

# Verätzungstherapie

Norbert Schrage

Von der spezifischen Notfalltherapie der Augenverätzung über die speziellen chirurgischen Verfahren Tenonplastik und Amnionplastik bis hin zur homologen Limbusstammzelltransplantation erläutert dieser Beitrag alle Verfahren zur optimalen Versorgung einer Verätzung. Ferner werden die hier speziell notwendigen allgemeinen sozialmedizinischen Vorgehensweisen erläutert, welche Augenärzte häufig nicht anwenden, die aber besonders in diesem Kontext chronischer Augenerkrankungen für den Patienten überlebenswichtig sind.

## Akute Behandlung der Augenverätzung

### Grundlagen

Die Verätzung und Verbrennung der Augen stellt einen dringlichen Notfall in der augenheilkundlichen Versorgung dar. Typischerweise gelangen Spritzer oder schwallartige Flüssigkeitsmengen in ein oder beide Augen. Dabei werden in Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur der Substanzen innerhalb kürzester Zeit die epithelialen Barrieren zerstört und die Ätzensubstanz dringt in das Gewebe ein. Typischerweise sind solche Substanzen hochkonzentriert im Sinne der Osmolarität. Daher enthalten die Gewebe nach einer solchen Verätzung erhebliche Mengen von fremden Ionen. Ziel einer Behandlung muss die Entfernung dieser Fremdschubstanzen und die Normalisierung von Isotonie, pH-Wert und elektrochemischer Aktivität des Gewebes sein. Typische Wir-

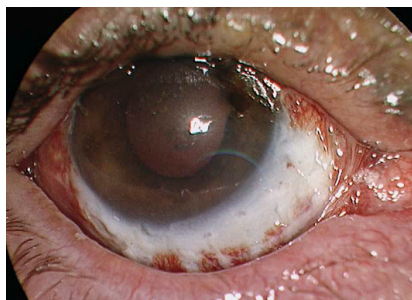


Abb. 1: Schwere Betonverätzung mit Ischämie und Nekrose der unteren Sklera und massiver Limbusnekrose. Alle Abb.: Schrage

kungen einer Augenspülung mit hypo-osmolaren Spüllösungen (Wasser) sind nachfolgende Ödeme (Chemosis) und eine Vertiefung des Eindringens von Fremdstoffen in das Gewebe [1]. Die physikalische Entfernung von Ionen aus dem Gewebe gelingt nur durch hochosmolare Spülungen. Die Neutralisation gelingt nur mittels einer Säure-Basen-Reaktion [2] amphoterer [3] oder direkt puffernder Substanzen [4, 5]. Für die Prognose einer solchen Verätzung ist die Entfernung von Ätzensubstanzen und die Wiederherstellung der Gewebshomöostase die entscheidende Voraussetzung.

### Klinische Versorgung

Meist kommen diese Patienten als akute Notfälle in die Notaufnahme der Klinik oder auch direkt in die Augenarztpraxis. Nach den Kriterien der Manchester Triage sind diese Patienten immer als „Red Flag“ zu betrachten. Dies bedeutet „Behandlung ohne Verzug“. Die allerwichtigste Erstmaßnahme, welche inzwischen in der Wirksamkeit belegt ist [3], ist die Augenspülung am Unfallort und im Anschluss daran die effektive Dekontamination über 15 Minuten mit Previn-Spüllösung beim Augenarzt oder in der Klinik.

Die Qualität einer initialen Augenspülung am Unfallort verläuft in der Regel improvisiert und ist

typischerweise nicht protokolliert und fast immer unzureichend. In der aktuell publizierten Studie unserer Arbeitsgruppe zeigten insbesondere die anamnestischen Angaben zu Art der Spüllösung, Dauer der Anwendung und insbesondere Zeitpunkt der Anwendung im Gegensatz zu den experimentellen Untersuchungen nur ausgesprochen schwache Zusammenhänge zur Schwere der Verätzung auf. Patienten, die angegeben, innerhalb von Sekunden gespült worden zu sein, erlitten schwerste Verätzungen, wohingegen verzögerte Augenspülungen zum Teil gute Ergebnisse zeigten. Allein Wasser und Previn waren allen anderen initialen Spülungen statistisch signifikant überlegen. Andere Daten über die Dekontamination am Unfallort waren konsistent. Daher haben wir bei allen Patienten eine sekundäre Augenspülung/Dekontamination in unserer Klinik eingeführt. Diese Maßnahme wird umgehend nach Eintreffen durchgeführt. In unserer Studie war eine solche Dekontamination effektiv und klinisch signifikant hochwirksam in dem Sinne, dass schwere Verätzungen selbst bis zu 24 Stunden nach einem Verätzungsereignis noch deutlich abgemildert werden können. In unserer aktuellen Analyse von 30 Jahren Verätzungstherapie findet sich eine hochsignifikante statistische Überlegenheit der Augenspülung mit Previn für 15

Minuten in der erstversorgenden Klinik gegenüber allen anderen Augenspülungen mit isotonen oder hypotonen Flüssigkeiten.

Die Dekontamination der Verätzung der Augen durch eine effiziente Augenspülung sollte daher jede Notaufnahmeplegekraft und jede augenärztliche MFA üben und beherrschen. Ein Patient, welcher sich mit „ich habe mir akut die Augen verätzt“ vorstellt, muss ohne große Formalitäten zunächst 15 Minuten mit Previn gespült werden.

### Praktisches Vorgehen bei der Augenspülung

Wir nehmen dazu einen entsprechenden 500 ml Beutel Previn und etwas Zellstoff, legen den Patienten auf eine Trage und applizieren 2 Tropfen Proparacain in das/die betroffenen Auge/n. Danach wird zunächst 3 Minuten im Schuss mit Previn gespült. Während dieser Phase wird das eventuell verbliebene Ätzmittel vom Auge durch den mechanischen Spüleffekt der Lösung entfernt. In dieser Phase muss ektropioniert und verbliebene Partikel und Kalkreste mit einem Wattetupfer oder Hockeymesser entfernt werden. Danach wird für die restlichen 12 Minuten tropfenweise alle 5 bis 10 Sekunden ein Tropfen Previn aufgetropft (Diffusionsphase).

Hintergrund dieser Vorgehensweise ist die experimentell belegte Erfahrung und klinische Erkenntnis, dass einerseits fast alle Ätzsubstanzen durch eine forcierte Spülung vom Auge abgewaschen werden können und andererseits die Diffusion durch das Hornhautgewebe ein sehr langsamer Prozess ist, so dass selbst forciertes Spülen diesen nicht beschleunigen kann. Aus allen exper-



Abb. 2, Augenspülung: 2 Tupfer, um das Auge aufzuhalten, Spülen mit Fluß, zentral und Zellstoff vom Patienten auf der Seite der Verätzung gehalten

imentellen Arbeiten [6,7] wissen wir, dass der intraokulare pH-Wert erst nach 15 Minuten dekontaminierender Augenspülung mit einer amphoteren hyperosmolaren Substanz (Previn) wieder in den Normalbereich zurückgeführt werden kann.

### Wissenschaftlicher Hintergrund dieser Empfehlung

Die Tatsache, dass wir Previn empfehlen, gründet sich auf eine über Jahre unabhängig erforschte und systematisch experimentell-klinische Evaluation aller für die Augenspülung nach chemischer Verätzung angewendeten Substanzen. Solche bisher zur Augenspülung angewendeten Substanzen sind: Leitungswasser, destilliertes Wasser, isotope Kochsalzlösung, isotope und hypertone Phosphatpuffer, Balance Salt Solution Ringer Lactat. Diese Augenspüllösungen sind bislang ohne stichhaltige überprüfbare wissenschaftliche Begründung aufgrund von Expertenmeinungen und Einzelfallberichten angewen-

det und von verschiedenen Herstellern für die Augenspülung empfohlen worden. Wissenschaftliche Evidenz im Sinne einer nachprüfbaren auf Verätzungen anwendbaren experimentellen und klinischen Wirksamkeit der Dekontamination einer Augen-/Hautverätzung gibt es derzeit weder für Wasser, Puffer noch andere isotope Lösungen [1].

In der Vergangenheit war einzig die Studie von Merle et al., welche eine klinische Überlegenheit von Diphoterine/Previn bei Augenverätzungen in einer prospektiven nichtverblindeten Studie zeigen konnte [8]. Eine randomisierte prospektive doppelblinde klinische Studie zur Erstbehandlung von Augenverätzungen am Unfallort steht bislang aus. Wir haben unsere Möglichkeit zur Durchführung einer solchen Studie immer wieder geprüft und nicht durchführen können. Klinisch sind über einen langen Betrachtungszeitraum von mehr als 30 Jahren alle anderen Substanzen in unseren Untersu-

chungen der Previnlösung in der Reduktion schwerer Verätzungen unterlegen [9].

### Nebenwirkungen von Phosphatpuffern in der Ersttherapie der Verätzung

Die von unserer Arbeitsgruppe gezeigte Normalisierung des pH-Wertes durch die Augenspülung pH-Neutral, welche einen hochkonzentrierten Phosphatpuffer enthält [3], beinhalten leider eine schwere Nebenwirkung der Hornhautverkalkung, welche wir in einer soeben publizierten experimentellen Arbeit und klinischen Fällen von Hornhautverkalkungen zeigen konnten. [10, 11 12]

### Auf die Dekontamination folgende klinische Behandlung

Die Beurteilung der Schwere der Verätzung nach der Reim-Klassifikation (► Tabelle 1) erfolgt bei uns immer erst nach der Augenspülung. Dazu wird soweit möglich eine Untersuchung an der Spaltlampe durchgeführt. Diese beinhaltet

immer eine Anfärbung mit Fluorescein, eine Augendruckmessung und eine Skizze des Epitheldefektes. Bei jeder Verätzung sollte wenn eben möglich eine Funduskopie erfolgen. Diese ist typischerweise nach einer hyperosmolaren Augenspülung mit Previn möglich. Sie ist insbesondere wichtig, um einen vorbestehenden Netzhaut- und Sehnervenschaden zu beschreiben bzw. auszuschließen, damit dieser im Falle einer berufsgenossenschaftlichen Begutachtung nach Abschluss der Behandlung eindeutig dem Unfall oder als vorbestehender Schaden eingeordnet werden kann. Der Untersuchungszeitpunkt „nach der Augenspülung“ ist der Verbesserung der Prognose durch die möglichst frühe kontrollierte Dekontamination geschuldet.

### Veränderungen durch die neue Dekontamination

Mit der hyperosmolaren Previnlösung hat sich in unserer klinischen Beobachtung die früher regelhaft beobachtete reaktive Wassereinla-

gerung durch osmotische Effekte nach Wasserspülung (Chemose) praktisch nicht mehr gezeigt. Ebenso zeigte sich, dass nicht perfundierte grauviolett verfärbte Gefäße nach einer Dekontamination mit Previn sich häufig wieder perfundiert zeigen. Nach der Untersuchung kann über einen Zeitraum von 1 bis 2 Minuten mit der isotonisch amphoteren Lösung After Wash nachgespült werden, um die erhebliche osmolare Belastung des Gewebes zu reduzieren. Dies ist insbesondere bei weniger schweren Verätzungen sinnvoll, um Reizzustände durch die hyperosmolare Belastung zu vermeiden.

### Weitere Behandlung von sehr schweren Verätzungen

Bei schweren Verätzungen, (Grad III und IV), deren Inzidenz sich mit Einführung der neuen Ersttherapie auf 25 % des Ursprungswertes vor 2006 reduziert hat, tendieren wir zu einer sehr frühen Therapie mittels Amnionplastik kombiniert mit einer Tenonplastik. Hier haben wir ein besonderes Verfahren entwickelt, welches den Schutz und die Wiederherstellung des Limbus zum Ziel hat. In einer OP in Narkose wird die betroffene Bindehaut zirkulär abgelöst und die Sklera und Episklera freigelegt. Intakte Tenonlappen werden aufgesucht. Zunächst wird ein 16 mm rundes Amnionstück auf die Sklera über den freiliegenden Limbus und die Hornhaut gesteppt. Danach wird die Tenon in der Limbusregion mittels Sklera-Amnion-durchgreifenden Nähten fixiert und dann auf Tenon und amnionbedeckte Hornhaut erneut ein Amnionstück von 16-18 mm Durchmesser aufgenäht. Hintergrund dieser Maßnahme ist es, dem Limbus eine Zeit der Proliferation in nicht exponierter Lage zu geben und ggf. überlebende Stammzellen vor einer Degenera-

## Klassifikation von Verätzungen und Verbrennungen der Augen

I	II	III	IV
<b>Sofort</b>			
Erosio Limbuschaden 0 Hyperämie	Erosio < 1/3 Ischämie 1/3 Chemosis,	Erosio <1/2 Ischämie >1/2 rosa Chemosis	tiefe Ischämie >3/4 >1/2 dichte Corneatrübung konjunktivale Nekrosen Sklera porzellanweiß Missfärbung und Atrophie der Iris Fibrin- exsudate
<b>Prognose ohne adäquate Behandlung</b>			
Regeneration	Rezirkulation Regeneration	persistierende Erosio Narbenpterygium Konjunktivalisation Ulzeration Neovaskularisation	Proliferationen Konjunktivalisation schwere Vernarbung große Ulzerationen Einschmelzung, Narben Katarakt, Glaukom

Tabelle 1: Klassifikation der Augenverätzungen nach Reim

tion zu schützen. Direkt nach der Operation wird die nunmehr wiederhergestellte Oberfläche mittels einer weichen Verbandslinse (z. B. Purevision +/- 0 dpt) abgedeckt.

In der Regel lassen sich damit die ersten drei bis sechs Wochen gut überbrücken und bei vielen Patienten stellt sich trotz initialer persistenter Erosion noch eine Epithelheilung ein. Die Lokaltherapie nach diesem Eingriff besteht aus den o. g. Konservierungs- und phosphatfreien Antibiotika, Hyaluronsäurepräparaten und lokalen Steroiden sowie systemischer Gabe von Vitamin C 2x 500 mg/Tag.

Die wenigen verbleibenden schweren Verätzungen mit Heilungsstörungen zeigen unter dieser therapeutischen Vorgehensweise meist noch kleine Reste überlebenden Limbus. Dieser muss durch eine konsequente Therapie gepflegt werden, um insbesondere bei bilateralen Verätzungen Chancen auf eine homologe Limbus-Stammzellexpansion zu haben.

Durch die vorbeschriebenen Maßnahmen lassen sich typischerweise in unserer klinischen Erfahrung alle Patienten ohne corneales Ulcus oder die früher gefürchteten corneoskleralen Ulzerationen in das erste Jahr nach Verätzung bringen. Alle Therapieoptionen im Weiteren hängen von drei wesentlichen Voraussetzungen ab:

1. Überleben von Stammzellen des Limbus,
2. Erkennen und Behandeln eines Sekundärglaukoms und
3. Management der Komplikationen der oberflächlichen Heilungsstörung.

Ziel aller ärztlichen Bemühungen in den schweren Fällen der Verätzung ist im ersten Jahr eine Beruhi-

gung der Vorderabschnittssituation, um bei ausreichender Epithelregenerationsfähigkeit eine Hornhauttransplantation und ggf. eine Linsenoperation durchführen zu können. Die Hornhauttransplantationen sind typischerweise bei reinen Stromatrübungen als Deep anterior lamellar Keratoplasty (DALK) oder bei isolierten Endotheldegenerationen auch als DMEK durchzuführen. Interessanterweise dekontaminiert die Spülung mit Previn häufig so gut, dass die Oberfläche tatsächlich überlebt, aber die Endothelien doch soweit geschädigt werden, dass eine Endotheldegeneration als einziges Problem behandelt werden muss. Unsere Erfahrungen in zwei Fällen decken sich hier mit Erfahrungen, welche Steinemann et al. mit Patienten gemacht haben, welche mit Previn/Diphoterine gespült wurden. [13]

In der Augenklinik in Merheim haben wir in den letzten 14 Jahren mehr als 1.700 Patienten mit Verätzungen behandelt. Von diesen wurden inzwischen 5 Patienten mit einseitigen oder beidseitigen Verätzungen bei noch vorhandenen Limbusstammzellen mit einem homologen Limbus-Stammzellexpansionstransplantat behandelt. Dieses von der Firma Chiesi und Holostem für die Indikation zugelassene Verfahren beinhaltet eine Biopsie am Patienten mit der anschließenden Verbringung der Biopsie und Anzucht von Stammzellen im Labor der Firma Holostem in Modena. Wenn nach circa 6 Wochen seitens des Labors mitgeteilt wird, ob genügend Stammzellen vorhanden sind, kann eine Implantation dieser Stammzellen innerhalb eines Jahres geplant werden.

Wesentliche Voraussetzungen für dieses Verfahren sind das Vorhan-



Abb. 3: Holoclar-Transplantat vor der Transplantation auf das Auge

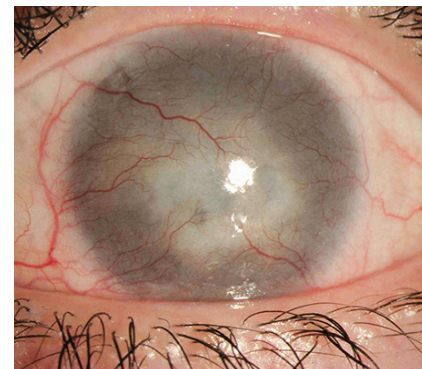


Abb. 4: Zustand nach einer schweren Verätzung mit Bleichmittel nach Entfernung des Pannus ...

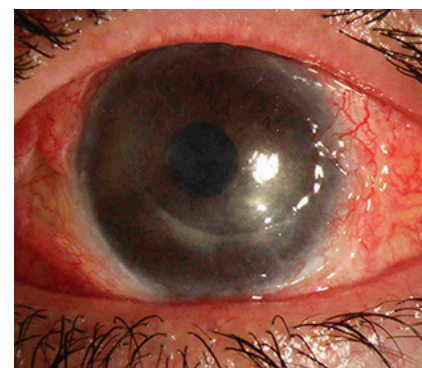


Abb. 5: ... und Zustand nach Transplantation des Holoclar-Transplantats

densein von Stammzellen, die Kostenübernahme seitens des Kostenträgers und die Zulassung zur Gewebeentnahme für dieses Verfahren. Diese Zulassung ist

bisher in Deutschland nur für die Augenklinik an den Kliniken der Stadt Köln am Standort in Köln-Merheim erfolgt.

Nach erfolgreichen Biopsien bei 5 von 5 Patienten haben wir diese Transplantate bei allen Patienten platzieren können. Vier Patienten haben eine vollständige und stabile Re-Epithelisierung der Hornhaut mit klarem Hornhautepithel erreicht. Bei einem Patienten ist diese nicht erreicht worden. Inzwischen ist bei den 4 erfolgreich stammzelltransplantierten Patienten die stromale Trübung durch eine DALK (3 Fälle) und durchgreifende Keratoplastik (PKP) in einem Fall beseitigt worden, so dass 3 Patienten inzwischen einen Visus von 0,32, 0,5 und 0,4 erreicht haben. Bei einer Patientin muss nach Fadenzug noch eine torische Intraokularlinse implantiert werden, um die visuelle Rehabilitation abzuschließen. Der Patient mit der persistenten Heilungsstörung der Epithels nach Holoclar wird in Kürze mit einer Boston-Keratoprothese versorgt werden.

### Soziale Gefahren

Nach Verätzungen haben erfahrungsgemäß viele unserer spät zugewiesenen Patienten bislang den Arbeitsplatz verloren oder sind in außerordentlich schwierige soziale Situationen geraten. Dies darf nicht geschehen, daher hier einige fast genauso wichtige Hinweise zur sozialen Rehabilitation:

Wenn die Akutphase der Verätzung (3 bis 6 Wochen) mit den entsprechenden oben beschriebenen Maßnahmen durchgestanden ist, sollte die soziale und berufliche Situation des Patienten in den Blick genommen werden.

Nach mehr als 6 Wochen Krankenschreibung aufgrund einer Erkrankung verliert der Patient die volle Lohnfortzahlung und wird mit Krankengeld (circa 60 % seines Gehaltes) von der Krankenkasse bezahlt. Damit beginnt für viele Patienten insbesondere in Verschuldungssituationen eine dramatische soziale Lage.

Daher muss unsere Therapie nach Möglichkeit eine Rückkehr an den Arbeitsplatz innerhalb von 6 Wochen zumindest anstreben. Bei einseitigen Verätzungen ist dies außer bei Berufskraftfahrern fast regelhaft zu erreichen. Empfohlen werden muss hier das Hamburger Modell einer Wiedereingliederung mit Arbeitsbelastungserprobung von 2 bis 6 Stunden über je 4 bis 8 Wochen langsam ansteigend. Dieses Modell bietet dem Arbeitgeber den Vorteil, dass der Mitarbeiter vor Ort ist, aber die Krankenkasse den Lohn bezahlt. Für den Arbeitnehmer bedeutet dies allerdings die Bezahlung mit Krankengeld, obwohl er arbeitet. Viele Patienten streben daher aus finanziellen Gründen eine frühe Wiedereingliederung in den Beruf an. Im Hamburger Modell wird der gute Wille des Patienten für den Arbeitgeber sichtbar und oft sind solche Maßnahmen und die Realisation der Einschränkungen am Arbeitsplatz Ausgangspunkt für konkrete arbeitsplatzsichernde Maßnahmen. Diese Maßnahmen werden, wenn wir Augenärzte dies mit veranlassen, gerne von den Berufsförderungswerken und Berufsgenossenschaften flankierend betreut.

Es gibt Fakten, welche für den Patienten sozial überlebenswichtig sind und seitens des Augenarztes angesprochen werden müssen:

1. Bei Unfällen im beruflichen Kontext sind die Berufsgenos-

schaften leistungsverpflichtet und kommen dieser Verpflichtung in der Regel mit großem Engagement zur medizinischen und beruflichen Rehabilitation des Patienten nach. Typischerweise werden Berufshelfer und andere Beratungen angeboten und sollten unbedingt angenommen werden. Voraussetzung für diese Hilfe sind die Meldung eines Berufsunfalls und die regelmäßige Berichterstattung an die BG seitens Klinik und Augenarzt. Da diese Berichte vergütet werden, sollte man hier zeitnah und umfänglich berichten.

2. Bei Attentaten, Angriffen, Straftaten mit Verätzungen (Säure, Lauge) muss eine polizeiliche Aufnahme der Straftat nach der Erstbehandlung aber möglichst noch in der Klinik veranlasst werden, um dann umgehend Leistungen nach dem Opferschutzgesetz bei der zuständigen Landesbehörde (Fürsorgestellen, Landschaftsverbände) zu beantragen. Einen Brief mit dem Antragstext stellen wir online ([www.acto.de/verätzungen/Antrag-Opferschutzgesetz](http://www.acto.de/verätzungen/Antrag-Opferschutzgesetz)) zur Verfügung.
3. Bei privaten Unfällen ist es wichtig, die Frage von Unfallverursacher (Haftpflichtversicherung) bzw. sonstigen Unfallversicherungen und anderen Leistungsträgern zu klären. Hier müssen Patient und Angehörige tätig werden.

Grundlegend gilt aber für alle Patienten, dass ihnen seitens der Krankenversicherung und/oder der Rentenversicherung bei schwerwiegender länger andauernder Einschränkung der körperlichen und psychischen Unversehrtheit ein Anspruch auf Reha-

bilitationsleistungen besteht (Sozialgesetzbuch) SGB X. Diese werden auf Antrag des Patienten typischerweise von der Rentenversicherung / Krankenversicherung oder der ARGE genehmigt. Antragshilfen und Formulare für Arzt und Patient hierzu unter [www.rehabilitation-rundblick.de](http://www.rehabilitation-rundblick.de). Im Rahmen des Fallmanagements können die Sozialdienste der Kliniken oder der niedergelassene Augenarzt oder Hausarzt tätig werden.

Die grundlegende Beurteilung einer möglichen beruflichen Wiedereingliederung bzw. augenheilkundlichen Rehabilitation wird während einer Rehabilitationsmaßnahme geklärt. Mit den vorbeschriebenen medizinischen Maßnahmen lassen sich regelhaft die Behandlungsintervalle so wählen, dass solche sozial rehabilitativen Maßnahmen eingeleitet und sinnvoll durchgeführt werden können. Eine reaktive De-

pression, Anpassungsstörung (ICD Code F41) wegen Verlust der Sehfähigkeit muss als somatopsychische Erkrankung seitens des Augenarztes erkannt und falls notwendig auch interdisziplinär behandelt werden.

#### Literatur:

1. Hall AH, Maibach HI (2006) Water decontamination of chemical skin/eye splashes: a critical review. *Cutan Ocul Toxicol* 25(2):67–83

## Welche Schritte konkret einleiten?

### Grundlegende Anweisung (Klinik der Maximalversorgung):

Jeder Patient, der die Augenklinik oder Notaufnahme betritt, mit der Anamnese einer frischen Augenverätzung/Verbrennung/Verbrühung, wird mittels Previn-Augenspüllösung intensiv gespült und dekontaminiert.

### Lagervorrat:

Previn Spülbeutel circa 6 Stück in der zentralen Notaufnahme und 4 Stück in der Augenambulanz, Nierenschalen, Zellstoff sowie Afterwash-Lösung circa 6 Stück in der zentralen Notaufnahme und 4 Stück in der Augenambulanz

### Wer spült?

Der Spülvorgang wird vor der Weiterleitung an einen Augenarzt vor Ort, dort, wo der Patient ankommt, durch die anwesenden Schwestern/MFAs/Rettungsassistenten gespült. In der Regel sind zunächst 2 Helfer zum Spülen notwendig. Dies heißt: Es wird in der Notaufnahme, wenn der Patient dort ankommt, bzw. in der Augenambulanz, wenn er dort ankommt, gespült.

### Wie wird gespült?

#### Reinigungsphase:

Der Patient wird auf eine Trage gelegt, bekommt Zellstoff und eine Nierenschale gereicht und hält sich diese beiden temporal an die Schläfe des verätzten Auges. Helfer 1 hält das Auge offen: Es wird mit 2 trockenen Tupfern geöffnet. Helfer 2 öffnet den Previn-Beutel (abflippen des Verschlussplastik-Nippels). Schaut auf die Uhr und spült für 3 Minuten im sanften Strahl das Auge. Partikel werden mit Wattetupfern oder sauberen Zellstofftupfern entfernt.

#### Dekontaminationsphase:

Im Anschluss daran wird von einem Helfer weiter für 12 Minuten tropfenweise alle 2-3 Sekunden 1 Tropfen Previn auf die Hornhaut und Konjunktiva appliziert.

#### Abschlussphase:

Nach der Spülung wird das Auge kurz für 2 Minuten von einem Helfer mit der Afterwash-Lösung behandelt, um die hohe Osmolarität der Previn-Lösung wieder in normale Bereiche zurückzuführen.

#### Wann wird gespült?

Jede Augenverätzung, die nicht älter als 24 Stunden ist und noch nicht mit Previn dekontaminiert wurde.

#### Nach der Augenspülung Augenarzt hinzuziehen:

Der Augenarzt wird durch die zentrale Notaufnahme (ZNA) oder die MFAs der Augenambulanz informiert. Er befragt und untersucht den Patienten wenn eben möglich an der Spaltlampe: Es wird genau erhoben, wann die Verätzung erfolgte, wo und womit (BG A14 Fragen abarbeiten!).

Ein Material Safety Data Sheet (MSDF) oder Informationen zur Ätzsubstanz sollen wo eben möglich zur Akte hinzugefügt werden.

Es erfolgt eine Klassifikation der Verätzung nach Reim-Schema.

Der Augendruck wird applanatorisch nach Lokalanästhesie mittels Goldmann-Tonometrie gemessen. Wenn eben möglich sollte eine Funduskopie in Miose versucht werden, um ein präexistentes Glaukom oder einen visusbegrenzenden Makulaschaden auszuschließen.

2. Best F (1951) Therapy of fresh lime burns of the eye with hydrochloric acid. *Ophthalmologica* 122(1):58–63
  3. Hall AH, Blomet J, Mathieu L (2002) Diphoterine for emergent eye/skin chemical splash decontamination: a review. *Vet Hum Toxicol* 44(4):228–231
  4. Graupner OK, Kaelman EV, LePetit GF (1971) Die Bedeutung der Puffereigenschaften von Hornhaut und Kammerwasser für den Schutz des Auges bei Verätzungen. *Albrecht v Graefes Clin Exp Ophthalmol* 182:351–356
  5. Laux U, Roth HW, Krey H, Steinhart B (1975) Die Wasserstoffkonzentration des Kammerwassers nach Alkaliverätzungen der Hornhaut und deren therapeutische Beeinflussbarkeit. Eine tierexperimentelle Studie. *Albrecht v Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 195(1):33–40
  6. Kompa S, Redbrake C, Hilgers C, Wüstemeyer H, Schrage N, Remky A. (2005) Effect of different irrigating solutions on aqueous humour pH changes, intraocular pressure and histological findings after induced alkali burns. *Acta Ophthalmol Scand* 83(4):467–470
  7. 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(10):1507–1513.
  8. Merle H, Donnio A, Ayeboua L, Michel F, Thomas F, Ketterle J, Leonard C, Josset P, Gerard M. (2005) Alkali ocular burns in Martinique (French West Indies): Evaluation of the use of an amphoteric solution as the rinsing product. *Burns* 31(2):205–211.
  9. N.Wiesner, R. M. Dutescu, D. Uthoff, A. Kottek, M. Reim, N. Schrage: First Aid Therapy for Corrosive Chemical Eye Burns: Results of a 30-year Longitudinal Study with Two Different Decontamination Concepts. *Graefes Archives Exp Clin eye res.* 2019 (in press)
  10. Schrage NF, Schlossmacher B, Aschenbrenner W, Langefeld S. (2001) Phosphate buffer in alkali eye burns as an inducer of experimental corneal calcification. *Burns* 27(5):459–464.
  11. Schrage NF, Abu Sabah, Hermanns, Panfil, Dutescu RM: Irrigation with phosphate-buffered saline causes corneal calcification during treatment of ocular burns; *Burns* (2019) in press
  12. Schrage NF, Frenz M, Reim M. (2010) Changing the composition of buffered eye-drops prevents undesired side effects. *Br J Ophthalmol* 94(11):1519–1522.
  13. Steinemann A et al. Corneal Endothelial Decompensation after Ocular Chemical Burn: Description of a New Finding. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2019; 236: 371–376).
- Wissenschaftliche und finanzielle Hinweise:** Prof. Dr. Dr. h.c. Schrage hat in den vergangenen Jahren eingela-

dene Vorträge u. a. für die Firmen Novartis, Alcon, Bayer, Ursapharm, Prevor gehalten. Sein Forschungsinstitut ACTO e.V. hat Forschungsaufträge der Firmen Chemedica, Fendall, Optima, Plum, Prevor, Procter & Gamble, Ursapharm im Kontext der Erforschung von Epithelheilungsstörungen und Verätzungen erhalten. Die seit 30 Jahren geführte Datenbank zu klinischen Verätzungen, deren Ergebnisse hier dargestellt werden, ist auf Initiative von Prof. Dr. med. M. Reim begonnen und von Prof. Schrage auf eigene Kosten und unabhängig wissenschaftlich retrospektiv aufgenommen fortgeführt und analysiert worden.

**Korrespondenzadresse:**

Prof. Dr. med. Norbert Schrage  
 Chefarzt der Augenklinik  
 Augenklinik Betriebsteil Merheim  
 Kliniken der Stadt Köln  
 Ostmerheimer Str. 200  
 51109 Köln  
 schrage@acto.de

Prof. Dr. med.  
 Norbert Schrage

