

Notfallmedizin *up2date*

1 · 2017

Pädiatrische Notfälle 5

# Management thermischer Verletzungen im Kindesalter

*Ingo Königs  
Miriam Fattouh*

VNR: 2760512017152372399  
DOI: 10.1055/s-0042-123109  
Notfallmedizin up2date 2017; 12 (01): 95–111  
ISSN 1611-6550  
© 2017 Georg Thieme Verlag KG

## Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

**Die kardiopulmonale Reanimation von Kindern (Paediatric Life Support)** Pädiatrische Notfälle C. Eich, B. Landsleitner  
Heft 1/2016

**Transporte zur ECMO im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
J.-B. Kleber, T. Schaible Heft 4/2015

**Kindesmisshandlung und -vernachlässigung** Pädiatrische Notfälle  
B. Herrmann Heft 3/2014

**Der plötzliche Säuglingstod – Was muss der Notarzt beachten?**  
Pädiatrische Notfälle J. Spermhake Heft 2/2014

**Akutes Leberversagen bei Kindern und Jugendlichen – Wann tritt es auf, was ist zu tun?** Pädiatrische Notfälle R. Ganschow, F. Brinkert, E. Grabhorn Heft 1/2014

**Das 1 × 1 der häufigsten Kindernotfälle** Pädiatrische Notfälle  
J. Keil, M. Olivieri, F. Hoffmann Heft 2/2013

**Respiratorische Notfälle im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
C. Dohna-Schwake Heft 3/2012

**Psychologische Aspekte pädiatrischer Notfallsituationen**  
Pädiatrische Notfälle H. Karutz, R. D'Amelio, F.-G. Pajonk  
Heft 2/2012

**Analgesie und Narkose im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
J. Kaufmann, M. Laschat, F. Wappler Heft 1/2012

**Notfälle aus der Perspektive der Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychosomatik** Pädiatrische Notfälle I. Al-Ameery, D. Brockmann, N. Helle, J. Kleinhanns, K. Lorenzen, C. Bindt  
Heft 4/2011

**Verbrühungen und Verbrennungen im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
A. Hennenberger Heft 3/2011

**Lebensrettende Maßnahmen bei Neugeborenen und Kindern – neue Leitlinien** Pädiatrische Notfälle T. Höhn, M. Sasse  
Heft 1/2011

**Akute Hauterkrankungen im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
S. Vöhringer, K. Lau, H. Ott Heft 4/2010

**Notfalltransporte im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
F. Tegtmeyer, T. Fischer Heft 3/2010

**Volumentherapie im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
W. Osthaus, R. Sümpelmann Heft 2/2010

**Herzrhythmusstörungen im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
J. Janoušek, R. Gebauer, M. Weidenbach Heft 1/2010

**Das polytraumatisierte Kind** Pädiatrische Notfälle M. Müller, L. Besch, A. Seekamp Heft 3/2009

**Notfälle bei behinderten Kindern** Pädiatrische Notfälle T. Bast, H. Ludwig, K.-H. Mücke, W. Voss, K. Brockmann Heft 2/2009

**Die foudroyante Sepsis im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
M. Hufnagel, P. Henneke, M. Krüger, R. Berner Heft 2/2008

**Ertrinkungsunfälle im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
D. Singer Heft 4/2007

**Unerwarteter Tod im Säuglingsalter – Schicksal oder Miss-handlung?** Pädiatrische Notfälle H. Schiffmann Heft 2/2007

**Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen**  
Pädiatrische Notfälle G. Hansmann, C. Bühner, M. Dzierko, T. Höhn Heft 1/2007

**Akute Bewusstseinsstörungen im Kindesalter** Pädiatrische Notfälle  
A. Merckenslager, T. Kapellen, W. Siekmeyer Heft 2/2006

**Lebensrettende Maßnahmen bei Kindern** Pädiatrische Notfälle  
C. Eich Heft 1/2006

### ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift: online wie offline, am PC und mobil, alle bereits erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos!  
<https://eref.thieme.de/notfall-u2d>

### JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht freigeschaltet? Ein Klick genügt:  
[www.thieme.de/eref-registrierung](http://www.thieme.de/eref-registrierung)

# Management thermischer Verletzungen im Kindesalter

Ingo Königs, Miriam Fattouh



Die Behandlung von Kleinkindern ist im Rettungsdienst insgesamt selten und auch die Versorgung von Brandverletzungen stellt in diesem Rahmen eher eine Ausnahme dar. Die Eckpfeiler der Primärversorgung brandverletzter Kinder am Unfallort bestehen aus der Sicherung der Vitalfunktion, Kühlen, der Analgosedierung, der Beurteilung des Verbrennungsausmaßes (verbrannte Fläche und Tiefe) sowie möglicher Begleitverletzungen, insbesondere des Inhalationstraumas.

## ABKÜRZUNGEN

PCI	perkutane Kollageninduktion
VKOF	verbrannte Körperoberfläche

## Einleitung

Thermische Verletzungen sind eine häufige Unfallursache bei Kindern. Sie betreffen insbesondere Kleinkinder, da in diesem Alter der Bewegungsradius mit besserer Erreichbarkeit der Gefahrenstellen deutlich schneller zunimmt als das Verständnis für die Gefahr selbst. So sind im Kindesalter etwa  $\frac{2}{3}$  der stationär behandelten Patienten mit Verbrühungen und Verbrennungen jünger als 3 Jahre.

Brandverletzte und besonders schwer brandverletzte Kinder sind im Rettungsdienst selten. Deshalb stellt die Erstversorgung von Kindern mit Brandverletzungen im Rettungsdienst die Behandler vor Schwierigkeiten, insbesondere im Kleinkindesalter. Zusätzlich ergeben sich auch technische Probleme, da z. B. die Anlage eines venösen Zugangs bei manchen Kindern eine Herausforderung ist. Auch die emotionale Reaktion mancher Rettungsmediziner ist bei ausgeprägten Befunden nicht zu unterschätzen.

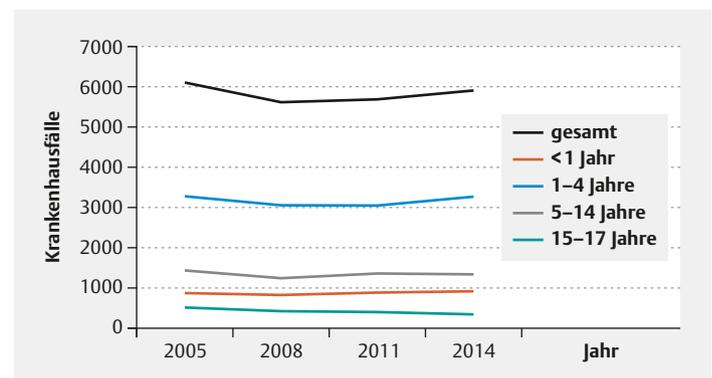
Dieser Artikel beschreibt die Behandlung von Kindern mit thermischen Verletzungen und zeigt Besonderheiten bei deren Versorgung auf.

## Ätiologie und Epidemiologie

Etwa 6000 Kinder müssen aufgrund einer Verbrennung oder Verbrühung in Deutschland pro Jahr stationär behandelt werden (► **Abb. 1**) [1]. Insgesamt geht man von

ca. 30000 brandverletzten Kindern, die einen Arzt aufsuchen, pro Jahr aus.

Wie bei den meisten Unfällen überwiegt auch bei den Kindern das männliche Geschlecht. Das relative Risiko für Jungen ist erhöht (► **Tab. 1**). Über die letzten 10 Jahre scheint jedoch das relative Risiko bei den Kindern und Jugendlichen > 5 Jahre für Jungen eher abzunehmen [1].

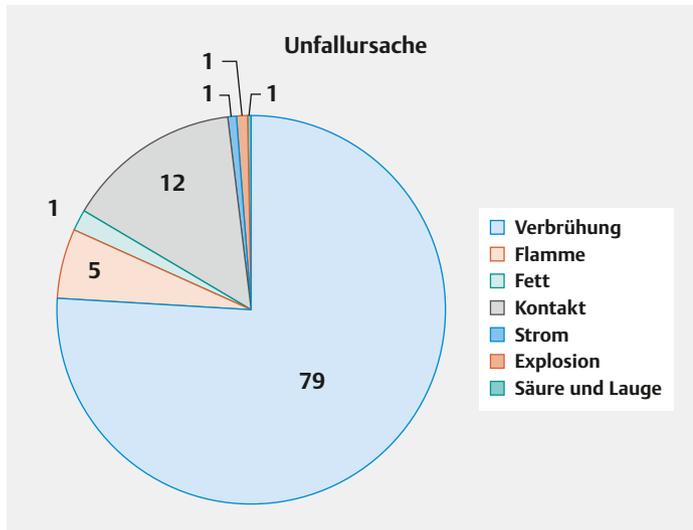


► **Abb. 1** Durch Verbrennungen und Verbrühungen bedingte Krankenhausaufenthalte pro Jahr [1].

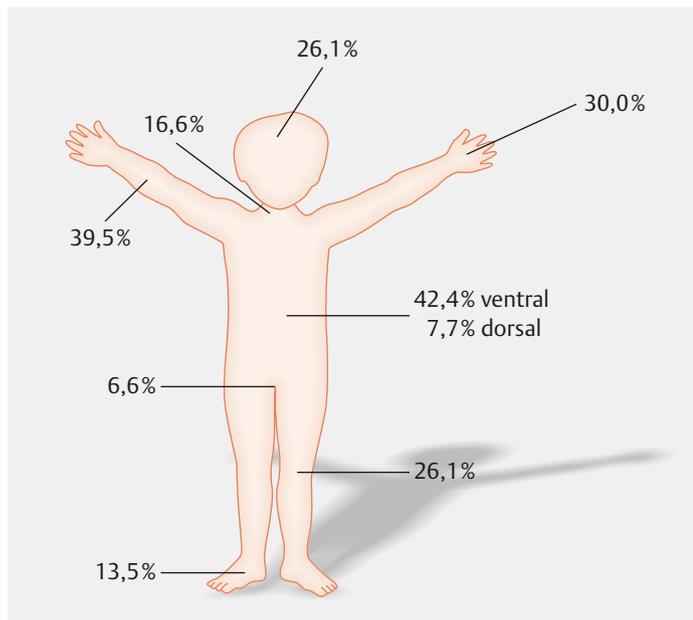
► **Tab. 1** Relatives Risiko thermischer Verletzungen geschlechterspezifisch.

Alter	relatives Risiko männlich vs. weiblich
< 1	1,3
1-4 Jahre	1,5
5-14 Jahre	1,4
15-17 Jahre	1,9

Angaben je 100000 Einwohner; Durchschnittswert der Jahre 2005–2014.



► **Abb. 2** Unfallursachen laut Verbrennungsregister Kinder 2015 [2].



► **Abb. 3** Betroffene Lokalisation laut Verbrennungsregister Kinder 2015 [2].

Die Unfallursachen, die bei Kindern zur Brandverletzung führen, sind verglichen zu Brandverletzungen im Erwachsenenalter sehr unterschiedlich. Überwiegen bei Erwachsenen die Flammenverletzungen (47,5%), so treten bei Kindern in der großen Mehrzahl der Fälle Verbrühungen auf [2]. Dazu kommt noch eine verhältnismäßig große Anzahl von Kontaktverbrühungen.

Die Verteilung der Unfallursachen ist in ► **Abb. 2** dargelegt. Aufgeführt sind die Unfallursachen bei allen im Jahr 2015 stationär behandelten Kindern, die im Verbren-

nungsregister der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin und des Arbeitskreises „Das schwerbrandverletzte Kind“ von den teilnehmenden Kliniken dokumentiert wurden [2].

Das körperspezifische Verteilungsmuster ist in ► **Abb. 3** dargestellt [2].

#### Merke

Aufgrund des häufigen Unfallmechanismus der von einer Arbeitsfläche herunter gezogenen heißen Flüssigkeit sind Kopf, Arme und der ventrale Rumpf häufig im Rahmen einer latzförmigen Verteilung überproportional betroffen. Dazu kommen als häufige Lokalisation die Hände durch Kontakt mit heißen Oberflächen.

In der großen Mehrzahl der Fälle geschieht der Unfall im häuslichen Umfeld der Kinder (98%), in 1,2% der Fälle in der Schule oder der Kindertagesstätte.

#### Cave

Nicht zu vernachlässigen ist der Anteil der nicht akzidentellen Verletzungen, der im Verbrennungsregister 2015 0,3% der Fälle ausmacht [2].

Die Dunkelziffer wird wahrscheinlich deutlich höher sein. In vergleichbaren Gesellschaften geht man bei 1–16% der Fälle von einer nicht akzidentellen Ursache aus und es wird angenommen, dass bis zu 20% aller Verletzungen bei Kindesmisshandlungen durch thermische Schädigung entstehen [3].

#### PRAXISTIPP

Aufmerksam sollte man besonders dann sein,

- wenn der beschriebene Unfallmechanismus nicht mit dem Verletzungsmuster einhergeht,
- wenn es sich um strumpf- oder handschuhförmige Verbrennungen handelt mit glatten Rändern und ohne weitere Spritzmarken (im Sinne von Tauchverletzungen),
- wenn z. B. die verspätete ärztliche Vorstellung nicht ausreichend erklärt werden kann.

Durch die gute Vernetzung des Rettungsdienstes und der Kliniken kommen die Kinder sehr zügig in ein Brandverletztenzentrum oder eine spezialisierte Klinik. 41,9% der dort behandelten Kinder wurden im Jahr 2014 in der 1. Stunde nach dem Unfall vorgestellt und weitere 34,4% nach 1 bis <4 Stunden. 11% der Kinder werden verspätet (>48 Stunden) im Zuge einer Sekundärzuweisung vorgestellt [2].

## Einteilung von Brandverletzungen

Die genaue und exakte Beurteilung von Verbrennungs- ausmaß und -tiefe ist eine der wesentlichen Grundlagen für die weitere Behandlung der thermischen Verletzungen. Begleitverletzungen wie z. B. das Inhalationstrauma müssen stets mitberücksichtigt sowie erfasst werden.

### Begleitverletzungen

Diese Begleitverletzungen können den Schweregrad signifikant beeinflussen und die Prognose verschlechtern. So verlängert das Inhalationstrauma die intensivmedizinische Therapie und erhöht die Beatmungszeit und die Mortalitätsrate [4]. Bei dem Verdacht auf ein Inhalationstrauma sollte rasch eine Sauerstofftherapie begonnen werden und eine frühzeitige Intubation insbesondere bei Stridor, Kurzatmigkeit, versengten Nasenhaaren oder Ruß und Blasenbildung intraoral/pharyngeal erwogen werden.

#### Merke

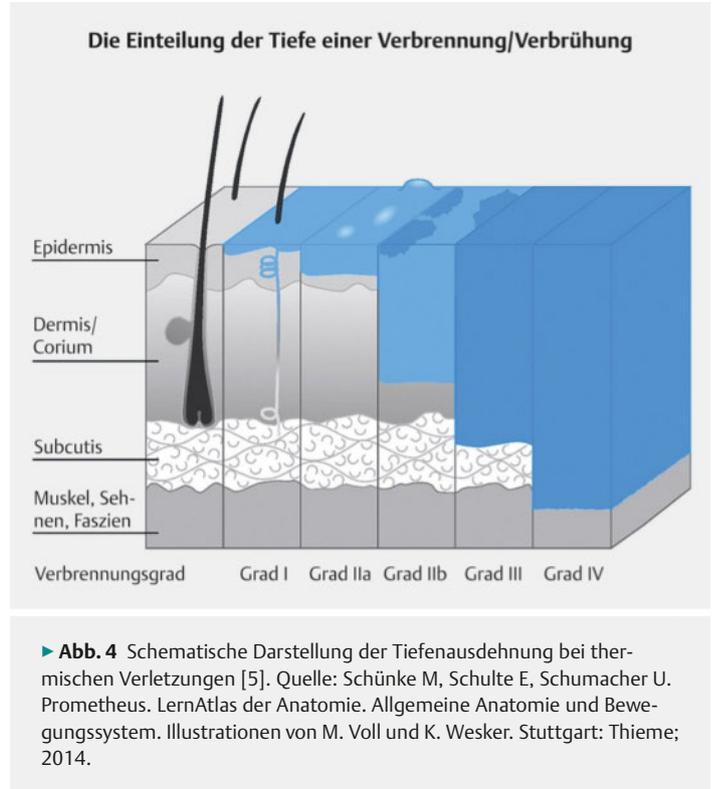
Das Ausmaß einer thermischen Verletzung wird in Prozent (%) der verbrannten Körperoberfläche (VKOF) und der Tiefenausdehnung (Grad) bestimmt. Zudem sollte die Lokalisation genannt und dokumentiert werden.

### Tiefenausdehnung

Die Tiefeneinteilung wird in 4 verschiedene Grade abhängig von der „Eindringtiefe“ der thermischen Schädigung vorgenommen (► **Abb. 4**).

Die klinische Beurteilung des Tiefenausmaßes erfolgt anhand der folgenden Kriterien:

- Wundgrundbeurteilung (Farbe und Beschaffenheit)
- Rekapillarisation
- Konsistenz

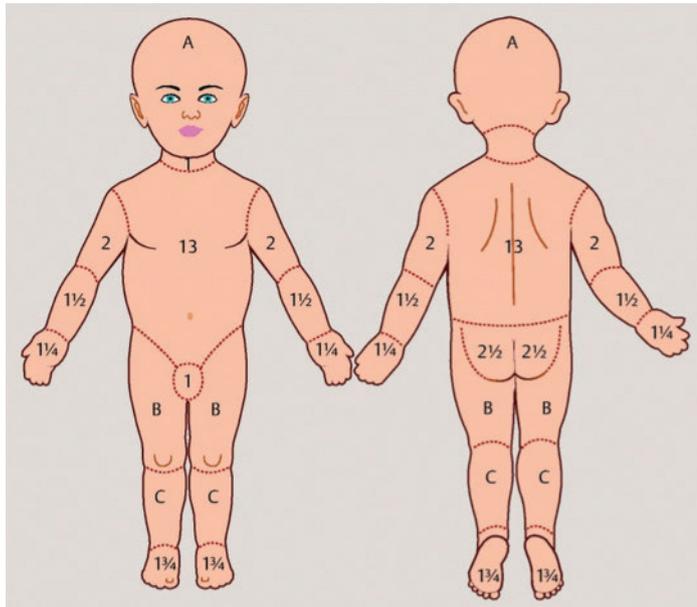


► **Tab. 2** Klinische Einteilung der Tiefenausdehnung bei thermischen Verletzungen [5].

Einteilung	Tiefe	Klinik
Grad I	epidermal	Rötung Schwellung starker Schmerz intaktes Epithel
Grad IIa	oberflächlich dermal	Blasenbildung feuchter hyperämischer Wundgrund prompte Rekapillarisation Hautanhangsgebilde intakt starker Schmerz
Grad IIb	tief dermal Haarfollikel und Schweißdrüsenausführungsgänge mit betroffen und teilweise zerstört	fetzenförmige Epidermolyse Blasenbildung weißlicher Wundgrund gestörte Rekapillarisation Hautanhangsgebilde partiell vorhanden mäßiger Schmerz
Grad III	komplett dermal	trockene weiße, elfenbeinartige Hautnekrose bis hin zur Verkohlung Verlust von Hautanhangsgebilden keine Schmerzen
Grad IV	Unterhautfettgewebe, eventuell Muskeln, Sehnen, Knochen und Gelenke	Verkohlung

Dies ist insbesondere bei der Primärversorgung nicht immer einfach und bedarf einiger Erfahrung.

Die Tiefenausdehnung lässt sich im klinischen Alltag mit den Kriterien aus ► **Tab. 2** abschätzen.



► **Abb. 5** Schematische Darstellung zur Berechnung der verbrannten Körperoberfläche nach Lund und Browder [7]. Für die Regionen Hals, Oberarm, Unterarm, Hand, Rumpf, Gesäß, Genitale und Fuß gelten unabhängig vom Alter die gleichen Prozentwerte der Gesamtkörperoberfläche. Die Regionen Kopf (A), Oberschenkel (B) und Unterschenkel (C) gehen altersabhängig in die Berechnung ein (s. a. ► **Tab. 3**). Quelle: Mehlig U, Hannmann T, Löff S. Thermische Verletzungen im Kindesalter. Pädiatrie up2date 2010; 5: 35–53.

Insbesondere im Falle von Verbrühungen sollte man sich nicht zu einer zu frühen endgültigen Tiefenbestimmung verleiten lassen, da gerade in diesem Fall häufig eine definitive Unterscheidung erst nach ca. 3–5 Tagen möglich ist [6]. In dieser Zeit tritt die bekannte Demarkierung auf und insbesondere die Unterscheidung zwischen Grad IIa und IIb kann erst zu diesem Zeitpunkt sicher getroffen werden, und somit auch die Entscheidung einer konservativen Behandlung vs. einer chirurgischen Therapie.

#### Merke

Die thermische Verletzung und somit deren Tiefenbestimmung ist ein dynamischer Prozess.

### Flächenausdehnung

#### Methode nach Lund und Browder

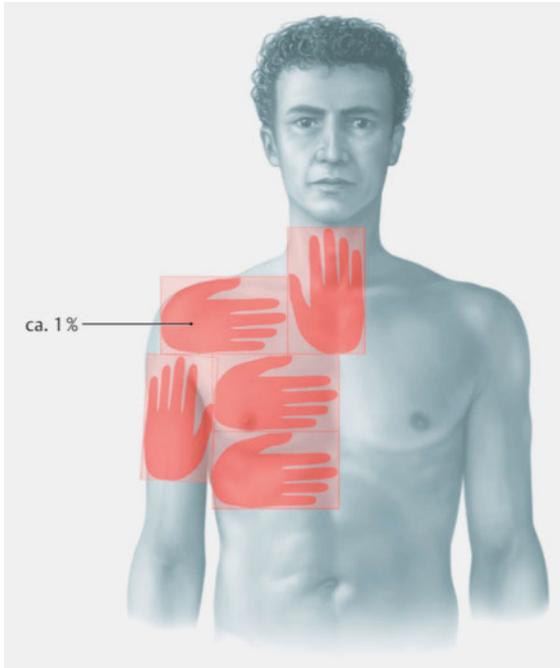
Zur Ermittlung des Flächenausmaßes kann die altersabhängige schematische Bestimmung von Lund und Browder zu Hilfe genommen werden (► **Abb. 5** u. ► **Tab. 3**). Dies hat sich vor allen Dingen bei Kindern bewährt, da bei dieser Methode das Alter sowie die jeweiligen Körperproportionen miteinbezogen werden. Die Neunerregel nach Wallace, die in der Erwachsenenmedizin zum Einsatz kommt, ist bei Kindern wenig hilfreich, da bei kleinen Kindern die Überproportion des Kopfes nicht berücksichtigt wird.

#### Handflächenregel

Deutlich einfacher und ohne jegliche Hilfsmittel kann man das Flächenausmaß der zugezogenen Verbrennung mittels der Handflächenregel bestimmen. Dabei entspricht die Handfläche des betroffenen Kindes – inklusive Finger – 1 % seiner Körperoberfläche (► **Abb. 6**).

► **Tab. 3** Berechnung der verbrannten Körperoberfläche nach Lund und Browder [7].

Alter (Jahre)	0–1	1–4	5–9	10–14	15	Erwachsener
Kopf	19%	17%	13%	11%	9%	7%
Oberschenkel	5,5%	6,5%	8%	8,5%	9%	9,5%
Unterschenkel	5%	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Hals	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Oberarm	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Unterarm	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Hand	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Rumpf	26%	26%	26%	26%	26%	26%
Gesäß	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Genitale	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Fuß	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%



► **Abb. 6** Die Fläche der Hand des betroffenen Patienten entspricht 1% seiner Körperoberfläche. Die dargestellte Fläche auf dem Rumpf entspricht somit ca. 5% seiner Körperoberfläche. Quelle: Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2014.

## Genauigkeit der Berechnung

### Merke

**Die Genauigkeit der Berechnung hängt im Wesentlichen auch von der Erfahrung des Untersuchers ab. Martin [8] konnte zeigen, dass Verbrennungsspezialisten die betroffene Fläche genauer bestimmen können als unerfahrene Untersucher.**

Es kommt in der alltäglichen Praxis häufig vor, dass das Verbrennungsausmaß in seiner Flächenausdehnung überschätzt wird. Dies kann gerade bei Kindern mit schweren Verbrennungen fatale Folgen haben aufgrund der daraus resultierenden Überinfusion, die anhand der betroffenen Körperoberfläche errechnet wird. Durch die daraus resultierende Hypervolämie kann es zu Komplikationen wie z.B. einem Lungenödem oder einem intestinalen Kompartiment kommen. Das Unterschätzen der Flächenausdehnung ist extrem selten und tritt praktisch nicht auf.

### PRAXISTIPP

Das Flächenausmaß der zugezogenen Verbrennung lässt sich schnell und einfach mit der Handflächenregel bestimmen: Die Handfläche des Kindes (mit Fingern) entspricht 1% seiner Körperoberfläche.

## Erstversorgung am Unfallort

Die Erstversorgung am Unfallort ist die Basis für eine gute und adäquate weitere Therapie. Die Eckpfeiler der Primärversorgung sind in der Infobox aufgeführt.

### INFOBOX

#### Erstversorgung am Unfallort

- Sicherung der Vitalfunktion
- Kühlen
- Analgosedierung
- möglichst exakte Beurteilung des Verbrennungsausmaßes (% VKOF und Tiefe) sowie möglicher Begleitverletzungen (Inhalationstrauma)
- Infusionstherapie und -management

## Sicherung der Vitalfunktion

Bezüglich der Sicherung der Vitalfunktion ist insbesondere das Inhalationstrauma zu berücksichtigen, woran bei Explosionen oder Bränden in geschlossenen Räumen stets gedacht werden muss. In einem solchen Fall muss der Notarzt eine Schutzintubation in Erwägung ziehen. Eine präklinische Intubation bei Gesichtsverbrühungen ist nur selten erforderlich, da sich ein intubationsbehinderndes Ödem nicht in der Kürze des Transports entwickelt.

## Kühlen

Das posttraumatische Kühlen sollte unmittelbar nach Unterbindung der Wärmequelle und Entkleidung des Patienten erfolgen. Falls die Kleidung fest mit der Haut verklebt ist (möglich im Falle von Verbrennungen), sollte sie belassen werden.

Wichtig in diesem Zusammenhang:

- Kühlung der betroffenen Körperregion und nicht des ganzen Kindes.
- Das Wasser darf nicht zu kalt sein, da es sonst sehr schnell zu einer Hypothermie kommen kann.

Mögliche Folgen einer Hypothermie sind unter anderem ein gesteigerter Sauerstoffbedarf, ein erhöhtes Apnoerisiko, eine Verschlechterung der plasmatischen Gerinnung sowie Herzrhythmusstörungen, Hypoglykämie und eine herabgesetzte Mikrozirkulation [9]. Zudem kann das kalte Wasser zu einem lokalen Gewebeschaden führen.

### Merke

**Eine sofortige Kühlung der betroffenen Körperstelle sollte mit lauwarmem Wasser (mindestens 15 °C) für maximal 10 Minuten erfolgen.**

**FALLBEISPIEL****Verbrühung**

Ein 3-jähriger Junge zieht sich mit heißem Wasser aus einem ausgeleerten Wasserkocher eine Verbrühung des Gesichts zu. Die daneben stehende Mutter nimmt den Jungen und kühlt die betroffenen Stellen in der Dusche mit kühlem Wasser. Parallel dazu wird der Rettungsdienst verständigt.

Die rasch eingetroffenen Rettungsdienstmitarbeiter bedecken die Wunden mit sterilen Kompressen und packen den Jungen für den Transport in eine Rettungsdecke ein. Auf einen i. v. Zugang wird verzichtet, eine analgetische Therapie erfolgt mit 250 mg Paracetamol supp.

Die Haut sollte zusätzlich mit sterilen, nicht haftenden Folien oder Verbänden abgedeckt werden. Das Aufbringen von anderen Mitteln wie Puder, Zahnpasta oder ggf. Salben ist obsolet.

Nach erfolgter Kühlung ist die Aufrechterhaltung der Normothermie indiziert. Dies kann durch Auflegen von Decken, Aufheizen der Umgebungstemperatur oder bei Bedarf durch warme Infusionen erzielt werden. Insbesondere großflächige thermische Verletzungen führen zu einem Verlust der Thermoregulation.

Bei Neugeborenen, Säuglingen, Kleinkindern, bei intubierten und beatmeten Patienten sowie bei Patienten mit großflächigen thermischen Verletzungen (> 15% VKOF) sollte jedoch auf eine Kühlung verzichtet werden, da eine ggf. resultierende Hypothermie mit einer erhöhten Letalität einhergeht [10].

**Analosedierung**

Leider kommt es im Alltag immer noch vor, dass die Kinder beim Eintreffen im Krankenhaus keine ausreichende analgetische Therapie erhalten haben, obwohl der Schmerz bei Patienten mit thermischen Verletzungen sehr hoch ist und gerade die Schmerztoleranz bei Kindern

herabgesetzt ist [11]. Beispielsweise Ketamin oder andere Opioide wie Fentanyl in Kombination mit Midazolam sind schnell wirksam und sehr potent.

Häufig ist eine inadäquate Schmerztherapie auf schwierige Venenverhältnisse oder ein schmerzgeplagtes Kind in Abwehrhaltung gegenüber dem – im täglichen Umgang mit Kindern ungeübten – Mediziner zurückzuführen. Hier ist jedoch zu erwähnen, dass viele Notfallmedikamente, insbesondere Schmerzmedikamente wie Fentanyl, auch intranasal (über nasalen Applikator; MAD BOD®) oder rektal appliziert werden können. Im Anschluss kann in Ruhe ein i. v. Zugang oder, wenn nötig, ein intraossärer Zugang gelegt werden.

Eine Übersicht der in der Akutversorgung benutzten Analosedativa gibt ► **Tab. 4**.

**Infusionstherapie****Merke**

**Ein adäquates Flüssigkeitsmanagement ist aufgrund des Flüssigkeitsverlusts im Bereich der Wunden, der raschen reaktiven Ödembildung und der daraus resultierenden Flüssigkeitsverschiebung aus dem Intravasalraum essenziell.**

Insbesondere in den ersten Minuten posttraumatisch kommt es aufgrund von Freisetzung verschiedener Mediatoren zum Capillary Leak mit Verlust von Wasser, Elektrolyten und Proteinen [12]. Das Flüssigkeitsmanagement hängt aber natürlich auch von dem Flächenmaß der thermischen Verletzungen ab.

Bei großflächigen thermischen Verletzungen sollte in jedem Fall ein i. v. Zugang gelegt werden und die Flüssigkeitssubstitution mit 10 ml/kg KG/h als Bolus erfolgen, um einem Volumenmangelschock vorzubeugen. Hierfür eignen sich isotone, kristalloide Lösungen (Ringer-Acetat). Falls dies nicht möglich ist, sollte die Substitution über eine intraossäre Nadel erfolgen. Sofern ein längerer Transportweg ansteht, ist die Flüssigkeitssubstitution mit 10 ml/kgKG/h bei ausgeprägten Verletzungen fortzuführen. Die Bestimmung der Verletzungstiefe der Verbrennung spielt in der Akutphase eine untergeordnete Rolle,

► **Tab. 4** Dosisempfehlung für Analosedativa bei Kindern.

Wirkstoff	intravenös	intraossär	rektal	intranasal
Ketamin	2–4 mg/kgKG	2–4 mg/kgKG	7–10 mg/kgKG	1–3(–5) mg/kgKG
Ketamin S	1–2 mg/kgKG	1–2 mg/kgKG	3–5 mg/kgKG	0,5–1,5(–2,5) mg/kgKG
Fentanyl	0,001–0,01 mg/kgKG			
Piritramid	0,05–0,1 mg/kgKG			
Midazolam	0,05–0,1(–0,2) mg/kgKG		0,3–0,5 mg/kgKG	0,2–0,3 mg/kgKG

da sich dadurch keine Änderung des initialen Flüssigkeitsregimes ergibt.

Bei Kindern mit kleinflächigen thermischen Verletzungen (< 10% VKOF) kann bei schwierigen Venenverhältnissen am Unfallort auf einen i.v. Zugang verzichtet werden, wenn das Krankenhaus in weniger als 30 Minuten erreichbar ist.

## Transport in die Klinik

Patienten mit ernsten und schweren Verbrennungen sollten in jedem Fall in ein Verbrennungszentrum oder eine spezialisierte Klinik mit hoher Expertise transportiert werden. Die in der Übersicht zusammengefassten Kriterien charakterisieren eine schwere Verbrennung.

### ÜBERSICHT

#### Schwere Verbrennung

- Inhalationstrauma
- Verbrennungen II. Grades von  $\geq 10\%$  VKOF
- Verbrennungen III. Grades von  $\geq 5\%$  VKOF
- Beteiligung von Gesicht, Händen, Füßen, Genitalien, Perineum oder großen Gelenken
- alle thermischen Verletzungen IV. Grades

Kinder mit ausgeprägten thermischen Verletzungen sollten in Notarztbegleitung transportiert werden. Während des Transports sollte keine weitere Kühlung mehr durchgeführt und die Vitalparameter inklusive Temperatur streng im Blick behalten werden.

## Versorgung im Krankenhaus

Bei der Aufnahme des Kindes im Krankenhaus sollte zunächst eine Reevaluation des Verbrennungsausmaßes und des klinischen Zustands sowie der Schmerztherapie erfolgen. Wie bereits oben erwähnt, ist für die daraus resultierende Flüssigkeitssubstitution eine genaue Kalkulation der betroffenen Körperoberfläche notwendig. Bei einer Fehlkalkulation kann es z. B. zu einer Hypervolämie aufgrund des meist überschätzten Verbrennungsausmaßes mit den damit verbundenen Komplikationen kommen. Zudem sollten das Gewicht und die Größe des Kindes gemessen werden.

### FALLBEISPIEL

#### Verbrühung II

Bei Ankunft in der Klinik befindet sich der Junge in einem ordentlichen Allgemeinzustand. Bei der Beurteilung der Verletzung zeigt sich eine Verbrühung des Gesichts und der behaarten Kopfhaut rechts frontal. Die Areale sind zweitgradig verbrüht. Es finden sich noch einzelne gefüllte Blasen, bei über der Hälfte der Fläche sind die Blasen spontan eröffnet. Insgesamt wird das Ausmaß mit 3% VKOF beziffert. Der Tetanusimpfschutz ist intakt.

Aufgrund des Ausmaßes, der Lokalisation und des Alters wird dann zur weiteren kindgerechten Versorgung ein Débridement in Narkose durchgeführt (► **Abb. 8**).

Weiterführend sollte auf die folgenden Punkte geachtet werden:

### Intensivmedizinisches Management

Die Überwachung der Vitalparameter ist für die Zustandsbestimmung des Kindes und als Basis für das nachfolgende Therapiemanagement von großer Bedeutung. Bei schweren Verbrennungen kann aufgrund der Flüssigkeitssubstitution, Medikamentengabe, häufiger Narkosen sowie zur kontinuierlichen Messung des zentralen Venendrucks die Anlage eines zentralen Venenkatheters indiziert sein.

### Diurese

Die Diurese kann sehr gut nach Legen eines Blasenkatheters kontrolliert werden. Bei großflächigen Verbrennungen bietet sich ein Dauerkatheter mit Temperatursonde an. Die Diurese sollte bei Säuglingen und Kleinkindern 1–2 ml/kgKG/h und bei Schulkindern 0,5–1 ml/kgKG/h betragen. Sofern kein Blasenkatheter angelegt wird (z. B. bei Kindern < 15% VKOF), kann die Überwachung der Diurese mittels dem spezifischen Gewicht erfolgen. Bei Zeichen eines Volumenmangels und Oligurie sollte die Flüssigkeitszufuhr erhöht werden. Genauso wichtig ist jedoch die rechtzeitige Reduktion der Infusion bei einer Diurese oberhalb des Zielbereichs, um einer ausgeprägten Ödembildung entgegenzuwirken.

### Ernährung

#### Merke

**Prinzipiell sollte stets eine frühzeitige enterale Ernährung angestrebt werden.**

Schwer verbrannte Kinder entwickeln im Rahmen der Verbrennungskrankheit einen Hypermetabolismus, der bis zum 2,5-Fachen des Grundumsatzes betragen kann. Diese katabole Stoffwechsellage erfordert daher eine entsprechend zusammengesetzte hyperkalorische Ernährung (► **Tab. 5**).

► **Tab. 5** Tagesbedarf (Regel nach Hildreth 1990 [13]).

Alter	Energiebedarf
< 12 Jahre	1800 kcal/m <sup>2</sup> gesamte KOF + 1300 kcal/m <sup>2</sup> VKOF
> 12 Jahre	1500 kcal/m <sup>2</sup> gesamte KOF + 1500 kcal/m <sup>2</sup> VKOF

## Infusionstherapie

In der Kinderverbrennungsmedizin hat sich bei großflächigen Verbrennungen die modifizierte Parkland-Formel für Kinder bewährt (► **Tab. 6**).

Kinder mit einer kleinflächigen Verbrennung (bis maximal 15% VKOF) benötigen nur den Erhaltungsbedarf angepasst an spezifisches Gewicht und Diurese.

► **Tab. 6** Parkland-Formel für Kinder: Flüssigkeitssubstitution während des stationären Aufenthalts.

Infusionstherapie	
<b>Grundbedarf</b>	
≤ 10 kgKG	100 ml/kgKG/d
≤ 20 kgKG	80 ml/kgKG/d
≤ 40 kgKG	50 ml/kgKG/d
> 40 kgKG	40 ml/kgKG/d
<b>stationäre Therapie</b>	
1. Tag	4–5 ml/kgKG × VKOF
2. Tag	1 ml/kgKG × % VKOF

	Basis-medikation	Bedarfs-medikation
Stufe I	<b>Ibuprofen</b> 1–4 × tägl. oder <b>Paracetamol</b> 1–4 × tägl. (z. B. bei < 6 kgKG oder < 3 Monate)	
Stufe II	<b>Ibuprofen</b> 3–4 × tägl.	+ <b>Metamizol</b> 1–4 × tägl. oder/und <b>Paracetamol</b> 1–4 × tägl.
Stufe IIB oder Stufe IIIb	<b>Stufe II</b>	+ <b>Tramal Long</b> 1–4 × tägl. (ab 12. Lebensjahr) <b>Piritramid</b> als KI (3 mg ab 50 kgKG, kleinere Kinder nach Schema/Rücksprache)
Stufe IV	<b>Stufe II</b>  <b>PDK</b> oder <b>per Schmerz-</b> <b>katheter</b>	+ <b>PCA</b>  + <b>Stufe I–III</b> + <b>Stufe I–III</b>

► **Abb. 7** Stufenschema Schmerztherapie (Abteilung für Kinderanästhesie, Altonaer Kinderkrankenhaus, Hamburg) (KI = Kurzinfusion, PCA = patientenkontrollierte Analgesie).

## Analosedierung

Es sollte stets eine adäquate Analosedierung zur Schmerzfürfreiheit des Patienten angestrebt werden, insbesondere um die Traumatisierung des Kindes durch die schmerzhaften repetitiven Verbandswechsel zu minimieren. Hierfür eignet sich die Kombination eines Analgetikums mit einem Sedativum.

### Merke

**Die Schmerzfürfreiheit der Kinder sollte die Basis einer jeden Behandlung sein.**

Bei leichten Verbrennungen kommt unser Stufenschema zum Einsatz (► **Abb. 7**). Bei schweren Traumata und intuitiven Patienten werden meist Ketamin S, Opiode und Midazolam eingesetzt.

## Antibiotische Therapie

Eine prophylaktische antibiotische Therapie im Rahmen von thermischen Verletzungen ist nicht indiziert. Falls man den Verdacht auf eine systemische Infektion hat, ist eine kalkulierte antibiotische Therapie nach entsprechender bakteriologischer Diagnostik zu empfehlen.

## Lokalthherapie

### Débridement

Nach initialer Stabilisierung des Patienten wird möglichst rasch die chirurgische Wundversorgung mit Débridement in Analosedierung durchgeführt. Ziel ist es, alle Blasen abzutragen, da eine verzögerte Reepithelialisierung durch die Blasenflüssigkeit sowie ein Bakterienwachstum von den Haarfollikeln ausgehend anzunehmen ist. Dies funktioniert gut mit Kompressen und einer Wunddesinfektionslösung (z. B. Octenisept oder Polyhexanidlösung).

Die Körpertemperatur des Patienten sollte vor dem Débridement im oberen Normbereich liegen. Zudem muss insbesondere bei ausgedehnten Verletzungen auf eine ausreichende Umgebungstemperatur geachtet werden, beispielsweise durch Vorheizen des Operationssaals.

### Wundaufgabe

Die geeignete Wundaufgabe richtet sich einerseits nach der Beschaffenheit der Wunde, andererseits aber auch nach den kindlichen Anforderungen.

### Merke

**Die ideale Wundaufgabe sollte eine antibakterielle Wirkung haben, schmerzarm zu wechseln sein und, wenn möglich, länger auf der Wunde verbleiben.**

Hierfür eignen sich beispielsweise Polyurethan-Schaumstoffverbände mit Silber wie z. B. Mepilex Ag®. Es weist eine gute Flüssigkeitsabsorption auf, die gerade in den ersten Tagen bei den zweigradigen Verbrühungen von Nutzen ist. Zudem hat es aufgrund seines Silbergehalts eine antibakterielle Wirkung. Ein weiterer Vorteil dieser



► **Abb. 8** 3-jähriger Junge mit Verbrühung gemischt zweitgradig.  
 a Am Unfalltag nach primärem Débridement.  
 b Nach Suprathelaufgabe.  
 c Am 5. postoperativen Tag nach Suprathelaufgabe.  
 d 2 Wochen nach Suprathelaufgabe.  
 e 4 Wochen postoperativ.

Wundauflage ist, dass sie bis zu 5 Tage auf der Wunde belassen werden kann, sie sollte in den ersten Tagen jedoch bereits jeweils nach 2–4 Tagen zur besseren Wundbeurteilung gewechselt werden.

Bei oberflächlichen thermischen Verletzungen (zweitgradig) hat sich der Einsatz von Suprathel® bewährt. Hierbei handelt es sich um einen synthetischen Hautersatz, der sich der Wundfläche anpasst und adhärirt. Dieses Lacto-Capromer verbleibt auf der Wunde bis zur vollständigen Abheilung. Somit sind die Verbandswechsel trocken, atraumatisch und quasi schmerzfrei, da man nicht in direkten Kontakt mit der Wunde kommt. Zudem besitzt Suprathel eine antibakterielle Wirkung aufgrund des niedrigen pH-Wertes bedingt durch den Milchsäuregehalt. Sofern die Wunde reizlos ist und das Suprathel anhaftet, kann von einer erfolgreichen Wundheilung aus-

### FALLBEISPIEL

#### Verbrühung III

In störungsfreier Intubationsnarkose erfolgt die erneute Begutachtung des Befunds. Im betroffenen Areal rechts frontal und parietal werden die Haare rasiert. Nach sterilem Abwaschen mit Octenisept erfolgen dann die Blasenabtragung und ein Débridement mit dem scharfen Löffel.

Es zeigen sich allseits rosige Wundgründe und ein rascher kapillärer Refill. Die meisten Areale werden oberflächlich zweitgradig bewertet, es finden sich kleinere tiefere Anteile, insbesondere im Bereich der behaarten Kopfhaut. Nun folgt eine Suprathelaufgabe mit zweischichtiger Fettgaze (► **Abb. 8**).



► **Abb. 9** Dreijähriges Mädchen mit zirkulärer Verbrühung am rechten Unterarm (a). Nach erfolgter Escharotomie (b).

gegangen werden (► **Abb. 8**). Suprathel wird in der Primärversorgung angewendet oder beim ersten Verbandswechsel aufgelegt, da zu diesem Zeitpunkt die Unterscheidung der Tiefenausdehnung eindeutiger ist.

### Chirurgische Therapie

Der Zeitpunkt der chirurgischen Therapie bei tiefergradigen thermischen Verletzungen sollte so gewählt werden, dass sich die betroffenen Areale demarkiert haben, um eine „Übertransplantation“ zu vermeiden. In der Regel heilen die oberflächlichen Verletzungen binnen 2 Wochen ab. Gerade bei den gemischtgradigen thermischen Verletzungen, insbesondere Verbrühungen, sollten also zwischen dem 7. und 12. posttraumatischen Tag bei den tiefen Arealen die Nekrektomie und die Deckung mittels Spalthaut erfolgen. Lediglich bei der Lokalisation Handflächen und Gesicht kann man noch weiter zuwarten, da dort ein hohes Regenerationspotenzial besteht.

Bei großflächigen tiefen Verbrennungen ist ggf. bereits zu einem deutlich früheren Zeitpunkt eine Nekrektomie und Deckung indiziert, da in diesem Fall aufgrund der hohen Hitzeeinwirkung bereits früher eine Demarkierung eintritt, in der Regel zwischen dem 3. und 5. Tag. Bei tiefen Verbrennungen (drittgradig) im Bereich des Halses, der Extremitäten sowie des Rumpfes, die nahezu oder komplett zirkulär sind, muss eine sofortige Escharotomie in Erwägung gezogen werden, sofern ein Kompartiment zu befürchten ist (► **Abb. 9**).

#### PRAXISTIPP

Bei tiefen Verbrühungen liegt in der Regel der optimale Zeitpunkt einer chirurgischen Versorgung zwischen dem 7. und 12. posttraumatischen Tag, bei Verbrennungen zwischen Tag 3 und 5.

Die Hauttransplantation an der betroffenen Wunde wird nach einer tangentialen Nekrektomie durchgeführt. Das beste Resultat der Transplantation findet sich meist bei noch partiell erhaltener Dermis, wobei dies natürlich bei tiefen Verbrennungen nicht gewährleistet werden kann.

#### Merke

**Eine ungemessene Spalthaut liefert ein kosmetisch vorteilhafteres Ergebnis und sollte bei ausreichender Fläche der Entnahmestelle und bei Verbrennungen < 15% VKOF stets angestrebt werden (► **Abb. 10**).**

Ein erster Verbandswechsel sollte spätestens am 5. postoperativen Tag durchgeführt werden. Zu diesem Zeitpunkt ist das Transplantat bei regelrechter Einheilung ausreichend fest, um die Fixierungen (Nähte oder Klammern) zu lösen. Zu diesem Zeitpunkt kann meist eine sichere Aussage über die „Take-Rate“ des Transplantats getroffen werden (► **Abb. 11**).

Bei Kindern hat sich die Entnahme der Spalthaut an der behaarten Kopfhaut bewährt, da die Entnahmestelle mit ihrer in der Regel nach dem Heilungsverlauf unterschiedlichen Pigmentierung nach erneutem Wachstum der Haare nicht sichtbar ist. Vor der Rasur sollte in jedem Falle die Haargrenze markiert werden, um eine Entnahme darüber hinaus zu vermeiden. Nach Rasur und Desinfektion werden eine Adrenalinlösung und Lokalanästhetika (Sattler-Mischung) untergespritzt, um zum einen den Blutverlust zu verringern und zum anderen die Kopfhaut anzuhäben, um so mit dem Dermatome besser gleiten zu können (► **Abb. 12**).

Eine Entnahmedicke von 0,2 mm sollte in der Regel nicht überschritten werden. Bei sehr kleinen Säuglingen ist auch eine Entnahmedicke von 0,1 mm ausreichend.



► **Abb. 10** 15-jähriger Patient mit einer Verbrennung durch heißes Fett am 7. posttraumatischen Tag.  
 a Man sieht bereits eine deutliche Demarkierung des transplantationsbedürftigen Areals (Grad II b–III) im Vergleich zum primär heilenden (Grad II a).  
 b Nach erfolgter Nekrektomie des tiefergradigen Areals und Spalthauttransplantation.  
 c 28 Tage postoperativ.



► **Abb. 11** 3-jähriger Patient nach Knallkörperverbrennung.  
 a Am 7. posttraumatischen Tag zeigt sich bereits eine deutliche Demarkierung des transplantationsbedürftigen Areals.  
 b Nach Nekrektomie erfolgt die Spalthauttransplantation.  
 c 5. postoperativer Tag.  
 d 2 Wochen postoperativ.



► **Abb. 12** Spalthautentnahme an der behaarten Kopfhaut.

- a Rasur des Kopfes nach Einzeichnen der Haargrenze.
- b Unterspritzung mittels Adrenalinlösung (TLA-Lösung nach Sattler).
- c Entnahme mittels Akkuderatom (0,2 mm).
- d Entnahmestelle.
- e 6. postoperativer Tag.
- f 11. postoperativer Tag nach Spalthautentnahme.

## Nachsorge

### Merke

**Eine konsequente Nachsorge sollte in der Verbrennungsbehandlung einen ebenso hohen Stellenwert haben wie eine gute Primärversorgung.**

Bei allen tiefen oder größerflächigen Verbrennungen sollte ein ausreichendes und adäquates Nachsorgekonzept durch die behandelnden Ärzte erstellt werden. Dazu gehören neben der konservativen Narbentherapie auch ggf. eine physio-/ergotherapeutische Behandlung sowie eine psychologische Betreuung. Diese Maßnahmen sollten bereits durch den Verbrennungsmediziner initiiert werden und in Relation mit dem Befund in regelmäßigen Abstän-

den im Rahmen einer speziellen Sprechstunde für brandverletzte Kinder reevaluiert werden.

### Narbenbehandlung

Die konservative Narbentherapie dient neben dem Erhalt bzw. der Wiederherstellung der vollständigen Funktion auch dem Erreichen eines optimalen kosmetischen Ergebnisses. Die Pflege mit Salben ist die Basistherapie jeder Narbe (s. a. Fallbeispiel). Bei tieferen Verbrennungen und nach Transplantationen wird in der Regel über 10–18 Monate eine Kompressionstherapie durchgeführt, um die häufig auftretenden Hypertrophien zu vermeiden. Zusätzlich werden bei Bedarf Silikonauflagen, Lagerungsschienen und Kompressionspolster angewendet.

## ÜBERSICHT

### Gängige Operationsmethoden zur Korrektur kindlicher Verbrennungsnarben

- Lasertherapie
- Needling (perkutane Kollageninduktion – PCI)
- Dermabrasio
- Dermal-Overgrafting
- Exzisionen, serielle Exzisionen, intraläsionale Exzisionen
- lokale Verschiebelappenplastik, Z-Plastik, Jumping-Man-Plastik
- Narbenrelease/-korrektur mit Vollhauttransplantation
- Narbenkorrektur und Defektdeckung mittels Dermisersatz
- Narbenkorrektur mit Expandern
- Fernlappenplastik

Operative Narbenkorrekturen erfolgen meist erst nach Ausschöpfen einer konsequenten konservativen Narbenbehandlung und nach Ausreifung der Narben. Besteht jedoch eine therapieresistente Funktionseinschränkung, sind Korrekturoperationen früher indiziert. Zahlreiche chirurgische Maßnahmen zur Narbenkorrektur stehen zur Verfügung (s. Übersicht).

## Prävention

### Merke

**Die wichtigste „therapeutische Maßnahme“ in der Verbrennungstherapie ist die Prävention.**

Neben den zunehmend gesetzlich vorgeschriebenen baulichen Maßnahmen wie Rauchmeldern kommt der Aufklärung eine große Bedeutung zu. Paulinchen – Initiative für brandverletzte Kinder e.V. ([www.paulinchen.de](http://www.paulinchen.de)) hat die Prävention neben der Betreuung betroffener Familien zu einer ihrer Hauptaufgaben gemacht. So werden von Paulinchen zahlreiche Präventionskampagnen durchgeführt und der „Tag des brandverletzten Kindes“ am 07. Dezember ([www.tag-des-brandverletzten-kindes.de](http://www.tag-des-brandverletzten-kindes.de)) veranstaltet. In vielen Kliniken und Einrichtungen werden zu diesem Tag zahlreiche Aktionen durchgeführt.

## Zusammenfassung

### Epidemiologie

Thermische Verletzungen sind eine häufige Unfallursache bei Kindern. Sie betreffen insbesondere Kleinkinder. So sind im Kindesalter etwa  $\frac{2}{3}$  der stationär behandelten Patienten mit Verbrühungen und Verbrennungen jünger als 3 Jahre. Etwa 6000 Kinder müssen aufgrund einer Ver-

## FALLBEISPIEL

### Verbrühung III

Postoperativ erholt sich der Junge rasch mit gutem peroralem Kostaufbau und suffizienter Flüssigkeitsausscheidung, sodass die postoperative i. v. Flüssigkeitssubstitution zügig beendet werden kann. In Narkose wird am 3. Tag der oberflächliche Verband das 1. Mal gewechselt. Dabei zeigt sich das Suprathel mit der unteren Fettschicht gut anhaftend und reizlos. Anschließend wird der kleine Patient entlassen.

Weitere poststationäre Verbandswechsel werden ambulant 3 und 6 Tage nach der Entlassung durchgeführt. Auch dabei zeigen sich reizlos anhaftende Suprathelaufgaben. Am 9. posttraumatischen Tag kann das Suprathel bereits von den Rändern gekürzt werden. Beim folgenden Verbandswechsel 13 Tage nach dem Unfall lässt sich das Suprathel vollständig ablösen. Die Wunden sind vollständig epithelialisiert und können offen belassen werden.

Die Familie beginnt eine 3× tägliche Pflege der Areale mit Panthenolsalbe.

brennung oder Verbrühung in Deutschland pro Jahr stationär behandelt werden.

### Verletzungsausmaß

Die genaue und exakte Beurteilung von Verbrennungsausmaß und Tiefe der Verletzung ist eine der wesentlichen Grundlagen für die weitere Behandlung. Begleitverletzungen, wie z. B. ein Inhalationstrauma, müssen stets mitberücksichtigt und erfasst werden. Diese Verletzungen können den Schweregrad signifikant beeinflussen und die Prognose verschlechtern.

Die Tiefenausdehnung der thermischen Verletzung lässt sich in 4 Grade einteilen:

- erstgradig: epidermal
- zweitgradig:
  - IIa: oberflächlich dermal
  - IIb: tief dermal
- drittgradig: komplett dermal
- viertgradig: Verkohlung

Das Flächenausmaß der zugezogenen Verbrennung lässt sich schnell und einfach ohne jegliche Hilfsmittel mittels der Handflächenregel bestimmen. Dabei entspricht die Handfläche des betroffenen Kindes – inklusive Finger – 1% seiner Körperoberfläche.

### Therapeutisches Vorgehen

Eine Kühlung ist mit lauwarmem Wasser (mindestens 15°C) für maximal etwa 10 Minuten empfohlen.

Die Eckpfeiler der Primärversorgung am Unfallort bestehen aus

- Sicherung der Vitalfunktion,
- Kühlen,
- Analgosedierung,
- Beurteilung des Verbrennungsausmaßes (% VKOF und Tiefe) sowie möglicher Begleitverletzungen (Inhalationsstrauma).

Die Haut sollte zunächst zusätzlich mit sterilen nicht haftenden Folien oder Verbänden abgedeckt werden.

Die Temperatur des Kindes muss stets im Blick behalten werden.

Die Schmerztherapie ist bei brandverletzten Patienten essenziell. Viele Analgetika und Sedativa können auch rektal oder intranasal appliziert werden, sodass man bei schwierigen Venenverhältnissen auf diese zurückgreifen kann.

Bei konservativem Management ist aus der Vielzahl der Angebote eine geeignete Wundauflage zu wählen. Die Wundauflage sollte eine antibakterielle Wirkung haben, schmerzarm zu wechseln sein und, wenn möglich, länger auf der Wunde verbleiben können, um die Anzahl der Verbandswechsel zu reduzieren.

Bei tiefen thermischen Verletzungen ist die tangentielle Nekrektomie und Spalthauttransplantation die Therapie der Wahl.

Eine konsequente Nachsorge sollte in der Verbrennungsbehandlung einen ebenso hohen Stellenwert haben wie eine gute Primärversorgung.

Bei allen tiefen oder größerflächigen Verbrennungen sollte ein ausreichendes und adäquates Nachsorgekonzept durch die behandelnden Ärzte erstellt werden. Zudem sind regelmäßige Kontrollen in einer spezialisierten Sprechstunde für brandverletzte Kinder indiziert.

Die effizienteste „therapeutische Maßnahme“ in der Verbrennungstherapie ist die Prävention.

### Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### KERNAUSSAGEN

- Die Eckpfeiler der Primärversorgung am Unfallort:
  - Sicherung der Vitalfunktion
  - Kühlen
  - Analgosedierung
  - Beurteilung von
    - Verbrennungsausmaß (% der verbrannten Körperoberfläche [VKOF] und Tiefe)
    - möglichen Begleitverletzungen (Inhalationsstrauma)
- Abdecken der brandverletzten Haut mit sterilen nicht haftenden Folien oder Verbänden
- nach initialer Kühlung Normothermie aufrechterhalten
- Patienten mit ernsten und schweren Verbrennungen in jedem Fall in ein Verbrennungszentrum oder eine spezialisierte Klinik mit hoher Expertise transportieren.

### Über die Autoren



#### Ingo Königs

Dr. med., Kinderchirurg, Leiter der Sektion für Brandverletzungen, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie im Kindesalter, Oberarzt der Abt. für Kinderchirurgie am Altonaer Kinderkrankenhaus und der Klinik für Kinderchirurgie Universitätsklinikum Eppendorf, Hamburg.

Verantwortlicher für Kinderdaten des Verbrennungsregisters der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin, Vorstand Arbeitskreis „Das schwerbrandverletzte Kind“.



#### Miriam Fattouh

Dr. med., Kinderchirurgin, Stv. Leiterin der Sektion für Brandverletzungen, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie im Kindesalter, Oberärztin der Abt. für Kinderchirurgie am Altonaer Kinderkrankenhaus und der Klinik für Kinderchirurgie am Universitätsklinikum Eppendorf, Hamburg.

Studium der Humanmedizin in Hamburg. 2015–2016 Zentrum für Brandverletzte Kinder, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Kinderspital Zürich, zuletzt als Oberärztin und Stv. Leiterin.

### Korrespondenzadresse

#### Dr. med. Ingo Königs, Dr. med. Miriam Fattouh

Altonaer Kinderkrankenhaus  
Abteilung für Kinderchirurgie  
Sektion für Brandverletzungen, Plastische  
und Rekonstruktive Chirurgie  
Bleickenallee 38  
22763 Hamburg  
ingo.koenigs@kinderkrankenhaus.net

## Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt Wiesbaden. Unfälle, Gewalt, Selbstverletzung. Ergebnisse der amtlichen Statistik zum Verletzungsgeschehen 2014, Schwerpunkt: Kinder- und Jugendliche, 2016, erschienen am 11.05.2016, korrigiert am 25.08.2016, Tabelle 7.1 und 7.2. Im Internet: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/UnfaelleGewaltKinderTabellenbandZIP\\_5230001.zip?\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/UnfaelleGewaltKinderTabellenbandZIP_5230001.zip?_blob=publicationFile); Stand: 01.03.2017
- [2] Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin. Verbrennungsregister der DGV und des Arbeitskreises „Das schwerbrandverletzte Kind“. Jahresbericht Verbrennungsregister für das Jahr 2015. Jährliche Erhebung der Basisdaten des Arbeitskreises „Das schwerbrandverletzte Kind“ präsentiert auf den Jahrestagungen der DAV (deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Verbrennungsmedizin)
- [3] Greenbaum AR, Donne J, Wilson D et al. Intentional burn injury: an evidence-based, clinical and forensic review. *Burns* 2004; 30: 628–642
- [4] Tan A, Smailes S, Friebe T et al. Smoke inhalation increases intensive care requirements and morbidity in paediatric burns. *Burns* 2016; 42: 1111–1115
- [5] Arbeitsgemeinschaft wissenschaftlicher medizinischer Fachgesellschaften – AWMF. S2k-Leitlinie 006-128: Behandlung thermischer Verletzungen im Kindesalter (Verbrennungen, Verbrühungen), AWMF, aktueller Stand: 04/2015. Im Internet: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/006-128.html>; Stand: 01.03.2017
- [6] Papp A, Kiraly K, Harma M. The progression of burn depth in experimental burns: a histological and methodological study. *Burns* 2004; 30: 684–690
- [7] Lund CC, Browder NC. The estimation of areas of burns. *Surg Gynecol Obstet* 1944; 79: 352–358
- [8] Martin RF. Management of burns. *Surg Clin North Am* 2014; 94: xiii–xiv
- [9] Lynn M, Jeroukhimov I, Klein Y et al. Updates in the management of severe coagulopathy in trauma patients. *Intensive Care Med* 2002; 28: 241–247
- [10] Benjamin D, Herndon DN. Special Considerations of Age: the pediatric burned Patient. In: Herndon DN, ed. *Total Burn Care*. 2nd ed. London: Saunders; 2002: 427–438
- [11] Richardson P, Mustard L. The management of pain in the burns unit. *Burns* 2009; 35: 921–936
- [12] Tricklebank S. Modern trends in fluid therapy for burns. *Burns* 2009; 35: 757–767
- [13] Hildreth MA, Herndon DN, Desai MH et al. Current treatment reduces calories required to maintain weight in pediatric patients with burns. *J Burn Case Rehabil* 1990; 11: 405–409

## Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-123109>  
Notfallmedizin up2date 2017; 12: 95–111  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 1611-6550

Service für unsere Leser

**up2date  
immer dabei!**

Online und offline im Thieme  
Wissensportal eRef plus App.



**Jetzt downloaden:**

[www.thieme.de/eref-app](http://www.thieme.de/eref-app)

**up2date – Fortbildung mit dem roten Faden**

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter [cme.thieme.de/hilfe](https://cme.thieme.de/hilfe) eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter [eref.thieme.de/ZZWHPMY](https://eref.thieme.de/ZZWHPMY) oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512017152372399



### Frage 1

Welche ist die häufigste Ursache einer thermischen Verletzung bei Kindern?

- A Verbrennung durch Feuer
- B Stromverletzung
- C Verbrühung
- D Kontakt mit ätzenden Substanzen
- E Verbrennung durch heiße Fönluft

### Frage 2

Eine der folgenden Aussagen bezüglich der Einteilung und Charakterisierung der Verbrennungsgrade ist falsch. Welche?

- A Verbrennung Grad III: komplett dermalen Befall
- B Verbrennung Grad I: Rötung ohne Blasenbildung
- C Verbrennung Grad IIa: Heilt in der Regel narbenlos ab.
- D Verbrennung Grad III: aufgrund der Tiefe deutlich schmerzhafter als eine Verbrennung II. Grades
- E Verbrennung Grad IIa: Rötung und Blasenbildung mit erythematösem Wundgrund, Schwellung und Sekretion

### Frage 3

Wodurch ist die Epidemiologie thermischer Unfälle bei Kindern gekennzeichnet?

- A Die Unfallursachen thermischer Verletzungen bei Kindern unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von denen bei Erwachsenen.
- B Der Altersgipfel bei Kindern mit thermischen Verletzungen beträgt das 12.–15. Lebensjahr.
- C Das weibliche Geschlecht überwiegt bei Kindern, die sich thermische Verletzungen zuziehen.
- D Etwa 6000 Kinder müssen wegen einer Verbrennung oder Verbrühung in Deutschland pro Jahr stationär behandelt werden.
- E Nur eine sehr geringe Anzahl der Unfälle passieren im häuslichen Umfeld.

### Frage 4

Welche Aussage hinsichtlich der Wundauflage bei Verbrennungsunfällen ist richtig?

- A Die Wundauflage bei thermischen Verletzungen sollte möglichst kostengünstig sein.
- B Eine kindgerechte Wundauflage sollte möglichst farbenfroh sein, um den Kindern so die Angst vor den Verbandswechseln zu nehmen.
- C Auf Wundauflagen sollte verzichtet werden, da Verbrennungswunden am besten offen heilen.
- D Wundauflagen sollten täglich gewechselt werden, da auf diese Weise eine gute Wundbeurteilung gewährleistet ist.
- E Die Wundauflagen sollten eine antibakterielle Wirkung haben sowie länger auf der Wunde belassen werden.

### Frage 5

Welche Aussage ist falsch?

- A Bei Neugeborenen, Säuglingen, Kleinkindern, bei intubierten und beatmeten Patienten sowie bei Patienten mit großflächigen thermischen Verletzungen (> 15% verbrannte Körperoberfläche) sollte auf eine Kühlung verzichtet werden.
- B Zu kaltes Wasser kann zu einem lokalen Gewebeschaden führen.
- C Die Kühlung sollte mit lauwarmem Wasser (mindestens 15 °C) für etwa 10 Minuten erfolgen.
- D Die verbrannte Haut sollte bereits präklinisch mit sterilen nicht haftenden Folien oder Verbänden abgedeckt werden.
- E Aufbringen von anderen Mitteln wie Puder oder Salben ist vor dem Transport in die Klinik empfehlenswert.

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

## Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

### Frage 6

Welche Aussage für thermische Verletzungen trifft zu?

- A Mädchen sind deutlich häufiger betroffen als Jungen.
- B In über der Hälfte aller Fälle geschieht der Unfall in der Schule (D-ärztliche Verfahren).
- C Auch im Erwachsenenalter ist die Hauptunfallursache aller stationär behandelten Patienten die Verbrühung.
- D Die betroffene Körperoberfläche wird häufig überschätzt.
- E Die betroffene Körperoberfläche wird häufig unterschätzt.

### Frage 7

Eine der folgenden Aussagen trifft *nicht* zu. Welche?

- A Bei kleinflächigen Verletzungen muss in der Akutversorgung ein i. v. Zugang nicht erzwungen werden, wenn ein Krankenhaus innerhalb von 30 Minuten erreicht werden kann.
- B Es können geeignete Analgetika und Sedativa auch rektal oder intranasal verabreicht werden.
- C Gelingt bei ausgeprägten Verletzungen keine Venenpunktion, ist eine intraossäre Nadel eine sehr gute Alternative.
- D Festgebrannte Kleidung muss als Erstes auf jeden Fall bereits am Unfallort entfernt werden.
- E Beim Transport sollte ein Auskühlen der Kinder vermieden werden.

### Frage 8

Welche Aussage trifft *nicht* zu?

- A Strumpfförmige Verletzungsmuster können von einer nicht akzidentellen Tauchverletzung herrühren.
- B Handschuhförmige Verletzungsmuster können von einer nicht akzidentellen Tauchverletzung herrühren.
- C Zusätzliche Spritzer und unscharfe Ränder beweisen eine nicht akzidentelle Tauchverletzung.
- D Deutlich verspätete Arztvorstellungen treten bei Kindesmisshandlungen eher häufiger auf.
- E Der beschriebene Unfallmechanismus ist bei Kindesmisshandlungen öfter ungeeignet, das Verteilungsmuster der Verletzung zu erklären.

### Frage 9

Welcher Körperteil ist bei Kindern mit thermischen Verletzungen von den genannten am seltensten betroffen?

- A Kopf
- B Rumpf dorsal
- C Rumpf ventral
- D Arm
- E Hand

### Frage 10

Eine der folgenden Aussagen trifft *nicht* zu. Welche?

- A Eine bevorzugte Entnahmestelle für Spalthaut ist die behaarte Kopfhaut.
- B Die entnommene Spalthaut ist in der Regel 0,6–0,8 mm dick.
- C Besonders bei gemischt zweitgradigen Verbrühungen sollte die Demarkierung der genauen Tiefe abgewartet und eine Transplantation nach frühestens 7 Tagen durchgeführt werden.
- D Nach Möglichkeit sollte bei kleinflächigen Hauttransplantationen auf das „Meshen“ zugunsten eines besseren kosmetischen Ergebnisses verzichtet werden.
- E Bei Kindern wird zur Nekrektomie meist eine tangentielle Exzision durchgeführt.