

Thermische Verletzungen bei Kindern

In der Schweiz ereignen sich zirka 17 000 thermische Verletzungen pro Jahr, rund 30 Prozent davon betreffen Kinder und Jugendliche. Dabei sind Kinder unter 3 Jahren am häufigsten betroffen, und 90 Prozent der Unfälle geschehen im häuslichen Umfeld. Zirka 20 Prozent der Kinder müssen aufgrund der Schwere ihrer Verletzung stationär behandelt werden. In diesem Beitrag werden die wesentlichen Punkte zur Erstversorgung und weiteren Behandlung zusammengefasst.

Von Dafni Planta und Birgit S. Klein

Während sich Erwachsene eher Verbrennungen zuziehen, machen bei Kindern Verbrühungen 70 Prozent der thermischen Verletzungen aus. Typischerweise ereignen sich die Unfälle durch Herunterziehen oder Ausschütten einer heissen Flüssigkeit von einer erhöhten Ebene auf das Kind. Der Anteil der thermischen Verletzungen infolge von Kindesmisshandlung wird in der Literatur mit 10 Prozent angegeben (1, 2), sodass auf spezifische Verbrennungsmuster und verdächtige Hinweise in der Anamnese zu achten ist.

Einteilung der thermischen Verletzungen

Die Schwere der thermischen Verletzung ist abhängig von der Tiefenausdehnung (Grad 1–3), dem Ausmass (Prozent der betroffenen Körperoberfläche [VKOF]) und der Lokalisation, wobei die Verletzungen initial in der Ausdehnung oft überschätzt und in der Tiefe (*Tabelle*) unterschätzt werden. Begleitverletzungen (z. B. ein Inhalationstrauma) können den Schweregrad beeinflussen. Zur Berechnung der VKOF kann die altersabhängige, schematische Bestimmung nach Lund und Browder verwendet werden (*Abbildung 1*) (3). Deutlich einfacher und schneller kann das Flächenausmass über die Handflächenregel bestimmt werden, wobei die Handfläche inklusive der Finger des verletzten Kindes 1 Prozent der KOF entspricht (*Abbildung 2*). Oberflächliche Verletzungsareale (Grad I) werden hierbei nicht mitgerechnet. Bei Verletzungen Grad 2a/b ist eine endgültige Zuordnung der Tiefenausdehnung oft erst nach mehreren Tagen möglich. Aus diesem Grund sollte in den ersten Tagen noch keine Prognose bezüglich konservativer Behandlung versus chirurgischer Therapie gegenüber den Eltern abgegeben werden.

Erstversorgung

Sicherung der Vitalfunktionen: Das initiale Assessment bei Eintreffen des Patienten enthält je nach Ausmass und Lokalisation der Verletzung die Evaluation gemäss dem ABCDE-Schema (airway, breathing, circulation, disability, environment/exposure), wobei E im Sinne einer etwaigen Unterkühlung zu beurteilen ist.

Tabelle:

Einteilung der Tiefenausdehnung thermischer Verletzungen

Einteilung	Tiefe	Klinisches Erscheinungsbild
Grad 1 (superficial)	Epidermis	Rötung schmerzhaft
Grad 2a (superficial partial thickness)	Epidermis/oberflächliche Dermis	Blasenbildung feuchter, hyperämischer (roter) Wundgrund stark schmerzhaft prompte Rekapillarisation Hautanhangsgebilde intakt Heilung in 10 bis 14 Tagen keine Narbenbildung
Grad 2b (deep dermal partial thickness)	Epidermis/tiefere Dermis	Blasenbildung weisslicher, feuchter oder trockener Wundgrund schmerzhaft/schmerzlos gestörte Rekapillarisation Hautanhangsgebilde partiell vorhanden Heilung in mehreren Wochen Narbenbildung
Grad 3 (full thickness)	Epidermis/ komplette Dermis/ggf. Subkutangewebe	weiss, trocken schmerzlos Verlust der Hautanhangsgebilde keine Spontanheilung Narbenbildung

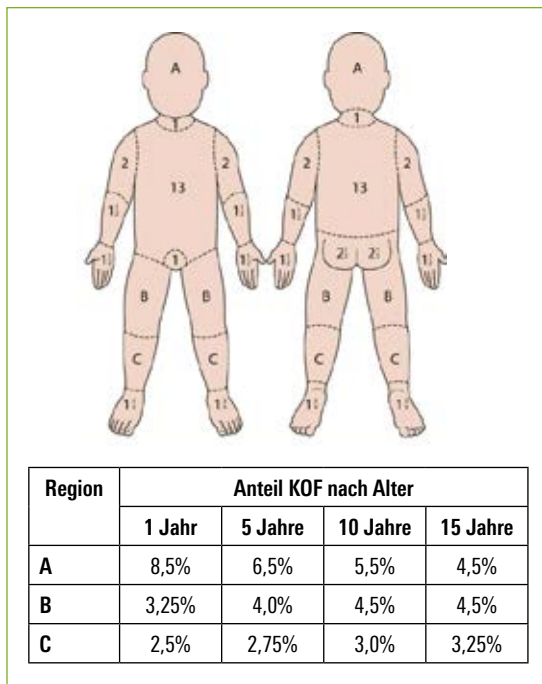


Abbildung 1: Schematische Darstellung zur Berechnung der verletzten Körperoberfläche (KOF) nach Lund und Browder (7); Zahlenangaben entsprechen der KOF in Prozent, der Anteil der Regionen A, B und C ist altersabhängig.

Analgesiedierung: Beim Kind hat die Schmerzbehandlung oberste Priorität, hierzu kann auch ein i. v. Zugang und/oder die Gabe von Opiaten/Sedativa notwendig sein. Peripher wirksame Schmerzmittel wie Ibuprofen oder Paracetamol reichen oft nicht aus. Sollte die Anlage eines i.v. Zugangs nicht möglich sein, können Analgetika/Sedativa auch intranasal oder rektal appliziert werden.

Kühlende Massnahmen: Die Kühlung zum Verhindern des «Nachtiefens» wird heutzutage aufgrund fraglicher Evidenz und der Gefahr für eine Unterkühlung bei Kindern nicht mehr empfohlen. Zur Analgesie kann aber bei Verletzungen an den Extremitäten < 5 Prozent KOF die Kühlung mit lauwarmem Leitungswasser über 5 bis 10 Minuten erfolgen. Eiskübel, Kühlpacks oder Ähnliches sind heutzutage obsolet. Bei thermischen Verletzungen > 5 Prozent KOF, bei Verletzungen am Stamm und Kopf sowie bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern ist die Kühlung aufgrund der Gefahr einer Hypothermie und der damit verbundenen erhöhten Morbidität kontraindiziert (1).



Abbildung 2: Handflächenregel: Die Handfläche mit Fingern entspricht etwa 1 Prozent der Körperoberfläche (KOF).

Flüssigkeitsmanagement: Bei kleinflächigen thermischen Ver-

letzungen < 10 Prozent VKOF und kurzem Transportweg in die Klinik kann auf einen i.v. Zugang verzichtet werden. Bei grossflächigeren Verletzungen besteht aufgrund der geschädigten Hautbarriere und der konsekutiv erhöhten Evaporation je nach Ausmass der Verletzung ein leicht bis stark erhöhter Flüssigkeitsbedarf, es sollte auf jeden Fall ein i.v. Zugang gelegt werden. Sollte das nicht gelingen, kann auch ein intraossärer Zugang angelegt werden.

Lokale Therapie: Die Wundareale sollten, wenn möglich, mit sterilen, nicht haftenden Folien oder Verbänden abgedeckt werden.

Stationäre Aufnahme

Ab einer Verletzungsausdehnung von > 5 Prozent KOF (Säuglinge/Kleinkinder) beziehungsweise 10 Prozent KOF (grössere Kinder) ist in der Regel eine stationäre Aufnahme notwendig. Auch bei Verdacht auf Misshandlung sowie bei schwierigen sozialen Verhältnissen sollte eine Hospitalisation erfolgen.

Die folgenden Kriterien gelten für eine Verlegung in ein Verbrennungszentrum für Kinder (Kinderspital Zürich, CHUV Lausanne):

- Verletzungen Grad 2 > 10 Prozent KOF
- Verletzungen Grad 3
- zirkuläre Verletzungen
- Verletzungen an Gesicht, Händen, Füßen, Genitalien, grösseren Gelenken
- Inhalationstraumata
- Schädigung durch Strom/Blitzschlag
- chemische Verbrennungen und Verätzungen
- zusätzliche wesentliche Begleitverletzungen/Vorerkrankungen.

Lokale Therapie bei Grad 1

Thermische Verletzungen Grad 1 entsprechen einem Sonnenbrand ohne Blasenbildung. Eine lokale Therapie mit einer Feuchtigkeitscreme (z. B. Bepanthen® Creme, lalugen® Creme) sowie gegebenenfalls die Gabe von oralen Analgetika sind hier ausreichend.

Lokale Therapie ab Grad 2a

Débridement: Bei tieferen thermischen Verletzungen ab Grad 2a sollte am Unfalltag ein Débridement mit Abtragen der Blasen und Wundreinigung erfolgen. Das sollte in Analgesiedierung durchgeführt werden, um eine weitere Traumatisierung des Kindes zu vermeiden. Die Blasenabtragung ist essenziell zur Beurteilung des Wundgrundes und zur Verhinderung von Wundinfekten, welche sich in der Blasenflüssigkeit bilden können. Die Ausnahme bilden kleine Blasen an den Fingerkuppen sowie an der Handinnenfläche und den Fusssohlen; aufgrund der dickeren Leistenhaut ist hier die Infektgefahr gemindert.

Wundauflagen: Wundauflagen, die bei Kindern verwendet werden, sollten schmerzarm zu wechseln sein und länger auf der Wunde verbleiben können, um häufige Verbandswechsel zu vermeiden. Dazu zählen antibakteriell wirksame polymere Wundauflagen, wie zum Beispiel Mepilex Ag® oder PolyMem Silver®. Die Auflage von Mepilex Ag®/Polymem Silver® erfolgt nach dem Débridement. Ein saugfähiger Verband kann mit Auflage von sterilen Kompressen und Schlinggaze (z. B. Kerlix®) angelegt werden. Ein guter Halt muss gewährleistet wer-

den, hierfür bieten sich abschliessend selbsthaftende Fixierbinden (z. B. Cofix®) und elastische Schlauchverbände (z. B. Tubifast®) an. Werden an die Haut haftende Klebvliese benutzt, soll darauf geachtet werden, dass eine möglichst schmerzfreie Ablösung möglich ist (z. B. Hypafix skin sensitive®).

Eine erste klinische Kontrolle erfolgt nach einem Tag. Der Verband soll dann nur gewechselt werden, falls er durchnässt ist. Die nächste Vorstellung erfolgt 2 bis 3 Tage posttraumatisch und anschliessend alle 5 Tage zum Verbandswechsel bis zur vollständigen Epithelialisierung der Wunde.

Als Alternative zu Wundauflagen wie Mepilex Ag® bietet sich bei zweitgradigen Verletzungen die Auflage von Suprathel® an, einem synthetischen Hautersatz aus Polymilchsäure-Copolymer, welcher auf der Wundfläche bis zur vollständigen Epithelialisierung verbleibt. Somit gestalten sich die Verbandswechsel für die Patienten weniger traumatisch, da jeweils nur der äussere Verband in Abständen von zirka 5 Tagen gewechselt werden muss.

Chirurgische Therapie: Oberflächliche Verletzungen (Grad 2a) verheilen normalerweise innerhalb von 2 Wochen. Typische thermische Verletzungen im Kindesalter, insbesondere Verbrühungen, sind oft ein Mischbild aus mehreren Tiefengraden. Hier sollte zunächst abgewartet und konservativ behandelt werden, bis sich tiefere Areale demarkiert haben (in der Regel zwischen dem 7. und 10. posttraumatischen Tag). Bei den demarkierten Arealen erfolgt eine tangentielle Exzision zur Entfernung des avitalen Gewebes. Bei Verletzungen im Bereich des Gesichts und der Handinnenflächen kann aufgrund eines grossen Regenerationspotenzials noch länger abgewartet werden. Im Gegensatz zu Verbrühungen tritt bei Verbrennungen aufgrund der hohen Hitze einwirkung eine Demarkierung bereits zwischen dem 3. und 5. posttraumatischen Tag ein, dementsprechend erfolgt hier die Nekrektomie zu einem früheren Zeitpunkt (4). Je nach Wundtiefe, Lokalisation und Ausdehnung erfolgt anschliessend eine Wunddeckung mit Spalthaut, Vollhaut oder mit einer Kombination von Dermisersatzprodukt (z. B. MatriDerm®, Integra®) mit Spalthaut. Bei ausgedehnten thermischen Verletzungen kommen auch autologe Keratinozyten zum Einsatz. Die Spalthaut wird, wenn möglich, von der behaarten Kopfhaut entnommen, da hier eine eventuell verbleibende Hypopigmentierung später nicht mehr zu sehen ist. Das beste kosmetische Ergebnis erzielt man mit ungemesselter Spalthaut.

Antibiotika?

Auch bei tiefergradigen thermischen Verletzungen ist in der Regel keine antibiotische Prophylaxe indiziert.

Tetanusschutz überprüfen!

Der Tetanusschutz sollte jeweils überprüft werden, gegebenenfalls sollte eine Immunisierung durchgeführt werden.

Flüssigkeitsmanagement

Bei kleinflächigen thermischen Verletzungen < 15 Prozent KOF ist ausser der Flüssigkeitsgabe zur Deckung des Grundbedarfs keine zusätzliche Flüssigkeitssubstitution notwendig. Die Flüssigkeitsgabe sollte, wenn immer möglich, enteral erfolgen.

Bei grossflächigeren Verletzungen besteht aufgrund der geschädigten Hautbarriere und der konsekutiv erhöhten Evaporation je nach Ausmass der Verletzung ein leicht bis stark erhöhter Flüssigkeitsbedarf. Bei Verletzungen > 15 Prozent KOF wird zur Berechnung des erhöhten Bedarfs die modifizierte Parkland-Formel verwendet:

In den ersten 24 Stunden sollten der Grundbedarf plus zusätzlich 3 ml/kg KG/% VKOF gegeben werden. Hiervon sollen 50 Prozent des zusätzlichen Volumens in den ersten 8 Stunden und die weiteren 50 Prozent in den nächsten 16 Stunden verabreicht werden. Zur genaueren Bilanzierung ist bei allen Patienten, bei denen eine Flüssigkeitssubstitution durchgeführt wird, die Anlage eines Blasenkatheters erforderlich (Ziel: urinary output > 1 ml/kg KG/h).

Die parenterale Substitution erfolgt mittels Ringer-Acetat-Lösung. Kolloidale Lösungen sollen in den ersten 24 Stunden nicht gegeben werden, da die Kolloide durch die geschädigten Kapillaren in das Gewebe eindringen und zu Ödemen führen können. Ebenso sollte bei ausgedehnten thermischen Verletzungen der meist tiefe Gesamtproteinserumspiegel des Patienten in den ersten 24 bis 72 Stunden nicht mit Albumin substituiert werden.

Nachbehandlung

Thermische Verletzungen, welche innerhalb von zirka 10 bis 14 Tagen vollständig epithelialisiert sind und somit Grad 2a entsprechen, heilen in der Regel narbenlos ab.

Verletzungen ab Grad 2b heilen aufgrund des Gewebedefekts mit Narbenbildung ab, auch nach Transplantationen kommt es häufig zur Ausbildung

einer hypertrophen Narbe. Die Nachsorge dieser Patienten ist ein wichtiger Bestandteil der Behandlung bei thermischen Verletzungen.

Zur Prophylaxe und Behandlung einer hypertrophen Narbenbildung oder einer Narbenkontraktur, insbesondere bei Läsionen über Gelenken, ist eine spezifische Narbentherapie indiziert. Diese beinhaltet je nach Lokalisation und Ausmass der Verletzung die Verwendung von rückfettenden Salben, silikonhaltigen Cremes oder Pflastern, eine ergo-/physiotherapeutische Behandlung sowie eine massgeschneiderte Kompressionstherapie über 12 bis 18 Monate. Auch Schienen und Lagerungshilfen kommen zum Einsatz. Bei funktionseinschränkender Narbenbildung kann eine operative Korrektur erforderlich werden.

Akute Komplikation: Toxic-Shock-Syndrom (TSS)

Das TSS ist eine sehr seltene, akut auftretende und schwere systemische Erkrankung mit hoher Mortalität. Sie wird durch Exotoxine bestimmter Bakterienstämme verursacht (meistens Staph. aureus, seltener Strep. pyogenes), welche eine überschüssige Immunantwort mit konsekutiven Gewebeschädigungen, disseminierter intravasaler Gerinnung (DIC) und Organfehlfunktionen bis zum Multiorganversagen auslösen. Besonders häufig ist das TSS mit thermischen Verletzungen assoziiert, da die immunologische und mikrobiologische Schutzfunktion der Haut gestört ist, eine Verbrennungswunde bak-

Wundauflagen sollten schmerzarm zu wechseln sein und länger auf der Wunde verbleiben können.

teriell kolonisiert ist und die bei Verbrennungspatienten häufig erhöhte Körpertemperatur die Toxinproduktion begünstigt. Ein TSS beinhaltet immer Fieber $> 39\text{ }^{\circ}\text{C}$, ein generalisiertes Exanthem beziehungsweise eine Erythrodermie und einen reduzierten Allgemeinzustand, häufig begleitet von Erbrechen, Diarrhö, Müdigkeit, Wesensveränderung, Leukozytose und CRP-Erhöhung. Das TSS tritt typischerweise in den ersten Tagen nach dem Unfallereignis besonders bei Kleinkindern mit kleinflächigen thermischen Verletzungen auf. Die umgehende intravenöse antibiotische Therapie mit Penicillin/Cephalosporin sowie Clindamycin, ein Verbandswechsel mit Débridement sowie eine intensivmedizinische Betreuung sind indiziert (5).

Kindesmisshandlung

Bei akzidentellen Verletzungen zeigen sich aufgrund des Unfallmechanismus typische Verletzungsmuster, wie zum Beispiel latzförmige Verletzungen im Bereich von Kopf, Armen und ventralem Rumpf (durch Herunterziehen/Ausleeren von heisser Flüssigkeit von einer erhöhten Position aus) sowie an den Handinnenflächen (direkter Kontakt mit heissen Flächen).

An eine Misshandlung sollte man denken (1, 2)

- bei socken- oder handschuhförmigen Verletzungsmustern
- bei Verletzungen mit glatten Rändern ohne Spritzer (verursacht durch Eintauchen in heisse Flüssigkeit)

- bei kleinen runden Verbrennungsmarken (von Zigaretten)
- bei Verletzungsmustern, die nicht zur Anamnese passen
- wenn die ärztliche Vorstellung ohne triftigen Grund verspätet stattfindet.

Korrespondenzadresse:

Dafni Planta und Dr. med. Birgit Sonja Klein
Abteilung Kinderchirurgie
Universitäts-Kinderspital beider Basel (UKBB)
Spitalstrasse 33
4031 Basel
E-Mail: BirgitSonja.Klein@ukbb.ch

Interessenlage: Die Autorinnen erklären, dass keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel bestehen.

Literatur:

1. Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie e.V. (DGKCH): S2k-Leitlinie 006-128: Thermische Verletzungen im Kindesalter (Verbrennung, Verbrühung), Behandlung. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/006-128.html>
2. Greenbaum AR et al.: Intentional burn injury: an evidence-based, clinical and forensic review. *Burns*. 2004;30(7):628-642.
3. Lund C, Browder N: The estimation of areas of burns. *Surg Gynecol Obstet*. 1944;79:352-358.
4. Königs I, Fattouh M: Management thermischer Verletzungen im Kindesalter. *Notfallmedizin up2date*. 2017;12(01):95-111.
5. Gutzler L et al.: Toxic shock syndrome in paediatric thermal injuries: A case series and systematic literature review. *Burns*. 2018;44:e1-e12.