



## WUNDMANAGEMENT

# ABC der Verbrennungen

## TEIL 1: URSACHEN, MANAGEMENT UND PATHOPHYSIOLOGIE

**Verbrennungen gehören zu den verheerendsten Verletzungen, die Menschen zustossen können. Sie verlangen vom medizinischen Personal ein sachkundiges, interdisziplinäres Management, das die ganze Bandbreite von Problemen berücksichtigt, mit denen die Patienten meist langfristig konfrontiert sind. [medicos] startet mit diesem Beitrag eine dreiteilige Übersicht über das «ABC of burns», bestehend aus zwölf Veröffentlichungen im BMJ, die auch als Buch erscheinen werden.**

In den europäischen Industrieländern erleiden jährlich etwa 250 000 Patienten Verbrennungen. Von diesen suchen 175 000 eine Unfall- oder Notfallstation auf. 13 000 werden ins Spital überwiesen, mehrere Tausend mit schweren, lebensbedrohlichen Verletzungen. Die Hälfte davon sind Kinder unter zwölf Jahren. Durchschnittlich erliegen jährlich 300 Verbrennungspatienten ihren Verletzungen. In den Entwicklungsländern stellen Verbrennungen ein noch grösseres Problem dar: In Indien zum Beispiel registriert man jährlich über zwei Millionen

Verletzte, in Nepal ist die Mortalität 17-mal grösser als in Grossbritannien.

### Ursachen von Verbrennungen

Die meisten Verbrennungsverletzungen entstehen durch direkte Flammeneinwirkung (55%). Zweithäufigste Ursache sind Verbrühungen (40%). An dritter Stelle stehen Elektrounfälle und Verätzungen mit Chemikalien (5%).

Die erlittenen Verletzungen sind nach Personengruppen unterschiedlich. Generell sind männliche Patienten häufiger betroffen als weibliche, ausgenommen in der Populationsgruppe der älteren Menschen, in der die Frauen die Mehrheit ausmachen (siehe *Tabelle 1*). Oft sind zusätzliche Faktoren beteiligt wie Alkoholismus, Drogen, neurologische und psychische Erkrankungen. Diese müssen zur Beschleunigung der Heilung und zum Vorbeugen wiederholter Verbrennungen mit in die Behandlung einbezogen werden.

### Management von grösseren Verbrennungen

Das Hauptziel der Behandlung von Verbrennungsverletzungen ist eine weitestmögliche anatomische, funktionelle und psychische Wiederherstellung. Das Management erstreckt sich über sieben Phasen (siehe *Tabelle 2*).

Die Überlebenschancen nach schweren Verbrennungen abzuschätzen ist schwierig, aber notwendig. Grosse Eingriffe an Patienten ohne Überlebenschancen vorzunehmen wäre genauso unangebracht, wie einen schwer verletzten Patienten mit einer Überlebenschance nicht zu behandeln. Das Risiko sollte für jeden Patienten individuell beurteilt werden. Bestimmte Faktoren wie das Alter des Patienten, das Ausmass der Verletzungen und die Abschätzung seiner Lebensqualität vor dem Ereignis sollten in der Prognose mitberücksichtigt werden. Die Entscheidung, ob

auf Reanimationsmassnahmen verzichtet wird, sollte im medizinischen Team getroffen werden.

### Präventivmassnahmen

Die Tatsache, dass 90 Prozent der Verbrennungen vermeidbar wären, führte zu erzieherischen und gesetzlichen Massnahmen. Wirkungsvolle Prävention braucht beide Arten von Massnahmen, die auf guten epidemiologischen Daten bezüglich Ursachen und Risikogruppen basieren. Schulungen zielen auf die Veränderung des individuellen Verhaltens und müssen häufig wiederholt werden. Ein Beispiel sind die staatlichen «Fire kills»-Kampagnen in England zur häuslichen Feuerprävention und -sicherheit (siehe [www.firekills.gov.uk](http://www.firekills.gov.uk)). Gesetze wie die obligatorische Installation von Sprinkleranlagen in öffentlichen Gebäuden sind unabhängig vom individuellen Handeln, brauchen aber Zeit für die Umsetzung.

Faktoren wie Überbevölkerung und Armut, die hauptsächlich das Risiko für Verbrennungen erhöhen, sind mit Präventionsmassnahmen schwierig zu beeinflussen.

### Pathophysiologie

Innerhalb der ersten 36 Stunden ist der Patient bei Verbrennungen von über 10 Prozent der Körperoberfläche durch das Systemic Inflammatory Response Syndrome (Verbrennungsschock) unmittelbar gefährdet. Ab dem zweiten bis dritten Tag stellen das Auftreten generalisierter Organfunktionsstörungen und Defekte der Immunabwehr die Hauptgefahren für den Brandverletzten dar (Verbrennungskrankheit). Zur Beurteilung der Hautschädigung werden Ausdehnung und Tiefe der Verbrennungen abgeschätzt. Die Ausdehnung wird mit Hilfe der Neunerregel nach Wallace oder der Handflächenregel (beim Erwachsenen: Patientenhand = 1% der Körperoberfläche) erfasst. Den klinischen Schweregraden entsprechend lassen sich vier Grade der Verbrennungstiefe unterscheiden (Tabelle 3). Bei Verbrennungen, deren Ausdehnung 30 Prozent der Körperoberfläche erreicht, treten neben Lokalsymptomen auch Allgemeinsymptome auf. Die Verbrennungen müssen je nach Ursache der Verletzung behandelt werden. Für ein adäquates Management sind genaue pathophysiologische Kenntnisse Voraussetzung.

### Lokale Reaktion

Klinisch lassen sich drei dreidimensionale Zonen beschreiben:

- **Koagulationszone:** Bereich der maximalen, irreversiblen

Tabelle 1:

### Verbrennungshäufigkeit und -ursachen nach Personengruppen

Personengruppe mit Verbrennungen	Anteil am Total der Verbrennungspatienten	Ursache der Verbrennung
Kinder bis 4 Jahre (Knaben häufiger)	20%	70% Verbrühungen, seltener Flammenwirkung
Kinder und Jugendliche (5 bis 14 Jahre)	10%	Unerlaubte Aktivitäten mit Brandbeschleunigern wie Benzin oder mit elektrischem Strom
Arbeitende Bevölkerung (15 bis 64 Jahre)	> 60%	Meist Flammenwirkung, bis zu $\frac{1}{3}$ der Unfälle geschehen am Arbeitsplatz
Ältere Menschen (über 64 Jahre)	ca. 10%	Verbrühungen, Hitze, Flammeneinwirkung, oft durch altersbedingte Effekte wie eingeschränkte(s) Mobilität/Reaktionsvermögen

Gewebezerstörung durch Koagulation der Struktur- und Enzymproteine.

- **Stasiszone:** An die Koagulationszone angrenzender Bereich mit verminderter Gewebedurchblutung. Bei adäquater Behandlung kann neues Gewebe gebildet werden. Ohne durchblutungsfördernde Massnahmen oder durch sekundäre Einflüsse (länger andauernde Hypotension, Infektion, Ödeme) kann sich der Bereich in eine Koagulationszone verwandeln.
- **Hyperämiezone:** In diesem äussersten Bereich ist die Gewebedurchblutung erhöht, neues Gewebe kann sich bilden, sofern keine schwere Sepsis auftritt oder das Gewebe nicht längere Zeit ungenügend durchblutet ist.

Es hängt vom Einsatz adäquater Massnahmen in der Reanimationsphase ab, ob die Stasiszone einer Verletzung erhalten und eine Ausdehnung der Wunde verhindert werden kann.

### Systemische Reaktion

Die Freisetzung von Zytokinen und anderen Entzündungsmediatoren führt zu einer systemischen Reaktion, die sich auf verschiedene Organsysteme auswirkt.

- **Kardiovaskuläre Veränderungen:** Erhöhte Durchlässigkeit der Kapillargefässe führt zu hohem Verlust von Plasma und Elektrolyten an das Interstitium; Verengung des Splanchnikus und verminderte periphere Durchblutung; reduzierte Herzmuskeltätigkeit; diese Vorgänge zusammen mit dem Flüssigkeitsverlust aus den Wundflächen können zu einem hypovolämischen Schock führen.

Tabelle 2:

**Sieben-Phasen-Management**

Phasen der Patientenbetreuung	Massnahmen
Bergung	Evakuierung des Verletzten vom Unfallort und Erste-Hilfeleistung, meist durch zufällig anwesende Personen.
Reanimation	Unverzögliche Stabilisierung ausfallender Organsysteme (Kreislauf, Herz, Nieren, Lungen), Flüssigkeitszufuhr.
Überführung in spezialisierte Klinik	Bei schweren Verbrennungen Überführung von der Notfallstation in eine Spezialklinik für Verbrennungen.
Wundbehandlung	Behandlung der Haut- und Gewebeverletzungen, vom einfachen Wundverband bis zu Wundexzision und Hauttransplantation.
Rehabilitation	Ab Spitaleintritt physisch und psychisch unterstützende Massnahmen, sodass der Patient möglichst den Zustand vor der Verletzung erreicht.
Chirurgische Wiederherstellung	Durch die Narbenbildung entstandene funktionelle Beeinträchtigungen erfordern komplexe, oft mehrfache chirurgische Eingriffe.
Nachkontrollen	Die Patienten, insbesondere Kinder, brauchen über Jahre regelmässige Nachkontrollen zur Früherkennung und Lösung auftretender Probleme.

Tabelle 3:

**Hautschädigung gemäss den klinischen Schweregraden**

Verbrennungsgrad	Pathophysiologischer Befund
I	Erythem, lokales Ödem; Hyperämie, Vasodilatation; keine Narbenbildung
II a	Oberflächliche dermale Verbrennung: Blasenbildung unter Epidermis, Rötung wegdrückbar, feuchter Wundgrund; keine Narbenbildung
II b	Tiefe dermale Verbrennung: Blasenbildung, Schädigung weit ins Korium reichend, Rötung nicht wegdrückbar, trockener Wundgrund, Nadelstiche schmerzhaft, Narbenbildung; spontane Regeneration möglich, vereinzelt Epithelnekrosen und Denaturierung von Proteinen (weissliches Korium)
III	Nekrosen, Schorfbildung; keine Schmerzempfindlichkeit, fehlende Rekapilisierung, Zerstörung der gesamten Haut und der Hautanhangsgebilde; Koagulationsnekrosen, Narbenbildung, häufig Kontrakturen und Keloidbildung
IV	Verkohlung des Gewebes

- **Respiratorische Veränderungen:** Bronchokonstriktion, bei schweren Verbrennungen kann auch das ARDS («adult respiratory distress syndrome») auftreten.
- **Metabolische Veränderungen:** Die metabolische Basisrate erhöht sich bis auf das Dreifache; frühzeitiges aggressives Infusionsschema zur Reduktion der katabolischen Vorgänge und zum Schutz des Darmes erforderlich.

- **Immunologische Veränderungen:** Unspezifische Herabsetzung der zellvermittelten und humoralen Abwehrmechanismen.

**Verschiedene Arten von Verbrennungen**

Neben den thermischen, physikalischen und chemischen machen die absichtlich zugefügten Verbrennungen 3 bis

Tabelle 4:  
**Verbrennungstypologie**

Verbrennungstyp	Quelle	Mechanismen
Thermische Verbrennungen	Verbrühungen	Verschütten von heissen Getränken/Flüssigkeiten; Kontakt mit heissem Badewasser
	Flammeneinwirkung	Oft mit Inhalations- oder anderen begleitenden Traumata verbunden
	Hitzeinwirkung	Direkter Kontakt mit Bügeleisen, Heizungen, heissen Substanzen (Industrieunfälle oder durch Bewusstlosigkeit usw.)
Physikalische Verbrennungen	Elektrischer Strom	Hochspannungsstrom durchquert Körper oder Blitzschlag streift Körper (Kleider können sich entzünden)
	Hochspannung (1000 V) (ab 70 000 V tödlich)	
	Niederspannung (Haushaltstrom): 230 V	Wechselstromunfall im Haushalt kann zusätzlich Herzrhythmusstörungen auslösen
Chemische Verbrennungen	Säuren und Basen	Verätzungen mit Haushaltchemikalien; Industrieunfälle (Zement, Flusssäure, Bichromatsalze, Chromsäure)
Verbrennungen durch Misshandlung	Thermische Einwirkungen	Wunden von Zigaretten, Feuerzeugen, Bügeleisen, Verbrühungen usw.

10 Prozent der Verbrennungen bei Kindern aus. Einen Überblick über die Verbrennungstypen gibt *Tabelle 4*.

### Thermische Verbrennungen

Verbrühungen durch Verschütten heisser Flüssigkeiten oder durch heisses Badewasser verursachen Verbrennungen 1. Grades und oberflächliche dermale Verbrennungen 2. Grades. Sie kommen oft bei Kindern und älteren Menschen vor. Verletzungen mit Flammeneinwirkung führen zu tiefen dermalen Verbrennungen 2. Grades und Verbrennungen 3. Grades. Diese sind häufig von Inhalations- oder anderen Traumata begleitet. Bei Verletzungen durch direkten Kontakt mit heissen Gegenständen oder Substanzen stehen häufig Epilepsie, Alkohol- oder Drogenmissbrauch und Ohnmacht infolge physischer Schwäche im Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen. Eine ausführliche Untersuchung der Begleitumstände ist in diesen Fällen wichtig.

### Physikalische Verbrennungen

Unfälle mit Haushaltstrom verursachen oberflächliche und tiefe dermale Verbrennungen 2. Grades an den Ein- und Austrittsstellen des Stroms. Verletzungen durch Hochspannungsstrom führt zu grossflächiger Gewebeerstörung, häufig mit Verlust von Gliedmassen, und ist von Rhabdomyolyse und Nierenversagen begleitet. Massnahmen in der Reanimationsphase und beim Débridement sind inten-

siver zu betreiben als bei anderen Verbrennungen. Generell ist bei Verletzungen durch Strom die Überwachung der Herzrhythmickeit während 24 Stunden angezeigt.

### Chemische Verbrennungen

Nach Verätzungen kann die progressive Gewebenekrose erst nach einer vollständigen Entfernung der ätzenden Substanz gestoppt werden (Lackmuspapier zur Kontrolle verwenden). Sämtliche kontaminierten Kleidungsstücke müssen entsorgt, der Unfallbereich muss ausgiebig gespült, der Patient geduscht werden. Augenverletzungen gehören nach ausgiebigem Auswaschen in die Hände des Ophthalmologen. Verätzungen durch Chromsäure und Bichromatsalze werden mit verdünntem Natriumhyposulfit ausgespült. Durch Flusssäure entstandene Verletzungen werden mit 10-prozentigem Kalziumglukonat behandelt, das als topische Anwendung (Gel) oder Injektion verabreicht wird.

### Absichtlich zugefügte Verbrennungen

Es ist wichtig, Verbrennungen durch Misshandlung als solche zu erkennen, da bis zu 30 Prozent der wiederholt misshandelten Kinder sterben. Meist sind Kinder unter drei Jahren betroffen, aber auch ältere, hilflose oder abhängige Personen.

Das medizinische Team sollte zur Verhinderung erneuter Misshandlungen von Kindern (und in Entsprechung bei erwachsenen Opfern) folgende Schritte unternehmen:



# Repithel® – Wunden schneller und besser heilen<sup>1</sup>

- Feuchte Wundheilung und Débridement dank Hydrogel
- Durchdringen der gesamten Wunde mit Hydrosomen plus Infektionsprophylaxe
- Zellheilung und Gewebeaufbau durch körperidentische Phospholipide

<sup>1</sup> Vogt PM et al. (2001), Wound Repair Regen, 9, 116-122  
©: REPITHEL ist eine eingetragene Marke.



- Suche nach weiteren Spuren von Misshandlung
- Fotografische Dokumentation der Verletzungen
- Einschätzung des Eltern-Kind-Verhältnisses durch das Team
- Einholen weiterer medizinischer Daten beim Hausarzt usw.
- Separate Interviews mit den Familienmitgliedern (Konsistenz der Aussagen überprüfen, Interaktion beobachten).

Die sozialen Verhältnisse sind in der Krankengeschichte festzuhalten.

Korrespondenzadresse:

**Regula Patscheider**

Ruebsteinstrasse 25

8706 Meilen

E-Mail: [regula\\_patscheider@hotmail.com](mailto:regula_patscheider@hotmail.com)

**Literatur:**

Hettiaratchy S., Dziewulski P.: ABC of burns: Introduction, BMJ 2004; 328; 1366–1368.

Hettiaratchy S., Dziewulski P.: ABC of burns: Pathophysiology and types of burns, BMJ 2004; 328; 1427–1429.

Weitere Literaturangaben in den beiden Beiträgen.

Das «ABC of burns» wurde verfasst von: Shehan Hettiaratchy, Pan-Thames Training Scheme, London; Remo Papini, West Midlands Regional Burns Unit, Selly Oak University Hospital, Birmingham; Peter Dziewulski, St Andrews Centre for Plastic Surgery and Burns, Broomfield Hospital, Chelmsford.

**Interessenkonflikte:**

Remo Papini wurde die Teilnahme an Symposien über das Management von Verbrennungen finanziert von Johnson & Johnson, Hersteller von Integra, sowie Smith & Nephew, Hersteller von Acticoat and TransCyte.

**FISCHEN SIE NICHT  
IM TRÜBEN**

**Rosenfluh Media AG**  
Schaffhauserstrasse 13, 8212 Neuhausen am Rheinfall, Telefon 052-675 50 50, Fax 052-675 50 51  
E-Mail: [romed@rosenfluh.ch](mailto:romed@rosenfluh.ch)

ARS MEDICI  
Gynäkologie  
PÄDIATRIE  
managed care  
Psychiatrie & Neurologie  
(phytotherapie)  
MEDICAL JOURNAL [medicos]  
Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmethoden  
Lists&Guides Sprechstunde  
Schweizer Zeitschrift für Onkologie [TMJ's] best of