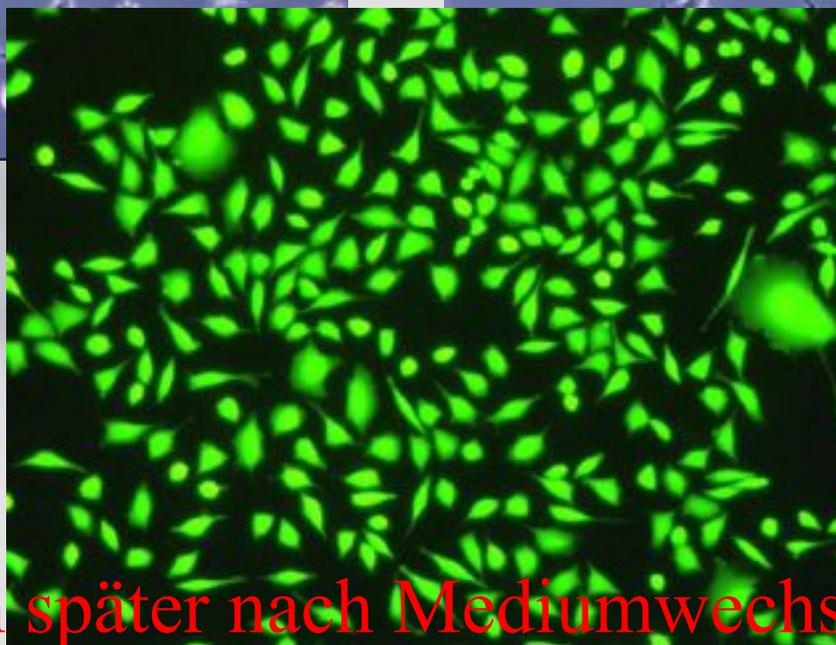
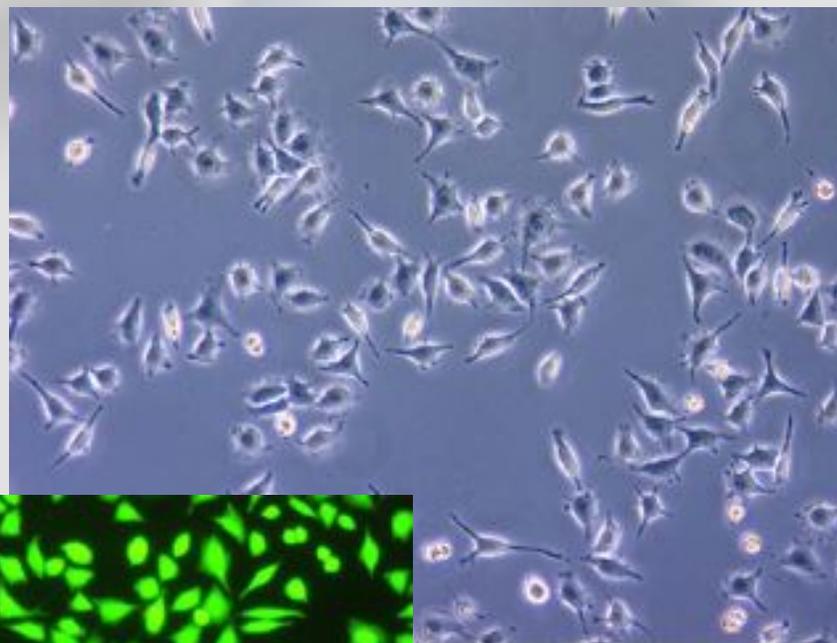
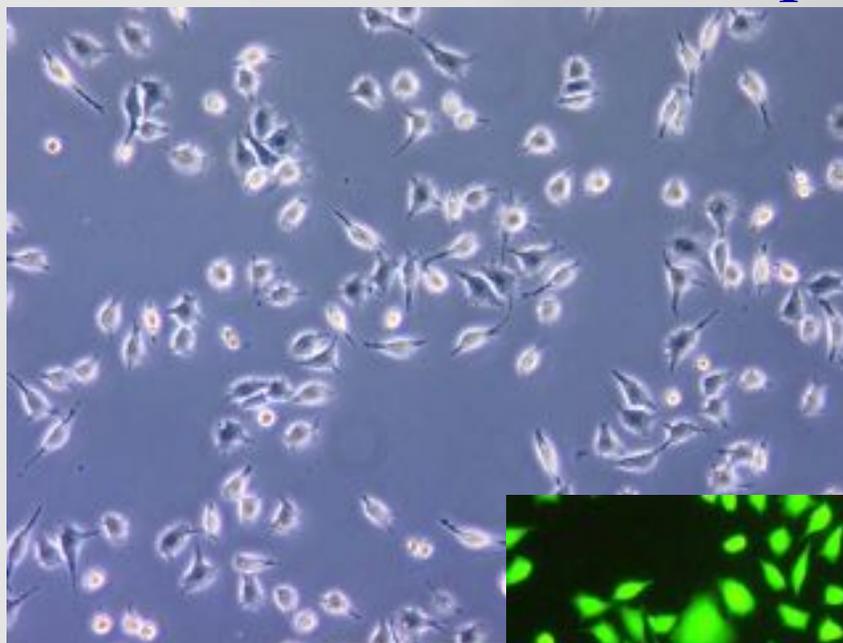
24 h später nach Mediumwechsel

Natronlauge welcher pH in der Vorderkammer ist tolerabel ?

0 min

Isoosmolar, pH9, 1 h inkubiert

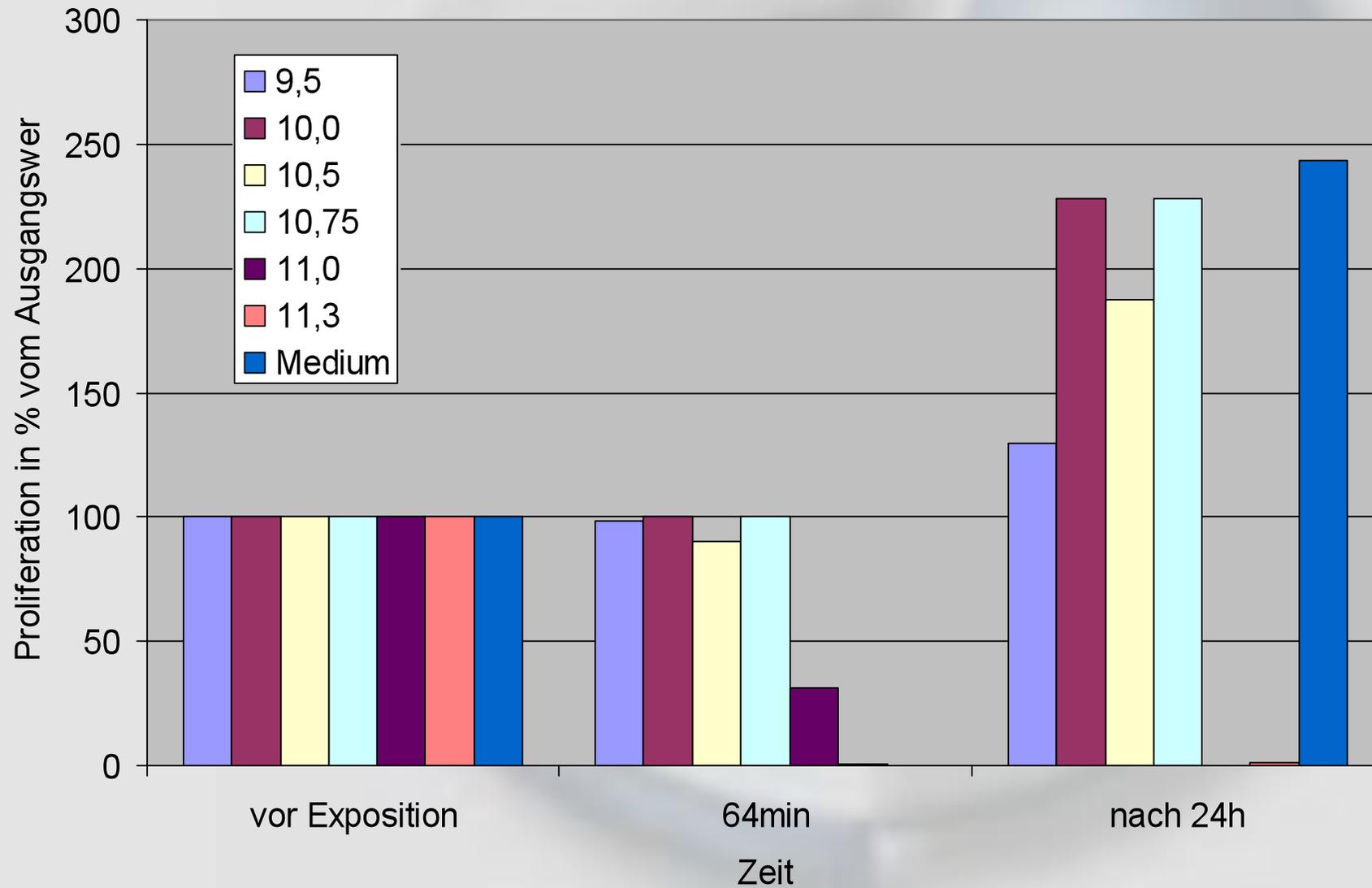
60 min



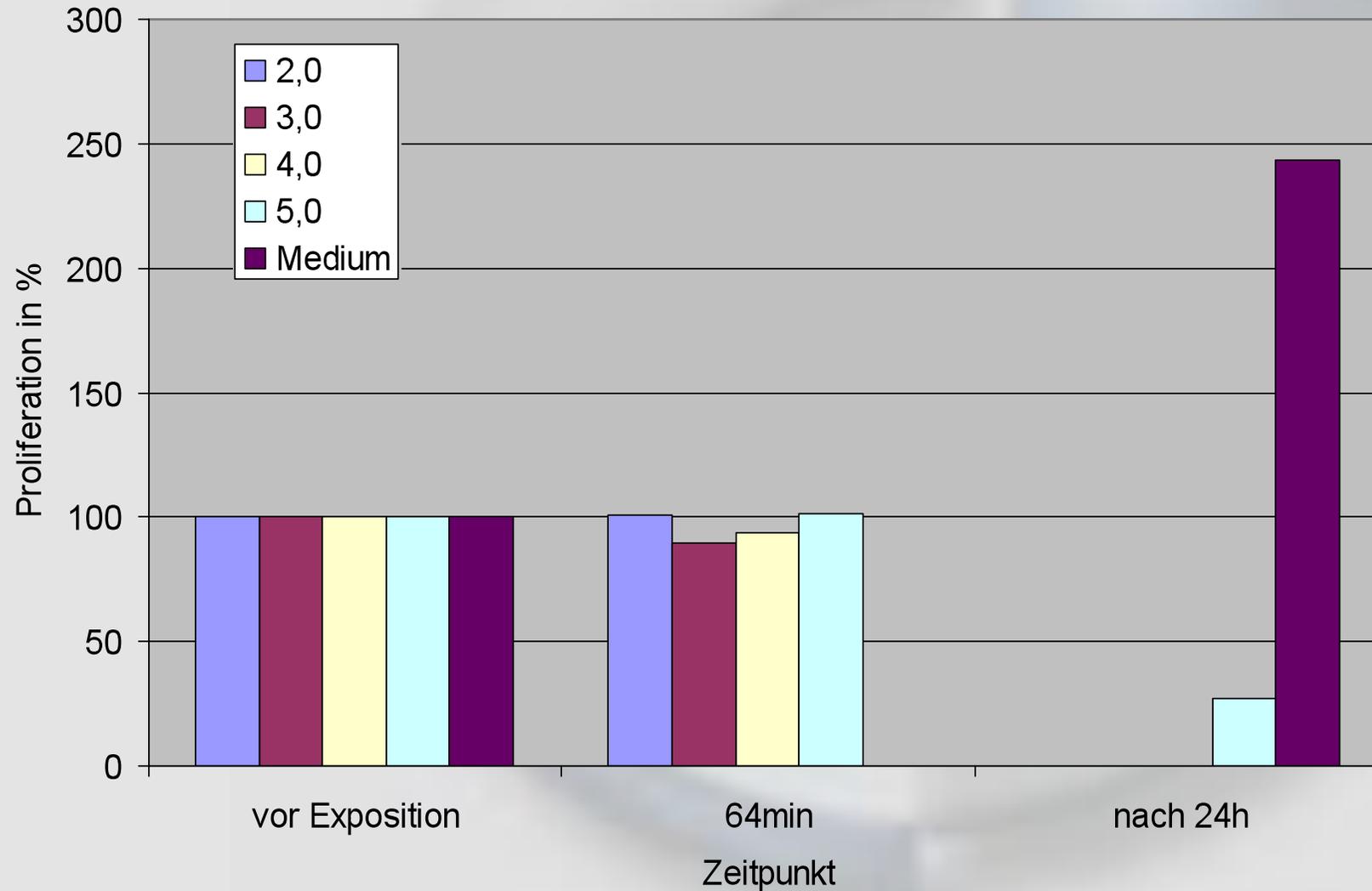
24 h später nach Mediumwechsel

pH 11 Zelltod

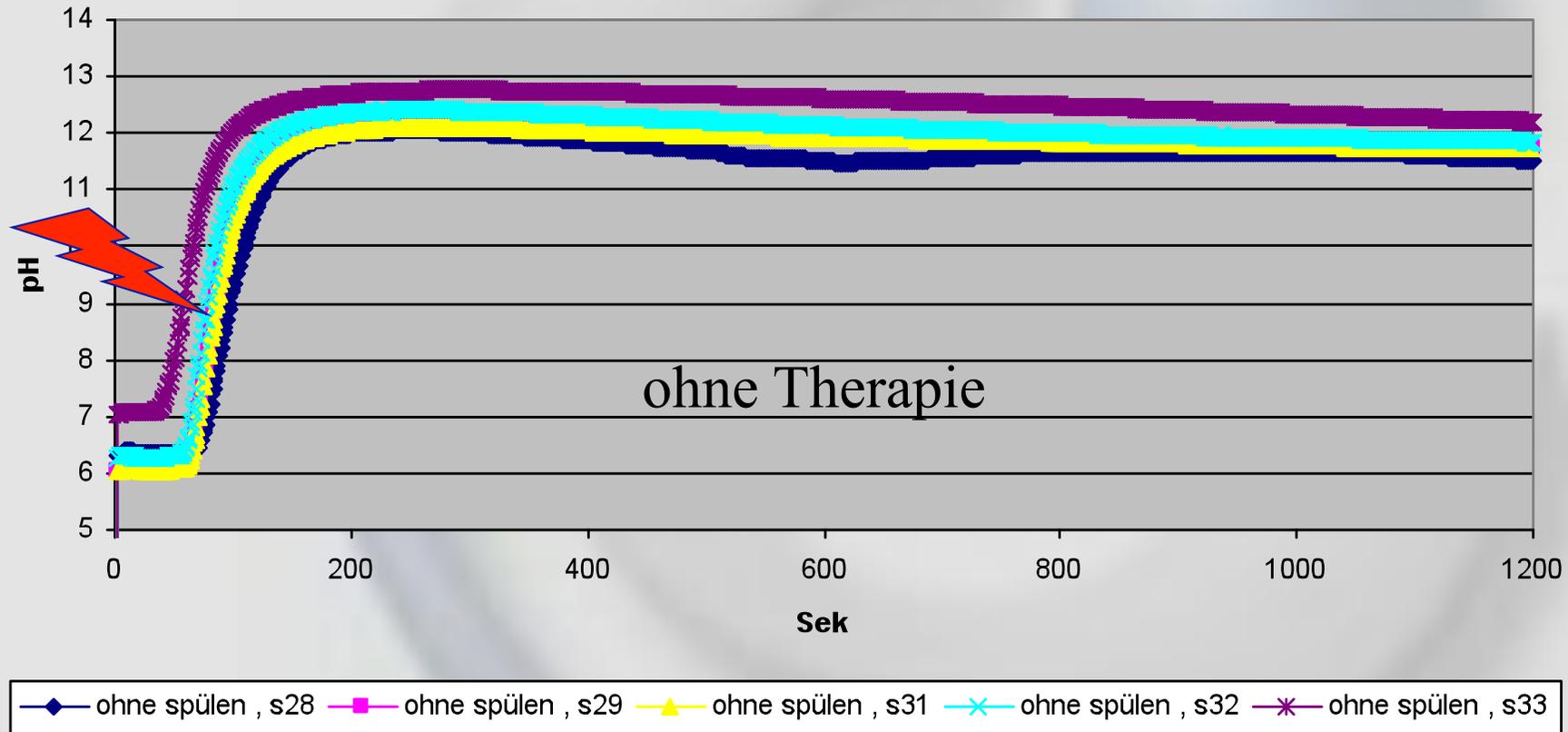
pH 9 Zellüberleben



pH 5 zeigt einzig überlebende Zellen

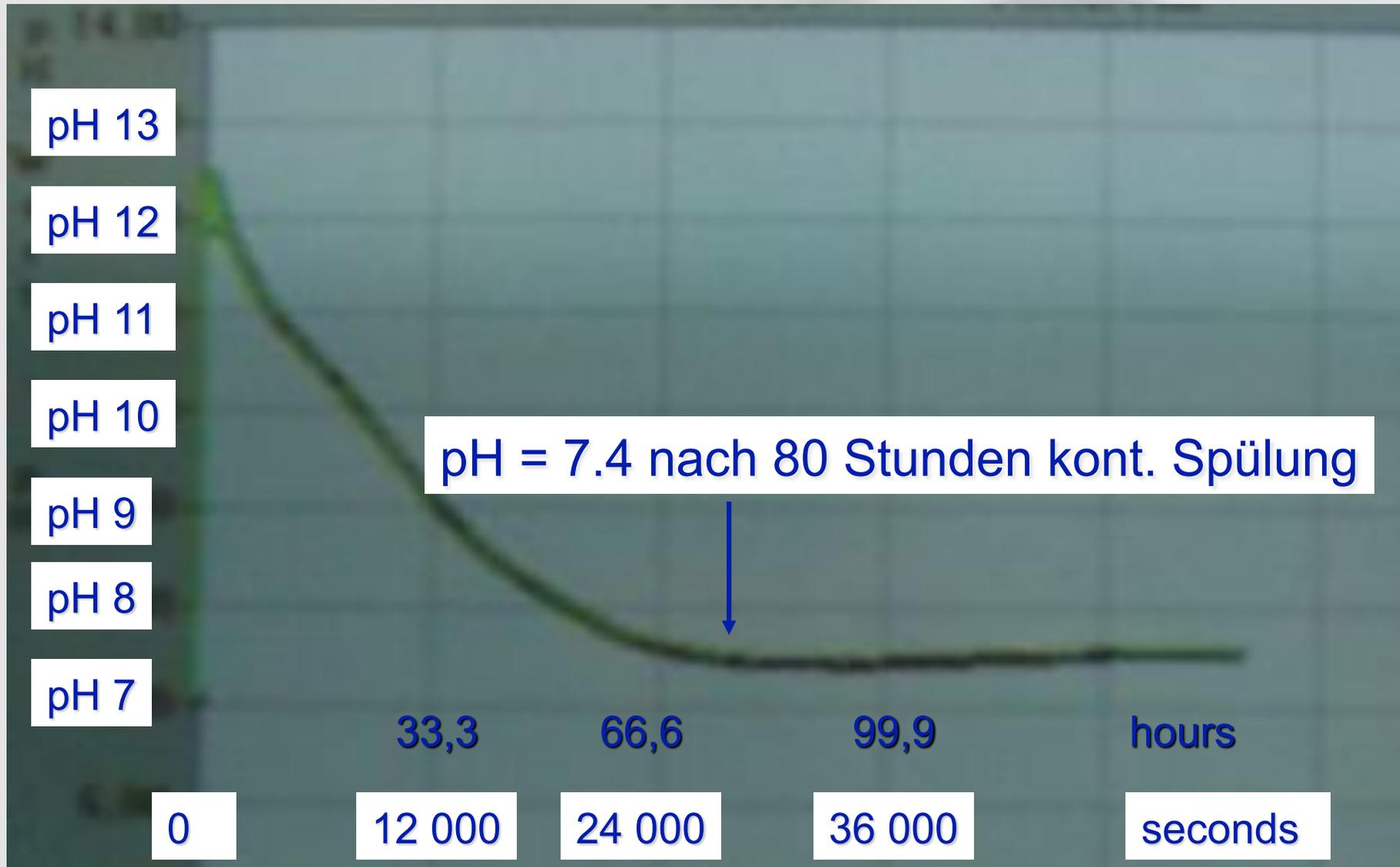


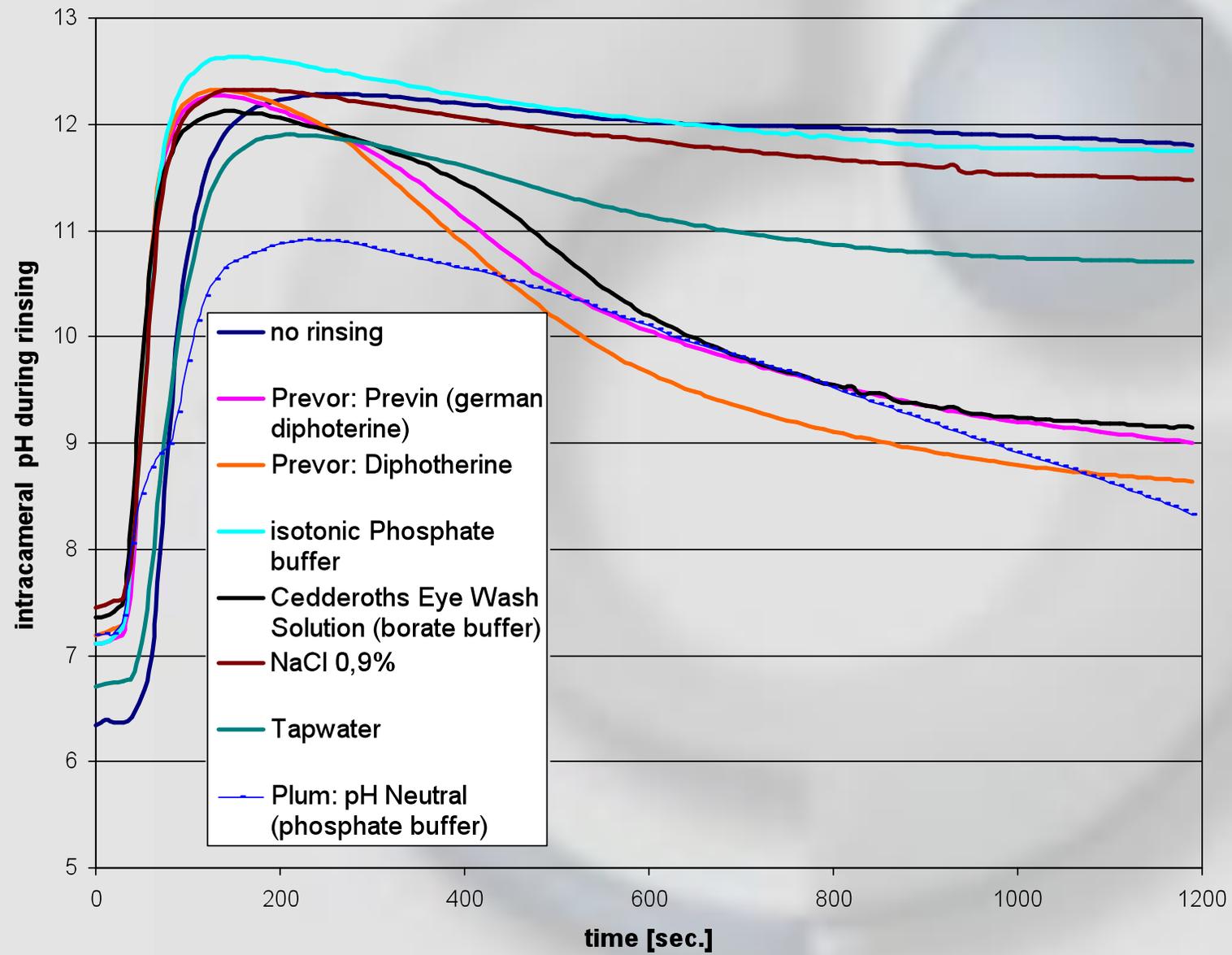
Verätzung mit N=2 NaOH, Filterpapier 10mm für 20s, Elektrode im Zentrum der
VK, ohne spülen bei Kaninchen



Eindringgeschwindigkeit 5 $\mu\text{m/s}$ Start nach 20s max.
Vor sigmoidem Teil nach 120sek

Wasser Spülung



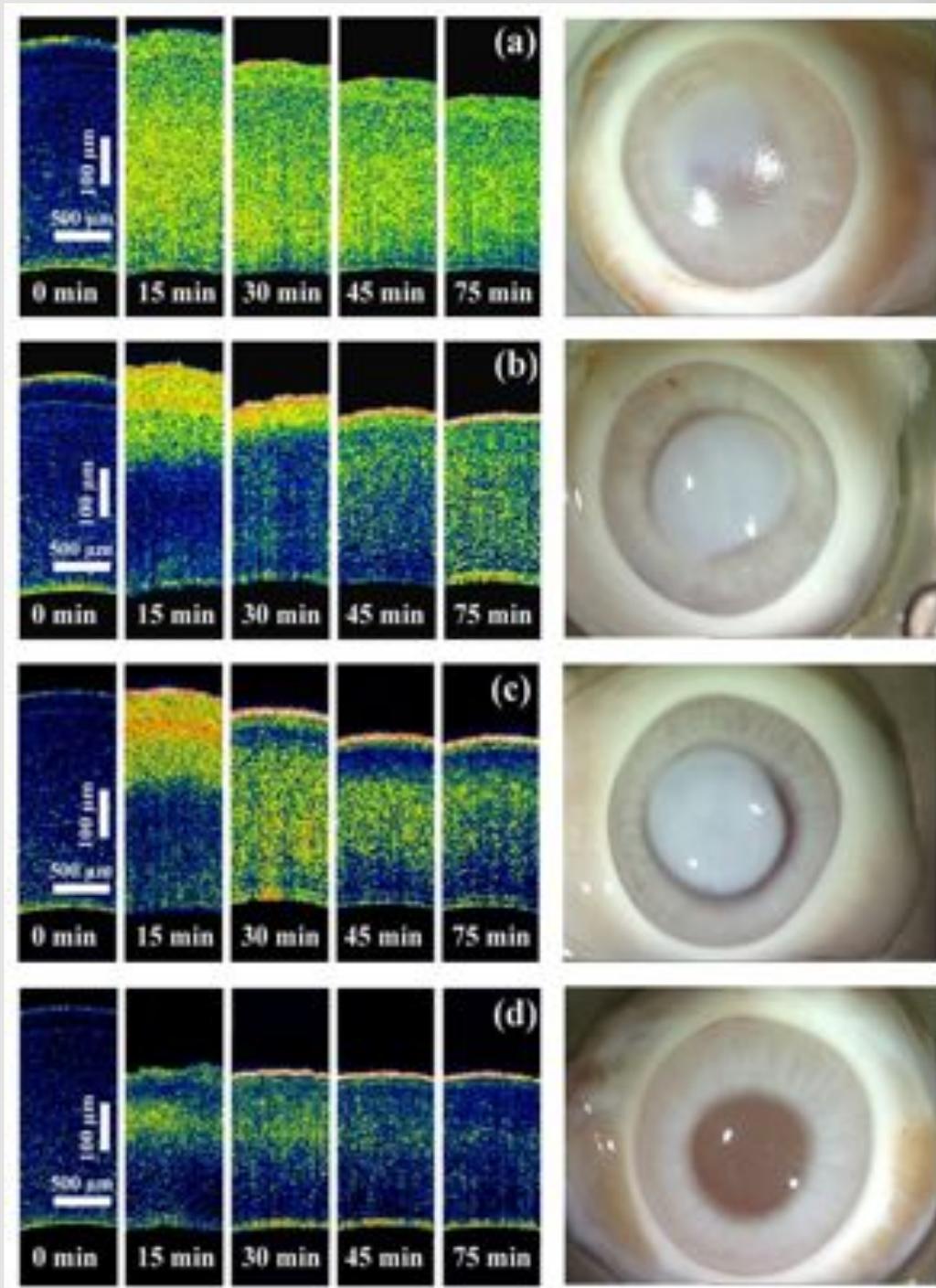


Take home !

- Zielbereich einer intraokularen Spülung pH 5 und 9
- Nur Previn und Diphoterine erreichen diesen intraokularen pH
- Auch 60 Min. nach einer Verätzung muß man noch spülen wenn bis dahin nichts Effizientes eingesetzt wurde !
- Lange Spülen > 15 Minuten !

HF Spülen mit ?

- Calciumgluconat!
 - Es entsteht freies Calcium → reagiert CaF_2
 - Es entsteht freies Glukose-ke-ton → reagiert mit H^+ zu Glukose → Gewebeernährung
- Warum nicht Calciumchlorid?
 - $\text{CaCl}_2 + 2 \text{HF} \rightarrow \text{CaF}_2 + 2 \text{HCl}$



20 sec, 25 µl- 2,5 % HF
Spülung für 15 min

Ohne Spülung

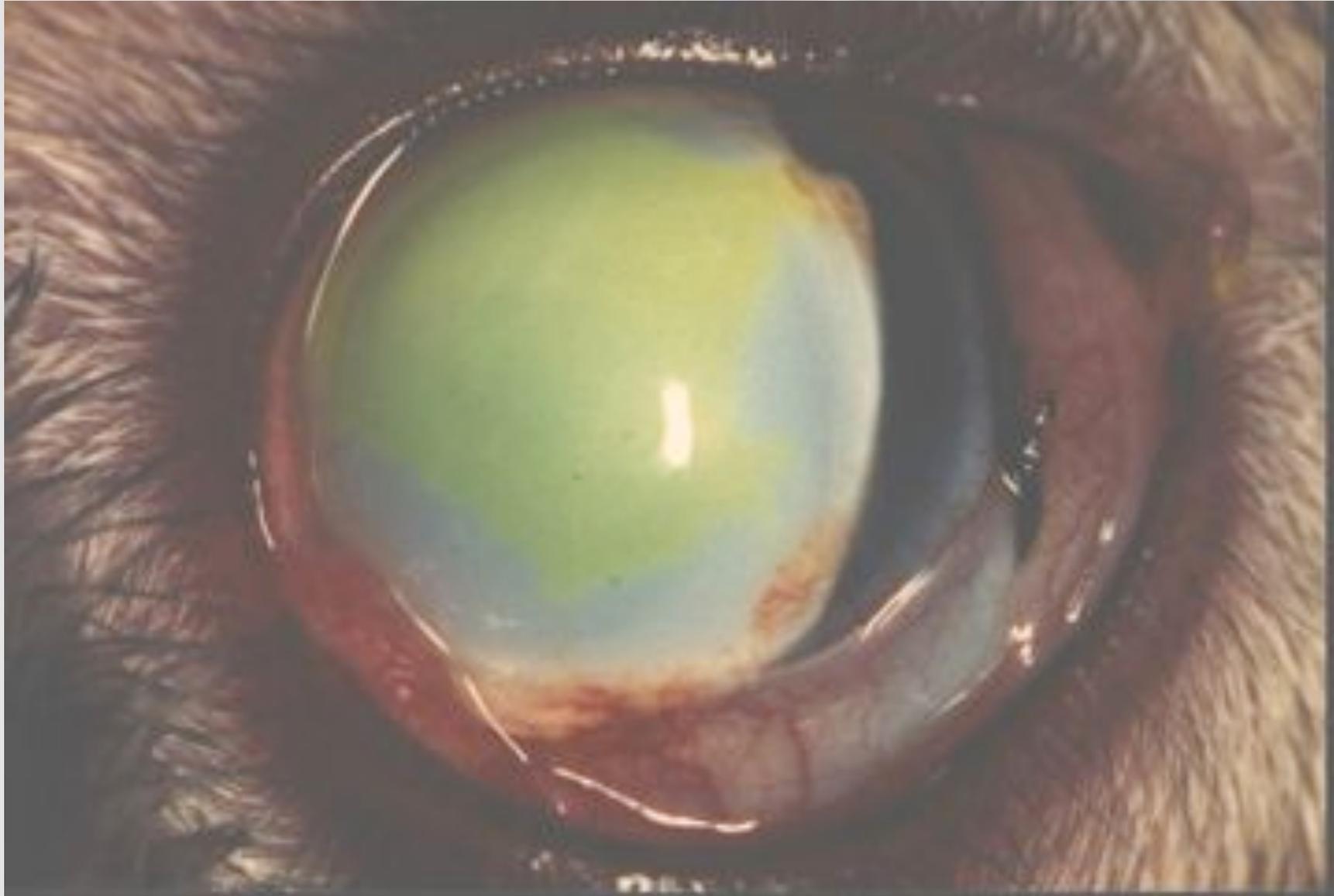
Spülung mit Wasser

Spülung mit Calcium-
Gluconat 2%

Spülung mit Hexafluorine
Anti Flußsäurelösung

- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- **Wo kommt der Kalk her ?**
- Therapie
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik

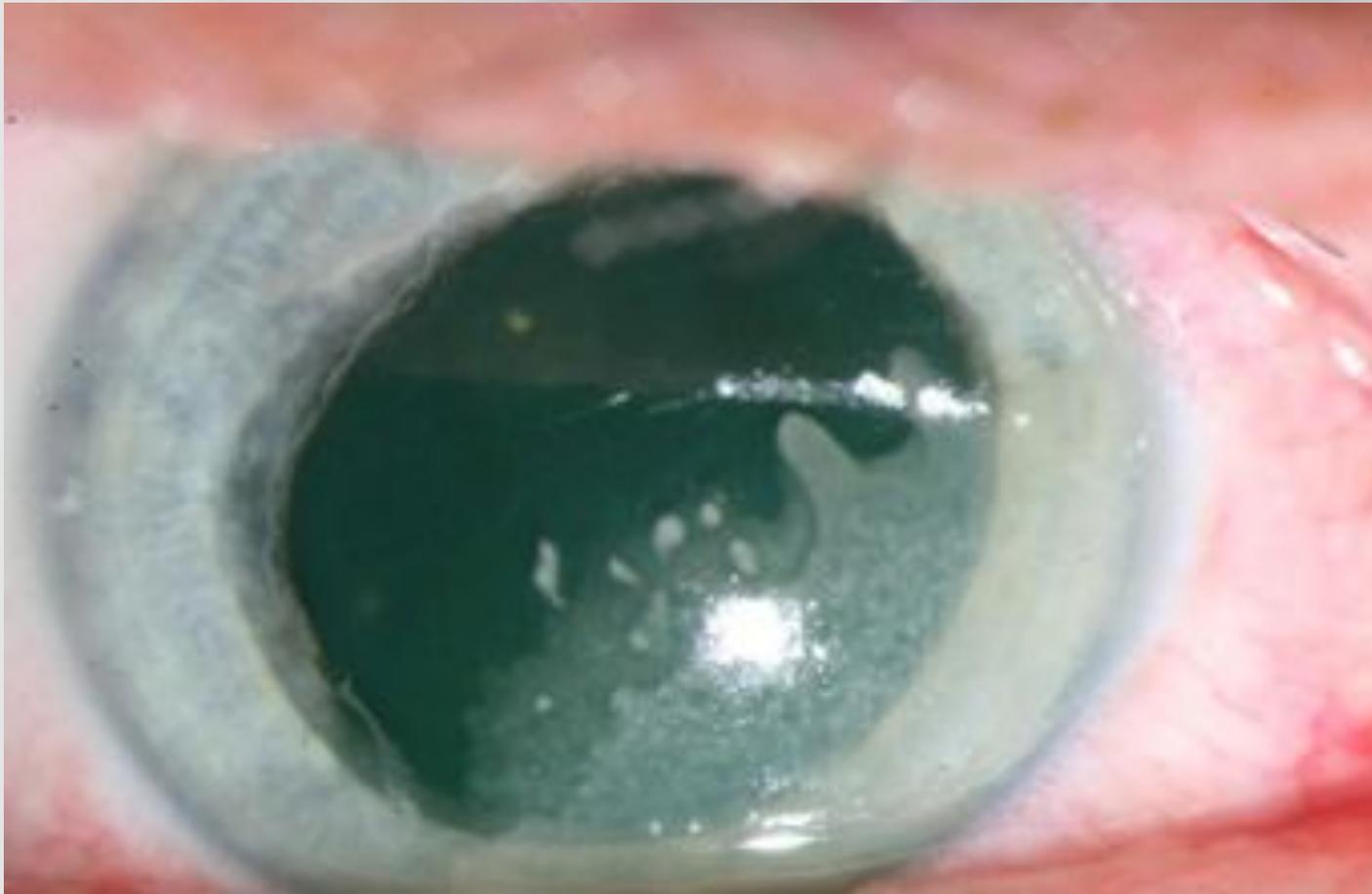
Tier nach 4 von 16 Tagen Phosphatpufferspülung nach
Hornhautverätzung 30 sec. Mit 1 n NaOH



Patientin nach Verätzung mit Spitacid und 48 Std. Isogutt-Spülung
(Befund 8 Wochen später)



Verätzung mit Natronlauge, einfach
mit Phosphatpuffer gespült



Klinische Studie

an 250 retrospektiven schweren
Verätzungspatienten

Ätzagens Kalkhaltig:

-> Hornhautverkalkung ($p < 0.001$)

Therapeutika phosphathaltig:

-> Hornhautverkalkung ($p < 0.05$)

Verätzungsagens ohne Kalk:

Ersttherapie phosphathaltig:

-> Hornhautverkalkung ($p < 0.009$)

Take home

- **Wer Phosphat nimmt trägt das Risiko einer Hornhautverkalkung**

Prospektive klinische Studie

- Diphoterin (Previn) versus Kochsalzlösung
- Martinique: Merle Gerard Burns 2005
- Signifikant weniger Schwerverätzte innerhalb von 2 Jahren
- Signifikant geringere Krankheitszeiten innerhalb von 2 Jahren

- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- **Therapie**
 - Konservativ
 - Operativ
- Keratoprothetik

Diskussion ?

Filme unter www.acto.de

Projekte/Verätzungen - download

Konservative Therapie

- Primär:

- Spülen, entfernen des Agens und der sek, Entzündungsmediatoren und Fragmente
- Antibiose: unkonserviert !
- Antientzündliche Therapie (Steroide); 2 stdl. Dexametason
- Antiproliferative Therapie (Vitamin C) 2 stdl. Cebion
- Augendruck messen ! und einstellen

- Sekundär:

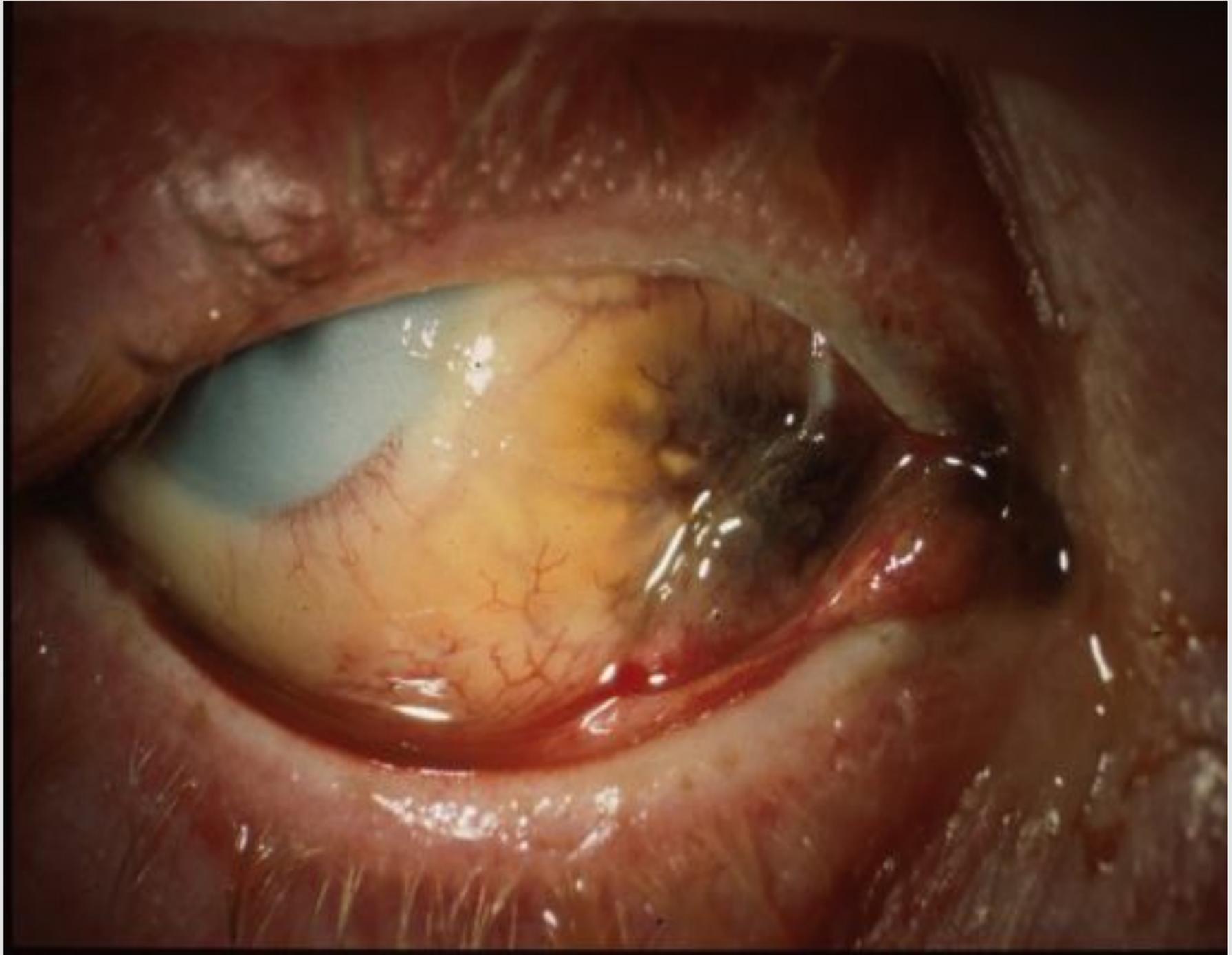
Oberflächenpflege

Antientzündlich

Komplikationsbezogen

Allgemein: keine Konservierungsmittel !

Schwere Nekrose der Lider, Konjunktiva "gekochtes Fischauge"



- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- **Therapie**
 - Konservativ
 - **Operativ**
- Keratoprothetik

Diskussion ?

Filme unter www.acto.de

Projekte/Verätzungen - download

Chirurgische Therapie

- Ziele:
 - Nekrosen entfernen
 - vaskularisiertes Gewebe heranzuführen
 - Oberflächen schützen
 - Oberflächen wieder herstellen

Technik

Peridotomie, Peridektomie

Tenonplastik

Amniontransplantate

Limbustransplantate

Keratoplastik

Peridotomie, Peridektomie



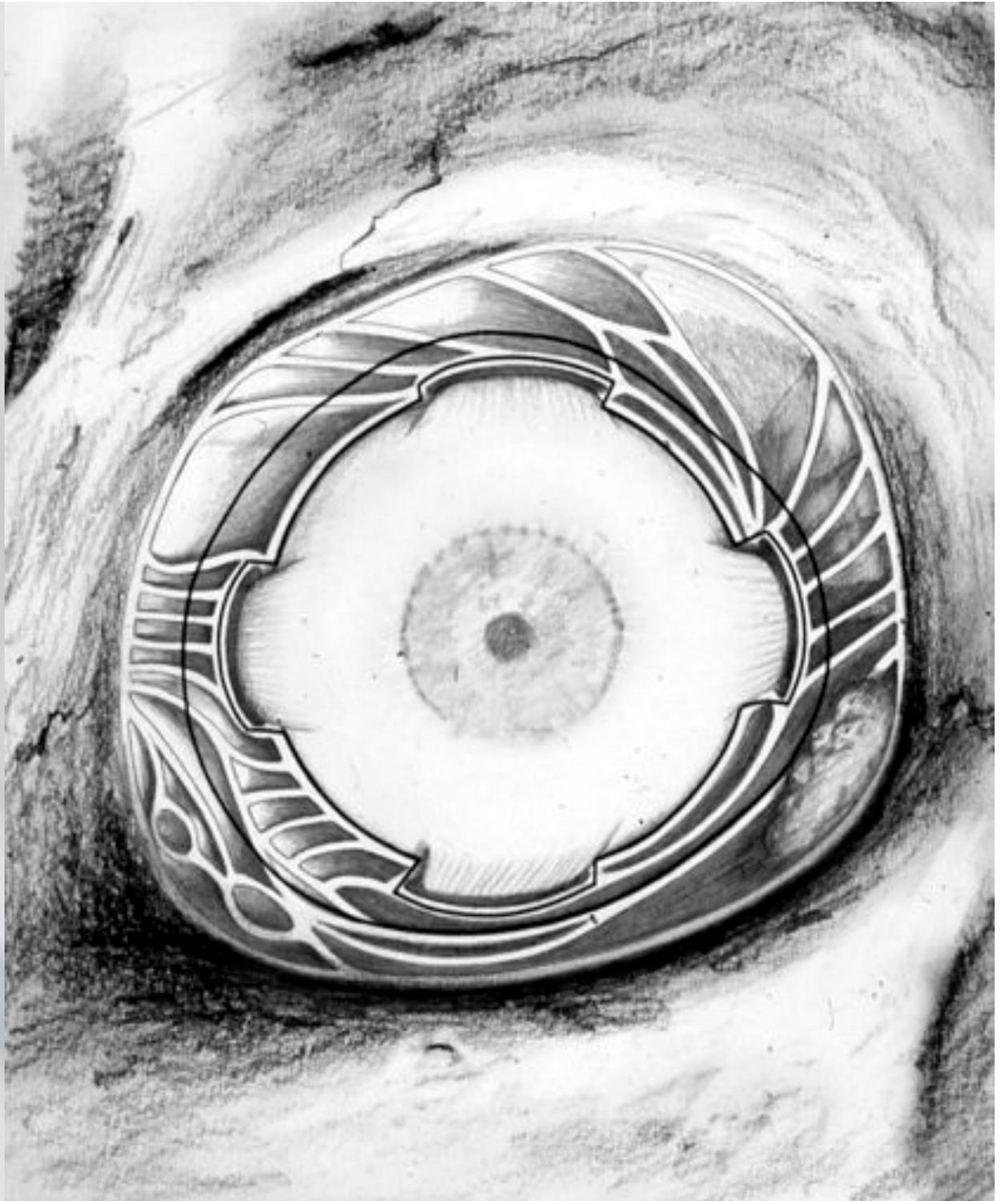
Natronlaugen-Verätzung III° – IV° RA, 3. Tag
BH-Nekrosen-Exzision

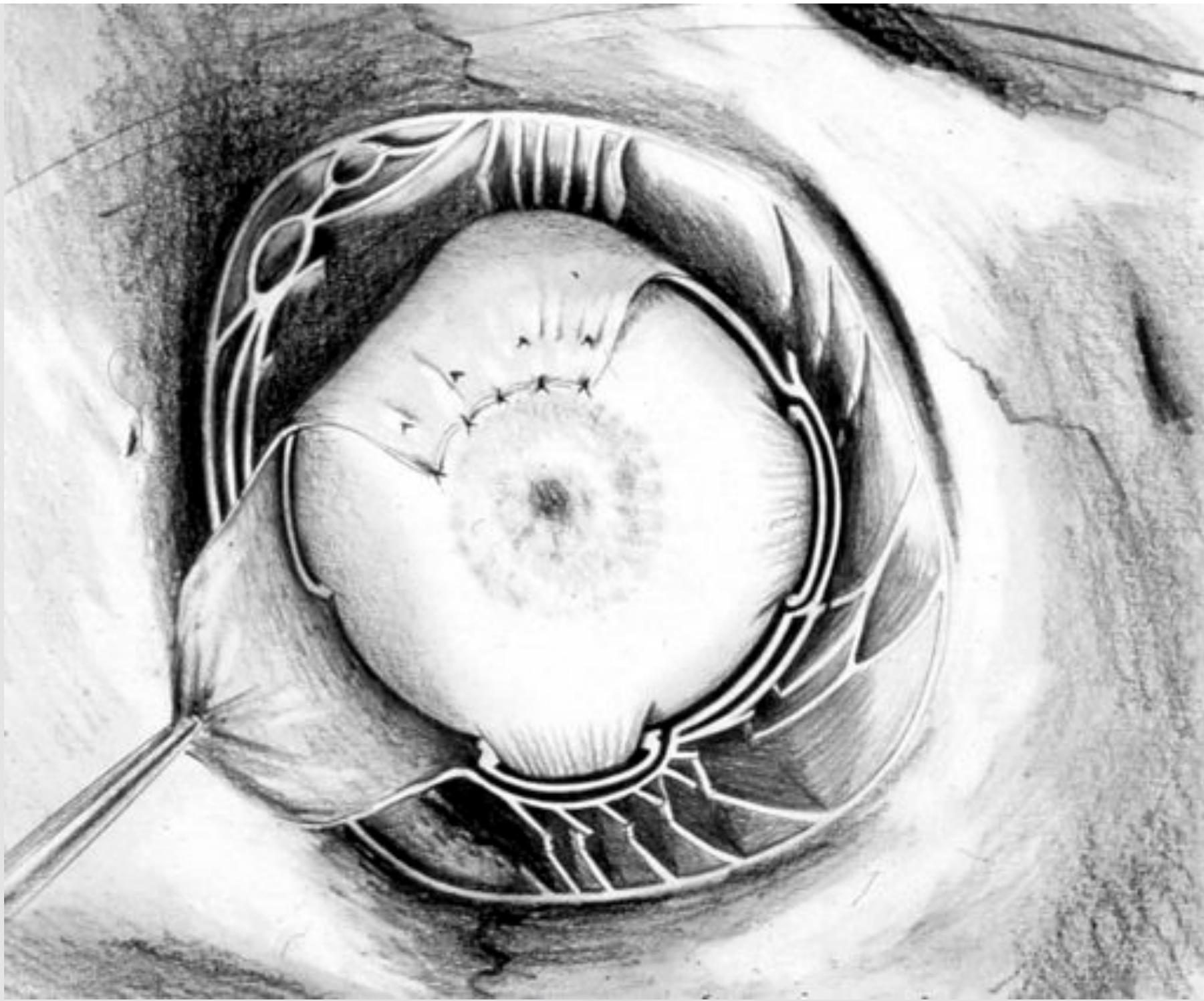


Tenonplastik

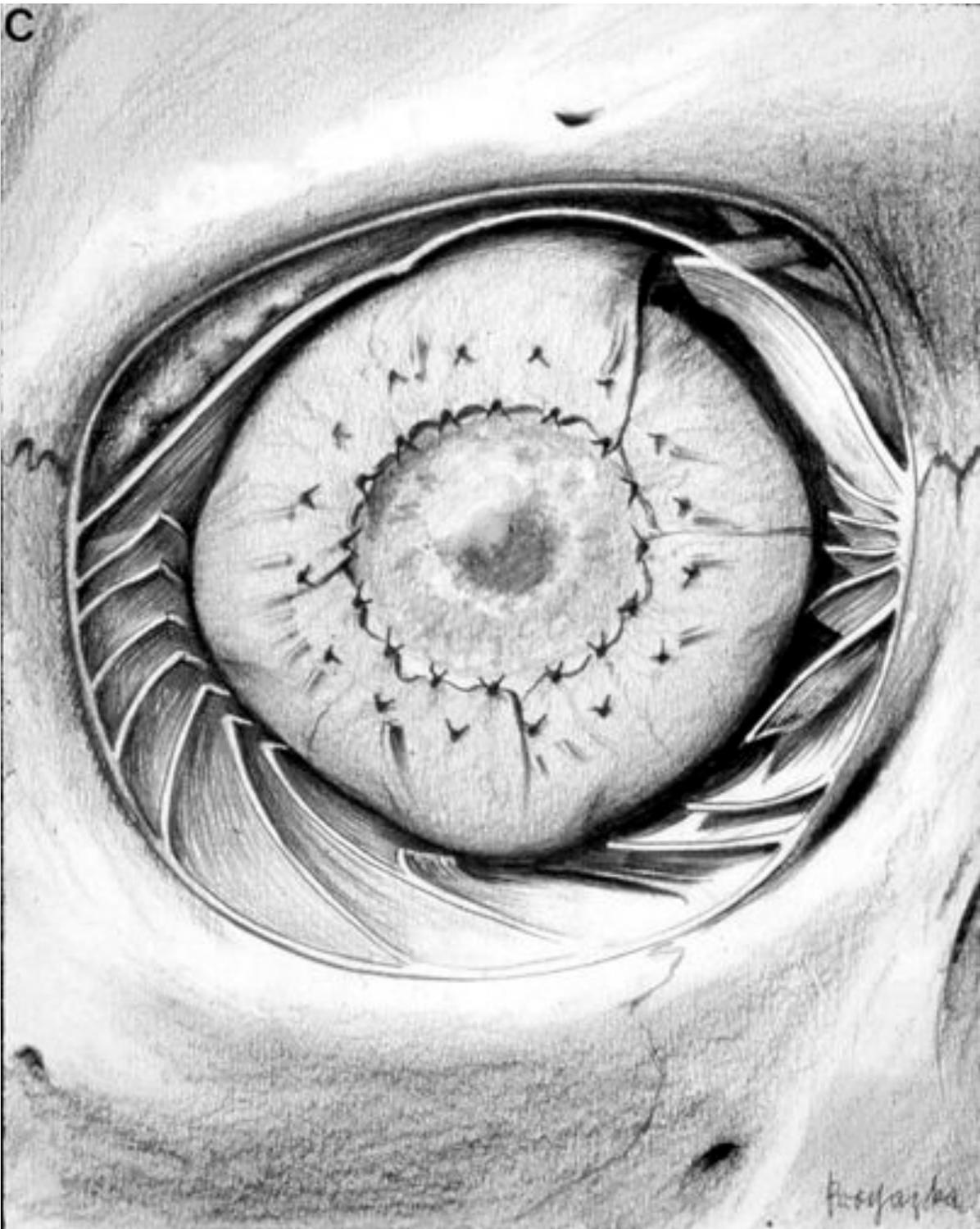
- Indikation: nekrotische Bindehaut, mit Gefahr der Sklera-ulzeration:
- Technik: Vitales Tenon-Gewebe bis zum Limbus mobilisieren
- Quadrantenweise aufsteppen
- Hornhaut schützen

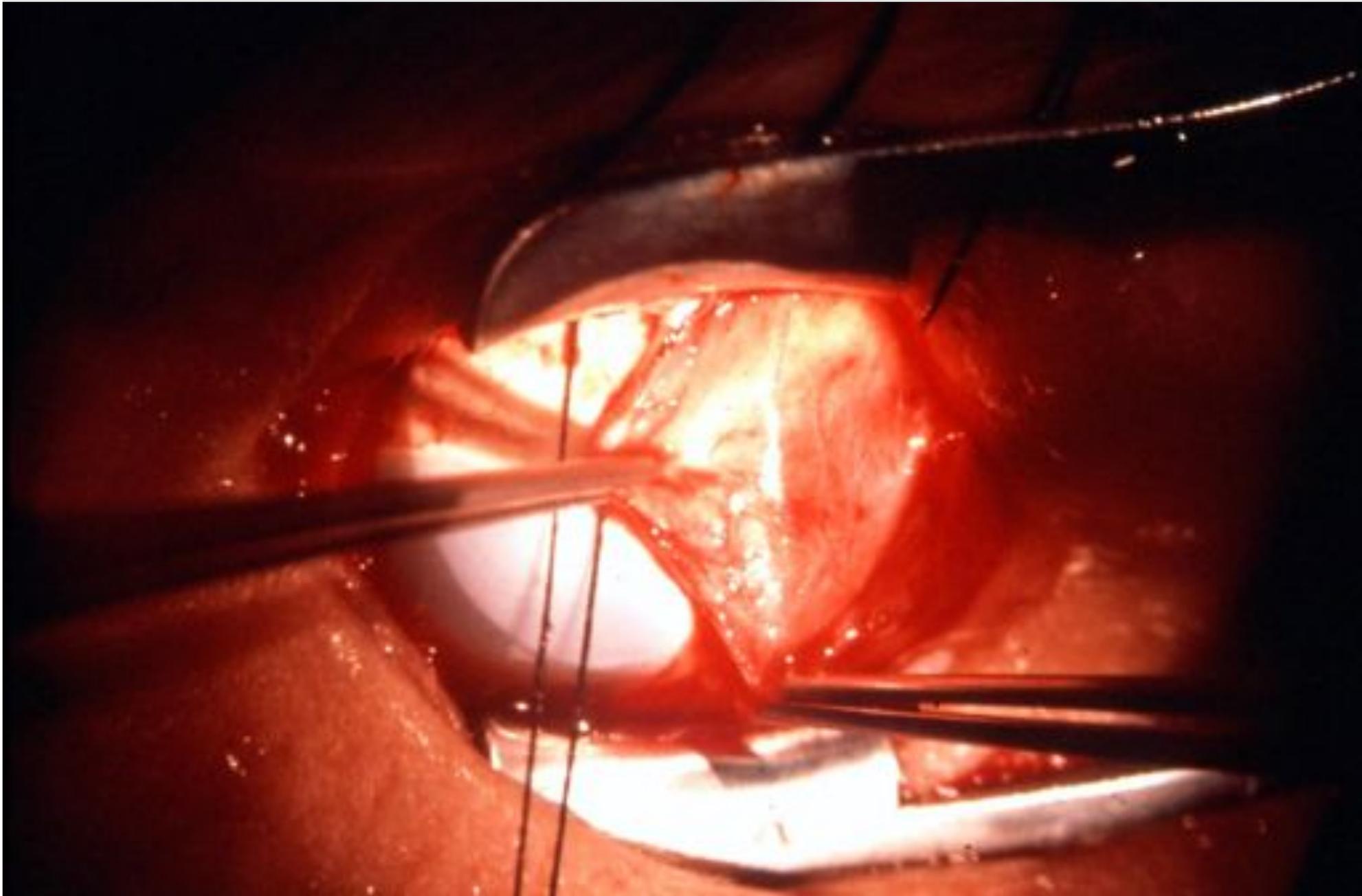
Skizze von Prochaska, Marburg

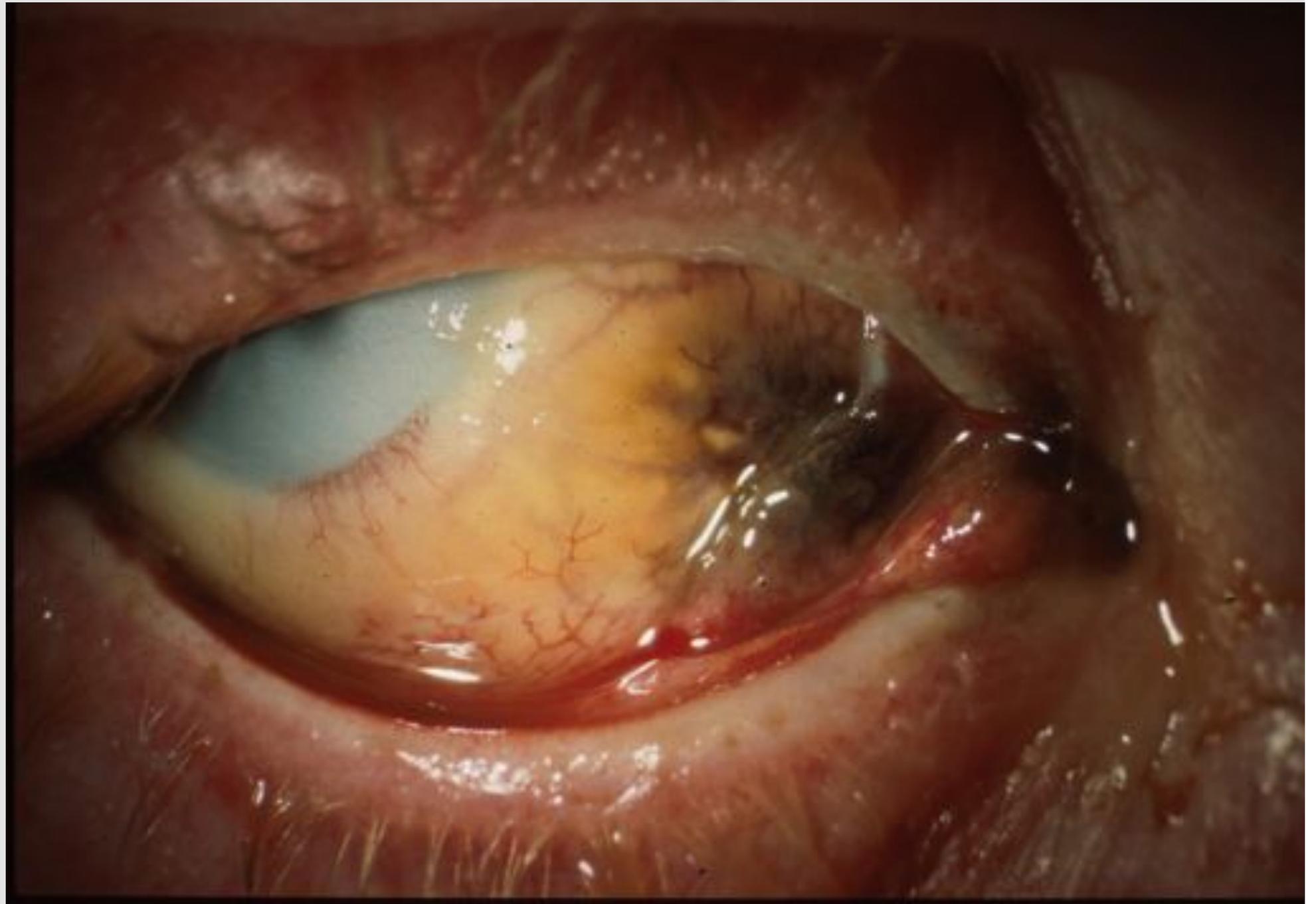




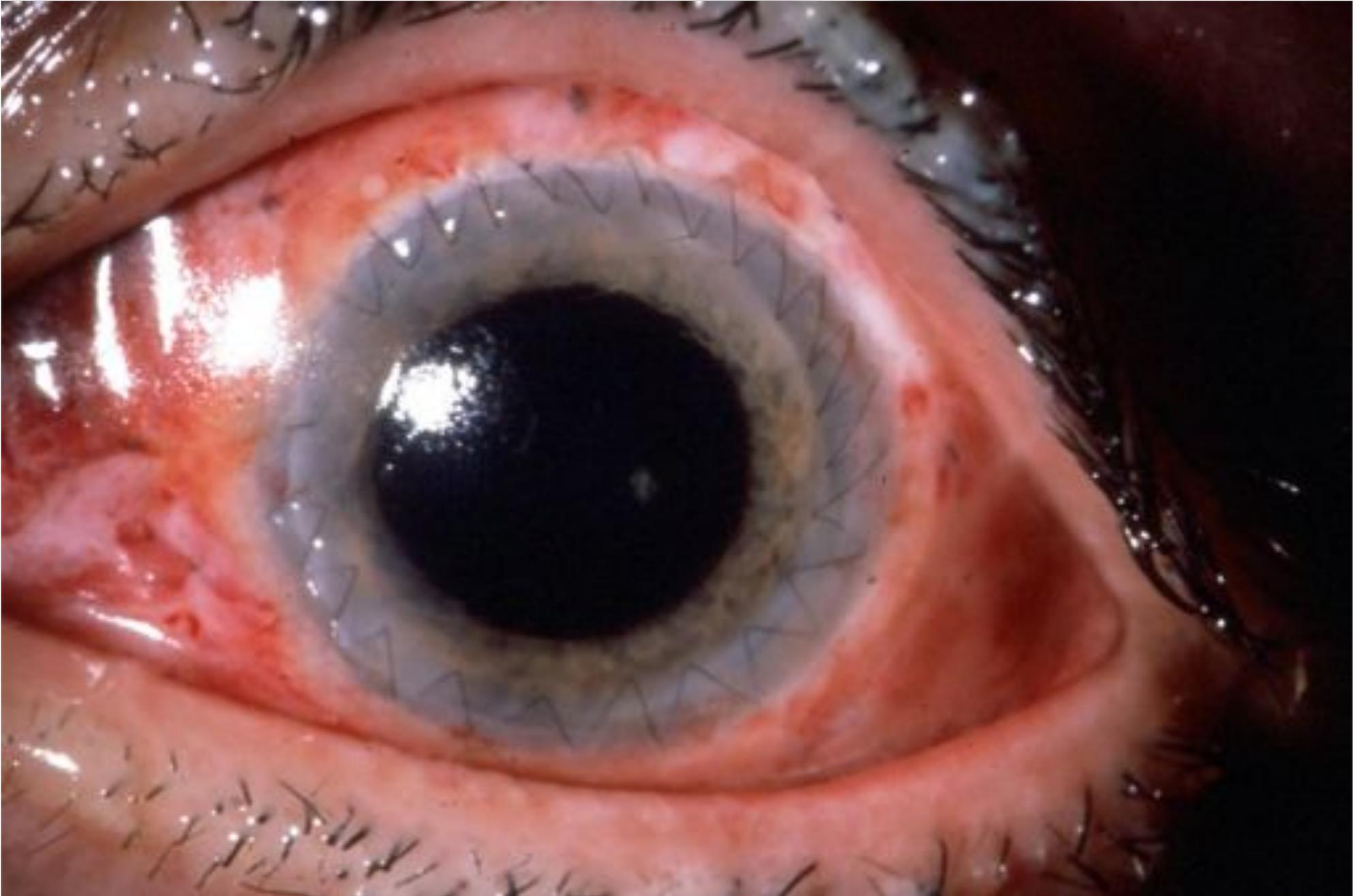
C







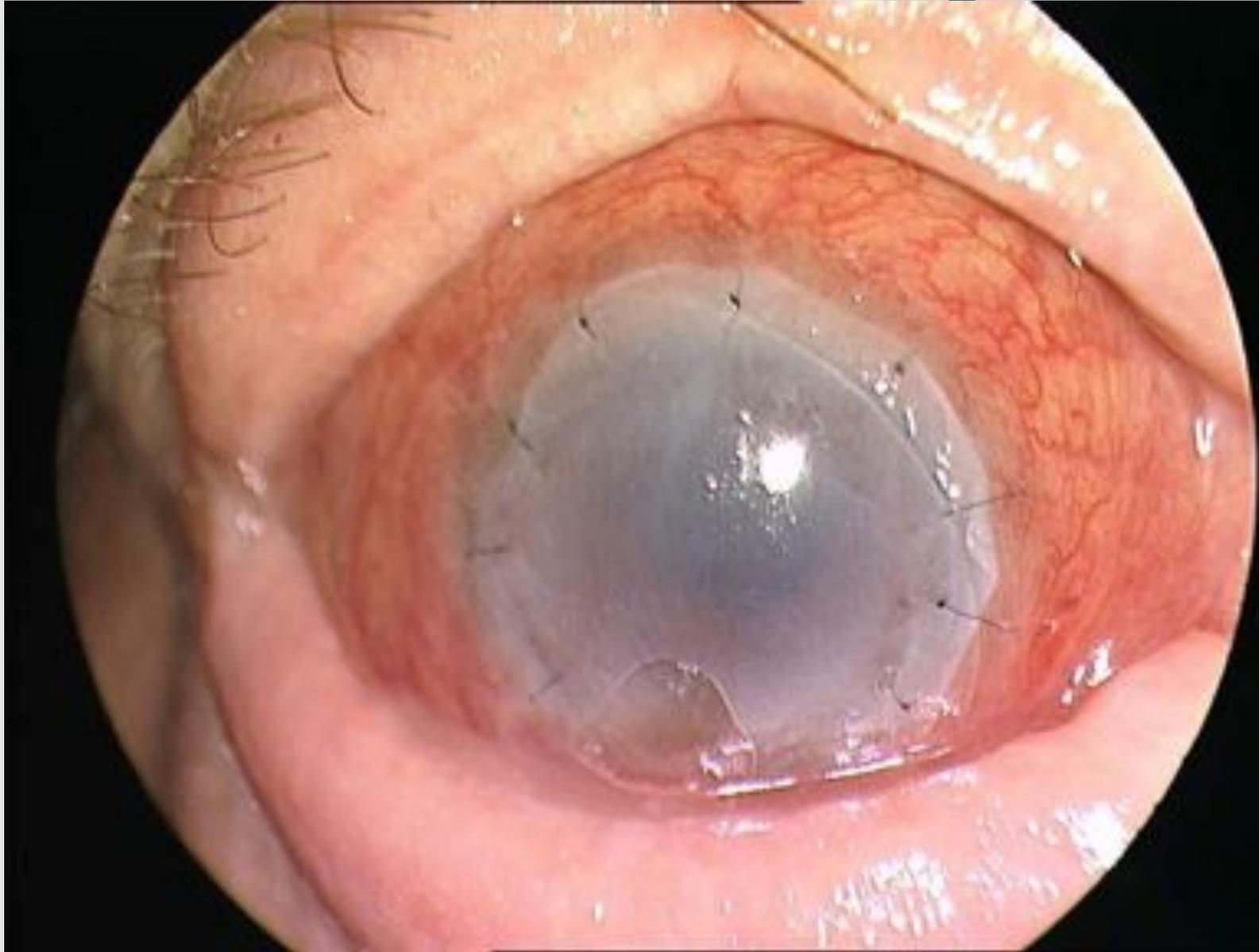
1. Tag nach Tenonplastik und Keratoplastik



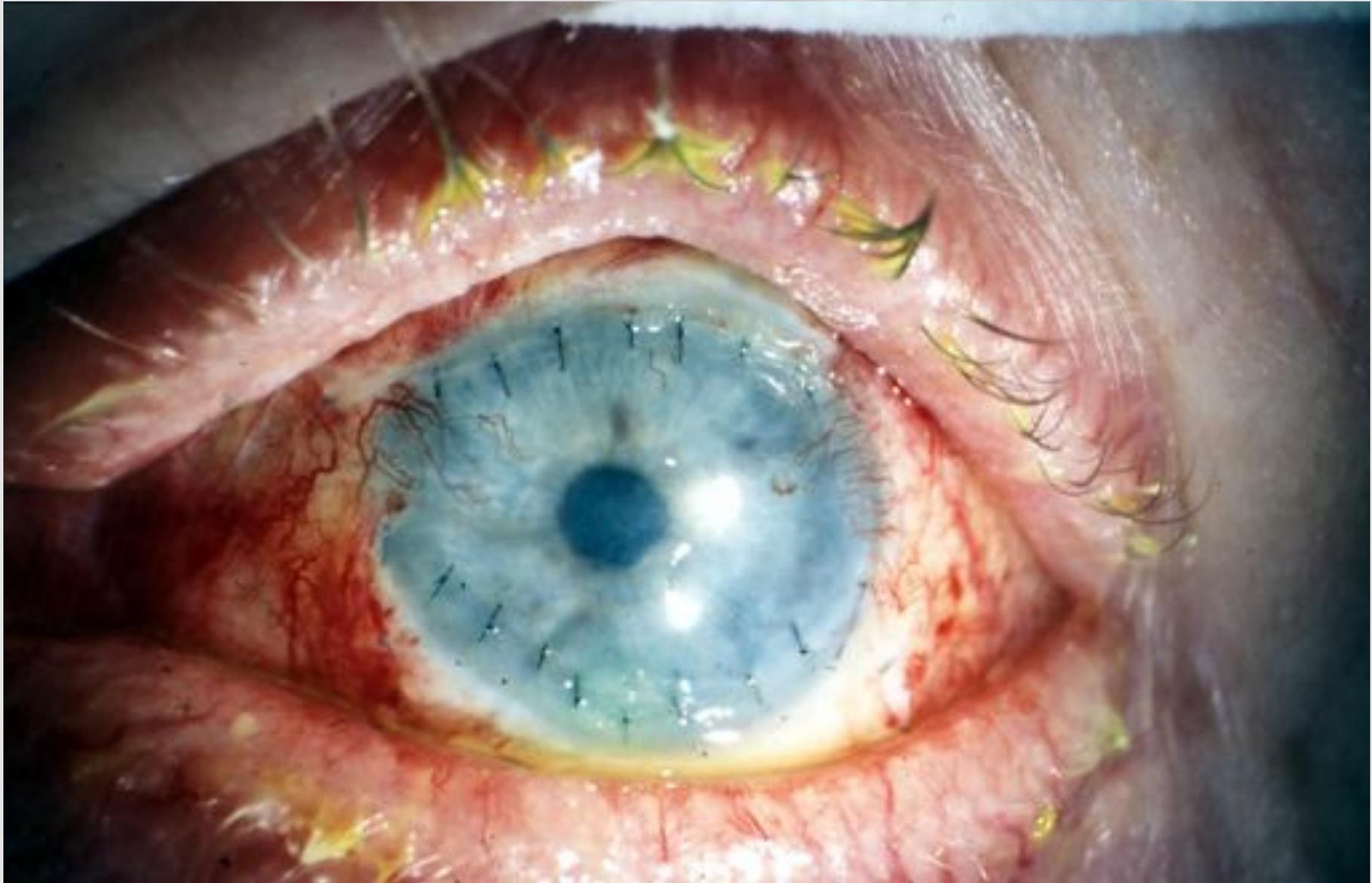
Oberflächenschutz

- Amnionplastik
- Harte Kontaktlinse aufkleben

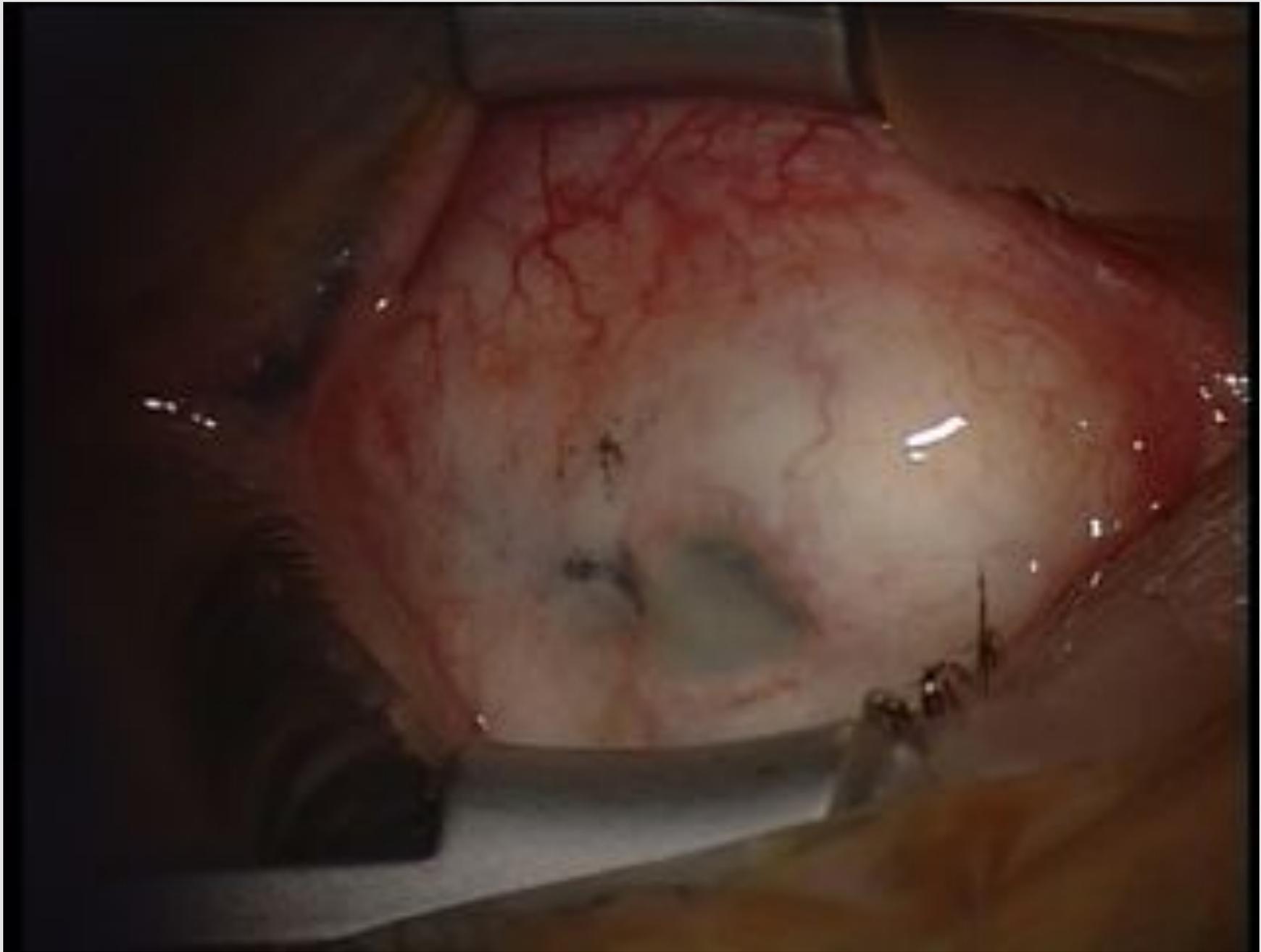
Amniondeckung

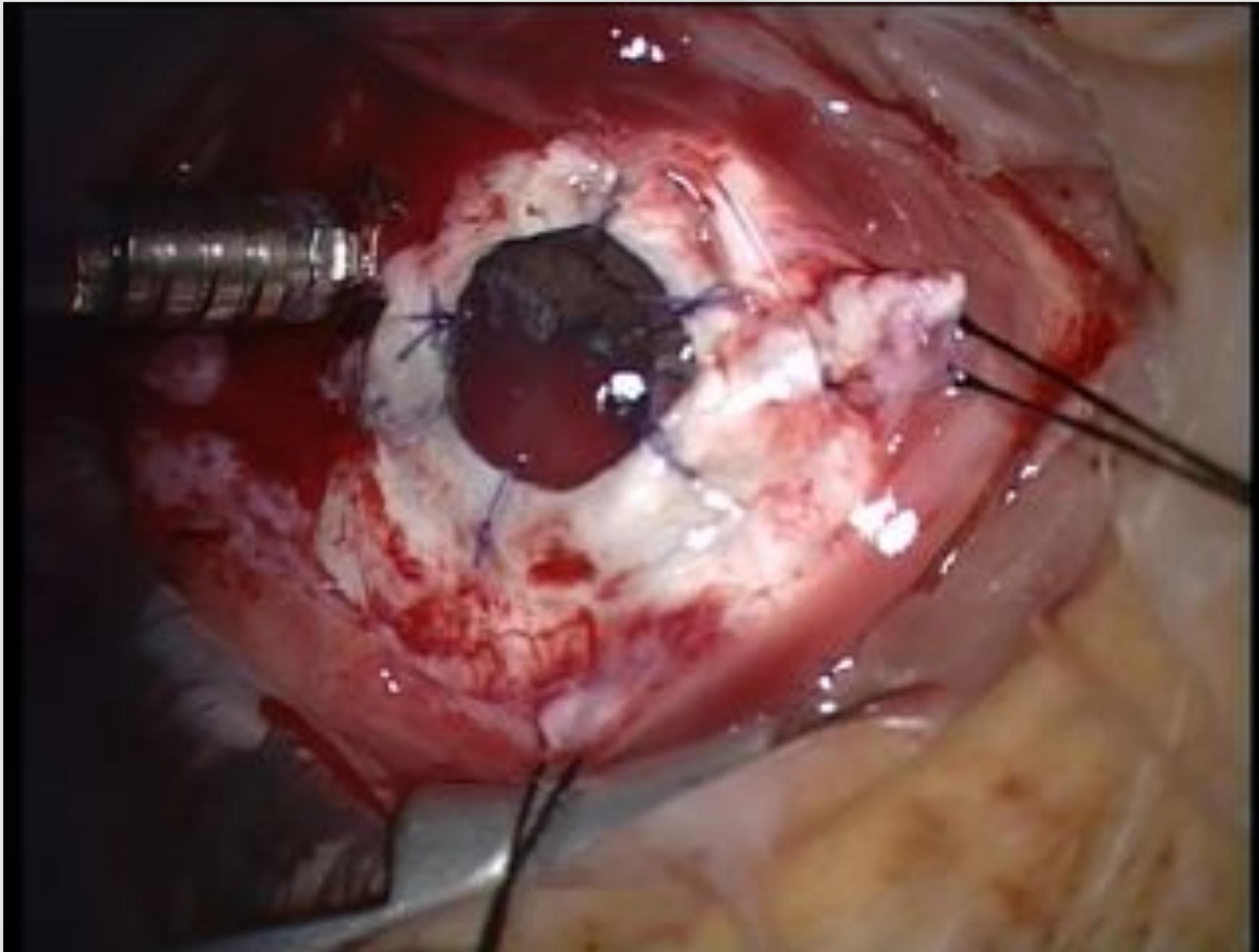


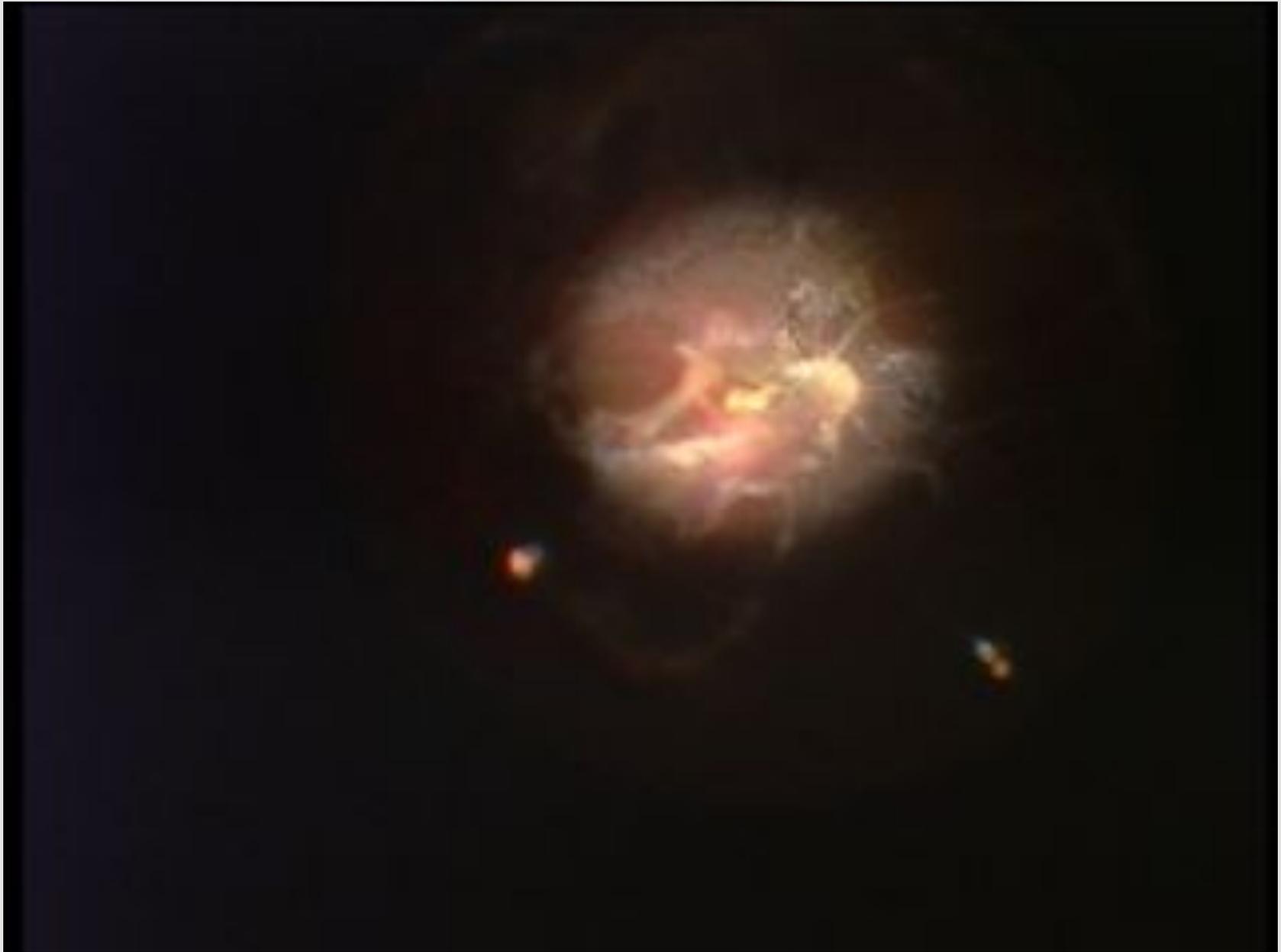
Limbustransplantate

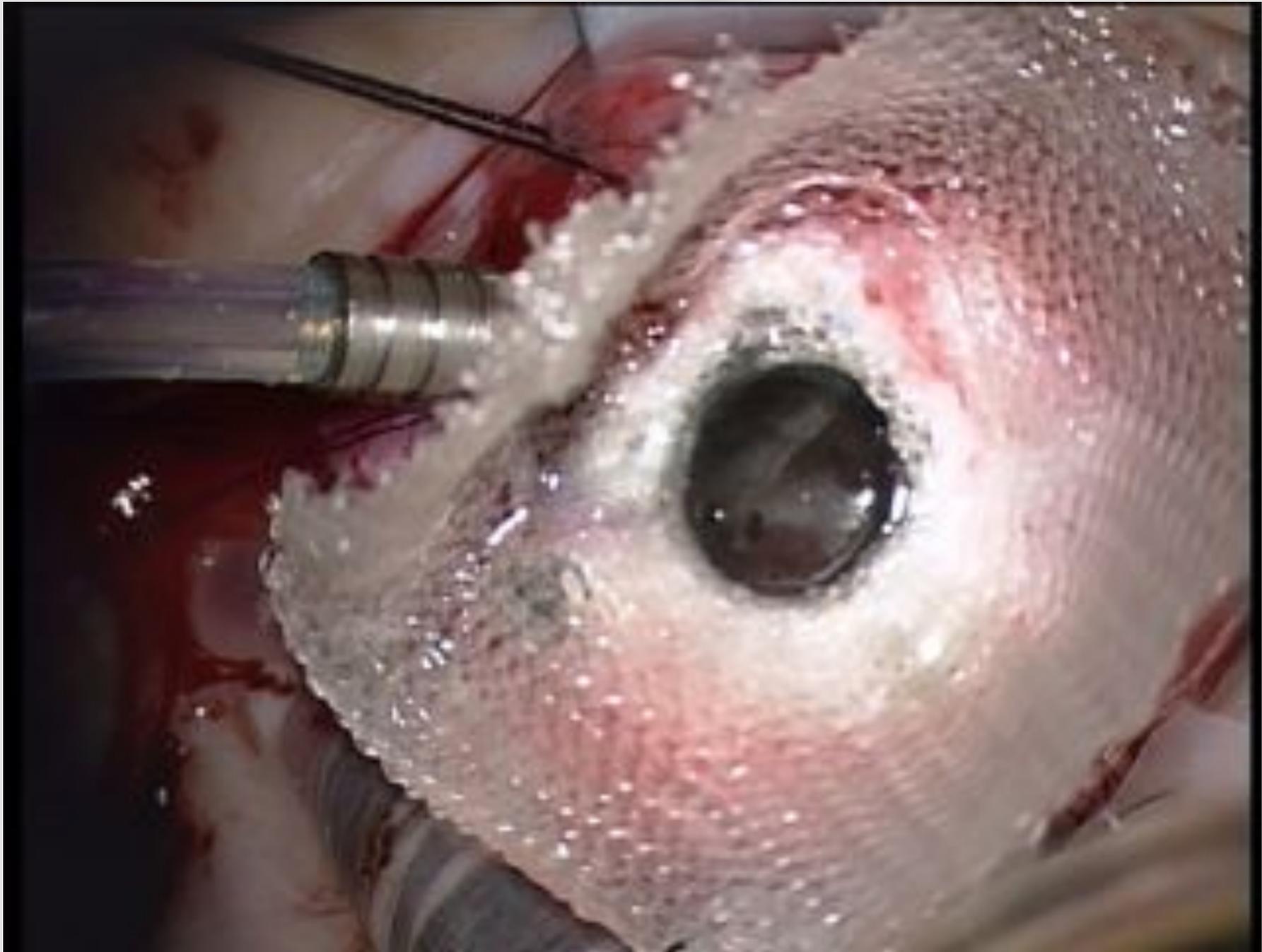


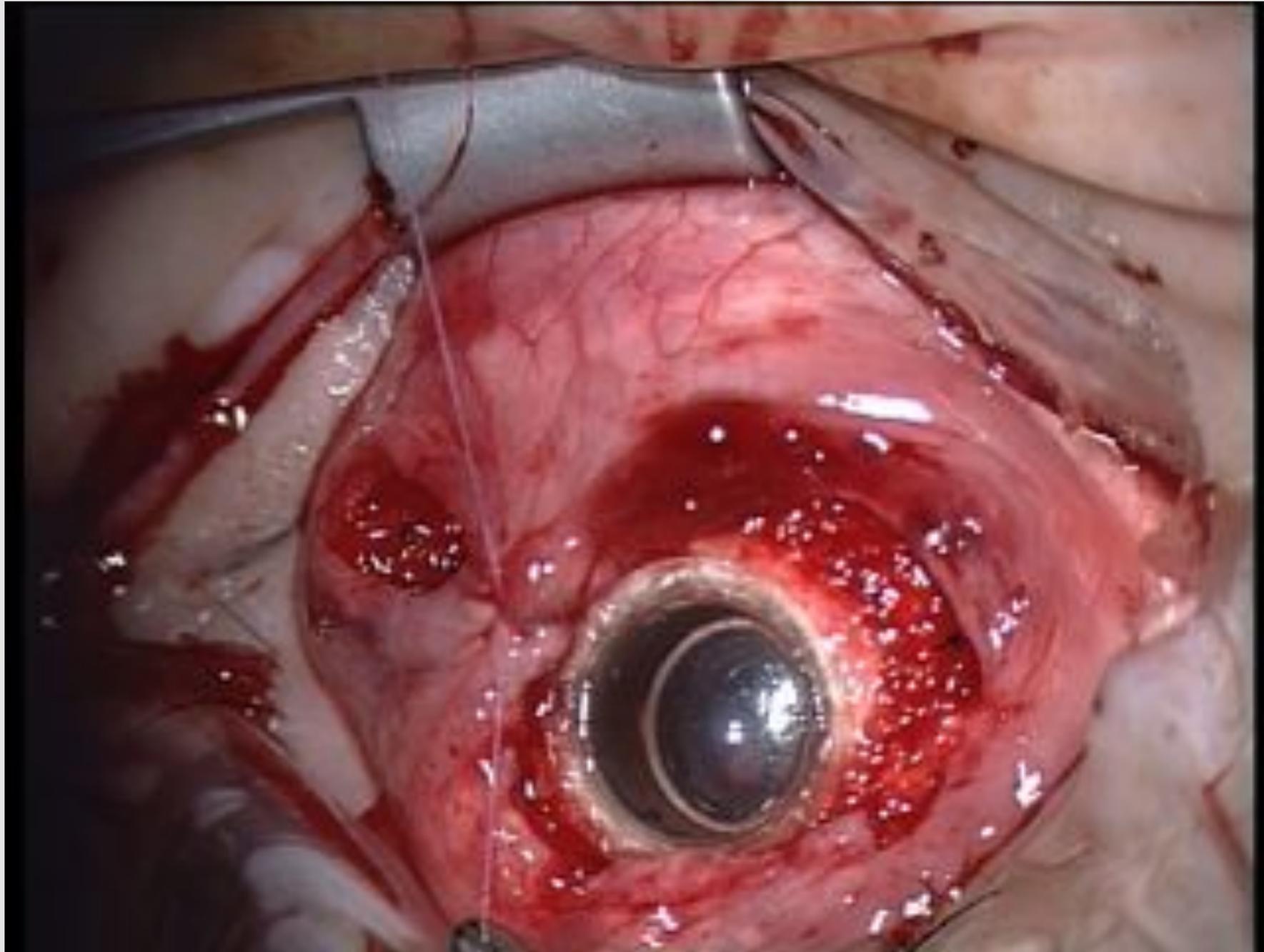
- Arten der Verätzung
- Mechanismus der Verätzung
- Verätzungen mit Festkörpern
- Verätzungen mit Flüssigkeiten
- Augenspültherapie
- Puffer oder Wasser ?
- Wo kommt der Kalk her ?
- **Therapie**
 - Konservativ
 - Operativ
- **Keratoprothetik**

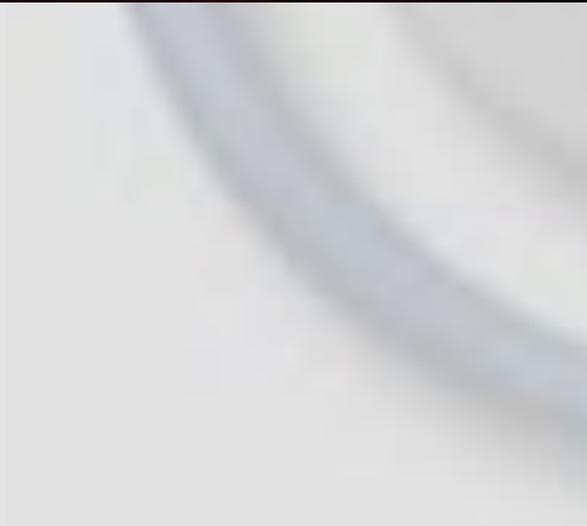
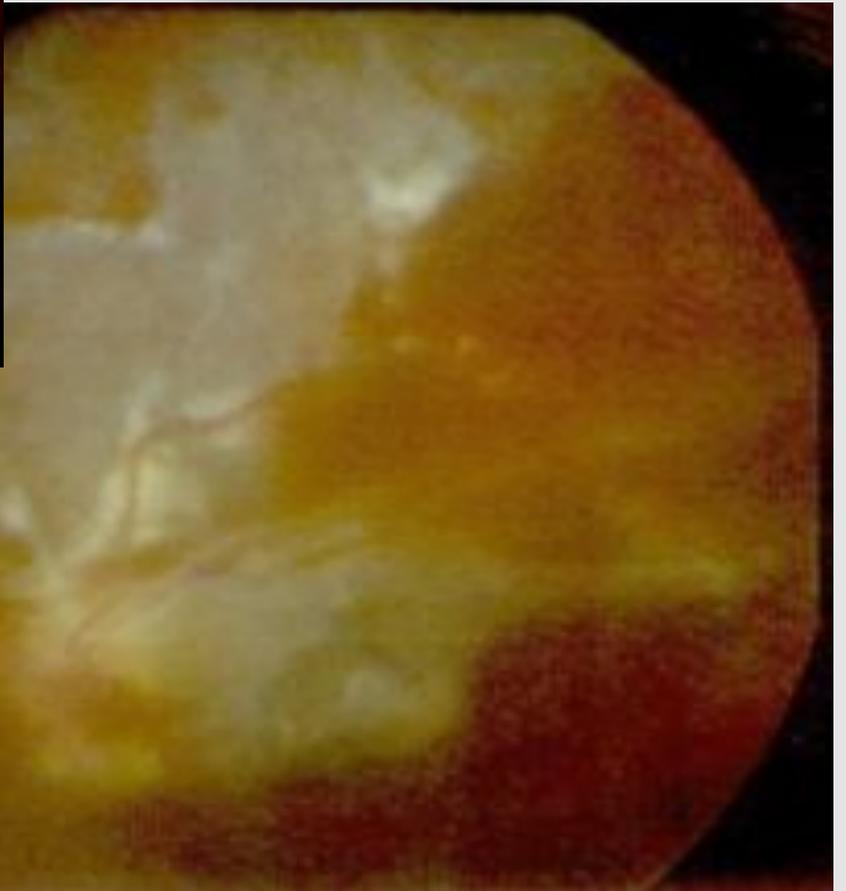
















Take home:

- Spülen und Puffern (hyper- bzw. isoton)
- Steroide, Vitamin C, Antibiotische Prophylaxe
- Augendruck kontrollieren und einstellen
- Ein „schlimmes“ Auge nach Verätzung nicht aufgeben
- Tenonplastik, Amnionplastik, Lidplastiken
- Limbustransplantate
- Keratoplastik
- Keratoprothetik

- Wissenschaft: www.acto.de
- Klinik: **Augenklinik Köln Merheim**