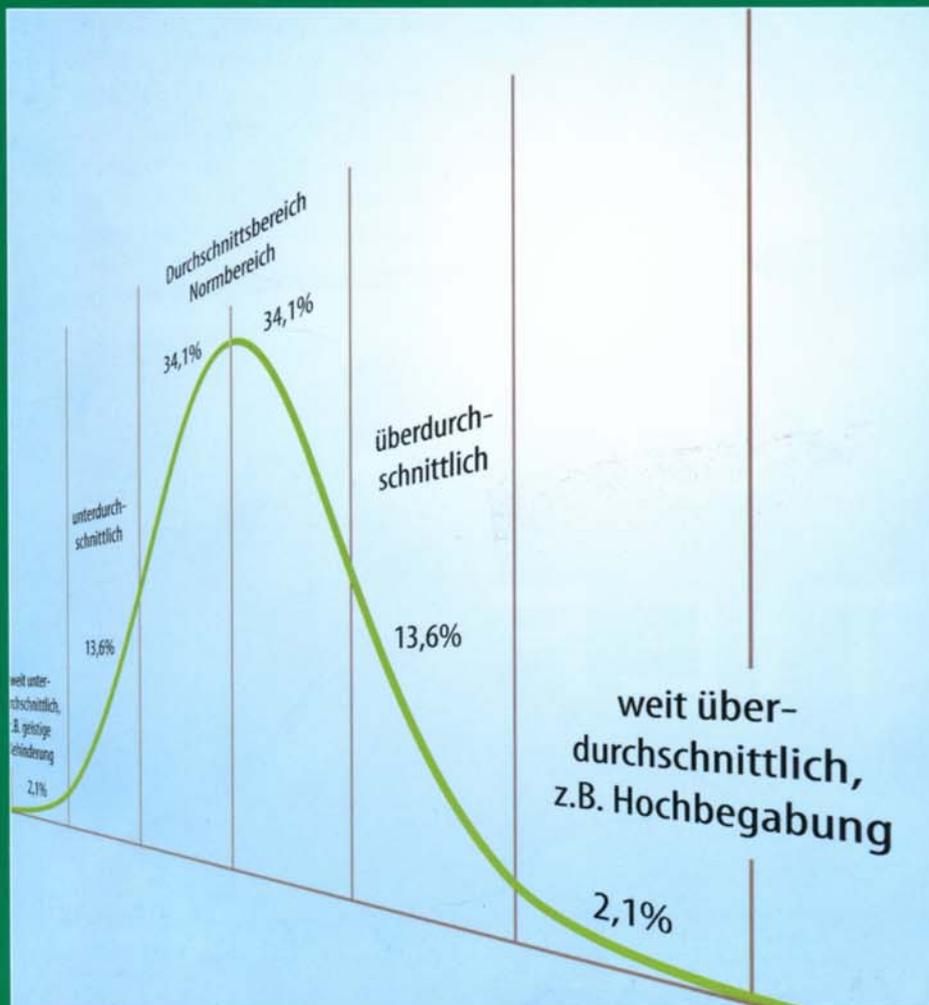


# ZPA

ZEITSCHRIFT FÜR PRAKTISCHE AUGENHEILKUNDE & AUGENÄRZTLICHE FORTBILDUNG



JUNI 2010  
31. JAHRGANG  
6. HEFT

WOC-Nachlese

Deutscher Ärztetag

Intrastromale  
Presbyopiekorrektur

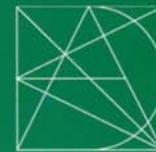
Verätzungen am Auge

CME-Fortbildung:  
Normalität und Standard

Kongresse: Jahrestagung  
der Württembergischen  
Augenärzte

Medizingeschichte:  
Fabricius von Hilden

u.v.a.m.



**KADEN**

Eine Publikation  
des Kaden Verlages

## Intrastromale Presbyopiekorrektur

Die sogenannte Intracor-Behandlung mit dem Femtec-Femtosekundenlaser verläuft rein intrastromal und liefert vielversprechende Ergebnisse. Im April 2009 wurde das Intracor-Verfahren CE-zertifiziert und zur Anwendung an presbyopen Patienten zugelassen. Der minimal invasive Eingriff zeichnet sich unter anderem durch sein äußerst geringes Infektions- und Entzündungsrisiko aus. Mehr zu einer neuen Studie aus den Univ.-Augenkliniken Heidelberg, Mannheim, Duisburg und München ab Seite 324

## Aktuelle Empfehlungen zur optimalen Therapie von Augenverätzungen

Augenverätzungen sind eine häufige und immer wiederkehrende Ursache lang andauernder Sehbeeinträchtigungen und sogar von Erblindung. Allerdings sind schwere Verätzungen Dank ausgefeilter Sicherheitssysteme und hervorragender industrieller Arbeitssicherheit weniger geworden. Dagegen sind für den privaten Gebrauch Substanzen mit erheblichem Gefährdungspotenzial, die schwerste Augenschäden verursachen können, frei käuflich. Im privaten Haushalt gibt es weder eine ausreichende Prävention noch qualifizierte Ersthelfer oder qualifizierte sekundäre Prävention im Sinne von Augenduschen oder Spüllösungen. Mehr zum Thema von N. Schrage ab Seite 327

## Das vielfältige Wirken des Fabricius von Hilden

Wilhelm Fabry von Hilden gilt als der größte deutsche Wundarzt seiner Zeit und als der Begründer der wissenschaftlichen Chirurgie. Er verfasste etwa 20 medizinische Werke, darunter die Observationum et Curationum Chirurgicarum Centuria, die zu seinen Lebzeiten in 100er-Lieferungen erschienen waren. Darin findet sich auch der Bericht über die von seiner Frau Marie Colinet 1624 erfundene Magnetextraktion metallischer Fremdkörper aus dem Auge. Mehr zu Fabricius und seinen Taten von R. D. Gerste ab Seite 351



## Normalität und Standard

Klinische Befunde und Laborparameter eines Patienten als normal bzw. nicht normal einzuordnen, ist Bestandteil der täglichen ärztlichen Arbeit. Manchmal erscheint dies recht einfach, wenn die betrachtete Größe in der gesunden Bevölkerung einer Normalverteilung folgt. Auch in diesem Fall müssen jedoch verschiedene Normbegriffe und Standards berücksichtigt werden. Deutlich anspruchsvoller ist die Interpretation von Befunden, wenn klar definierte Normwerte nicht vorliegen. Etablierte klinische Standards können helfen, aber ihre oft schwache wissenschaftliche Grundlage muss berücksichtigt werden. Mehr zum Thema Statistik von Th. Schneider und M. Ptok ab Seite 333

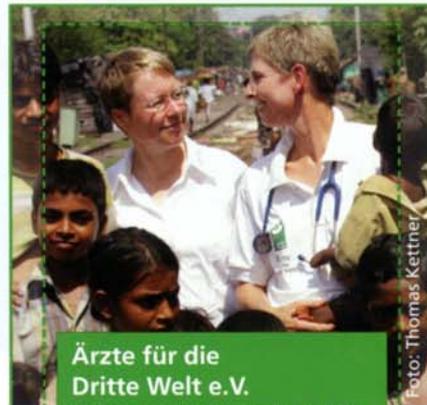


Foto: Thomas Kettner

Ärzte für die  
Dritte Welt e.V.  
Offenbacher Landstr. 224  
60599 Frankfurt am Main

Spendenkonto 488 888 0  
BLZ 520 604 10

www.aerzte3welt.de  
Tel: +49 69.707 997-0  
Fax: +49 69.707 997-20

## Hilfe braucht Helfer.

Spenden Sie, damit unsere freiwillig und unentgeltlich arbeitenden Ärzte aus Deutschland weiterhin täglich mehr als 3.000 kranken Menschen in der Dritten Welt helfen können.

### Werden auch Sie zum Helfer!

Bitte den Coupon ausfüllen,  
ausschneiden und senden an:

Ärzte für die Dritte Welt e.V.,  
Offenbacher Landstraße 224,  
60599 Frankfurt am Main

#### Coupon:

Bitte senden Sie mir unverbindlich Informationen

- über Ärzte für die Dritte Welt e.V.  
 über aktuelle Hilfsprojekte

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Ort

E-Mail



# Aktuelle Empfehlungen zur optimalen Therapie von Augenverätzungen

## Von feuchten Tupfern, Kompressen, Phosphatpuffern und anderen Kunstfehlern

Norbert Schrage

Städt. Augenklinik Köln-Merheim



Augenverätzungen sind hierzulande eine häufige und immer wiederkehrende Ursache lang andauernder Sehbeeinträchtigungen und sogar von Erblindung. Allerdings sind schwere Verätzungen

Dank ausgefeilter Sicherheitssysteme und hervorragender industrieller Arbeitssicherheit weniger geworden. Dagegen sind für den privaten Gebrauch Substanzen mit erheblichem

Gefährdungspotenzial, die schwerste Augenschäden verursachen können, frei käuflich.

Im privaten Haushalt gibt es weder eine ausreichende Prävention noch qualifizierte Ersthelfer oder qualifizierte sekundäre Prävention im Sinne von Augenduschen oder Spüllösungen. Daher fallen solche Verätzungen häufig extrem schwer aus.

**A**ugenarzt und Allgemeinmediziner sind gefordert, wenn im privaten wie auch im industriellen Bereich eine Augenverätzung vorkommt. Meist wird der verunfallte Patient direkt vor Ort mit Wasser gespült, und dies ist „die beste und wichtigste Erstmaßnahme“. In den meisten Fällen wird der Patient dann einem Augenarzt oder einer Notaufnahme eines Krankenhauses vorgestellt, in seltenen Fällen zunächst einem Allgemeinmediziner. Auch hier gilt, unabhängig von der Vorbehandlung und dem Verätzungsagens: Die Augenverätzung wird sofort und unmittelbar gespült. Als typische Spüllösungen sind hier Wasser, Kochsalzlösung, Ringer-Lactat und Ähnliches als in jedem medizinischen Betrieb verfügbare Substanzen zu nennen.

An Orten, an denen gehäuft mit Verätzungen gerechnet werden muss, wie z.B. Labore oder Industriebetriebe mit stark ätzenden Substanzen oder in Be-

reichen, die unter Arbeitssicherheitsgesichtspunkten organisiert werden, sollten allerdings qualifizierte Lösungen vorgehalten werden, um eine optimale Versorgung mit geringeren Folgeschäden zu gewährleisten.

### Entstehung einer Verätzung

Alle Verätzungen verlaufen nach dem gleichen Muster: Eine hochkonzentrierte Ätzsubstanz trifft auf die Oberfläche des Auges. Sie dringt durch Diffusion in das Auge ein. Mit zunehmender Gewebetiefe nimmt ihre Konzentration dabei ab. Bei entsprechend hoher Konzentration der Substanz schädigt sie das Gewebe unwiderruflich. Es kommt zur Nekrose.

Die hohe Konzentration an Ionen bedingt einen Wassereinstrom in das Gewebe (Osmose). Es entsteht eine Schwellung der Bindehaut (Chemosis). Durch die extremen Osmosegradienten wird die

Durchblutung vollständig unterbrochen: Die Blutgefäße koagulieren, durch den Wasserentzug aus den Gefäßen kondensieren die Erythrozyten in den Gefäßen und führen zu einem sofortigen Gefäßverschluss (Stase). Das Eindringen von Natronlauge in das Hornhautstroma ist im Tierversuch mit der optischen Kohärenztomografie des Vorderabschnittes (OCT) in eindrucksvoller Form als Konzentration über die Zeit abhängiges Geschehen darstellbar.

Bei gleichen Einwirkzeiten entscheidet die Konzentration über die Eindringtiefe und den Gesamtschaden, wie im Ex Vivo Eye Irritation Test (EVEIT) am OCT gezeigt werden konnte [9,10]: je höher die Konzentration, umso tiefer dringt das verätzende Agens in die Hornhaut ein (Abbildung 3). Das Eindringen der Substanzen, sprich der Ionen, in das Gewebe bewirkt eine Veränderung des pH-Wertes. Als Markerionen von Laugen

### Fallbeispiel: 28-jährige Patientin mit schwerer Verätzung mit Natronlauge

Eine 28 Jahre alte Patientin setzt zuhause eine Beize zur Entfernung von Moos auf Kellerfliesen an. Während sie den 10 Liter Eimer mit abgelöschten Natronlaugeplätzchen transportiert, läuft ihr ein Tier zwischen die Beine, woraufhin die Patientin stolpert. Dabei schwappt die hochkonzentrierte Lösung aus dem Eimer und benetzt die linke Gesichtshälfte vollständig. Es folgt die Vorstellung in der Notaufnahme eines Krankenhauses, ohne vorherige Augenspülung. Vom Notarzt wird lediglich ein Kochsalzlösungshaltiger Wattetupfer aufgelegt und an die nächstliegende Augenklinik weiterverwiesen. Bei Aufnahme in der Augenklinik werden das Auge sowie die Gesichtshaut sofort mit Previn-Lösung<sup>®</sup> gespült.

#### Befund

- Schwarze Nekrose der gesamten Wangen-, Lid- und Stirnhaut
- gekochtes Fischauge
- Gefäßabbrüche der gesamten Konjunktiva bis auf einen kleinen Bereich des oberen Limbus.

#### Behandlung

- sofort: - Spülung von Haut und Lid  
- lokale Gabe von Kortison und Vitamin C
- am Tag 1: - Nekroektomie der Haut  
- Peridektomie 270°  
- Tenonplastik 360°  
- Amnionplastik  
- Einlegen einer Illig-Schale

**Cave!** Wichtig: Previn<sup>®</sup> ist ein völlig anderes Produkt als das bei den Augenärzten in diesem Zusammenhang noch bekannte Privin<sup>®</sup>!!! Previn besteht zum großen Teil aus der Substanz Diphoterine. In Privin ist dagegen Naphazolin-nitrat enthalten, das bei der Verätzung nicht mehr verwendet werden sollte.

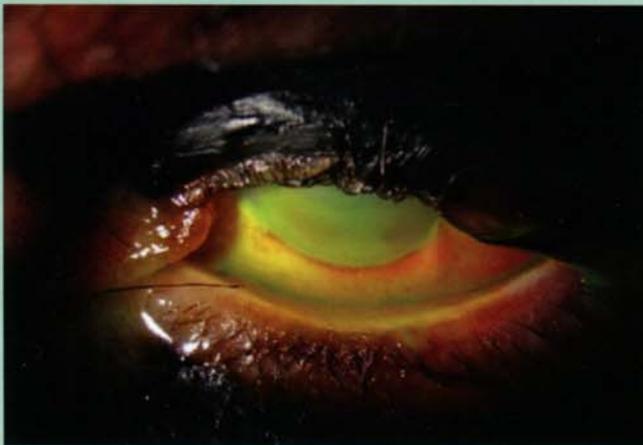


Abbildung 1: Schwerste Verätzung mit konzentrierter Natronlauge. Erstbehandlung mit feuchtem Wattetupfer, Verzögerung bis zur suffizienten Spültherapie von Haut und Auge zirka 4 Stunden. Lidnekrose mit Oberliddefekt, schwarzer Hautnekrose des Oberlids, des nasalen Lidwinkels, Nekrose der gesamten Wange und der Stirn. Gekochtes Fischauge mit Chemosis, Gefäßabbrüchen und Totalerosio.

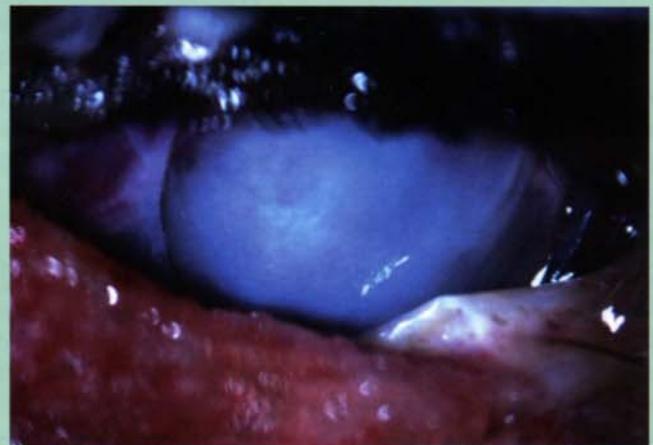


Abbildung 2: Z. n. Nekroektomie des Unterlides, der Wangenhaut, Peridektomie, Tenonplastik und Amniondeckung der Hornhaut. Eine Illig-Schale wurde als Platzhalter gesetzt.

sind die Hydroxyl-Ionen in der Vorderkammer durch pH-Messung von Rihawi eindrucksvoll gemessen worden [5]. Der Anstieg der Ionen im Gewebe erfolgt bei Laugen schnell wie z. B. innerhalb von 80 Sekunden bei 1 molarer Natronlauge.

### Therapeutische Überlegungen

Um eine hochkonzentrierte Lauge oder Säure unschädlich zu machen, bedarf es zweier wesentlicher Mechanismen:

- Reduktion der noch auf der Oberfläche befindlichen Reste der Ätzsubstanz durch Wegspülen,
- Neutralisation oder „Unschädlichmachung“ mit einer amphoteren Spüllösung, respektive Dekontamination der im Gewebe befindlichen aktiven Ätzsubstanz.

#### Kurze Einwirkzeit:

#### Langanhaltende Augenspülungen

Bezogen auf die Oberfläche und die kurze Einwirkzeit nach einem Unfall, sind zeitnah (wenige Sekunden) nach einer

Verätzung durchgeführte langdauernde Augenspülungen mit Wasser, Kochsalzlösung und Ringer-Lactat eine probate Maßnahme, um effektiv und vielfach schwereren Schaden abzuwenden (Abbildung 4).

#### Hohe Konzentration, lange Einwirkzeit: Dekontamination des Gewebes

Bei extrem hochkonzentrierten Ätzsubstanzen ebenso wie bei längeren Einwirkzeiten dringt die Ätzsubstanz in das Gewebe ein. Damit bedarf es einer Dekontamination im Gewebe. Um diese Gewebeschichten zu erreichen muss ein extremer Osmolaritätsgradient überwunden werden, der im Falle von niedrig osmolaren Substanzen zur Dekontamination wie z. B. Leitungswasser, zunächst zur reinen Wasseraufnahme und Verdünnung im Gewebe führt, aber eine neutralisierende Wirksubstanz nicht an den Ort des Geschehens bringen kann. Vor diesem Hintergrund sind hyperosmolare Lösungen wie z. B. Previn besonders geeignet im Gewebe zu dekontaminieren.

ren. Dies konnte eindrucksvoll von Rihawi anhand von Neutralisationskurven verätzter Hornhäute in verschiedensten Experimentalansätzen an Kaninchenaugen gezeigt werden. Klinisch belegen die Statistiken des Krankenhauses Merheim als Verbrennungszentrum mit insgesamt 900 leichten und schweren Verbrennungen und Verätzungen in den Jahren 2004 bis 2009 eindrucksvoll die Wirksamkeit dieses Konzepts (Abbildung 5). Im Jahre 2006 wurde die Spüllösung der Erstversorgung von Ringer-Lösung auf Previn-Lösung umgestellt. Wir konnten die Anzahl der stationären Aufnahmen und die Verweildauer im Krankenhaus bei steigender Anzahl von verätzten Patienten senken.

#### Erstversorgung beim Augenarzt:

#### Behandlung der Gesamterkrankung

In der Erstversorgung durch den Augenarzt sind dann therapeutische Schritte wie Nekroektomie (Peridektomie), Tenonplastik und Amnionplastik sowie in Abhängigkeit vom weiteren Verlauf

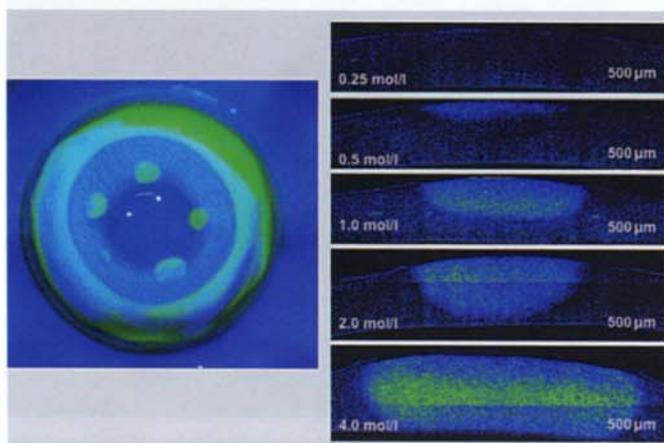


Abbildung 3: Multilokaler Ex vivo Eye Irritation Test: EVEIT am Kaninchenauge. 5 verschiedene Konzentrationen von Natronlauge werden exakt für 20 Sekunden auf die Hornhaut aufgebracht [3]. Die OCT Aufnahmen offenbaren bei gleicher Fluorescein positiver Fläche extreme Unterschiede in der Eindringtiefe und der verätzten Hornhautanteile. Die verätzte Hornhaut ist proportional zur Konzentration der Ätzsubstanz.

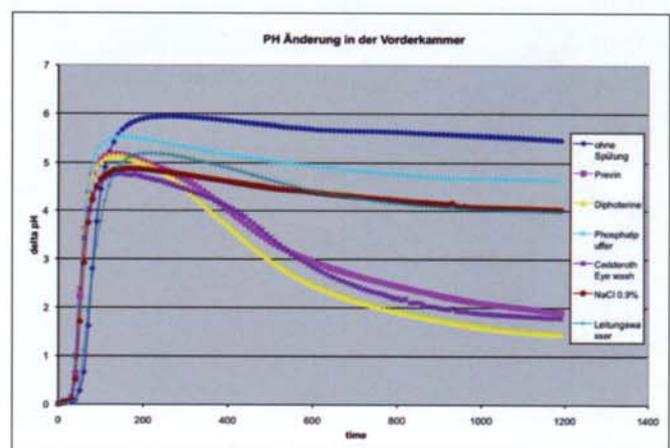


Abbildung 4: Die Effizienz einer Augenspüllösung nach 20 Sekunden Verätzung mit Natronlauge und danach sofort einsetzender Spülung. Hier zeigt sich, dass praktisch alle Augenspüllösungen eine Veränderung des pH Wertes erreichen. Wasser und Kochsalzlösung sind besser als isotoner Phosphatpuffer. Cedderoth's Eye wash und Previn-Lösung sind diesen Substanzen aber deutlich überlegen.

die rehabilitierende Keratoplastik, Limbuskeratoplastik und andere Verfahren notwendig, um Verätzungen adäquat zu behandeln.

Entscheidend ist die Behandlung der Gesamterkrankung. Bei mechanischem Trauma mit Verätzung, wie dies typischerweise bei Autounfällen mit Batterieexplosionen der Fall ist, muss beispielsweise an eine Netzhautablösung gedacht werden. Im schlimmsten Fall muss auch mittels temporärer Keratoprothese die visuserhaltende vitreoretinale Chirurgie in der Akutphase durchgeführt werden. Ebenso entscheidend ist die Behandlung eines akuten durch die Verätzung bedingten Glaukoms. Insbesondere in der Frühphase einer Verätzung kann ein nicht erkanntes und damit auch nicht behandeltes Glaukom jeden therapeutischen Erfolg am Vorderabschnitt wirkungslos machen. Daneben ist auf die zum Teil schweren Auswirkungen von mechanischen Traumata im Sinne einer traumatischen Retinopathie zu achten.

### Kunstfehler

Die unterlassene sofortige Spülung eines verätzten Auges gefährdet das Sehen des Patienten und ist nach meiner Einschätzung als unterlassene Hilfeleistung zu klassifizieren. Nach Kenntnis der experimentellen und klinischen Ergebnisse von verzögerter Augenspülung ist eine unterlassene Spülung inzwischen als gravierender Kunstfehler zu werten [6]. In unserer Augenklinik gilt die Anweisung, dass die Erstspülung Vorrang vor der ausführlichen Anamnese oder einer verwaltungstechnischen Aufnahme hat. Gibt der Patient an, dass eine Verätzung des Auges vorliegt, wird sofort eine Augenspülung mit Previn-Lösung eingeleitet. Während der dann 15-minütigen Spülung ist immer noch genug Zeit für die Erhebung einer erweiterten Anamnese und einen ausführlichen Befund.

### Spülung mit Phosphatpuffer

In experimentellen und klinischen Studien konnte nachgewiesen werden, dass die Anwendung von Phosphatpuffern bei einer Hornhauterosio, die typisch zum Krankheitsbild der Hornhautverätzung und Verbrennung gehört, regelhaft zur Hornhautverkalkung führt (Abbildung 6,7). Hornhautverkalkungen trüben die Hornhaut ein und stehen damit diametral dem therapeutischen Ziel einer visuellen Rehabilitation des Patienten entgegen. Sie verursachen so eine nicht akzeptable Nebenwirkung. Damit verbieten sich Substanzen wie ph-Neutral (Plum) oder isotone Phosphatpufferpräparate in der klinischen Anwendung [1, 4, 7, 8].

### Notfallhilfe

In der Nothilfe einer Augenverätzung sind praktisch alle Kaltgetränke, außer hochprozentigen alkoholischen oder stark sauren Getränken, einzusetzen, denn sie

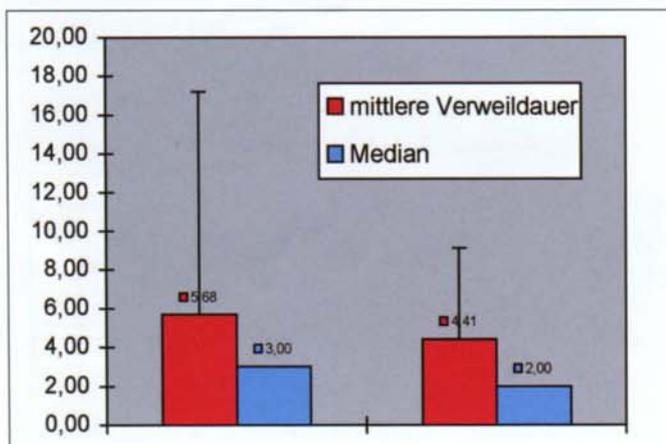


Abbildung 5: Veränderung der mittleren Verweildauer eines stationär aufgenommenen Patienten mit Verätzungen in der Augenklinik Köln Merheim vor (bis 2006; n= 56 Patienten, und nach Einführung der Erstspülung mit Previn Spüllösung seit 2007 n= 54 Patienten). Das Protokoll der Verätzungsbehandlung wurde nicht geändert. Aufnahmekriterium waren Erosion, Chemosis und Vorhandensein von Gefäßabbrüchen, Verätzung mehr als Grad I nach der Klassifikation von Reim.



Abbildung 6: Augentropftherapie an experimentellen Erosiones am isolierten Kaninchenaug im Ex vivo Eye irritation Assay. Augentropftherapie mit phosphathaltigem Hyaluronat-Augentropfen. Bei Applikation einer Calcium-haltigen Tränenflüssigkeit kommt es innerhalb von 2 Tagen zu flächigen Verkalkungen des vorderen Hornhautstromas.

reduzieren die Menge der Ätzsubstanz auf der Augenoberfläche. Entgegen vielen Lehrbuchmeinungen sind in der Nothilfe auch Milch, Bier, Cola, Limonade, Wasser, lauwarmer Tee geeignet, falls keine adäquaten Lösungen zur Hand sind. Wesentlich zu diesem Zeitpunkt ist das therapeutische Ziel, die konzentrierte Ätzsubstanz von der Augenoberfläche wegzuspülen. Primäres Ziel der Nothilfe ist es, die Ätzsubstanz von der Augenoberfläche und aus dem Konjunktivalsack zu entfernen, dazu ist annähernd jede wässrige, ungiftige, kühle Lösung möglich.

Im Falle potenziell kontaminierter Flüssigkeiten (abgestandenes Wasser, Flüssigkeiten aus benutzten Trinkgefäßen oder Flaschen) muss anschließend beim Augenarzt adäquat gespült und ein lokal angewendetes Breitspektrum-Antibiotikum für mindestens 3 Tage verabreicht werden.

### Medizinische und qualifizierte Erste Hilfe

In der qualifizierten ersten Hilfe sollte bei Unfällen mit Laugen, Säuren, Oxidations- und Reduktionsmitteln wie auch bei Alkylantien mit Previn-Lösung gespült werden. Im Fall von einer Kontamination mit Laugen ist Cederroth's Eye Wash Solution® vergleichbar effektiv. Falls diese Lösungen nicht zur Hand sind, können Leitungswasser, Ringer-Lactat oder sterile Kochsalzlösung (Isogutt akut) angewendet werden.

Eine Erstspülung sollte im Fall von Previn 3 Minuten, in allen anderen Fällen mindestens 15 Minuten andauern. Wir empfehlen dazu den Blick auf die Uhr und laute Vereinbarung des Zeitpunkts der Beendigung der Augenspülung. Entscheidend ist es für Nachschub an Spülflüssigkeit zu sorgen sowie den Patienten und die Umgebung gegen Flüssigkeit und Durchnässung zu sichern. Im Falle beidseitiger Verätzung werden beide Au-

gen simultan oder abwechselnd in kurzen Abständen wechselnd gespült. Ferner sollte der Eigenschutz (Handschuhe) insbesondere bei Flusssäure (HF) nicht vergessen werden. Bei Verätzungen mit Flusssäure ist immer zu bedenken, dass eine kleine verätzte Oberfläche ausreicht, um schwere kardiovaskuläre Komplikationen zu verursachen. Als Spezialspüllösung kommt hier Anti-Flusssäure-Lösung zum Einsatz.

Während des Spülens wird außerdem ektropioniert und Partikel (Zement, Kalk) werden mechanisch entfernt.

### Vorstellung beim Augenarzt oder in der Augenklinik

In Abhängigkeit der Reim-Klassifikation empfehlen wir bei einer Erosio, einer Limbusbeteiligung < 25 % oder klarer Hornhaut ohne Gefäßabbrüche die ambulante Versorgung mit einem Antibiotikum, einem Steroid und Vitamin C Augentropfen sowie Kontrolluntersuchungen bis zum



Abbildung 7: Augenverätzung mit Zink-Natronlaugenlösung. Die Verätzung wurde direkt mit Tima-Oculav® Augenspüllösung behandelt. Es kam zu einer Hornhautverkalkung, die im Stroma der Hornhaut seit nunmehr einem Jahr persistiert. (Foto 2 Wochen nach Verätzung)

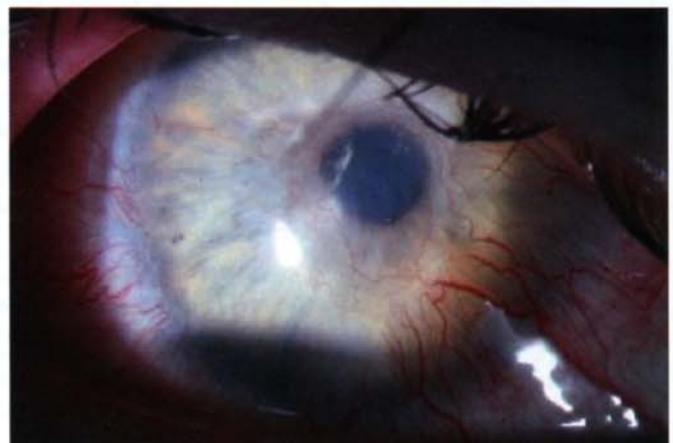


Abbildung 8: Chronisches Bild einer Hornhautvaskularisation mit Limbusstammzellinsuffizienz, rezidivierenden Erosiones nach Hornhautverätzung, vor und nach durchgreifender Keratoplastik in Kombination mit einem Limbusstammzelltransplantat vom gleichen Spender. Nach einem Jahr ist die Visusrehabilitation gelungen ein Fernvisus von 0,5 wird erreicht.

Schluss der Erosio. Bei höhergradigen Verätzungen empfehlen wir die stationäre Aufnahme und die Therapie nach den von uns erarbeiteten Leitlinien zur Verätzungsbehandlung ([www.acto.de/service](http://www.acto.de/service)).

Teil der chirurgischen Therapie in einer Spezialklinik sind die Tenon-, Amnion- und Keratoplastik ebenso wie die Limbusstammzelltransplantation (Abbildung 8). Aufgrund der komplexen Behandlungsoptionen sollte eine in diesen Therapien erfahrene Behandlungseinheit gewählt werden. Dies kann eine Spezialklinik wie die Augenklinik Köln Merheim oder auch die Universitäts-Augenklinik Halle leisten. Hier stehen ein erfahrenes Team und eine Forschungsressource zur Verfügung, die sich der Erforschung neuer Therapieoptionen seit 20 Jahren widmet.

## Literatur

1. Bernauer W et al (2006) Corneal calcification following intensified treatment with sodium hyaluronate artificial tears. *Brit J Ophthalmol* 90: 285-288
2. Bernauer W, Thiel MA, Langenauer UM, Rentsch KM (2006) Phosphate concentration in artificial tears. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 244: 1010-1014
3. Frenz M, Goss M, Reim M, Schrage NF (2008) Repeated exposure to benzalkonium chloride in the Ex Vivo Eye Irritation Test (EVEIT): observation of isolated corneal damage and healing. *ATLA* 36: 25-32
4. Huige WM, Beekhuis WH, Rijnefeld WJ, Schrage NF, Remeijer L (1991) Deposits in the superficial corneal stroma after combined topical corticosteroid and beta-blocking medication. *Eur J Ophthalmol* 1: 198-199
5. Rihawi S, Frenz M, Schrage NF (2006) Emergency treatment of eye burns: which rinsing solution should we choose? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 244: 845-854
6. Rihawi S, Frenz M, Becker J, Reim M, Schrage NF (2007) The consequences of delayed intervention when treating chemical eye burns. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 245: 1507-1513
7. Schrage NF, Schlossmacher B, Aschenbrenner W, Langefeld S (2001) Phosphate buffer in alkali eye burns as an inducer of experimental corneal calcification. *Burns* 27: 459-464.
8. Schrage NF, Kompa S, Ballmann B, Reim M, Langefeld S (2005) Relationship of eye burns with calcifications of the cornea? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 243: 780-784
9. Spöler F, Först M, Kurz H, Frenz M, Schrage NF (2007) Dynamic analysis of chemical eye burns using high-resolution optical coherence tomography. *J Biomed Opt* 12: 041203
10. Spöler F, Frenz M, Först M, Kurz H, Schrage NF (2008) Analysis of hydrofluoric acid penetration and decontamination of the eye by means of time-resolved optical coherence tomography. *Burns* 34: 549-555

### Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Norbert Schrage  
Städtische Kliniken Köln  
Krankenhaus Merheim  
Abt. Augenheilkunde  
Ostmerheimer Str. 200  
51109 Köln

E-Mail: [schragen@kliniken-koeln.de](mailto:schragen@kliniken-koeln.de)

## Previn-Lösung

Previn-Lösung® ist ein amphoterer und chelatbildendes Molekül und liegt in wässriger Lösung vor. Die Lösung hat zum Ziel, das Auftreten einer Verätzung zu verhindern oder deren Schwere zu vermindern.

Previnlösung für die chemische Dekontaminierung ermöglicht folgende Verbesserungen:

- Sie stoppt die Wirkung der Reizstoffe und Ätzsubstanzen auf das Auge und die Haut dank seiner amphoterer und chelatbildenden Eigenschaften.
- Das Eindringen der chemischen Substanz in tiefere Bereiche der Gewebe wird gestoppt: Dank ihrer Hypertonizität wird ein Rückfluss vom Inneren zum Äußeren der Gewebe erzeugt.
- Der pH-Wert steigt schnell wieder auf 5,5 - 9, womit eine weitere Verätzungsgefahr gebannt ist.
- Nach dem Kontakt mit der chemischen Substanz wird dadurch im Vergleich zu Wasser eine verlängerte Interventionszeit erreicht.

Quelle: <http://www.prevor.com/DE/sante/RisqueChimique/diphoterine/TvxRecDE.php>