



AWMF-Register Nr.	006/128	Klasse:	S2k
--------------------------	----------------	----------------	------------

Leitlinie

„zur Behandlung thermischer Verletzungen im Kindesalter (Verbrennung, Verbrühung)“

erstellt als Leitlinie der folgenden Fachgesellschaften und Verbände:

Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie (federführend)
Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen
Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin
Arbeitsgemeinschaft das schwerbrandverletzte Kind
Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin
Deutsche Gesellschaft für Anästhesie
Deutsche Gesellschaft für Chirurgie
Paulinchen – Initiative für brandverletzte Kinder e.V.
Deutschsprachige Gesellschaft für Psychotraumatologie
Deutscher Verband der Ergotherapeuten e.V.
Bundesinnungsverband für Orthopädietechnik
Deutscher Verband für Physiotherapie
Bundesarbeitsgemeinschaft mehr Sicherheit für Kinder e.V.

vertreten durch

Fr. Dr. Ellerkamp (DGKCH, Kinderchirurgie - Tübingen), Hr. Dr. Lieber (Kinderchirurgie - Tübingen), Hr. Dr. Königs (Kinderchirurgie - Hamburg), Prof. Reichert (DGPRAC, Plastische Chirurgie, Nürnberg), Hr. Dr. Möller (Plastische Chirurgie, Verbrennungsmedizin – Hamburg), Hr. Dr. Striepling (Plastische Chirurgie, Verbrennungsmedizin – Hamburg), Hr. D. Hartmann (DGV, Plastische Chirurgie, Verbrennungsmedizin – Berlin), Fr. Dr. Sinnig (AG das schwerbrandverletzte Kind, Kinderchirurgie – Hannover), Hr. Dr. Heimann (DGKJ, Pädiatrie – Aachen), Hr. Dr. Beckmann (Pädiatrie - Hamburg), Hr. Prof. Dr. Wessel (DGAI, Kinderchirurgie – Mannheim), Hr. Dr. Fischer (Kinderanästhesie – Kassel), Hr. Dr. Mücke (Kinderanästhesie –

Hannover), Hr. Prof. Dr. Rennekampff (DGCH, Plastische Chirurgie Aachen), Fr. Gottwald (Paulinchen e.V. - Norderstedt), Fr. Dr. Purtscher-Penz (DeGPT, Kinder- und Jugendpsychiatrie – Graz), Fr. U. Hirsch (DVE, Ergotherapie - Ludwigshafen), Hr. T. Münch (Orthopädietechnik - Duisburg), Fr. Zboril (DV Physio, Physiotherapie – Ludwigshafen), Fr. Dr. Märzheuser (Bundesarbeitsgemeinschaft mehr Sicherheit für Kinder, Kinderchirurgie - Berlin)

Inhaltsverzeichnis

1. VORWORT.....	5
2. DEFINITION.....	5
3. BEURTEILUNG.....	6
3.1. AUSDEHNUNG.....	6
3.2. VERLETZUNGSTIEFEN: GRADEINTEILUNG.....	7
4. ERSTMAßNAHMEN.....	7
4.1. KÜHLEN.....	8
4.2. ANALGOSEDIERUNG.....	8
4.3. INFUSIONSTHERAPIE.....	8
4.4. TRANSPORT.....	9
4.5 ERWEITERTE MAßNAHMEN DER ERSTVERSORGUNG.....	9
5. BEHANDLUNGSRICHTLINIEN.....	9
6. ORGANISATION UND VERLEGUNG IN EINE SPEZIALISIERTE KLINIK FÜR BRANDVERLETZTE KINDER ODER EIN ZENTRUM FÜR SCHWERBRANDVERLETZTE KINDER	10
6.1. PATIENTENAUFNAHME:.....	10
6.2. VORAUSSETZUNGEN EINES ZENTRUMS FÜR SCHWERBRANDVERLETZTE KINDER.....	10
6.3. VORAUSSETZUNGEN EINER SPEZIALISIERTEN KLINIK FÜR BRANDVERLETZTE KINDER.....	10
7. ZIEL DER FACH- UND KINDGERECHTEN BEHANDLUNG DES THERMISCH VERLETZTEN KINDES.....	11
8. FLÜSSIGKEITSTHERAPIE UND HÄMODYNAMISCHES MONITORING.....	12
8.1 FLÜSSIGKEITSSUBSTITUTION.....	12
8.2 HÄMODYNAMISCHES MONITORING.....	13
9. LOKALE THERAPIE.....	14
9.1. BEHANDLUNGSSTRATEGIE NACH VERBRENNUNGSTIEFE.....	14
GRAD 1:.....	14
GRAD 2A:.....	14
GRAD 2B:.....	14
GRAD 3:.....	14
9.2. ESCHAROTOMIE.....	15
9.3 SPALTHAUTENTNAHMESTELLE.....	15
9.4. HAUTTRANSPLANTATION.....	15
10. MIKROBIOLOGISCHES MONITORING.....	15
11. PHYSIOTHERAPEUTISCHE BEHANDLUNG.....	16
11.1 BEHANDLUNGSSCHWERPUNKTE IN DER INTENSIVPHASE.....	16
11.2. DIE BEHANDLUNGSSCHWERPUNKTE IN DER REHABILITATIONSPHASE.....	16
12. ERGOTHERAPEUTISCHE BEHANDLUNG.....	16
12.1 THERAPIEINHALTE.....	16
13. ORTHOPÄDIETECHNIKER.....	17

14. NACHBEHANDLUNG.....	17
14.1. NARBENBEHANDLUNG	17
14.2. KOMPRESSIONSBEHANDLUNG	17
14.3 SEKUNDÄRE PLASTISCHE KORREKTUREN	18
15. PSYCHOTHERAPEUTISCHE BEGLEITUNG IN DER AKUTPHASE	18
15.1. GRUNDSÄTZLICHES	18
15.2. ZIELE DER PSYCHOTHERAPEUTISCHEN BEGLEITUNG	18
15.3. THERAPIE-METHODE	19
15.4. KINDESMISSHANDLUNG	19
16. KONTROLLUNTERSUCHUNGEN NACH KLINIKENTLASSUNG	19
17. ANHANG.....	21
17.1 BEURTEILUNG DER VERBRENNUNGS-AUSDEHNUNG NACH LUND UND BOWDER.....	21
17.2 VERBRENNUNGSTIEFE.....	23
18. LITERATUR.....	24
19. VERFAHREN ZUR KONSENSBILDUNG:.....	25
20. OFFENLEGUNG VON INTERESSENKONFLIKTEN	26
21. LEITLINIENKOORDINATION.....	26
22. METHODENREPORT	27
22.1. HINTERGRUND UND AUSGANGSLAGE ZUR ERSTELLUNG DER S2-LEITLINIE	27
22.2. GELTUNGSBEREICH UND ZWECK.....	27
B) ZIELE DER LEITLINIE	27
C) PATIENTENZIELGRUPPE	27
D) VERSORGUNGSBEREICH	27
E) ADRESSATEN UND ANWENDUNGSBEREICH	28
22.3. ZUSAMMENSETZUNG DER LEITLINIENGRUPPE.....	28
A) REPRÄSENTATIVITÄT	28
22.4. METHODIK.....	29
A) LITERATURRECHERCHE	29
B) KONSENSUSFINDUNG.....	30
C) TREFFEN UND DELPHI-KONFERENZEN	30
D) GRADUIERUNG DER EMPFEHLUNGEN.....	31
D) FINANZIERUNG UND REDAKTIONELLE UNABHÄNGIGKEIT.....	31
E) VERBREITUNG UND IMPLEMENTIERUNG.....	32

1. Vorwort

Thermische Verletzungen zählen zu den schwersten und mit ihren Folgen auch zu den nachhaltigsten Traumen. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an die Versorgungsqualität mit qualifizierter, komplexer interdisziplinärer Behandlung, die von nationalen und internationalen Fachgesellschaften eindeutig definiert ist.

Das Ziel der Leitlinie ist ein Konsens in der Behandlung thermischer Schädigungen der Haut bei Kindern.

Die Leitlinie beschränkt sich auf die (prä)klinische Erstversorgung, die Diagnostik, Lokalbehandlung sowie die qualifizierte Nachsorge der verletzten Haut. Ausgeschlossen werden das Inhalationstrauma und thermische Verletzungen im Rahmen des Polytraumas.

In Deutschland gibt es 19 Zentren für Schwerbrandverletzte Kinder (Stand 2015), gemeldet bei der Zentralen Anlaufstelle für die Vermittlung von Krankenhausbetten für Schwerbrandverletzte mit nominell 59 Betten. Zu fördern sind Spezialisierte Kliniken für Brandverletzte Kinder ohne diesen Status, da sie helfen, die fachgerechte, flächendeckende Versorgung von brandverletzten Kindern sicher zu stellen.

Thermische Verletzungen bei Kindern beruhen in >70% auf Schädigung durch Verbrühung [1]. Mögliche Narbenbildung kann eine lebenslange Stigmatisierung betroffener Patienten verursachen und wegen funktioneller und ästhetischer Defizite Korrekturoperationen bis in das Erwachsenenalter nach sich ziehen. Um ein optimales Therapieziel ohne dauerhafte psychische Traumatisierung und ästhetisch bzw. funktionelle Langzeitfolgen zu erreichen, sollte jede Behandlung von thermisch verletzten Kindern einschließlich der Betreuung der Eltern interdisziplinär durch ein Team aus Kinderchirurgen, Plastischen Chirurgen, Pädiatern und Pflegenden in Kooperation mit Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, Orthopädietechnikern und Psychologen erfolgen. Diese Behandlung ist fach- und kindgerecht in Kliniken durchzuführen, die eine Expertise in der Behandlung von Kindern jeden Alters aufweisen.

2. Definition

Unter Verbrennung versteht man im Allgemeinen eine thermische Verletzungen durch Temperaturen, welche die Regulationsfähigkeit der Haut überfordern und zu Gewebeschädigungen führen. Dies kann durch heiße Flüssigkeiten (Verbrühung), Dämpfe oder Gase, heiße Stoffe oder Kontaktflächen, Flammeneinwirkung und Explosionen, starke Sonneneinstrahlung, elektrischen Strom oder Reibung entstehen. Auch chemische Noxen (Säuren oder Laugen) können ähnliche Schädigungen verursachen.

Je nach Höhe der Temperatur und Zeitdauer der Hitzeeinwirkung entstehen Gewebeschäden primär an Haut und Schleimhäuten oder tieferen Gewebsstrukturen mit Nekrose und Gewebsuntergang.

Eine Verbrennungsverletzung, die ein bestimmtes Maß überschreitet, hat für den betroffenen Organismus nicht nur örtlich begrenzte Konsequenzen. In Abhängigkeit vom Ausmaß der unmittelbaren Schädigung kann es sekundär zu Kreislaufchock und entzündlichen Allgemeinreaktionen des Körpers im Rahmen eines SIRS oder einer Sepsis kommen, die im schlimmsten Fall mit Multiorgandysfunktion oder -organversagen verbunden sind. Die Gesamtheit dieser systemischen Störungen bezeichnet man als Verbrennungskrankheit.

3. Beurteilung

Die Schwere einer thermischen Verletzung wird in Prozent [%] der Körperoberfläche [VKOF], der Tiefenausdehnung [Grad 1 - 4] und der Lokalisation bemessen. Begleitende Verletzungen, insbesondere das Inhalationstrauma, müssen bei der Beurteilung ebenso mitberücksichtigt werden, wie nicht akzidentelle Verletzungsmuster.

3.1. Ausdehnung

Die Ausdehnung der Verbrennung wird im Kindesalter nach der Handflächenregel (Handfläche mit Fingern des Verletzten entspricht 1% VKOF) oder nach dem Schema von Lund und Browder (Anhang I) beurteilt.

3.2. Verletzungstiefen: Gradeinteilung

Einteilung	Tiefe	Klinik
Grad 1	Epidermal	Rötung; Schwellung; starker Schmerz; intaktes Epithel
Grad 2a	Oberflächlich dermal	Blasenbildung; feuchter hyperämischer Wundgrund; prompte Rekapillarisation; Hautanhangsgebilde intakt; starker Schmerz
Grad 2b	Tief dermal, Haarfollikel und Schweißdrüsen- ausführungsgänge mitbetroffen und teilweise zerstört	Fetzenförmige Epidermolyse; Blasenbildung; weißlicher, feuchter Wundgrund; gestörte Rekapillarisation; Hautanhangsgebilde partiell vorhanden; mäßiger Schmerz
Grad 3	Komplett dermal	Trockene, weiße, elfenbeinfarbige Hautnekrose bis hin zur Verkohlung; Verlust von Hautanhangsgebilden; keine Schmerzen
Grad 4	Unterhautfettgewebe, eventuell Muskeln, Sehnen, Knochen und Gelenken	Verkohlung

Tabelle 1: Gradeinteilung der Verletzungstiefe (Bild in Anhang II)

Vor allem nach Verbrühungen ist die Tiefe des Gewebeschadens in den ersten Tagen nicht sicher zu beurteilen. Die Fläche wird meist überschätzt, die Tiefe unterschätzt. Häufig treten mehrere Stadien parallel mit fließenden Übergängen bei einem Patienten auf, somit sind Schmerzen alleine zur Unterscheidung der Verletzungstiefe nur bedingt geeignet.

4. Erstmaßnahmen

Die Erstmaßnahmen am Unfallort umfassen nach der Rettung des Patienten aus der Gefahrenzone unter ausreichendem Selbstschutz, die Überprüfung und Sicherung der Vitalfunktionen. Parallel sollte die Ersteinschätzung der thermischen Verletzung hinsichtlich Ausmaß und Tiefe sowie möglicher vorhandener Begleitverletzungen erfolgen. Neben der Einleitung einer adäquaten Volumentherapie und Analgosedierung [2] ist besonders bei Kühlung betroffener Areale auf den Erhalt der Körperkerntemperatur des Patienten zu achten. Abhängig von Ausdehnung und Tiefe, Alter des Patienten sowie eventueller Begleitverletzungen ist der Transport in eine spezialisierte Klinik oder ein Zentrum für Brandverletzte Kinder zu

organisieren. Ist dies initial nicht möglich, erfolgt er nach der Erstversorgung in einer Fachklinik, als Verlegung zum nächstmöglichen Zeitpunkt [1].

4.1. Kühlen

Aus analgetischen Gründen können kleinere Verbrennungen innerhalb der ersten 30 Minuten mit handwarmem Wasser vor Ort bis zum Eintreffen des Notarztes lokal gekühlt werden. Verbrennungs-Gel-Kompressen und Kühlpacks bieten keine evidenzbasierten Vorteile und erhöhen möglicherweise das Risiko einer weiteren Senkung der Körpertemperatur. Eine Unterkühlung des Patienten ist unbedingt zu verhindern [3, 4]. Bei großflächigen Verletzungen über 15% KOF, bei Kleinkindern, Säuglingen, Neugeborenen, bei intubierten und beatmeten Patienten ist auf die Kühlbehandlung ganz zu verzichten, da die resultierende Hypothermie signifikant mit einer erhöhten Letalität einhergeht [5]. Bei thermischen Verletzungen im Bereich des Körperstamms und am Kopf ist von einer Kühlung abzusehen. Alle Wundareale sind steril bzw. sauber abzudecken.

4.2. Analgosedierung

Oberste Priorität hat die Schmerzbehandlung. Durch Ketamin/Ketamin S sowie Opiate, z.B. Fentanyl in Kombination mit Midazolam, lässt sich im Notfall rasch Schmerzfreiheit erzielen. Wenn am Unfallort kein intravenöser Zugang gelegt werden kann, lässt sich Ketamin/ Ketamin S sowohl intraossär als auch intranasal (mit speziellem Sprühapplikator) oder rektal verabreichen. Peripher wirkende Analgetika ermöglichen allein keine ausreichende Analgesie und sollten nur in Kombination mit Opiaten verabreicht werden [2]. Alle Manipulationen am Patienten finden grundsätzlich in Analgosedierung statt [11].

<u>Dosisempfehlungen:</u>	Ketamin:	2 - 4 mg/ kg KG i.v./ intraossär
	Ketamin:	10 mg/kg/KG rektal
	Ketamin S:	1,5 – 3 mg/kg KG i.v. / intraossär
	Fentanyl:	0,001 – 0,01 mg/ kg KG i.v.
	Piritramid:	0,05 - 0,1 mg/ kg KG i.v.
	Midazolam:	0,05 – 0,1 – (0,2) mg/kg KG i.v.

4.3. Infusionstherapie

Bei < 10% betroffener VKOF kann auf das Legen eines Zuganges verzichtet werden, falls dies nicht sofort gelingt und das nächste Krankenhaus innerhalb von 30 min erreicht werden kann. Wegen des Risikos eines Volumenmangelschocks sollte ab etwa 10% verbrannter KOF mindestens ein (großlumiger) periphervenöser Zugang gelegt werden. Die Zugänge sollten sich möglichst nicht in geschädigten Hautarealen befinden. Kann kein i.v.-Zugang gelegt werden, so

ist unter Berücksichtigung der Transportdauer die intraossäre Flüssigkeitssubstitution zu erwägen [6, 7]. Die Volumensubstitution erfolgt mit isotonen, kristalloiden Lösungen. Ein Menge von 10ml/kg Körpergewicht /h sollte dabei nicht überschritten werden.

4.4. Transport

Während des Transports, der bei Kindern mit Notarzt erfolgen sollte, wird keine Kühlung empfohlen. Der Patient muss unbedingt vor Wärmeverlust geschützt und die Temperatur gemessen werden [1, 10]. Es ist auf eine ausreichende Analgesie zu achten (siehe Kapitel 4.2).

4.5 Erweiterte Maßnahmen der Erstversorgung

Die Indikation zur Intubation erfolgt nach den bekannten notärztlichen Gesichtspunkten. In die Entscheidungsfindung fließen das klinische Gesamtbild, das Patientenalter, die betroffene Körperlokalisierung und Ausdehnung der Verletzungen, die zu erwartende Transportdauer und das zur Verfügung stehende Transportmittel ein.

5. Behandlungsrichtlinien

Die Behandlungsrichtlinien richten sich nach Ausdehnung und Tiefe der Verletzungen (siehe Kapitel 3.1 und 3.2), der Lokalisation und den Begleitverletzungen. Die stationäre Behandlung brandverletzter Kinder sollte Spezialisierten Kliniken für Brandverletzte Kinder oder Zentren für schwerbrandverletzte Kinder vorbehalten werden. Die Indikation zur Verlegung oder Vorstellung in einem Zentrum für schwerbrandverletzte Kinder erfolgt entsprechend der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin bei:

- Verbrennungen 2. Grades von 10% und mehr der Körperoberfläche
- Verbrennungen 3. Grades von 5% und mehr der Körperoberfläche
- Verbrennungen 2. und 3. Grades oder entsprechende Schädigung durch chemische Substanzen mit Lokalisation im Gesicht, an der Hand, am Fuß oder im Genitalbereich mit relevanter Größe und Tiefe - einschließlich der durch elektrischen Strom verursachten thermischen Schäden und über großen Gelenken.
- Inhalationstraumata, auch in Verbindung mit leichten äußeren Verbrennungen; vom Vorhandensein eines solchen ist grundsätzlich bei Explosionsunfällen auszugehen.
- Alle thermischen Verletzungen 4. Grades.

Bei thermisch verletzten Kindern, die keine Zentrumsindikationen haben, sollte die Vorstellung in einer Spezialisierten Klinik für Brandverletzte Kinder erfolgen.

6. Organisation und Verlegung in eine Spezialisierte Klinik für Brandverletzte Kinder oder ein Zentrum für Schwerbrandverletzte Kinder

Regional ist den Rettungsdiensten die Existenz spezialisierter Kliniken für Brandverletzte Kinder, welche die unter 6.3. geforderten Bedingungen erfüllen, bekannt zu machen. Sie stehen als zusätzliche Ansprechpartner zur Verfügung.

Auf überregionaler Ebene koordiniert die Zentrale Anlaufstelle für die Vermittlung von Krankenhausbetten für Schwerbrandverletzte Kinder der Feuerwehr Hamburg das nächstgelegene Bett in einem Zentrum für schwerbrandverletzte Kinder (Tel.: 040/42851-3998; 42851-3999;

www.fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/inneres/feuerwehr/service/brandbetten/start.htm)

6.1. Patientenaufnahme:

Wegen der oft bestehenden Unterkühlung und der Gefahr der weiteren Auskühlung, sollte die Aufnahme standardisiert in einem geheizten Raum (35-38°) stattfinden.

6.2. Voraussetzungen eines Zentrums für Schwerbrandverletzte Kinder

Die Leiter eines Zentrums für Schwerbrandverletzte Kinder sollten mindestens eine mehr als zweijährige Weiterbildung in einem Zentrum für Schwerbrandverletzte Kinder absolviert haben. Darüber hinaus sollte die Leitung eines Zentrums für Schwerbrandverletzte Kinder von einem Kinderchirurgen, Pädiater oder Plastischen Chirurgen erfolgen.

Das ärztliche Team wird ergänzt durch Kinderkrankenschwestern, Physio- und Ergotherapeuten, Orthopädietechniker, Kinderpsychologen, Seelsorger und den Sozialdienst. Eine etablierte Spezialsprechstunde für die Nachbehandlung ist erforderlich. Darüber hinaus sollte eine regelmäßige Beteiligung an der jährlichen statistischen Datenerfassung für die DAV erfolgen, sowie eine regelmäßige Teilnahme von Mitarbeitern der Verbrennungsteams an den jährlichen Fortbildungsveranstaltungen (DAV, AK Schwerbrandverletztes Kind).

Bezüglich der Anforderungen an die räumlich-apparative Ausstattung verweisen wir auf die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin e. V., siehe link:

<http://www.verbrennungsmedizin.de/leitlinien-personelle-ausstattung.php>

Eine Zertifizierung der Zentren für Schwerbrandverletzte Kinder ist unbedingt anzustreben.

6.3. Voraussetzungen einer Spezialisierten Klinik für Brandverletzte Kinder

Die Behandlung muss fach- und kindgerecht durchgeführt werden. Physische, psychische und schmerzbedingte Traumatisierung müssen vermieden werden. Voraussetzungen für die Behandlung sind:

- Persönliche Expertise in der langjährigen Behandlung brandverletzter Kinder von mindestens zwei Fachärzten der Abteilung.
- Kindgerechte Versorgung durch Kinderkrankenschwestern, Kinderärzte und/oder Kinderchirurgen sowie Kinderanästhesisten.
- Eine enge und strukturierte Kooperation mit einem Zentrum für Schwerbrandverletzte Kinder.
- Die Behandlung von mindestens 50 Patienten pro Jahr.
- Regelmäßige Beteiligung an der jährlichen statistischen Datenerfassung für die DAV.
- Regelmäßige Teilnahme von Mitarbeitern der Verbrennungsteams an den jährlichen Fortbildungsveranstaltungen (DAV, AK Schwerbrandverletztes Kind).
- Eine etablierte Spezialsprechstunde für die Nachbehandlung.
- Verfügbarkeit einer pädiatrischen Intensivstation.
- Verfügbarkeit von Kinderpsychologen.
- Mitbetreuung und Einleitung von Reha-Maßnahmen durch Sozialdienst / Case-Management.
- Versorgung durch Physio- und Ergotherapeuten im Hause während des stationären Aufenthalts.
- Etablierte Zusammenarbeit mit einer Orthopädie Technik für Schienen- und Kompressionsversorgung.
- Eine Zertifizierung der Spezialisierte Kliniken für Brandverletzte Kinder ist unbedingt anzustreben.

7. Ziel der fach- und kindgerechten Behandlung des thermisch verletzten Kindes

- Überleben sichern
- Infektion und Sepsis vermeiden
- Schmerzfreie Behandlung
- Integration der Eltern in die Behandlung
- Minimierung stigmatisierender Narben
- Wiedererlangung der vollen Beweglichkeit / Ermöglichen der Teilhabe am Alltagsgeschehen
- Wiedereingliederung und Minimierung des psychischen Traumas

Diese Ziele werden erreicht, wenn eine phasengerechte Lokalthherapie erfolgt, die im Maximalfall die chirurgische Abtragung des nekrotischen Gewebes und die Deckung der Areale mit geeigneten Transplantaten beinhaltet. Voraussetzung ist, dass die erforderlichen operativen

und konservativen Techniken zur Verfügung stehen und beherrscht werden. Die einzelnen Behandlungsschritte sind im Team, abhängig vom Zustand des Verletzten, festzulegen. Tägliche oder längere Nüchternzeiten für Verbandwechsel und operative Schritte müssen vermieden werden.

Die frühestmögliche enterale Ernährung, ggf. über Magensonde, ist anzustreben [6].

Auf das Angebot der Selbsthilfe (Paulinchen e. V. Initiative für brandverletzte Kinder) sollte frühzeitig hingewiesen werden.

8. Flüssigkeitstherapie und hämodynamisches Monitoring

8.1 Flüssigkeitssubstitution

Neben dem Grundbedarf besteht ein erheblicher zusätzlicher Flüssigkeitsbedarf (Verbrennungskrankheit → Volumenmangel). Grundlegende Voraussetzung zur Erfassung dieses zusätzlichen Flüssigkeitsbedarfs ist die exakte Bestimmung der betroffenen Körperoberfläche (VKOF).

Basierend hierauf kann z.B. mit der modifizierten Parkland-Formel für Kinder der zusätzliche Flüssigkeitsbedarf berechnet werden. Es ist zu berücksichtigen, dass ein zusätzlicher Volumenbedarf durch Inhalationstrauma und begleitende Verletzungen (thorakal, abdominal) bestehen kann [7].

Der tägliche Grundbedarf lässt sich nach Holliday-Segar berechnen:

Grundbedarf bis 10 kg KG	100 ml/kg/d
für jedes Kilo zwischen 10 und 20 kg KG	50 ml/kg/d
für jedes Kilo > 20 kg KG	20 ml/kg/d

oder vereinfacht:

bis 10 kg/Körpergewicht 100 ml/kg/d, bis 20 kg mit 80 ml/kg/d, bis 40 kg mit 50 ml/kg/d, > 40 kg 40 ml/kg/d

Der zusätzliche Flüssigkeitsbedarf nach der Parkland-Formel sieht vor, dass:

- in den ersten 24 Stunden nach dem Ereignis zusätzlich 4 ml / kgKG / % VKO gegeben werden
- 50% des berechneten zusätzlichen Volumens in den ersten 8 Stunden
- die weiteren 50% in den nächsten 16 Stunden
- am 2. Tag nach dem Ereignis wird zusätzlich 1 ml / kgKG / % VKO gegeben

Trotz fehlender Datenlage besteht Konsens, dass in den ersten 24 Stunden vornehmlich Ringer-Acetat als Vollelektrolytlösung für den zusätzlichen Flüssigkeitsbedarf verwandt werden

soll. Die Steuerung der Flüssigkeitstherapie erfolgt nach dem Parkland-Schema überwiegend nach der engmaschig kontrollierten Urinausscheidung und ist bei Anzeichen eines Volumenmangels nach oben, bei Polyurie nach unten zu korrigieren. Nach 24 Stunden kann bei stabiler Hämodynamik auch mit kolloidalen Lösungen (Humanalbumin) substituiert werden, bei exzessivem und deutlich vom Parkland-Schema nach oben abweichendem Bedarf an Vollelektrolytlösung kann dies auch früher erwogen werden. Der Gebrauch von Hydroxyethylstärke sollte nach heutiger Datenlage nur mit strengster Indikationsstellung erfolgen, da es eine gegenteilige Empfehlung der EMA gibt. Die enterale Ernährung sollte am ersten Tag begonnen und altersgerecht gesteigert werden. Enterale Flüssigkeit ist zu 2/3 auf den Grundbedarf an Flüssigkeit anzurechnen.

8.2 Hämodynamisches Monitoring

Ein sicherer venöser Zugang sollte bestehen, um zum einen die Möglichkeit der Volumentherapie zum anderen eine ausreichende Schmerztherapie zu gewährleisten. Bei kleineren Kindern mit schwierigen Venenverhältnissen und großflächigen ($> 10 - 15\%$) und/oder tieferen ($\geq \text{IIa}$) Verletzungen sollte antizipierend ein ZVK z.B. während der Erstversorgung im Krankenhaus gelegt werden. EKG, Blutdruck und Pulsoxymetrie sind das hämodynamische Basismonitoring und sollten bei beatmeten oder großflächig betroffenen Kindern durch eine invasive Blutdruckmessung ergänzt werden. Die Möglichkeit der Pulskonturanalyse/ HZV Messung ist nur bei größeren Kindern sicher verwertbar.

Die Blutgasanalyse als begleitendes Monitoring ist bei beatmeten Kindern obligat. Zusätzlich kann über den zentralen Venenkatheter die zentralvenöse Sättigung für das hämodynamische Monitoring erfasst werden. Die Urinausscheidung ist zwar nur ein indirekter Parameter eines adäquaten Herzzeitvolumens aber international etabliert zur Steuerung der Flüssigkeitstherapie.

Angestrebte Urinmenge:

- bei Säuglingen und Kleinkindern 1,0 – 2,0 ml/kg/h
- bei Schulkindern: 0,5 – 1,0 ml/kg/h

Zur genauen Bilanzierung ist in der Phase der zusätzlichen Volumensubstitution in der Regel ein Blasenkatheter oder eine suprapubische Ableitung erforderlich.

Insbesondere bei beatmeten Patienten unter Analgosedierung mit Opiaten ist für eine Normalisierung der Hämodynamik eventuell auch der Einsatz von Katecholaminen erforderlich. Der Einsatz von Vasokonstriktoren ist zu vermeiden, um einer weiteren Schädigung des betroffenen Gewebes nicht Vorschub zu leisten.

Blutbild, Gerinnung, Elektrolyte, Leberwerte, Osmolalität, kolloidosmotischer Druck und Gesamteiweiß sind regelmäßig zu erfassen, die Blutgruppe anfangs bei Aufnahme.

Vor ausgedehnten, chirurgischen Eingriffen sollten in ausreichendem Maße Erythrozytenkonzentrate und FFP bereitstehen. Die Substitution von Thrombozytenkonzentraten ist in der Regel nicht notwendig.

9. Lokale Therapie

Alle Verbandwechsel sind unter aseptischen Bedingungen und für das Kind schmerzfrei durchzuführen.

9.1. Behandlungsstrategie nach Verbrennungstiefe

Grad 1:

Die Behandlung erfolgt konservativ mit Salben.

Grad 2a:

Die Behandlung ist konservativ. Die Wundreinigung mit Debridement erfolgt unter aseptischen Bedingungen in Analgosedierung oder Narkose. Für die anschließende Versorgung werden Okklusivverbände mit inaktiven, aktiven oder biologischen Managementsystemen verwendet. Individuell können ggf. auch zeitlich verzögert, temporäre synthetische oder biologische Hautersatzmaterialien Anwendung finden.

Grad 2b:

Bei eindeutiger Tiefenzuordnung wird zeitnah eine operative tangentielle Exzision bis in punktuell blutende Dermisanteile durchgeführt. In Abhängigkeit von Lokalisation, Größe und Zeitpunkt werden diese Bereiche mit aktiven oder biologischen Wundmanagementsystemen, synthetischem oder biologischem epidermalem Hautersatzmaterial oder autologer Spalthaut abgedeckt und versorgt.

Bei fraglicher Zuordnung (2a / 2b) kann die eindeutige Demarkierung, je nach Lokalisation und Ausdehnung aber auch Ursache der thermischen Schädigung bis zu 2 Wochen abgewartet und bis dahin konservativ mit antiseptischen Verbänden oder temporärem epidermalen Hautersatzmaterial behandelt werden [8].

Grad 3:

Nach eindeutiger Abschätzung der Tiefe wird zeitnah oder sequentiell eine tangentielle oder epifasziale Nekrektomie durchgeführt. Anschließend erfolgt die Defektdeckung durch Spalthauttransplantation. Gegebenenfalls erfolgt bei großen Defekten eine temporäre Deckung mit biosynthetischen Folien, mit allogener Spalthaut oder in Form der Vakuumversiegelung.

Der Einsatz von Dermisersatzmaterial sollte erwogen werden, ggf. auch in Kombination mit Keratinozyten.

9.2. Escharotomie

Bei Verbrühungen oder Verbrennungen dritten Grades an den Extremitäten oder am Hals bzw. Rumpf, die mindestens 2/3 der Zirkumferenz betreffen oder zirkulär sind, ist die Indikation zur Escharotomie zu überprüfen. Es wird die betroffene Haut mittels definierter Schnittführung durchtrennt. Das Durchtrennen des gesamten subkutanen Fettgewebes bis auf die Muskulatur ist nicht notwendig. Die Schnittführung erfolgt nach funktionellen Gesichtspunkten. Die Durchblutung ist anschließend regelmäßig zu kontrollieren. Bei Verdacht auf ein Kompartmentsyndrom ist zusätzlich eine Fasziotomie in üblicher Weise erforderlich.

Die Indikation zur Tracheotomie muss abgeklärt werden.

9.3 Spalthautentnahmestelle

Bei Kindern ist vorzugsweise der behaarte Kopf als Spalthautentnahmestelle zu verwenden. Nach Abheilung ist eine erneute Spalthautentnahme möglich. Bei darüber hinaus gehendem Spalthautbedarf sind alle üblichen Entnahmestellen unter kritischer Wahrung der Entnahmestandards zu berücksichtigen.

9.4. Hauttransplantation

Nach Entnahme der Spalthauttransplantate und entsprechender Aufarbeitung werden die Transplantate mit geeigneten Maßnahmen fixiert. Je nach Körperregion erfolgt eine Ruhigstellung mit Verbänden, Gips- oder Kunststoffschienen für 5-7 Tage, um eine Dislokation der Transplantate zu verhindern.

Unter kosmetischen und funktionellen Gesichtspunkten ist nach Möglichkeit ungemesshte Spalthaut zu verwenden. Dies gilt insbesondere für Gesicht, Hals, Decolleté und Hände.

Bei ausgedehntem Deckungsbedarf ist die Spalthaut entsprechend zu expandieren (mesh, Meek). In Abhängigkeit von der Lokalisation und der Ausdehnung der VKOF ist eine zusätzliche Versorgung mit Dermisersatzmaterialien zusätzlich zur Spalthautversorgung zu erwägen.

10. Mikrobiologisches Monitoring

Das mikrobiologische Monitoring ist je nach klinischem Befund gezielt durchzuführen und unter Umständen schon bei Aufnahme des Patienten zu beginnen (Nasen-/Rachenabstrich). Eine prophylaktische Antibiotikatherapie wird nicht empfohlen. Eine antibiotische Behandlung ist nur bei einer nachgewiesenen Superinfektion der Wundflächen, positiver Blutkultur oder sonstiger gesicherter Infektion anderer Organe gezielt, insbesondere gemäß Antibiotogramm nach Abstrich

oder Probenentnahme durchzuführen. Eine asymptomatische bakterielle Besiedelung/Kolonisation der Wunden ist keine Indikation zur Antibiotikatherapie, wohl aber zur topischen antimikrobiellen Therapie, insbesondere vor oder während komplexer Hautersatzverfahren. Ein besonderes Augenmerk ist insbesondere auf die Möglichkeit eines toxic shock syndroms bei meist kleinflächig verletzten Kleinkindern zu legen. Dieses ist sehr selten, jedoch ist ein nicht erkanntes und nicht-therapiertes Toxic shock syndrome lebensbedrohlich [9].

11. Physiotherapeutische Behandlung

Im Vordergrund der Behandlung steht das kindgerechte Anleiten von Bewegungsmustern. Eine frühzeitige Integration der gesamten Familie in die Therapie ist notwendig [12].

11.1 Behandlungsschwerpunkte in der Intensivphase

Atemtherapie; Bewegungstherapie; Lagerung

11.2. Die Behandlungsschwerpunkte in der Rehabilitationsphase

Dehnen/ Aufdehnen von Gelenkkontrakturen und Narbensträngen;
Steigerung der Belastbarkeit, Kraft und Koordination;
Narbenmassage/Lymphdrainage

12. Ergotherapeutische Behandlung

Die ergotherapeutische Behandlung wird nach Rücksprache im Team begonnen.

In der Mobilisationsphase und schulischen Wiedereingliederung werden bei Bedarf motorisch-funktionelle oder sensomotorisch-perzeptive Behandlungen durchgeführt [13].

12.1 Therapieinhalte

Vor Beginn der Behandlung steht die Evaluation und gemeinsame Zielsetzung. Die tägliche Narbenpflege, Kompressions- und Silikonbehandlung sind als Standardtherapie der Narbenbehandlung anzusehen. Das Sensibilitätstraining dient der Verbesserung bzw. Wiederherstellung des normalen Handeinsatzes und des Berührungsempfindens. Es werden sowohl Lagerungsschienen als auch dynamisch-korrektive Schienen eingesetzt. Durch altersgerechtes Training zur Verbesserung der Teilhabe innerhalb der 3 Lebensbereiche der Selbstversorgung (z.B. ADL – Training (activities of daily life), Produktivität (Alltag, z.B. Kindergarten, Schule, Spiel) und Freizeit soll das Kind seine größtmögliche Selbständigkeit und Teilhabe wiedererlangen (bei Bedarf auch durch Umfeldberatung). Wenn Hilfsmittel erforderlich sind, erfolgt eine entsprechende Beratung, eine individuelle Herstellung, Anpassung und Schulung. Funktionelle Behandlungseinheiten verbessern die Koordination, vergrößern das Bewegungsausmaß und die Handfunktion [14].

13. Orthopädietechniker

Aufgabe ist die Beratung, Risikoanalyse, Designerarbeit, Maßnahme und individuelle Anpassung und Herstellung von Narbenkompressionsbandagen und Orthesen aus textilelastischen und rigiden Materialien, insbesondere auch Silikon [15]. Abdruck und individuelle Anpassung von dauerhaften statischen und/oder dynamischen Streck- und Beugequengeln bei Narbenkontrakturen sowie Reparaturen und Nachpassungen. Auch die Anleitung zum Gebrauch und die erforderliche Dokumentation nach dem Medizinproduktegesetz (MPG) fällt in deren Aufgabenbereich [16].

14. Nachbehandlung

Die Nachbehandlung sollte im Zentrum für Schwerbrandverletzte Kinder oder der Spezialisierten Klinik für Brandverletzte Kinder im Rahmen einer interdisziplinären Spezialsprechstunde erfolgen und umfasst neben den regelmäßigen Kontrollen der Ein- und Abheilung der Wundbereiche, Transplantate und Entnahmestellen bis zur Ausreifung der Narben die Behandlung von Funktionsdefiziten und die Festlegung notwendiger rekonstruktiver Maßnahmen. Physio- und Ergotherapie, Orthopädietechnik und Chirurgie arbeiten dabei eng zusammen. Auf das Angebot der Selbsthilfe (Paulinchen: Initiative für brandverletzte Kinder) soll unbedingt frühzeitig hingewiesen werden.

14.1. Narbenbehandlung

Die Pflege der betroffenen Hautareale und von Transplantaten erfolgt mit Wasser und einer milden Seife. Die Narben werden mehrfach täglich mit fettenden und feuchtigkeitsspendenden Externa gepflegt. Anfangs auftretende Hautdefekte oder Spannungsblasen sollten nur zum vorübergehenden Absetzen der Bewegungstherapie sowie der Schienen- oder Kompressionsbehandlung führen. Die Silikonbehandlung sollte nur bei intakter Haut angewendet werden. Allergische Reaktionen oder passagere Unverträglichkeiten sind möglich und zu beachten. Auf einen adäquaten Sonnenschutz der Narben ist lebenslang zu achten. Narbenmassagen unterstützen eine günstige Narbenentwicklung.

14.2. Kompressionsbehandlung

Die Kompressionsbehandlung beginnt unmittelbar nach dem Einheilen der Transplantate. Kompressionsbandagen werden grundsätzlich maßgefertigt und müssen gut sitzen. Es sollten nur Orthopädie-Techniker, Sanitätshäuser oder Therapeuten, die auf diese Behandlung spezialisiert sind, die Bandagen anmessen. Die Kompressionsgarnitur ist außer zur Körperpflege, Lymphdrainage oder Narbenmassage kontinuierlich zu tragen. Die Therapie endet erst mit Ausreifung der Narbe. Es sind mindestens 2 passende Garnituren zur

Wechselversorgung erforderlich, um eine kontinuierliche Kompression zu gewährleisten. Eine regelmäßige Anpassung entsprechend des Wachstums ist notwendig [17, 18].

14.3 Sekundäre plastische Korrekturen

Narbenkorrekturen erfolgen in der Regel nach Abschluss der Narbenausreifung. Funktionseinschränkende Narben an Gesicht, Hals und Extremitäten (Hände!) bedürfen mitunter der früheren Korrektur unter laufender physiotherapeutischer und Kompressionsbehandlung. Sekundär plastische Korrekturen erfordern ein hohes Maß an Erfahrung und sollten daher ausschließlich an entsprechenden Zentren durchgeführt werden. Plastische Korrekturen aus ästhetischer Indikation erfolgen möglichst erst nach Abschluss der Narbenausreifung sowie bei begründetem und nachvollziehbarem Wunsch des Patienten.

15. Psychotherapeutische Begleitung in der Akutphase

15.1. Grundsätzliches

Eine schwere thermische Verletzung ist ein traumatisches Erlebnis von besonderer Schwere. Es bedroht die leibseelische Einheit des Kindes und geht mit Gefühlen von Ohnmacht und Todesangst einher. Alle Dimensionen des Selbst- und Fremdempfindens sind betroffen und machen eine psychotherapeutische Hilfe bei der Verarbeitung des Verbrennungstraumas notwendig, um die Ausbildung von Traumafolgestörungen zu verhindern [19, 20].

Besondere Berücksichtigung verdient, dass Eltern (besonders als Ersthelfer und/oder mögliche Verursacher) und andere Bezugspersonen ebenfalls traumatisiert sein können und während des stationären Aufenthaltes behandelt werden müssen, um dem Kindes wieder authentisch Sicherheit vermitteln, als Ressource für gute Traumaverarbeitung zur Verfügung stehen und seine Betreuung gewährleisten zu können.

Noch in der Akutphase (möglichst 1.-3. Tag) soll jedes Opfer von Verbrennung und/oder Verbrühung mit seiner Familie das Angebot einer psychotherapeutischen Begleitung schon im stationären Setting erhalten.

15. 2. Ziele der psychotherapeutischen Begleitung

Ziele sind die Restitution der eingeschränkten Denk- und Wahrnehmungsfähigkeit, die Stabilisierung der Emotionalität und Wiederherstellung des gestörten Selbst- und Fremdbezuges. Dabei steht die Symptomreduzierung zu Beginn im Vordergrund. Insbesondere bei Säuglingen und Kleinkindern sind auch die Eltern zwingend als Zielgruppe der Begleitung zu sehen.

15.3. Therapie-Methode

Therapie Methode ist eine Ressourcen-orientierte integrative Traumatherapie. Eltern, nahe Angehörige und andere wichtige Bezugspersonen sollten als Unterstützer nach Möglichkeit in den therapeutischen Prozess einbezogen werden. Entsprechende relative und absolute Kontraindikationen sind zu berücksichtigen. Im Übrigen gelten die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie und -psychotherapie (Stand 11/2006; 01/2009; 12/2011 und 07/2013).

15.4. Kindesmisshandlung

Ca. 10 % (2-20 %) der nachgewiesenen Kindesmisshandlungen werden durch Verbrennungen oder Verbrühungen verursacht; 1,5-10 % aller pädiatrischer thermischen Verletzungen sind auf Misshandlungen zurückzuführen [24, 25]. Prinzipiell verdächtig auf misshandlungsbedingte thermische Verletzungen sind: Immersionsverletzungen der Extremitäten mit Handschuh-/ Strumpfmuster oder des Gesäßes; isolierte Verbrühungen des Gesäßes/ des Perineums mit scharfen Begrenzungen nach cranial; das Vorliegen zusätzlicher Verletzungen ohne Bezug zur Verbrühung; inkompatible Anamnese; Kontaktverbrennungen mit scharf begrenzten geometrischen Mustern; multiple Verbrennungen an unterschiedlichen Körperstellen [26].

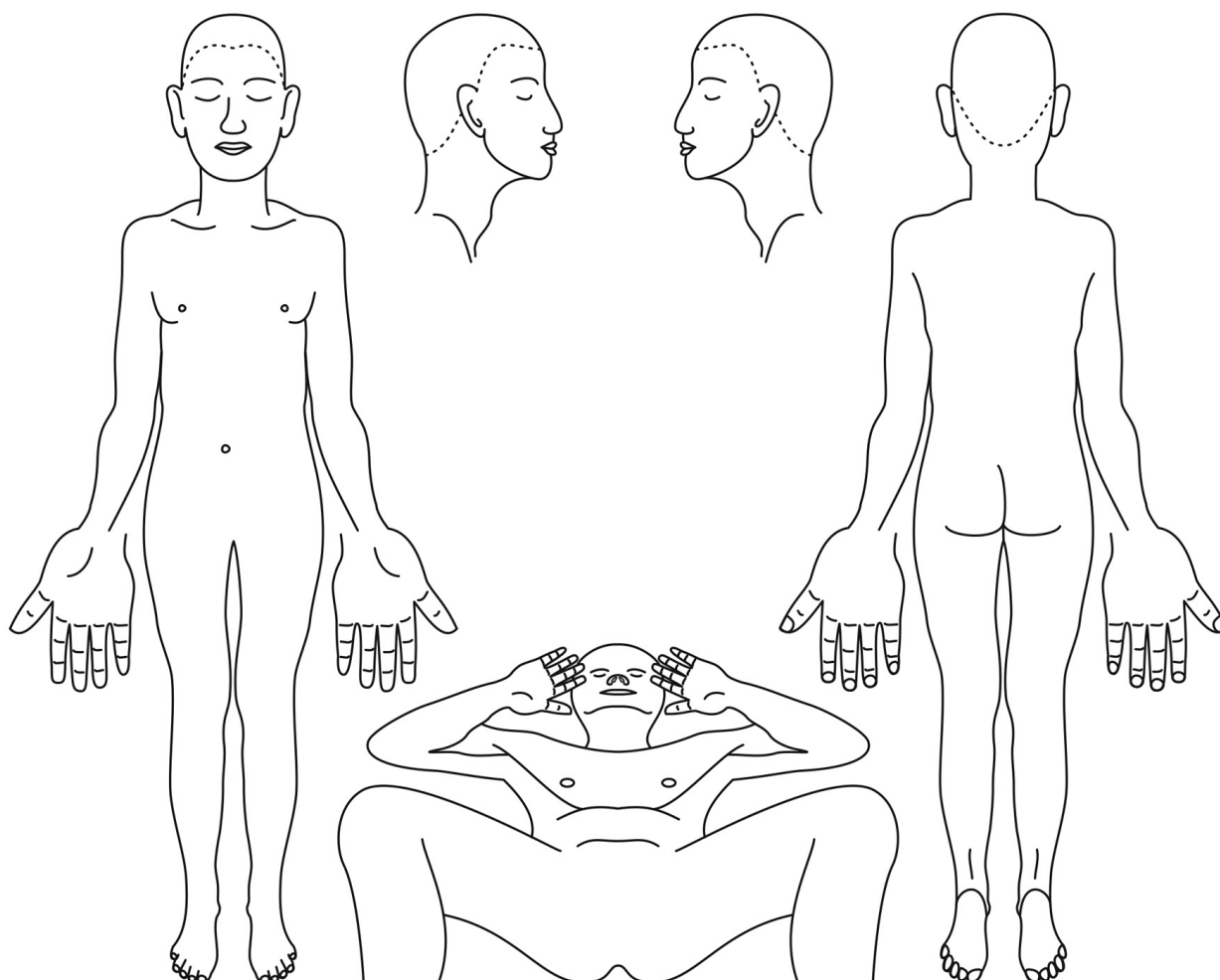
Ergibt die Befunderhebung den Verdacht der Kindesmisshandlung, ist eine Kinderschutzgruppe einzuschalten und nach entsprechenden gesetzlichen Richtlinien zu verfahren. Die spezialisierten Kliniken und Zentren für Schwerbrandverletzte Kinder sollten mit einer Kinderschutzgruppe kooperieren.

16. Kontrolluntersuchungen nach Klinikentlassung

Wird das Kind aus der stationären Behandlung entlassen, ist es wichtig, den Eltern ein langfristiges, verbindliches Behandlungskonzept für die Nachbehandlung /Rehabilitation mitzugeben. Durch ein Netzwerk psychosozialer Interventionen während der gesamten Behandlungs- und Rehabilitationszeit können posttraumatische psychosoziale Langzeitfolgen nachhaltig reduziert werden. Kontrolluntersuchungen in der Spezialklinik müssen, je nach Ausmaß der Verletzung, regelmäßig und engmaschig erfolgen. Bei den Kontrolluntersuchungen ist sicher zu stellen, dass alle angeordneten Therapien von den Eltern auch wahrgenommen werden, besonders bei Familien in schwierigen Lebenslagen. Die Kompressionsbandagen werden beurteilt und kontrolliert, gegebenenfalls werden neue Bandagen angefertigt. Wünschenswert ist, dass der behandelnde Arzt auch die Nachuntersuchungen durchführt. Wechselnde Ansprechpartner in den Kliniken verunsichern die Eltern. Die Familien müssen immer wieder bestärkt werden, die Therapien konsequent durchzuführen, denn nur dann ist ein optimales Narbenbild zu erreichen.

17. Anhang

17.1 Beurteilung der Verbrennungsausdehnung nach Lund und Bowder



Verbrennung	1 Jahr	1 - 4 Jahre	5 - 9 Jahre	10 - 14 Jahre	15 Jahre	Erwachsene	Grad 2a	Grad 2b	Grad 3
Kopf	19	17	13	11	9	7			
Hals	2	2	2	2	2	2			
Rumpf (vorne)	13	13	13	13	13	13			
Rumpf (hinten)	13	13	13	13	13	13			
Gesäßhälfte rechts	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5			
Gesäßhälfte links	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5			
Genitalien	1	1	1	1	1	1			
Oberarm rechts	4	4	4	4	4	4			
Oberarm links	4	4	4	4	4	4			
Unterarm rechts	3	3	3	3	3	3			
Unterarm links	3	3	3	3	3	3			
Hand rechts	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5			
Hand links	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5			
Oberschenkel rechts	5,5	6,5	8	8,5	9	9,5			
Oberschenkel links	5,5	6,5	8	8,5	9	9,5			
Unterschenkel rechts	5	5	5,5	6	6,5	7			
Unterschenkel links	5	5	5,5	6	6,5	7			
Fuß rechts	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5			
Fuß links	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5			
Summe:									
Gesamtverbrennung									

17.2 Verbrennungstiefe

