

**Aus der Klinik für Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie,
Intensiveinheit für Schwerbrandverletzte
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. med. P. Mailänder**

**THERMISCHE VERLETZUNGEN IM KINDES- UND
JUGENDALTER -
RETROSPEKTIVE KOHORTENSTUDIE ZUR BEURTEILUNG VON
EPIDEMIOLOGIE UND VERLETZUNGSFOLGEN**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
- Aus der Medizinischen Fakultät-

vorgelegt von
Ulrike Eich
aus Rostock
Lübeck 2007

1. Berichtstatter: Prof. Dr. med. Peter Mailänder
2. Berichtstatter: Prof. Dr. med. Jens Christian Möller
Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2008
Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 18.12.2008

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach
- Dekan der Medizinischen Fakultät -

Inhaltsverzeichnis

I EINLEITUNG	1
1.1 Einführung	1
1.2 Aufbau und Funktion der Haut	2
1.3 Die Verbrennung	3
1.3.1 Verbrennungsarten	3
1.3.2 Pathophysiologie der Verbrennung	3
1.3.3 Verbrennungswunde	4
1.3.3.1 Verbrennungstiefe	4
1.3.3.2 Verbrennungsausdehnung	5
1.4 Therapie der Verbrennung	6
1.4.1 Präklinische Behandlung der Verbrennung	6
1.4.2 Initiale stationäre Wundbehandlung	7
1.4.2.1 Konservative Wundbehandlung	8
1.4.2.2 Operative Wundbehandlung	8
1.5 Beurteilung von Verbrennungsnarben	9
1.6 Fragestellung	10
II MATERIAL UND METHODEN	11
2.1 Patientenkollektiv	11
2.2 Erhebung epidemiologischer Daten nach Aktenlage	11
2.2.1 Demoskopische Daten	11
2.2.2 Präklinische Daten	11
2.2.3 Klinische Daten	12
2.2.4 Daten zur Behandlung	13
2.2.5 Daten zu Komplikationen	13

2.3 Nachuntersuchung	13
2.3.1 Klinische Untersuchung	13
2.3.2 Narbenbeurteilung mit Hilfe der Vancouver Scar Scale	14
2.3.3 Technische Narben- und Hautbeurteilung	16
2.3.3.1 Cutometer®	16
2.3.3.2 Mexameter®	18
2.3.3.3 Corneometer®	19
2.3.3.4 Tewameter®	20
2.4 Psychosoziale Aspekte thermischer Verletzungen	22
2.4.1 Fragebögen	22
2.4.4.1 Child Behavior Checklist (CBCL/4-18)	22
2.4.4.2 TNO-AZL Questionnaire for Children's Health-Related Quality of Life (TACQOL)	23
2.4.2 Sozialanamnese und Sozialstatus	24
2.5 Statistische Auswertung	25
III ERGEBNISSE	26
3.1 Epidemiologische Daten nach Aktenlage	26
3.1.1 Demoskopische Daten	26
3.1.2 Präklinische Daten	27
3.1.3 Klinische Daten	31
3.1.4 Daten zur Behandlung	34
3.1.4.1 allgemeine Behandlung	34
3.1.4.2 Konservative Behandlung	34
3.1.4.3 Operative Behandlung	36
3.1.5 Daten zu Komplikationen	37
3.2 Nachuntersuchung	39
3.2.1 Patientenkollektiv	39
3.2.2 Epidemiologische Daten	40
3.2.3 Klinische Untersuchung	43
3.2.4 Narbenbeurteilung mit Hilfe der Vancouver Scar Scale	44
3.2.5 Technische Narben- und Hautbeurteilung	45

3.3 Psychosoziale Aspekte thermischer Verletzungen	48
3.3.1 Fragebögen	48
3.3.1.1 Child Behavior Checklist (CBCL/ 4-18)	48
3.3.3.2 TNO-AZL Questionnaire for Children's Health-Related Quality of Life (TACQOL)	50
3.3.2 Sozialanamnese und Sozialindex	51
IV DISKUSSION	53
4.1 Epidemiologische Daten nach Aktenlage	53
4.2 Nachuntersuchung	57
4.2.1 Narbenbeurteilung	57
4.2.2 Einflussfaktoren auf die Narbenentstehung	62
4.3 Psychosoziale Aspekte thermischer Verletzungen	65
V ZUSAMMENFASSUNG	68
VI LITERATURVERZEICHNIS	70
VII ANHANG	79
VIII DANKSAGUNG	82
IX LEBENS LAUF	83
X PUBLIKATIONEN	85

I EINLEITUNG

1.1 Einführung

Jedes Jahr verunglücken circa 7100 Kinder im Alter von 0 bis 20 Jahren durch thermische Unfälle, sodass sie stationär in einem der 44 Betten für Kinder in einem Schwerbrandverletzentrum in Deutschland behandelt werden müssen^[86].

Thermische Verletzungen entstehen im Kleinkind- und Vorschulalter vorwiegend (etwa 85%) in Form von Verbrühungen, d.h. bei Kontakt mit heißen Flüssigkeiten^[18, 20, 84]. Der Inhalt einer Tasse mit heißem Wasser genügt, um bis zu 30% der Körperoberfläche eines Säuglings- oder Kleinkindes zu verbrühen^[27]. Verbrennungen treten hingegen häufiger bei Schulkindern auf und werden vornehmlich durch Hausbrände, Grillunfälle und Experimentieren mit dem Feuer hervorgerufen^[11, 43, 62]. Bei circa 3000 Kindern verbleiben nach der Therapie einschränkende Narben^[43, 62]. Diese sind häufig hypertroph, verursachen Schmerzen und Juckreiz und können zu funktionellen Einschränkungen führen^[32]. Gut sichtbare Narben, insbesondere an Gesicht und Händen, können zudem auch psychosoziale Probleme im Leben der Kinder nach dem Unfall hervorrufen^[51].

Ziel dieser Dissertation ist es, Ursachen sowie funktionelle und psychosoziale Folgen thermischer Verletzungen im Kindes- und Jugendalter zu erfassen.

Des Weiteren sollen im Rahmen einer Nachuntersuchung die Haut, insbesondere die eventuell entstandenen Narben, hinsichtlich ihrer Beschaffenheit und Funktion untersucht und mögliche Einflussfaktoren auf die Narbenentstehung bestimmt werden.

1.2 Aufbau und Funktion der Haut

Die Haut bedeckt beim Erwachsenen eine Fläche von ca. 2 m² und ist damit das größte Organ des Menschen^[57]. Die Haut setzt sich aus der Kutis und einer darunter liegenden Schicht aus Bindegewebe- und Fettgewebe, der Subkutis, zusammen.

Die Kutis besteht aus einem epithelialen Anteil (Epidermis) und einem bindegewebeartigen Anteil (Dermis). (siehe Abbildung 1)

Die *Epidermis*, ein gefäßfreies verhorntes mehrschichtiges Plattenepithel, gliedert sich in 4 Schichten (Stratum basale, Stratum spinosum, Stratum granulosum und Stratum corneum). Das Stratum basale enthält neben den Basalzellen auch Melanozyten, welche das dunkelbraune Pigment Melanin synthetisieren. Das Melanin bestimmt den Bräunungszustand der Haut und schützt die Basalzellen u.a. vor der Genom-schädigenden Wirkung des Lichtes. Im Stratum spinosum sind Langerhans-Zellen eingelagert, die als Antigen-präsentierende Zellen der Immunabwehr dienen. Das Stratum granulosum produziert Keratohyalin granula, die am Verhornungsprozess beteiligt sind. Das Stratum corneum, enthält Hornzellen, die mit dem mechanisch und chemisch widerstandsfähigem Keratin gefüllt sind. Diese Schicht bildet eine Versiegelung des Extrazellulärraumes und verhindert damit den transepidermalen Wasseraustritt^[46, 57].

Die *Dermis* ist für die mechanische Widerstandsfähigkeit der Kutis verantwortlich und führt die terminalen Blutgefäße, die die einzelnen Hautschichten mit Blut versorgen. Eingebettete Talgdrüsen produzieren einen Fettfilm, der das Eindringen von schädlichen chemischen Agenzien verhindern soll.

Die Subkutis besteht aus lockerem Bindegewebe und enthält einen regional unterschiedlich großen Anteil an Fettgewebe, welches als Druckpolster (z.B. an der Fußsohle) und Energiespeicher dient und Wärmeregulation gewährleistet^[46, 57].

Die Haut ist auf Grund ihrer Schutz- und Austauschfunktion mit der Umwelt sowie ihrer Funktion bei der Reizaufnahme ein lebenswichtiges Organ. Eine Zerstörung der Schichten der Haut (z.B. durch thermische Verletzungen) kann daher Folgen für den gesamten Organismus haben.

1.3 Die Verbrennung

1.3.1 Verbrennungsarten

Unter Verbrennung versteht man im Allgemeinen eine thermische Verletzung durch Temperaturen, die die Regulationsfähigkeit der Haut überfordert^[43]. Dabei unterscheidet man Verbrennungen durch direkte Flammeneinwirkung (bei mittlerer Flammentemperatur bis zu 900°C) und durch Berührung von heißen Oberflächen (z.B. Metall)^[70].

Man spricht von Verbrühungen, wenn eine thermische Verletzung durch Kontakt mit heißen Flüssigkeiten (Temperaturen kleiner als 100°C) hervorgerufen wurde^[70].

Auch nichtthermische Noxen, wie elektrischer Strom, Strahlung und Flüssigkeiten (Säuren oder Laugen), die eine chemische Verbrennung erzeugen, können analoge Hautschädigungen verursachen^[20, 39, 70]. Außerdem können Krankheiten, die durch bakterielle Toxine verursacht sind, zu verbrennungsähnlichen Zuständen führen. So kommt es z.B. bei dem durch *Staphylococcus aureus* verursachtem Staphylococcal Scalded Skin Syndrom (SSSS) zu großflächigen, blasigen Abhebungen der Epidermis^[40].

1.3.2 Pathophysiologie der Verbrennung

Als Folge einer thermischen Einwirkung ist sowohl eine lokale als auch eine systemische Entzündungsreaktion zu beobachten.

Bereits Temperaturen von 40-45°C führen über Stunden zu einer direkten thermischen Schädigung der Zellen der Haut, welche durch eine Denaturierung von Struktur- und Enzymproteinen gekennzeichnet ist und eine Koagulationsnekrose hervorruft^[69, 81]. Diese zentrale Nekrose wird von JACKSON als Ort der eigentlichen thermischen Schädigung beschrieben. Er beschreibt in einem Modell die verschiedenen Schädigungszonen innerhalb einer Brandwunde^[45].

Um die Nekrosezone schließt sich die so genannte Stasezone an, welche nach dem Trauma makroskopisch zunächst als ungeschädigtes Gewebe imponiert. Im weiteren Verlauf führen Erythrozytenstase und Extravasation zu einem Verschluss der Gefäße^[103]. Zellen dieser Zone, die zunächst nur in ihrer Zellfunktion eingeschränkt waren, können auf Grund der Okklusion der Gefäße ebenfalls nekrotisch werden. Es kommt zum „Abtiefen“ der Verbrennungswunde^[69]. Dieser Vorgang wird auch als „Nachbrennen“ bezeichnet. Das „Nachbrennen“ ist demnach nicht im Sinne einer

weiteren thermischen Schädigung, sondern einer sekundären Perfusionsverschlechterung grenzwertig durchbluteter Areale zu verstehen^[20]. Die äußerste Zone ist durch eine Hyperämie gekennzeichnet. Diese ist Folge einer Vasodilatation mit konsekutiver Mehrdurchblutung^[70]. Die Zellen sind kaum geschädigt und das Gewebe dieser Zone ist voll regenerationsfähig^[11].

Ein Anstieg der Temperatur im Gewebe führt darüber hinaus zu einer systemisch inflammatorischen Reaktion, die durch die Freisetzung lokaler Mediatoren und Kaskaden hervorgerufen werden^[3]. Freigesetzte gefäßaktive Substanzen (Histamin, Bradykinin und Sauerstoffradikale) sowie die direkte Schädigung des Endothels durch die thermische Einwirkung verursachen eine vermehrte Durchlässigkeit der Kapillarwand für höhermolekulare Proteine aus dem Intravasalraum in das interstitielle Gewebe^[69]. Das Ungleichgewicht zwischen dem ansteigenden interstitiellen Flüssigkeitsvolumen und dem Lymphabfluss führt zu Ödembildung^[20, 69]. Das Ödem komprimiert dann das Gewebe, wodurch die Sauerstoff- und Nährstoffversorgung der noch vitalen Zellen der Stasezone behindert wird^[69].

Letztlich resultiert aus der mangelnden Gewebepfusion eine Verstärkung der systemischen Entzündungsreaktion des Organismus, die unbehandelt zum Schock mit einem Multiorganversagen führen kann^[69].

1.3.3 Verbrennungswunde

1.3.3.1 Verbrennungstiefe

Die Tiefe der Verbrennung ist abhängig von der Temperatur und der Dauer des Kontaktes mit der Verbrennungsquelle sowie der Dicke der Haut^[36]. Verbrennungswunden werden gemäß ihrer Tiefenausdehnung nach FABRICIUS HILDANUS seit dem 16. Jahrhundert in 3 Grade eingeteilt^[70, 103]. (siehe Abbildung 1) Verbrennungen *Grad I* betreffen nur die Epidermis. Die Haut zeigt ein Erythem und Ödem als Zeichen einer unspezifischen Entzündungsreaktion. Die Abheilung erfolgt innerhalb einer Woche spontan ohne Narbenbildung.

Verbrennungen *Grad II* sind durch eine Blasenbildung gekennzeichnet. Diese entsteht durch eine Exsudation zwischen Dermis und Epidermis. Bei Verbrennungen *Grad IIa* (oberflächlich dermal) zeigt sich nach Abtragung der Blasen ein hellroter, feuchter, normal weicher Wundgrund^[36]. Da die Nervenendigungen der Dermis nicht zerstört sind, sind diese Läsionen äußerst schmerzhaft. Es kommt zur Ausheilung

ohne Bildung von Narben innerhalb von 2-4 Wochen. Pigment- und Strukturveränderungen der Haut können jedoch auftreten^[39, 58]. Verbrennungen *Grad IIb* (tief dermal) führen zu einer Teilerstörung (Nekrose) der Dermis. Die Dermis stellt sich auf Grund der Minderperfusion weißlich dar^[1]. Eine Regeneration ist ausgehend von den Hautanhangsgebilden möglich^[39]. Ohne operative Behandlung kommt es zu einer Defektheilung mit Narbenbildung.

Verbrennungen *Grad III* führen zu Nekrosen der gesamten Haut (Kutis und Subkutis) einschließlich der Hautanhangsgebilde^[39]. Die Rekapillarisation ist vollständig aufgehoben^[1]. Die betroffenen Areale zeigen eine Analgesie, da keine Nervenenden erhalten sind. Es ist keine Regeneration möglich.

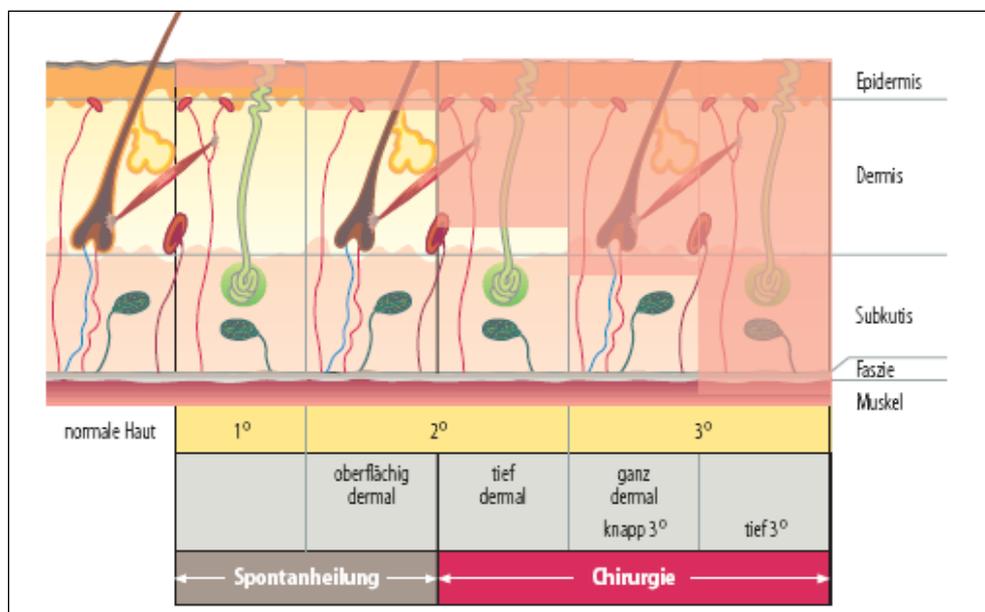


Abbildung 1: Aufbau der Haut und schematische Darstellung der unterschiedlichen Verbrennungstiefen (Quelle: DIRKS et al. ^[20])

1.3.3.2 Verbrennungsausdehnung

Neben der Tiefe des Hitzschadens ist die Ausdehnung der verbrannten Körperoberfläche (VKOF) von Bedeutung. Zur Beurteilung des Ausmaßes einer Verbrennung kann bei Erwachsenen die Neunerregel nach Wallace verwendet werden^[104]. Dabei entsprechen die Arme und der Kopf jeweils 9%, die Rumpfvorder- und -rückfläche sowie ein Bein jeweils 18% und Hals und Genitale jeweils 1% der Körperoberfläche^[39]. Da bei Kindern die Proportionen anders verteilt sind, wurde die Neunerregel für die verschiedenen Altersklassen der Kinder modifiziert^[37]. (siehe Abbildung 2)

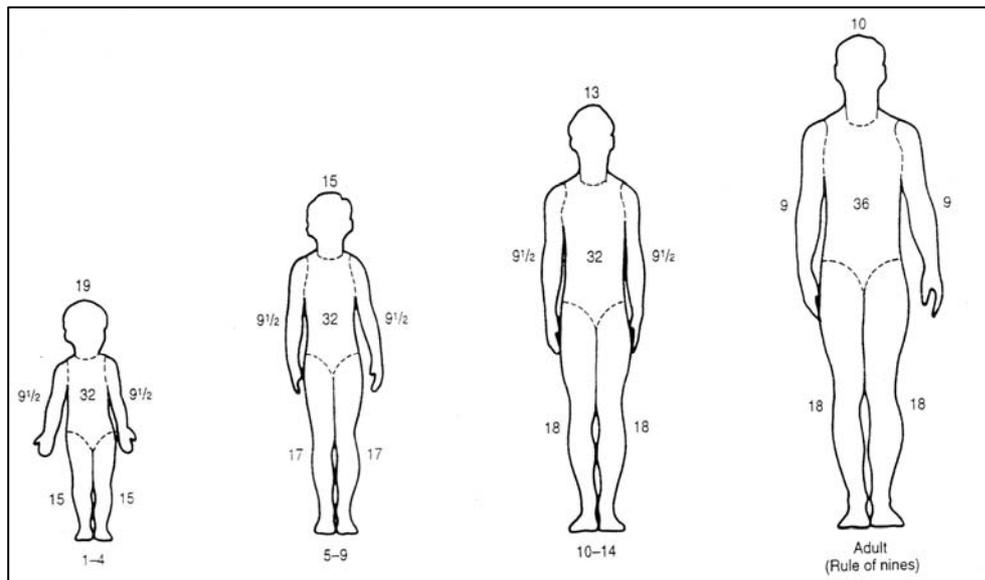


Abbildung 2: Neunerregel Erwachsene und Modifizierung für Kinder der Altersklassen 1-4 Jahre, 5-9 Jahre, 10-14 Jahre und Erwachsene (Quelle: HERNDON et al. [37])

1.4 Therapie der Verbrennung

1.4.1 Präklinische Behandlung der Verbrennung

Die initiale Behandlung der Verbrennungsverletzung sollte sofort nach dem Trauma beginnen. Im Vordergrund der präklinischen Behandlung steht die Kühlung der Wunde. Eine sofortige Kühlung der Wunde für 20 Minuten mit fließendem Leitungswasser (15-20°C Wassertemperatur)^[11, 20, 69] sollte erfolgen. Sie soll verbleibende Hitze aus dem betroffenen Gewebe ableiten, um eine Ausdehnung der Nekrose zu reduzieren und der Ödembildung entgegenzuwirken. Außerdem werden durch die Kaltwasserapplikation die Schmerzen verringert^[20]. Der Beginn einer Kühlung sollte innerhalb der ersten 20 min erfolgen, jedoch ist auch nach 30 min die Temperatur des Gewebes noch erhöht und profitiert von der Kühlung^[70]. Es sollte darauf geachtet werden, dass kein zu kaltes Wasser verwendet wird, da dieses den Zustand einer Hypothermie auslösen kann, welche einem Schockgeschehen Vorschub leistet^[70]. Wird mit getränkten Tüchern gekühlt, sollten diese alle 5 min gewechselt werden^[42, 59]. Sterile Verbände, wie die im Rettungsdienst teilweise verbreiteten Gelfolien, haben einen kühlenden Effekt und dienen der sterilen Wundabdeckung^[70].

Da es bei einer Brandverletzung auf Grund der erhöhten Kapillarpermeabilität zu einer Flüssigkeitsverschiebung vom Intravasalraum in das interstitielle Gewebe kommt, besteht bei einer verbrannten Körperoberfläche von > 10 % VKOF (Kinder > 5 % VKOF) eine akute Schockgefahr. Daher sollte schon am Unfallort mit

einer Infusionstherapie begonnen werden. Diese kann in Anlehnung an die Parkland-Formel nach BAXTER erfolgen^[7]. Für Kinder gilt die modifizierte Formel:
$$\frac{4 - 6 \text{ ml Ringer - Lactat} \times \% \text{ verbrannte VKOF} \times \text{kg Körpergewicht}}{24\text{h}}$$
. Die erste Hälfte

des errechneten Volumens sollte dabei in den ersten 8 Stunden verabreicht, die andere Hälfte wird in den nachfolgenden 16 Stunden gegeben. Die Therapie ist dabei dem klinischen Verlauf anzupassen.

Als medikamentöse Schmerztherapie können zusätzlich Opiate (Morphin, Fentanyl) oder Ketamin in Kombination mit Benzodiazepinen (Midazolam, Diazepam) intravenös verabreicht werden^[56]. Als Indikation zur Verlegung in ein Verbrennungszentrum existiert eine Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin. Diese empfiehlt, dass alle Patienten mit Verbrennungen an Gesicht/Hals, Händen, Füßen und Ano-Genitalbereich, Verbrennungen Grad II von 15 % (Kinder 10 %) oder mehr Körperoberfläche, Verbrennungen Grad III von 10 % (Kinder 5 %) oder mehr Körperoberfläche, Elektroverbrennungen oder chemische Verletzungen, Vorliegen eines Inhalationstraumas sowie alle Patienten mit mechanischen Begleitverletzungen in einem Schwerbrandverletztzentrum versorgt werden sollten^[11, 19]. Im Zweifelsfall sollte immer eine telefonische Rücksprache mit einem Verbrennungszentrum gehalten werden.

1.4.2 Initiale stationäre Wundbehandlung

Die stationäre Wundbehandlung beginnt mit der Blasenabtragung, Entfernung von avitalem Gewebe und Auflagerungen sowie einer Wundreinigung mit antiseptischer Lösung unter sterilen Bedingungen in einem Spezialbad für Schwerbrandverletzte bei 37°C^[37, 70]. In den betroffenen Arealen sollte aus hygienischen Gründen und um das genaue Ausmaß der thermischen Verletzung abschätzen zu können eine Rasur von Kopf- und Körperhaar erfolgen. Bei zirkulären tief dermalen oder drittgradigen Verbrennungen muss die Brandwunde durch eine Inzision, der so genannten Escharotomie, entlastet werden^[70]. Nach initialer Versorgung im Verbrennungsbad sollte ein antiseptischer Feuchtverband angelegt werden, wenn der Zustand des Patienten es zulässt, d.h. der Patient nicht hypotherm ist.

1.4.2.1 Konservative Wundbehandlung

Bei Verbrennungen Grad IIa wird eine konservative Therapie bis zur vollständigen Epithelialisierung durchgeführt. Bei tiefergradigen Verbrennungen (Grad IIb-III) wird zunächst eine konservative Therapie mit Wundauflagen bis zur Operation durchgeführt. Zur konservativen Wundtherapie stehen Feucht- und Okklusivverbände zur Verfügung. Bei einem Feuchtverband dienen Wirkstoffe wie Polyhexanidin (Lavasept®) und Poly-Vinyl-Pyrrolidon-Jod-Komplex zur topisch antiseptischen Versorgung^[1]. Sie wirken bakterizid gegen zahlreiche Bakterien und Pilze, einschließlich der Problemkeime der Wundbehandlung wie Staphylokokken und *Pseudomonas aeruginosa*^[1, 71]. Zusätzlich werden als Schutz vor Verklebung des Verbandes mit der Wunde imprägnierte Fettgaze eingesetzt. Ein täglicher Verbandswechsel mit einem Lokaltherapeutikum und die Säuberung der Verbrennungswunde führt dann optimalerweise bei Verbrennungen Grad IIa zu einer spontanen Epithelialisierung innerhalb von 10-14 Tagen^[71].

Okklusivverbände, wie Hydrokolloid-Verbände, haben eine bakterien- und wasserdichte Oberfläche, die ein feuchtes Wundmilieu bewahrt und somit die Wundheilung fördert. Sie bestehen aus einem Polyuretanfilm oder einem Schaumstoff, auf dem eine selbstklebende Masse aufgebracht ist. Diese Masse enthält stark quellende Partikel wie Gelatine oder Pektine. Unter Aufnahme von Wundexsudat verflüssigt sich die Hydrokolloidmasse und bildet ein visköses, gelbliches Gel. Der Verbandwechsel sollte alle 3-5 Tage, bei stark sezernierenden Wunden auch früher erfolgen^[1, 35, 49].

Darüber hinaus sind aus dem Bereich des „Tissue engineering“ Wundauflagen entwickelt worden, deren Trägersubstanzen (Polymere) den regenerierenden Keratinozyten eine optimale Umgebung zum Wachsen und Anheften bieten sollen. Solche Membranen (z.B. Suprathel®, Omiderm®) brauchen nur einmal appliziert zu werden und werden bis zur vollständigen Abheilung nicht gewechselt^[49, 71].

1.4.2.2 Operative Wundbehandlung

Liegt eine Verbrennungsverletzung Grad IIb oder III vor, ist eine Spontanheilung ohne Narbenbildung nicht möglich. Die Operationsindikation zur Deckung des Hautdefektes sollte gestellt werden. Bei Verbrennungen des Grades IIb wird zunächst eine tangentielle Exzision durchgeführt. Es bleiben dabei die oberflächlichen Dermisanteile erhalten. Eine epifasziale Nekrektomie wird bei drittgradigen Verbrennungen angewandt. Hier wird bis auf die Muskelfaszie

exzidiert^[71]. Zur Exzision werden unter anderem das Goulian Messer, Rosenberg Messer oder ein elektrisches Dermatom verwendet^[37].

Der Goldstandard zur Deckung der Defekte ist die autologe Hauttransplantation^[11, 37, 71]. Man unterscheidet dabei Voll- und Spalthaut. Vollhaut umfasst die gesamte Kutis. Das subkutane Fettgewebe verbleibt im Spenderareal. Spalthaut besteht aus unterschiedlich dicken Anteilen der Dermis und wird meist vom behaarten Kopf, oberen lateralen Oberschenkel oder Gesäß entnommen. In der Regel sind Spalthauttransplantate zur Deckung der brandverletzten Wunden 0,2-0,4 mm dick^[37, 71]. Eine Vergrößerung der Fläche der entnommenen Spalthaut lässt sich z.B. durch die so genannte „mesh-graft-Technik erzielen. Dabei kann durch die gewonnene Gitterstruktur eine Vergrößerung um bis das Neunfache erreicht werden^[71]. Damit das Transplantat einheilt, muss eine ausreichende Durchblutung des Empfängerbettes gewährleistet sein. Eine Vaskularisierung des Transplantates erfolgt durch Einsprossung von Kapillaren und Diffusion. Das Transplantat kann zusätzlich durch einen Überknüpfverband gesichert werden, um Scherbewegungen zu vermeiden.

Die Entnahmestelle kann durch Trockengaze, Ca-Alginat, beschichtete Silikonmembranen, Hydrokolloid Verbände oder Kompressionsbandagen versorgt werden^[74]. Da Teile der Dermis mit epithelialen Hautanhangsgebilden (Haare, Talgdrüsen, Schweißdrüsen) zurückbleiben, reepithelialisiert das Spenderareal nach ca. 10-14 Tagen.

Die Standardverfahren der Defektdeckung können bei speziellen Indikationen durch temporäre Anwendung von Allografts oder Xenografts ergänzt werden. Ebenso stehen kultivierte Keratinozyten zur Verfügung^[11, 70].

1.5 Beurteilung von Verbrennungsnarben

Um die Ergebnisse der Therapiemethoden eines Patienten mit thermischen Verletzungen zu vergleichen, kann die Beurteilung des Erscheinungsbildes der resultierenden Narbe dienen^[107]. Um diese Narben einheitlich zu beurteilen, wurden in den letzten Jahren verschiedene Skalen entwickelt. Die Vancouver Scar Scale, welche von SULLIVAN et al. entwickelt wurde, gilt heute als Standard in der klinischen Beurteilung von Verbrennungsnarben. Sie bewertet die physikalischen Parameter Vaskularität (Durchblutung), Elastizität (Spannkraft), Pigmentierung

(Farbe) und Höhe der Narbe. Dabei werden die subjektiven Daten des Untersuchers in numerische Daten umgewandelt. Die Beurteilung der Narben ist jedoch bei Verwendung dieser Skalen sehr vom Untersucher abhängig.

Deshalb wird mit Hilfe von technischen Apparaturen versucht eine objektive Bewertung von Narben vorzunehmen, um Eigenschaften der Haut zu beurteilen und Funktionseinschränkungen zu detektieren. Zur Beurteilung der Elastizität wird unter anderem das Cutometer[®] verwendet^[21, 32, 97, 98, 101]. Die Höhe der Narbe und das Narbenvolumen können mittels Sonographie erfasst werden^[13, 32, 105]. Weitere Messgeräte können die Pigmentierung und Durchblutung der Haut beurteilen und so Rückschlüsse auf die Narbeneigenschaften ermöglichen.

1.6 Fragestellung

Auf der Basis des vorliegenden Patientenkollektivs und der aktuellen Literatur werden in dieser Arbeit folgende Fragestellungen behandelt:

- 1) Welche Ursachen und Folgen haben thermische Verletzungen im Kindes- und Jugendalter?
- 2) Ist die gerätegestützte Untersuchung mit dem Cutometer[®], Mexameter[®], Corneometer[®] und Tewameter[®] geeignet die Hauteigenschaft und – Beschaffenheit von Kindern- und Jugendlichen nach einem thermischen Trauma zu untersuchen?
- 3) Welche Faktoren haben Einfluss auf die Narbenentstehung?

II MATERIAL UND METHODEN

2.1 Patientenkollektiv

Als Patientenkollektiv wurden 83 Patienten im Alter von 0-18 Jahren betrachtet, die im Zeitraum vom 15.09.2002 bis 31.12.2005 auf Grund einer Verbrühung oder Verbrennung stationär im Verbrennungszentrum des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck versorgt wurden. Zur Nachuntersuchung wurden alle Patienten eingeschlossen, die selbst bzw. die Erziehungsberechtigten bei Minderjährigen zur Teilnahme eingewilligt haben. Zudem musste der Patient bzw. der Erziehungsberechtigte der deutschen Sprache in Wort und Schrift mächtig sein.

Ein positives Ethikvotum ist durch die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität zu Lübeck (Aktenzeichen: 06-047) erteilt worden.

2.2 Erhebung epidemiologischer Daten nach Aktenlage

2.2.1 Demoskopische Daten

Zunächst wurden die demoskopischen Daten des Patienten Name, Adresse, Geburtsdatum, Alter, Geschlecht sowie der zuständige Hausarzt bzw. Kinderarzt ermittelt. Damit die Daten pseudonymisiert ausgewertet werden konnten, wurde dem Patienten jeweils eine Nummer zugeordnet.

2.2.2 Präklinische Daten

Die präklinischen Daten gaben Auskunft über den Unfallhergang, die Unfallzeit, den Unfallort sowie ob sich das Kind zum Zeitpunkt des Unfalls unter Aufsicht befand. Außerdem wurden Angaben zur Ersten Hilfe unter anderem durch Kühlung mit Zeitpunkt des Beginns und Dauer erfasst. Zudem wurde dokumentiert, ob der Patient über ein anderes Krankenhaus bzw. eine Praxis zugewiesen wurde oder ob es sich um eine Erstversorgung im Verbrennungszentrum des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck handelte. Darüber hinaus wurden den Akten Daten zur notärztlichen Versorgung mit Schmerzmedikation sowie die Art des Transportes in das Verbrennungszentrum entnommen. Mögliche Begleitverletzungen wurden ebenso notiert. Des Weiteren wurden Angaben zur Noxe des Traumas, zur Ursache der Verbrennung sowie zum Vorliegen eines Inhalationstraumas dokumentiert.

2.2.3 Klinische Daten

Die klinischen Daten umfassten die Körpertemperatur bei Aufnahme, die Dauer des stationären Aufenthaltes (Liegedauer auf der Intensiveinheit für Schwerbrandverletzte sowie Liegedauer auf einer peripheren Station) und die Beatmungsdauer nach Aufnahme. Die Erfassung der verbrannten Körperoberfläche (VKOF), Tiefe und Lokalisation der Verbrennung/Verbrühung erfolgte aus dem Datenblatt „Ergänzungsbericht bei schweren Verbrennungen“ D 13d der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Diese Daten ermöglichten die nachträgliche Berechnung des Abbreviated Burn Severity Index (ABSI) nach Tobiasen^[90]. (siehe Tabelle 1)

Tabelle 1: An Hand von Punkten, die nach Geschlecht, Alter, Prozent der verbrannten Körperoberfläche, Vorliegen eines Inhalationstraumas und drittgradiger Verbrennung vergeben werden, kann eine Abschätzung der Sterbewahrscheinlichkeit erfolgen.

Paramter	Punkte	% verbrannte VKOF	Punkte
Mann	0	1-10	1
Frau	1	11-20	2
<u>Alter:</u>		21-30	3
0-20	1	31-40	4
21-40	2	41-50	5
41-60	3	51-60	6
61-80	4	61-70	7
>80	5	71-80	8
Inhaltationstrauma	1	81-90	9
Verbrennung Grad III	1	91-100	10

Gesamtpunktezahl	Sterbewahrscheinlichkeit
2-3	<1%
4-5	2%
6,7	10-20%
8,9	30-50%
10-11	60-80%
>11	>80%

2.2.4 Daten zur Behandlung

Die Daten zur Behandlung umfassten den Zeitpunkt und Umfang der konservativen und operativen Therapie. Zur operativen Behandlung wurden der Operationszeitpunkt nach dem thermischen Trauma, die Operationstechnik, Spalthautentnahmestärke und -stelle und Versorgung der Entnahmestelle dokumentiert. Darüber hinaus wurden Daten zur Substitution von Erythrozytenkonzentraten und/oder gefrorenem Frischplasma (FFP) erhoben. Zudem wurde eine mögliche Katecholamintherapie erfasst.

2.2.5 Daten zu Komplikationen

Die Daten der Komplikationen enthielten das Dokumentieren von bakteriellen Besiedlungen der Verbrennungswunden und die daraus folgende antibiotische Therapie mit Art und Dauer. Außerdem wurden weitere Komplikation (z.B. Pneumonie, Harnwegsinfektion, Konjunktivitis, Katheterinfektion, Anämie) der Früh- und Spätphase des stationären Aufenthaltes erfasst.

2.3 Nachuntersuchung

Alle Patienten wurden zur Nachuntersuchung standardisiert durch einen Brief einbestellt. Die Patienten bzw. deren Erziehungsberechtigte hatten dann die Möglichkeit telefonisch einen Termin zu vereinbaren oder sich mit einem Brief an die Klinik zu wenden. Sollte dies nicht der Fall gewesen sein, wurden die angeschriebenen Patienten zusätzlich über ein Telefonat über die Nachuntersuchung informiert. Die Nachuntersuchungen fanden im Zeitraum vom 14.04. bis 19.10.2006 statt.

2.3.1 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung sollte das Erscheinungsbild sowie die physischen Eigenschaften des regenerierten Hautgewebes (Narbengewebe) im Vergleich zur nicht gesunden Haut beurteilen.

Das Temperaturempfinden wurde mit dem Tip-therm[®] (Firma Tip-therm GmbH, Düsseldorf) geprüft^[100]. Dabei wird abwechselnd das warme (Kunststoff) und kalte (Metall) Ende auf die Haut aufgesetzt und der Patient gefragt, welches Ende er als kälter bzw. wärmer empfindet. (siehe Abbildung 3)



Abbildung 3: Tip-therm[®] zur Messung der Temperaturempfindung (Quelle: www.tip-therm.de^[89])

Bei Einschränkungen der Motorik erfolgte eine Beurteilung der aktiven und passiven Bewegungseinschränkung mittels standardisierten Auswertebögen F4224 und F4222 der Berufsgenossenschaften. Dabei wurde die Neutral-O-Methode verwendet. So konnten Bewegungseinschränkungen, gemessen in Winkelgraden standardisiert und objektiv erfasst werden^[33].

Zudem wurde das Vorhandensein von somatischen und vegetativen Beschwerden wie Trockenheit der Haut, Wärmeempfindlichkeit, Kälteempfindlichkeit, Juckreiz, Verletzlichkeit der Haut, Spannungsgefühl, Gelenk und Gliederschmerzen, Taubheitsgefühl und Schweißneigung dokumentiert.

Weithin wurden das Gewicht und die Größe der Kinder zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bestimmt. Daraus wurde der BMI entsprechend der Formel

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht(kg)}}{\text{Körpergröße(m}^2\text{)}} \text{ berechnet und die Perzentilen aus den Diagrammen nach}$$

KROMEYER-HAUSSCHILD et al. abgelesen^[48].

2.3.2 Narbenbeurteilung mit Hilfe der Vancouver Scar Scale

Zur subjektiven Beurteilung der Narbenareale wurde die Vancouver Scar Scale nach SULLIVAN et al. und die modifizierte Form nach BARYZA et. al. kombiniert^[6, 87]. Die standardisierte Vancouver Scar Scale wurde weltweit in Studien zur Narbenerfassung eingesetzt und ermöglicht deshalb einen Vergleich der Daten zu anderen Verbrennungskliniken^[80]. Die Vancouver Scar Scale beurteilt die physikalischen Parameter Vaskularität (Durchblutung), Elastizität (Spannkraft), Pigmentierung (Farbe) und Höhe der Narbe. Zur Vaskularitätsprüfung wurde ein durchsichtiges Plexiglaslineal auf die Narbenhaut aufgedrückt und die Rekapularisierung bestimmt. Die Elastizität wurde durch Abtasten der Narbenhaut und deren Verschieblichkeit im Vergleich zur gesunden Seite geprüft. Eine

Beurteilung der Pigmentierung erfolgte visuell. Die Höhe der Narbe wurde mit einem Messwinkel (Artikel Nr.10-1890, Firma Link[®], Hamburg) gemessen.

Die Bewertung der Narbe erfolgte durch eine Punkteverteilung, die Tabelle 2 entnommen werden kann. Die Punkte wurden dann addiert und somit eine Gesamtpunktzahl errechnet. Normale Haut hat den Wert 0. Je pathologischer die Narbe war, desto größer war der Wert. Die maximale Punktzahl betrug 15.

Tabelle 2: Parameter und Punkteverteilung der Vancouver Scar Scale^[6, 87]

Parameter	Beurteilung	Bemerkung	Punkte
Vaskularität	normal	normaler kapillärer Refill	0
	pink	leichte Zunahme der Blutversorgung	1
	rot	starke Blutversorgung	2
	lila	exzessive Blutversorgung	3
Elastizität	normal	normaler Widerstand	0
	elastisch	minimaler Widerstand	1
	nachgebend	keine feste Narbe, aber Beeinträchtigung	2
	hart	feste Narbe	3
	strangbildend		4
	Kontraktur		5
Pigmentation	normal		0
	hypopigmentiert		1
	gemischt		2
	hyperpigmentiert		3
Höhe	normal		0
	> 0-1 mm		1
	> 1-2 mm		2
	> 2-4 mm		3
	> 4 mm		4

2.3.3 Technische Narben- und Hautbeurteilung

Mit Hilfe des Cutometers MPA 580® und den Zusatzsonden Mexameter® MX 18, Corneometer® CM 825 und Tewameter® TM300 sollten die Funktionen der Haut nach der thermischen Verletzung geprüft werden. (siehe Abbildung 4)



Abbildung 4: Cutometer MPA 580® mit den Zusatzsonden Mexameter® MX 18, Corneometer® CM 825 und Tewameter® TM300 (Quelle: www.courage-khazaka.de^[15])

Entsprechend der Vancouver Scar Scale wurde mit dem Cutometer® eine Beurteilung der Elastizität durchgeführt. Der Melaninwert des Mexameters® konnte die Pigmentierung, der Erythemwert die Vaskularität der Haut beurteilen. Zusätzlich sollten weitere Funktionen der Haut bestimmt werden. Das Corneometers® wurde zur Beurteilung des Wassergehalt und das Tewameter® zur Bestimmung des transepidermalen Wasserverlustes verwendet.

2.3.3.1 Cutometer®

Zur Messung der Elastizität und Viskoelastizität der Haut wurde das *Cutometer MPA 580®* (Firma: Courage+Khazaka electronic GmbH, Köln) verwendet. Das Messprinzip beruht auf der Saugmethode. Es wird ein Unterdruck erzeugt, der zwischen 20 und 500 mmbar eingestellt werden kann. Dabei sind 4 verschiedene Messmodi, die den Unterdruck generieren, einstellbar. Messmodus 1 gewährleistet einen konstanten Unterdruck, während die Messmodi 2-4 unterschiedlich stark ansteigende und abfallende Unterdrücke erzeugen. Der Messmodus 1 hat sich weltweit in der Literatur als üblicher Messmodus durchgesetzt und wird deshalb auch in der vorliegenden Arbeit verwendet. Die zu untersuchende Hautstelle wird also durch einen Unterdruck

während der Messung in die Öffnung der Messsonde gezogen. Die Messsonde ist in den Größen 2, 4, 6 und 8 mm erhältlich. Anschließend wird der Unterdruck abgeschaltet und die Haut kehrt in ihre ursprüngliche Form zurück. Die Eindringtiefe der Haut in die Öffnung wird durch ein optisches Messsystem berührungslos erfasst. Das optische Messsystem besteht aus einem Lichtsender und einem Lichtempfänger sowie zwei gegenüberliegenden Glasprismen, die das Licht vom Sender zum Empfänger leiten. Die Lichtintensität variiert auf Grund der Eindringtiefe der Haut. Der Widerstand der Haut, der zum Einsaugen durch den negativen Druck benötigt wird und die Fähigkeit der Haut wieder in die Ausgangsposition zurückzugelangen, werden als Kurven am Ende jeder Messung angezeigt. Die Kurve besteht sowohl in der Ansaug- als auch in der Relaxationsphase aus 2 Teilen. (siehe Abbildung 5 und 6)

Ansaugphase: Der erste Teil der Ansaugkurve zeigt einen nahezu senkrechten Anstieg der Kurve. Er wird als elastischer Anteil (U_E) betrachtet und ist die Differenz zwischen maximaler Dehnung der Haut und Dehnung der Haut nach 1 s bei normalem Druck definiert. Im zweiten Teil flacht die Kurve ab. Dieser Teil ist der viskoelastische Anteil der Haut (U_V) und stellt die Differenz der Dehnung der Haut nach 0,1 s und der maximalen Dehnung dar^[97]. Am Ende der Ansaugphase weist die Kurve die maximale Auslenkung auf. Somit ist die maximale Dehnbarkeit der Haut (U_F) erreicht. Folglich wird maximale Dehnbarkeit der Haut als Summe von Elastizität und Viskoelastizität definiert ($U_F = U_E + U_V$). Nach Beenden der Ansaugphase wird der Druck auf 0 mbar zurückgestellt.

Relaxationsphase: Der erste Anteil der Kurve der Relaxationsphase zeigt einen senkrecht abfallenden Kurvenverlauf. Diese Retraktion ist der elastische Anteil (U_R). Der zweite Anteil, welcher einen gegen Null abflachende Verlauf annimmt, wird als viskoelastischer Anteil ($U_A - U_R$) beschrieben. U_A ist als Differenz zwischen maximaler Dehnung der Haut und Dehnung der Haut nach 1 s bei Normaldruck definiert. Bei einer sehr jungen elastischen Haut sind die Strecken U_R und U_F nahezu identisch. Bei einer älteren Haut ist die Strecke U_R erheblich kürzer. Die Strecke $U_F - U_A$ gibt die gesamte Eigenkraft der Haut zur Rückbildung wieder. Die abgebildeten Kurven ermöglichen die Berechnung verschiedener Parameter. Der wichtigste Parameter zur Bestimmung der Gesamtelastizität der Haut ist dabei R_2 , der durch das Verhältnis von U_A/U_F gekennzeichnet ist. Er gibt das Verhältnis an, das zwischen

maximaler Amplitude und Fähigkeit der Rückbildung besteht. Je näher er an 1 (100%) ist, desto elastischer ist die Haut^[15, 74].

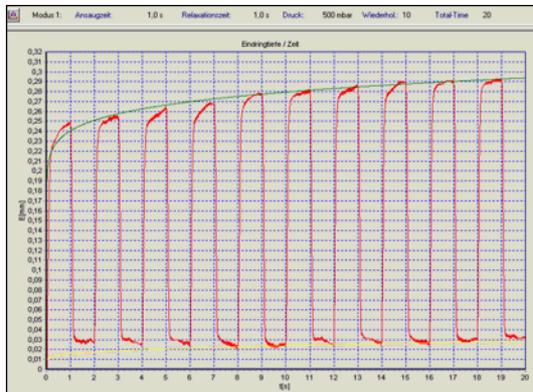


Abbildung 5: Darstellung der Elastizitätsmessung mit dem Cutometer

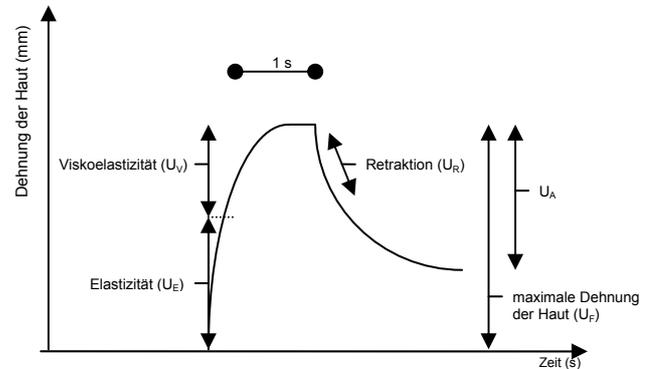


Abbildung 6: Parameter der Elastizitätsmessung mit dem Cutometer^(R) modifiziert nach van ZUIJLEN et al.^[97]

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Messsonde mit dem Durchmesser von 2 mm verwendet und ein Unterdruck von 500 mbar bei einer Ansaugzeit und Relaxationszeit von jeweils 1s eingestellt.

Messungen auf der kontralateralen nicht verletzten Haut dienten als Referenz. Zur Bestimmung der Elastizität der Haut wurde der Parameter R2 beurteilt.

2.3.3.2 Mexameter[®]

Mit Hilfe des Mexameter[®] konnten Aussagen zur Pigmentierung und Durchblutung der Haut getroffen werden und somit eine objektive Beurteilung der Pigmentierung und Vaskularität, wie es auch bei der Vancouver Scar Scale bestimmt wird, getroffen werden.

Es wurde der Melanin und Hämoglobingehalt der Haut bestimmt, also der Stoffe, welche die Hautfarbe bestimmen. Die Messungen erfolgen auf der Grundlage von Absorption und Reflexion. Die Messsonde emittiert Licht von 3 verschiedenen Wellenlängen. Ein Empfänger misst die Menge an Licht, welches von der Haut reflektiert wird. Die Anordnung von Sender und Empfänger ist so gewählt, dass nur diffus reflektiertes und gestreutes Licht gemessen wird, damit der Farbgehalt der Haut bestimmt werden kann. Dabei ist die Menge des ausgestrahlten Lichtes bekannt. Die Menge des von der Haut absorbierten Lichtes kann errechnet werden. Die Bestimmung des Melaningehaltes erfolgt durch die Aussendung von Licht der Wellenlängen 660 und 880 nm. Die Erythemwert- Bestimmung wird mit den

Wellenlängen 568 und 660 nm durchgeführt. Dabei entspricht eine Wellenlänge ungefähr den Hauptabsorptionsspitzen von Hämoglobin. Die andere Wellenlänge wird so gewählt, dass andere Farbeinflüsse (z.B. Bilirubin) möglichst ausgeschlossen werden. Die erzielten Messwerte werden als Verhältniszahlen (Indices) auf dem Bildschirm angezeigt und liegen zwischen 0 und 999.

Bei den Untersuchungen zu dieser Arbeit wurden der Melanin- und Erythemwert jeweils 5 mal auf der geschädigten bzw. transplantierten Haut gemessen und der Mittelwert mit dem der gesunden Haut der Gegenseite verglichen^[15]. (siehe Abbildung 7 und 8)



Abbildung 7: Applikation der Mexameter Sonde auf der Haut
(Quelle: www.courage-khazaka.de^[15])

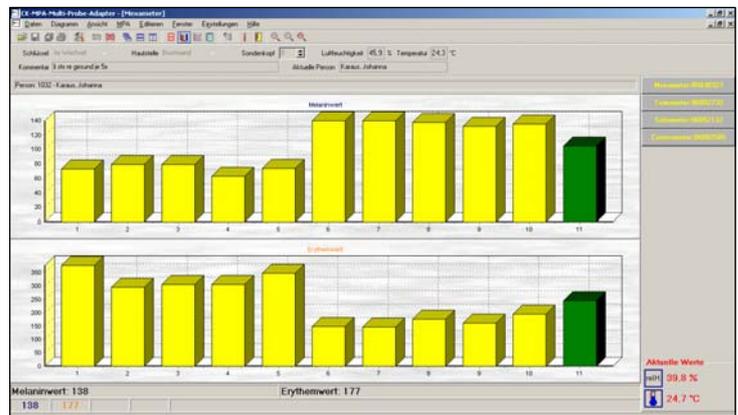


Abbildung 8: Messwerte zur Pigmentierung: Die obere Messreihe stellt den Melaninwert dar. Die untere Messreihe gibt den Erythemwert wieder. Die ersten fünf Messwerte sind die der Narbenhaut, die zweiten fünf Messwerte die der kontralateralen gesunden Haut.

2.3.3.3 Corneometer®

Das Corneometer® bestimmt den Grad der Feuchtigkeit der Haut. Das Messprinzip beruht auf der Kapazitätsmessung eines dielektrischen Mediums. In diesem Fall stellt die trockene Hornschicht der Haut das dielektrische Medium dar. Jede Veränderung der dielektrischen Konstante durch Variation in der Feuchtigkeit der Hautoberfläche verändert die Kapazität des Kondensators. Die Messung beruht auf der Tatsache sehr unterschiedlicher Dielektrizitätskonstanten von Wasser (81) und anderen Stoffen, welche meistens kleiner als 7 sind. Der Messkondensator reagiert auf die in sein Messvolumen eingebrachten Proben mit unterschiedlichen Kapazitätsänderungen, je nach Wassergehalt. Metallische Leitbahnen (Gold) werden auf dem Sondenkopf von der Haut durch ein Glasplättchen getrennt, um einen Stromfluss durch das Messobjekt zu verhindern. Auf der einen Metallbahn wird ein

Elektronenüberschuss (negative Ladung) aufgebaut, auf der anderen ein Elektronenmangel (positive Ladung). Es baut sich dadurch ein elektrisches Feld zwischen den Bahnen mit wechselseitiger Anziehungskraft auf. Während der Messung durchdringt ein elektrisches Streufeld die oberste Hornschicht der Haut und die Dielektrizität wird gemessen.

Unter normalen Raumbedingungen (20°C und 40-60% Luftfeuchtigkeit) können relative Werte (arbitrary units) zwischen 0 und 130 gemessen werden. Vom Hersteller Courage + Khazaka electronic GmbH werden für den Unterarm (Innenseite) folgende Typisierungen angegeben: Werte < 30 = sehr trockene Haut, Werte 30-45 = trockene Haut und Werte > 45 ausreichend feuchte Haut.

In der vorliegenden Arbeit wurden jeweils 5 Messungen der geschädigten oder transplantierten Haut sowie als Kontrolle 5 Messungen der gesunden Haut der Gegenseite durchgeführt und jeweils der Mittelwert berechnet^[15]. (siehe Abbildung 9 und 10)

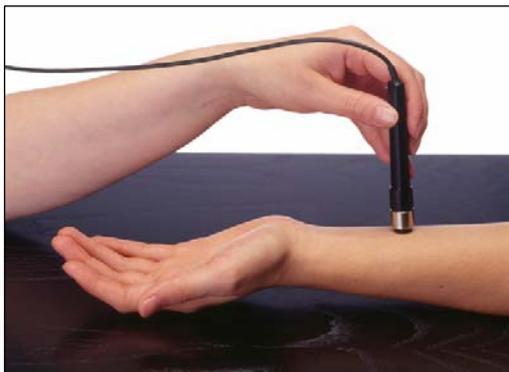


Abbildung 9: Applikation der Corneometer Sonde auf der Haut
(Quelle: www.courage-khazaka.de^[15])

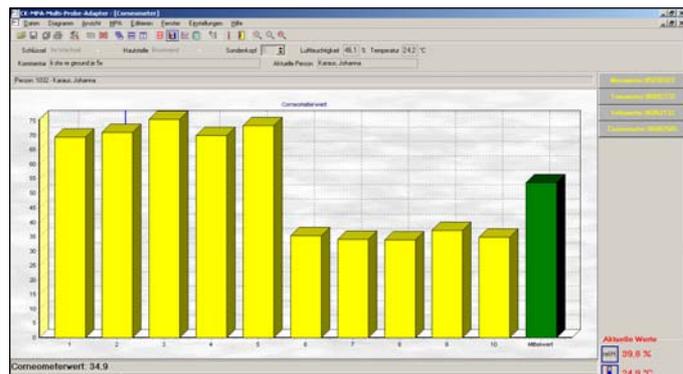


Abbildung 10: Messwerte zum Corneometer: Die ersten 5 Messwerte zeigen den Wassergehalt der verbrannten Haut, die zweiten 5 Messwerte der kontralateralen gesunden Haut.

2.3.3.4 Tewameter[®]

Das Tewameter[®] untersucht den transepidermalen Wasserverlust (TEWL). Es ist der wichtigste Parameter, um die Effektivität der Haut-Wasser Barriere zu beurteilen. Das Messsystem folgt den Prinzipien der Diffusion in einer offenen Kammer (Fick'sches Diffusionsgesetz). Dabei gibt der Diffusionsstrom dm/dt an, wie viel Wasser je Zeiteinheit transportiert wird. Der Diffusionsstrom ist proportional zu der Fläche A und dem Dichtegradienten dc/dx . D ist die hierbei der Diffusionskoeffizient

des Wasserdampfes der Luft. $\frac{dm}{dt} = -D \cdot A \cdot \frac{dc}{dx}$ Der Diffusionsfluss dm/dt zeigt an, wie viel Masse pro cm^2 in einer bestimmten Zeit transportiert wird. Er ist proportional

zur Fläche A und der Konzentrationsänderung für die Strecke dc/dx . D ist die Diffusionskonstante von Wasserdampf in der Luft und beträgt $0,0877 \text{ g/m} \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$. Der Dichtegradient wird dabei indirekt von 2 Sensorpaaren (Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit) in einem Hohlzylinder gemessen und von einem Mikroprozessor analysiert.

In dieser Arbeit wurden von der geschädigten bzw. transplantierten Haut jeweils 20 Messungen generiert und der Mittelwert automatisch ermittelt. Diese TEWL-Messwerte (in g/h/m^2) wurden mit denen der gesunden Haut der Gegenseite verglichen^[15]. (siehe Abbildung 11 und 12)



Abbildung 11: Applikation der Tewameter Sonde (Quelle: www.courage-khazaka.de^[15])



Abbildung 12: Messwerte zur Messung des transepidermalen Wasserverlustes

2.4 Psychosoziale Aspekte thermischer Verletzungen

2.4.1 Fragebögen

Zur Beurteilung psychosozialer Folgen der brandverletzten Kinder wurden die standardisierten Elternfragebögen CBCL/4-18 und TACQOL-PF eingesetzt.

2.4.4.1 Child Behavior Checklist (CBCL/4-18)

Der Elternfragebogen CBCL/4-18 (Child Behavior Checklist) wurde von ACHENBACH et al. zur Beurteilung des Verhaltens von Kindern im Alter von 4-18 Jahren nach einem Trauma entwickelt. Er wird derzeit weltweit standardmäßig in Studien zur Krankheits- und Unfallbewältigung von Kindern eingesetzt. Er erfasst Kompetenzen, Verhaltensauffälligkeiten und emotionale Auffälligkeiten bei Kindern- und Jugendlichen^[80]. Im Original besteht der Fragebogen aus 2 Teilen, wobei der erste Teil Aktivitäten, soziale Kompetenz und Schulleistungen mit Erfassung von Schulart und Problemen (Kompetenzskalen) und der zweite Teil (8 Syndromskalen) die Verhaltensauffälligkeiten, emotionale Auffälligkeiten und körperliche Beschwerden untersucht.

In der vorliegenden Arbeit wurde jedoch nur der zweite Teil verwendet. Dieser umfasst 113 Fragen, die auf einer dreistufigen Skala beantwortet werden sollten. Es bestanden die Antwortmöglichkeiten: 0 = nicht zutreffend, 1 = etwas oder manchmal zutreffend und 2 = genau oder häufig zutreffend. Die Ergebnissen konnten dann in 3 Gruppen mit insgesamt 8 Syndromskalen eingeordnet werden:

1. *Internalisierende Auffälligkeiten*
 - I: Sozialer Rückzug
 - II: Körperliche Beschwerden
 - III: Ängstlich/depressiv
2. *gemischte Auffälligkeiten*
 - IV: Soziale Probleme
 - V: Schizoid/zwanghaft
 - VI: Aufmerksamkeitsprobleme
3. *Externalisierende Auffälligkeiten*
 - VII: Dissoziales Verhalten
 - VIII: Aggressives Verhalten

Internalisierende und Externalisierende Auffälligkeiten sowie die totale Auffälligkeit wurden als Broad-Band Skalen zusammengefasst. Die Auswertung dieser erfolgte über die Ermittlung von T-Werten der einzelnen Auffälligkeiten. Zusätzlich wurden weitere andere Problemen notiert und ausgewertet.

2.4.4.2 TNO-AZL Questionnaire for Children's Health-Related Quality of Life (TACQOL)

Der TACQOL-PF (Questionnaire for Children's Health of Life - parental form) wurde von VOGELS et al. entwickelt und von NOEKER & LANDOLT übersetzt. Der Fragebogen beurteilt die subjektiv wahrgenommene Gesundheit (gesundheitsbezogene Lebensqualität) von Kindern im Alter von 6 bis 15 Jahren mit chronischen Erkrankungen. Er wurde in mehreren Studien erfolgreich auch zur Beurteilung von psychosozialen Folgen bei schwerbrandverletzten Kindern verwendet^[52, 80]. Die Beantwortung der Fragen erfolgte durch die Eltern. Der TACQOL-PF ist ein multidimensionales Instrument mit 7 Bereichen. In den einzelnen Bereichen werden das Vorhandensein von positiven Emotionen (EMOPOS) und negativen Emotionen (EMONEG) sowie folgende Probleme und Einschränkungen erfasst^[99]:

1. BODY: allgemeinen physischen Funktion
2. MOTOR: motorischen Funktion
3. AUTO: Selbstständigkeit im täglichen Leben
4. COGNIT: kognitives Verhalten sowie Schulleistungen
5. SOCIAL: soziale Kontakte mit Eltern und Gleichaltrigen
6. EMOPOS: positive Emotionen
7. EMONEG: negative Emotionen

Den einzelnen Bereichen sind jeweils 8 Fragen zugeordnet, die mit nie (4 Punkte), manchmal oder oft beantwortet werden sollen. Wird die Frage mit manchmal oder oft beantwortet, wird zusätzlich gefragt, ob sich das Kind dabei sehr gut (3 Punkte), nicht so gut (2 Punkte), ziemlich schlecht (1 Punkt) oder schlecht (0 Punkte) gefühlt hat. Die Fragen zur positiven bzw. zur negativen Emotion sollen mit nie, manchmal und oft beantwortet werden.

Insgesamt erhielten 23 Eltern der Kinder im Alter von 4-18 Jahren den Fragebogen CBCL/4-18 und 22 Eltern der Kinder im Alter von 6-15 Jahren den Fragebogen TACQOL-PF.

2.4.2 Sozialanamnese und Sozialstatus

Zur Erhebung des Sozialstatus (=Sozialindex) wurden folgende Daten von den Eltern der Kinder erhoben:

1. Lebt die Familie in einer Wohnung oder in einem Eigenheim?
2. Wie viele Personen leben in der Wohnung?
3. Wie viele Geschwister hat der Patient?
4. Hat der Patient ein eigenes Zimmer? Wenn die Frage mit nein beantwortet wird, wie viele Personen leben noch in diesem Zimmer?
5. Ist die Mutter verheiratet, ledig/allein erziehend, lebt sie mit einem Lebensgefährten, der Vater des Patienten ist oder lebt sie mit einem Lebensgefährten, der nicht Vater des Patienten ist?
6. Alter der Mutter?
7. Schulabschluss der Mutter? (Hauptschule = 9 Klassen, Realschule = 10 Klassen, Gymnasium >10 Klassen)
8. Welchen Beruf hat die Mutter, welcher Tätigkeit geht sie derzeit nach?
9. Alter des Vaters?
10. Schulabschluss des Vaters? (Hauptschule = 9 Klassen, Realschule = 10 Klassen, Gymnasium >10 Klassen)
11. Welchen Beruf hat der Vater, welcher Tätigkeit geht er derzeit nach?
12. Besucht das Kind einen Kindergarten, Schule oder ist es ganztags zu Hause?

Nach Vorlage des Gesundheitsberichtes des Gesundheitsamtes des Landkreises Oberspreewald-Lausitz nach den im Land Brandenburg festgelegten Kriterien^[28, 66] ist der Sozialstatus berechnet worden. Er errechnete sich wie folgt (Tabelle 3):

Tabelle 3: Ermittlung des Sozialstatus

		Punkte je Elternteil
Schulbildung	○ niedrige Schulbildung (fehlender Schulabschluss oder < 10 Klassen)	1
	○ mittlere Schulbildung (10 Klassen)	2
	○ hohe Schulbildung (> 10 Klassen)	3
Erwerbstätigkeit	○ nicht erwerbstätig	1
	○ voll erwerbstätig (Voll- oder Teilzeit)	2

Bei fehlender Angabe bei einem Elternteil wurde die des anderen Elternteils doppelt gewichtet, analog bei Alleinerziehenden. Die kleinstmögliche Summe beträgt 4, d.h. beide Eltern haben die niedrigste Schulbildung und sind erwerbslos. Die maximale Punktzahl beträgt 10. In diesem Fall sind beide Eltern erwerbstätig und haben mehr als 10 Klassen absolviert. Die einzelnen Sozialstatusgruppen werden folgendermaßen gebildet:

- niedriger Sozialstatus 4-6 Punkte
- mittlerer Sozialstatus 7-8 Punkte
- hoher Sozialstatus 9-10 Punkte

Die Angaben zum Wohnort, Anzahl der in der Wohnung/Haus lebenden Personen, Anzahl der Geschwister, Lebensstand, Schulbildung der Eltern, Art der besuchten Schule des Kindes wurden deskriptiv statistisch ausgewertet.

2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS 14.0® für Windows. Das Signifikanzniveau war $p < 0,05$. Das Problem des multiplen Testens wurde nicht weiter berücksichtigt.

III ERGEBNISSE

3.1 Epidemiologische Daten nach Aktenlage

3.1.1 Demoskopische Daten

Das durchschnittliche Alter bei Aufnahme der betrachteten 83 Patienten lag bei 6,11 Jahren (SD \pm 6,12, Median 2 Jahre).

Von diesen Patienten waren 27 weiblich (33%) und 56 männlich (67%). Das entsprach einem Geschlechterverhältnis von weiblich:männlich von 2:3. Unterscheidet man die Daten nach Unfallmechanismus Verbrühung und Verbrennung so zeigten die Ergebnisse, dass sich 20 Mädchen (40%) und 30 Jungen (60%) (Verhältnis Mädchen: Jungen = 2:3) verbrüht und entsprechend 7 Mädchen (21%) und 26 Jungen (79%) (1:4) verbrannt haben.

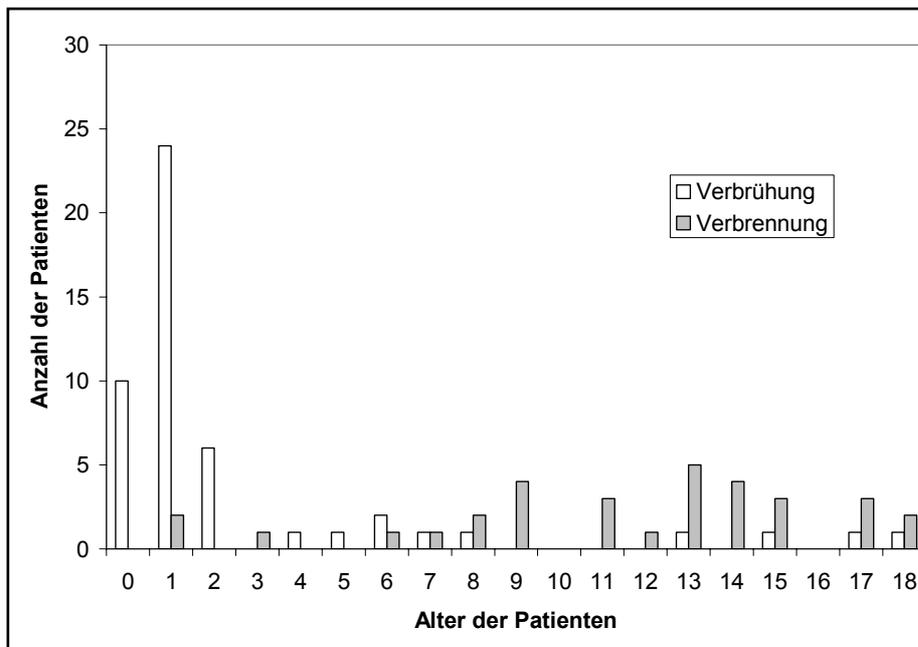


Abbildung 13: Alter der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls nach dem Unfallmechanismus (Verbrennung und Verbrühung) unterteilt

Abbildung 13 und Tabelle 4 verdeutlichen, dass thermische Verletzungen in Form von Verbrühungen vorwiegend im Kleinkindalter (Median 1 Jahr) und in Form von Verbrennung im Schulkind bzw. Jugendalter (Median 13 Jahre) entstehen.

Tabelle 4: Altersverteilung der Kinder - Differenzierung der Patienten nach Unfallart (Verbrennungen/Verbrühung) und Anzahl der Patienten in den Kategorien

	Verbrühung	Verbrennung
Anzahl der Patienten	n=50	n=33
Säugling (0-12 Monate)	10	0
Kleinkind (13 Monate-5 Jahre)	32	4
Schulkind (6-13 Jahre)	5	17
Jugendlicher (14-18 Jahre)	3	12
Median	1 Jahr	13 Jahre
Mittelwert	2,7 Jahre	11,3 Jahre
Standardabweichung (SD)	± 4,33	± 4,67

3.1.2 Präklinische Daten

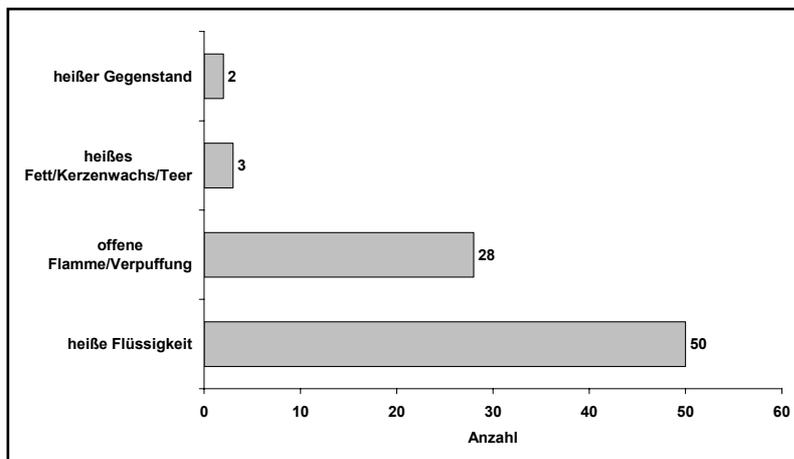


Abbildung 14: Häufigkeit der Noxen

Abbildung 14 zeigt eine Einteilung der Noxen, die zur thermischen Schädigung der Haut der Kinder geführt haben. Verbrühungen entstanden zumeist durch Ziehen oder Umschütten von Gefäßen mit heißen Flüssigkeiten wie Wasser (23 Fälle), Tee (16 Fälle), Kaffee/Cappuccino (10 Fälle) und Suppe (1 Fall) von einem Tisch. Verbrennungen wurden zumeist beim Experimentieren mit Spiritus/Benzin (12 Fälle, 36%) und unsachgemäßen Umgang mit Feuer und heißen Gegenständen verursacht (16 Fälle, 48%).

Die Ursachen einer Verbrennungsverletzung waren vielfältig. 3 Kinder verbrannten sich bei einem Grillunfall (Verpuffung von Spiritus) und 1 Kind stürzte akzidentiell in einen brennenden Grill. Jeweils 3 Kinder erlitten eine Verbrennung bei einer Explosion eines Feuerwerkskörpers und beim Befüllen eines Feuerzeuges. 8 Kinder zogen sich bei einer Verpuffung beim Entzünden einer Spraydose eine Verbrennung zu. 6 Kinder verletzten sich beim Entzünden von Benzin. Des Weiteren verbrannte

sich jeweils 1 Kind beim Mischen von Schwefelwasserstoff mit Vitamin C, bei einer Stichflamme bei Wok Essen, bei direktem Kontakt mit einer Kerzenflamme und bei einem Scheunenbrand beim Spielen mit Feuer im Heu.

Jeweils 1 Kind zog sich Verbrennungsverletzungen durch Kontakt mit Kerzenwachs, heißem Fett und Umschütten von heißem Teer bei Dachdeckungsarbeiten zu.

Während die meisten Verbrühungsunfälle in häuslicher Umgebung stattfanden (46 Fälle, 92%), sind die Verbrennungen zumeist im Freien entstanden (21 Fälle, 63%). (siehe Abbildung 15 und 16)

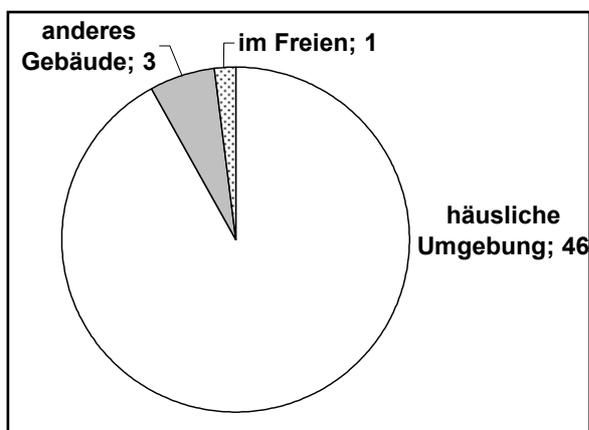


Abbildung 15: Unfallorte bei Verbrühungen

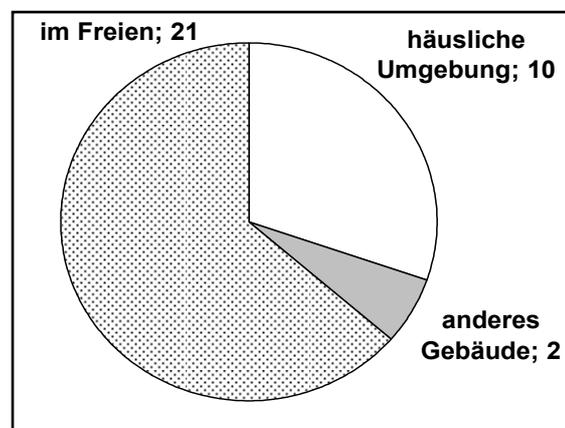


Abbildung 16: Unfallorte bei Verbrennungen

Sowohl die Verbrühungs- als auch die Verbrennungsverletzungen wurden in den meisten Fällen durch den Patienten selbst verursacht.

In der Gruppe der Verbrühungen kam es in 88 % (44 Fälle) durch den Patienten zum akzidentiellen Umstoßen von einem Gefäß mit heißer Flüssigkeit, wobei in 7 Fällen an der Schnur eines Wasserkochers gezogen wurde. 12 % (6 Fälle) der Verbrühungsunfälle waren fremdverschuldet. 4 Kinder wurden in zu heißes Badewasser gesetzt. Bei einem der Fälle wurde Kindesmisshandlung angenommen, konnte aber nicht bestätigt werden. Bei einem Kind stieß der Bruder versehentlich eine Schüssel mit heißem Wasser um, welche sich über das Kind ergoss. In einem weiteren Fall fiel eine Kaffeemaschine in einem Café auf den Säugling.

In der Gruppe der Verbrennungen waren 76 % (25 Fälle) der Unfälle selbstverschuldet und 24 % (8 Fälle) fremdverschuldet. So wurden 2 Kinder von einem Feuerwerkskörper getroffen, 5 Kinder durch unsachgemäßen Umgang mit

Spiritus verletzt (2 Fälle durch einen Erwachsenen und 3 Fälle durch ein anderes Kind). Ein Jugendlicher wurde als Beifahrer bei einem Autounfall schwer verbrannt. Ein Inhalationstrauma durch den Verbrennungsunfall lag bei 3 Fällen (9% aller verbrennungsverletzten Patienten) vor.

Erste Hilfe wurde bei den durch Verbrühung verletzten Kindern in 36 Fällen (72%) geleistet. Bei den Verbrennungen wurde bei 25 Kindern (75%) eine adäquate Kühlung (sofortiger Beginn, Kühlung von mindestens 10 min) der Wunde mit Wasser durchgeführt. Bei 11 Kindern (22%) mit Verbrühungen und 5 Kindern (15%) mit Verbrennungen wurde keine Erste Hilfe geleistet bzw. insuffiziente oder inadäquate Maßnahmen wie das Bestreichen der frischen Wunde mit Zahnpasta durchgeführt. Keine Angaben konnten zu jeweils 3 Kindern gemacht werden.

Bei der präklinischen Versorgung wurden zur Analgesie in beiden Gruppen vorwiegend Fentanyl als Opiod und Ketanest als nicht opiodes Analgetikum verwendet. (siehe Tabelle 5)

Tabelle 5: Verwendete Analgetika in der präklinischen Versorgung

		Verbrühung	Verbrennung
		n=25	n=15
Opioide	Fentanyl	8	11
	Piritramid	2	3
	Morphin	3	0
	Tramadol	1	3
	Pethidin	0	2
Nicht-Opiodes Analgetika	Novalgine	2	3
	Ketanest	18	11
	Paracetamol	9	2
	Ibuprofen	0	1

Der Transport ins Schwerbrandverletzentrum (Abbildung 17) erfolgte bei 23 verbrühten Kindern durch einen Notarztwagen (NAW) und bei 19 Kindern durch einen Rettungshubschrauber (RTH). Bei den verbrannten Kindern wurden die meisten Kinder (12 Fälle) mit dem Rettungshubschrauber ins Schwerbrandverletzentrum gebracht. Am zweithäufigsten fand der Transport mit einem Notarzt statt (7 Kinder). Mit einem Rettungswagen (RTW) ohne Notarzt wurden 5 Kinder transportiert.

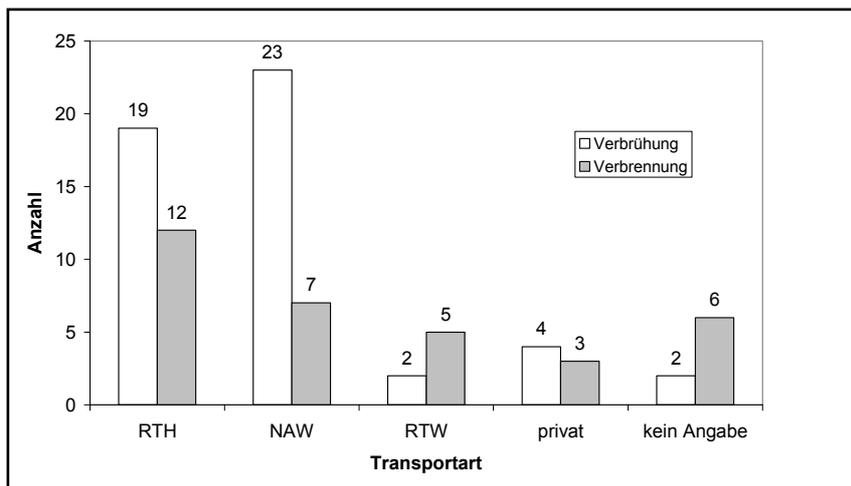


Abbildung 17: Transportart ins Schwerbrandverletztzentrum

Tabelle 6: Anzahl und Anteil der Patienten, die im Schwerbrandverletztzentrum erstversorgt wurden und die durch ein Krankenhaus oder Praxis zugewiesen wurden

	Verbrühung	Verbrennung	Alle Patienten
Erstversorgung im Schwerbrandverletztzentrum	30 (60%)	15 (45%)	45 (54%)
Zuweisung aus einem anderen Krankenhaus	19 (38%)	15 (45%)	34 (41%)
Zuweisung aus einer Praxis	1 (2%)	3 (10%)	4 (5%)

Tabelle 6 zeigt, dass über die Hälfte (54%) aller stationär aufgenommen Patienten im Schwerbrandverletztzentrum erstversorgt wurden. Differenziert man in die Gruppen Verbrühung und Verbrennung wurden Kinder nach einer Verbrühungsverletzung häufiger sofort im Verbrennungszentrum erstversorgt (60%), während Kinder nach einer Verbrennungsverletzungen eine stationäre Erstversorgung zu gleichen Teilen (45%) in einem Schwerbrandverletztzentrum und einem anderen Krankenhaus erhielten. Die Zuweisung erfolgte in der Regel am Unfalltag. Jeweils 4 Kinder aus der Gruppe der Verbrennung und 4 aus der Gruppe der Verbrühungen wurden erst zwischen dem 1 und 3 Tag nach dem Unfall zugewiesen.

Bei der Aufnahme zeigten sich eine Reihe von Begleiterkrankungen. Bei den durch Verbrühung verunfallten Patienten lag zur Aufnahme bei 6 Kindern eine Infektion der oberen Atemwege vor, welche schon vor dem Unfall bestand. Außerdem wurde in jeweils einem Fall ein Asthma bronchiale, eine Laryngomalazie, eine Aortenisthmusstenose, eine Pylorusstenose, eine Syndaktylie der Händen und Füße

sowie eine Magen-Darm-Infektion dokumentiert. Bei den durch Verbrennung verunfallten Kindern wiesen bei Aufnahme zusätzlich zur Unfallkrankung 2 Kinder eine Adipositas per magna für das entsprechende Alter auf, 2 Kinder ein Aufmerksamkeitsdefizitsyndrom, 1 Kind eine Magen-Darm-Infektion sowie 1 Kind eine Mukoviszidose auf.

3.1.3 Klinische Daten

Bei Aufnahme zeigten sich bei den Kindern mit einer Verbrühung eine im Median leicht höhere Temperatur (36,8°C) als bei Kindern mit einer Verbrennung 36,2°C). (siehe Tabelle 7)

Insgesamt wurden 14 % der Patienten, die eine Verbrühungsverletzung erlitten hatten sowie 33 % der brandverletzten Patienten beatmet. Zudem war die Beatmungsdauer in der Gruppe der verbrannten Kinder deutlich länger (Median 24 Stunden) als die der Gruppe der Verbrühten (8 Stunden). (siehe Tabelle 7)

Tabelle 7: Daten zur Temperatur und Beatmungsdauer bei Aufnahme sowie Dauer des stationären Aufenthaltes

	Verbrühung		Verbrennung	
Temperatur bei Aufnahme (°C)	n= 49		n=27	
Median	36,8		36,2	
Mittelwert	36,7		36,1	
SD	± 1,13		± 1,19	
Spannweite	33,4-39,2		31,8-38,0	
Beatmungsdauer (h)	n=7		n=11	
Median	8		24	
Mittelwert	8		63,6	
SD	± 7,90		± 83,45	
Spannweite	2-24		9-120	
Dauer des stationäre Aufenthaltes (d)	OP	Keine OP	OP	Keine OP
	n=25	n=25	n=20	n=13
Intensivstation				
Median	7	2	8,5	1
Mittelwert	8,6	3,3	8,2	2,7
SD	± 8,56	± 3,27	± 5,66	± 2,81
Spannweite	1-24	0-12	0-20	0-8
periphere Station				
Median	12	5	9,5	4
Mittelwert	12,8	5,8	9,4	3,2
SD	± 6,03	± 5,08	± 3,76	± 1,78
Spannweite	3-30	1-26	1-16	0-6
Gesamtliegedauer				
Median	21	8	16,5	6
Mittelwert	21,4	9,12	17,6	5,9
SD	± 6,65	± 7,14	± 7,14	± 3,93
Spannweite	11-43	1-38	7-31	1-12

Die Gesamtliegedauer der Kinder mit einer Verbrühungsverletzung war sowohl bei den operationspflichtigen Kindern (Median 21 Tage) als auch bei den ausschließlich konservativ behandelten Kindern (8 Tage) länger als bei den durch Verbrennung verunglückten Kindern (operationspflichtig: Median 16,5 Tage; konservative Behandlung: 6 Tage). (siehe Tabelle 7)

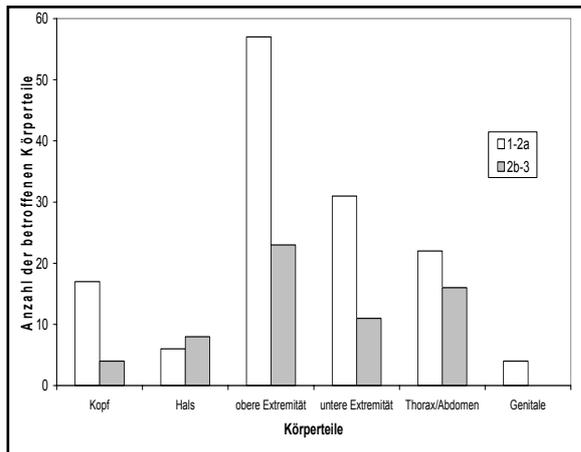


Abbildung 18: Betroffene Körperteile bei Verbrühungen und Verbrennungsgradangaben

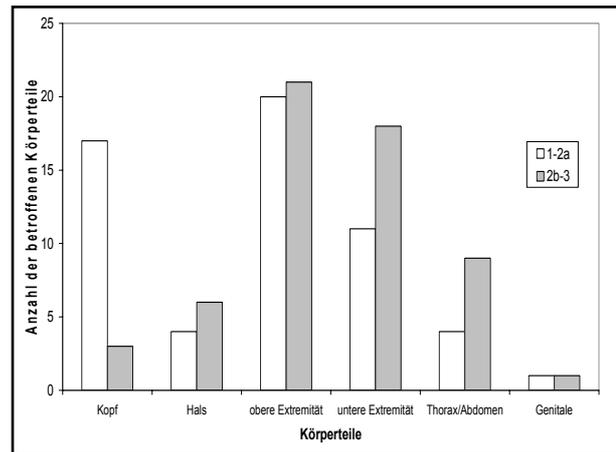


Abbildung 19: Betroffene Körperteile bei Verbrennungen und Verbrennungsgradangaben

Die Abbildungen 18 und 19 stellen dar, dass sowohl bei den Verbrühungen als auch bei den Verbrennungen die obere Extremität bei allen Verbrennungsgraden am häufigsten betroffen war. Bei den Kindern mit einer Verletzung durch Verbrühung war der Thorax, bei den Verbrennungen die untere Extremität am zweithäufigsten geschädigt. In beiden Gruppen lagen Wunden im Gesicht häufiger von einem geringeren Verbrennungsgrad vor. Abbildung 20 zeigt die typischerweise bei einer Verbrühungsverletzung betroffenen Körperstellen Hals, Thorax und Arme.



Abbildung 20: Auswirkung einer Verbrühungsverletzung durch eine Tasse heißen Tee bei einem 15 Monate alten Kind mit IIb-gradiger Verbrühung von 15% Körperoberfläche. Das Bild zeigt den praeoperativen Befund 5 Tage nach dem Traugeschehen

Der ABSI Score (Abbreviated Burn Severity Index) zeigte sowohl bei den Verbrühungen als auch bei den Verbrennungen einen Median von 3. Bei den Verbrühungen variierte der Score von 2 bis 6 ($SD \pm 0,9$), bei den Verbrennungen entsprechend von 2 bis 12 ($SD \pm 2,1$). Abbildung 21 verdeutlicht, dass die meisten Kinder mit einem Verbrühungsunfall einen ABSI Score von 3 aufwiesen, während Kinder nach einem Verbrennungsunfall vorwiegend einen Score von 2 hatten. In der Gruppe der verbrannten Kinder betrug der Score bei 2 Kindern 8 bzw. 12.

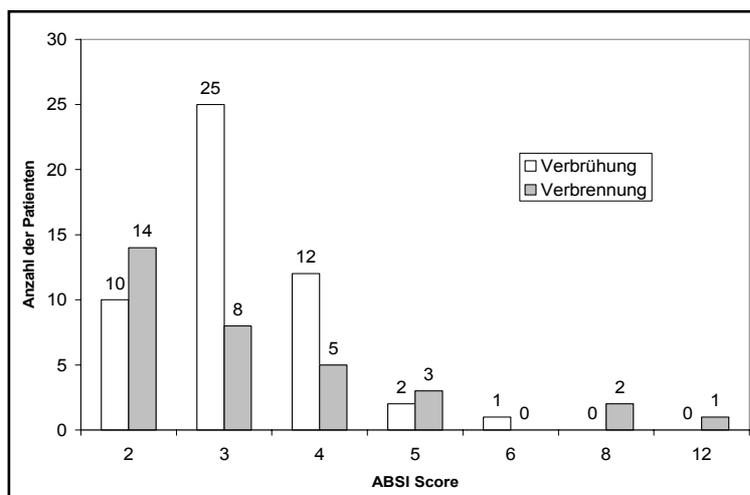


Abbildung 21: ABSI Score der Patienten mit Verbrühung und Verbrennung

3.1.4 Daten zur Behandlung

3.1.4.1 allgemeine Behandlung

6 Kinder mit einer Verbrennung erhielten eine Katecholamintherapie. So wurden bei einem verbrannten Kind die Katecholamine Dobutamin und Noradrenalin über 4 Tage gegeben. Viermal wurde Dobutamin (Median 36 Stunden; SD \pm 37,1), dreimal Dopamin (Median 48 Stunden; SD \pm 44,5) und einmal Adrenalin (12 Stunden) verabreicht.

8 Kinder (16%), die sich verbrüht hatten, erhielten Erythrozytenkonzentrate (Spannweite 1-3). Eine Substitution mit gefrorenem Frischplasma (FFP) fand in keinem der Fälle statt.

7 der verbrannten Kinder (21%) wurden Erythrozytenkonzentrate (Spannweite 1-18) substituiert. Außerdem wurde bei 5 Kindern (15%) gefrorenes Frischplasma (FFP) (Spannweite 1-5) verabreicht.

3.1.4.2 Konservative Behandlung

Eine initiale Behandlung aller Patienten erfolgte im Verbrennungsbad. Die Wunden wurden zunächst mit dem lokalen Antiseptikum Polyhexanid (Lavasept[®]) gesäubert und eventuell vorhandene Blasen abgetragen. Anschließend erfolgte die Auflage eines Feuchtverbandes mit Polyhexanid und nichtadhärenten imprägnierten Gazen (v.a. Cuticerin[®], Adaptic[®]).

Tabelle 8 stellt dar, dass bei den durch Verbrühung verunglückten Kindern im Median zu gleichen Zeitpunkten (ab 1. Tag nach Aufnahme) sowohl unter operationspflichtiger als auch ausschließlich konservativer Therapie mit Okklusivverbänden (Hydrokolloidverbände) begonnen wurde. (Beispiel Hydrokolloidapplikation siehe Abbildung 22) Die Dauer der Behandlung war ebenfalls ähnlich (Verbrühung operationspflichtig: Median 8 Tage, konservative Behandlung für 9 Tage).



Abbildung 22: Hydrokolloidverband am Thorax präoperativ bei einem 17 Monate altem Mädchen, welches sich akzidentiell heißen Tee über den Thorax und rechten Oberarm gegossen hatte.

Bei 2 operationspflichtigen Kindern wurde zur Wundbehandlung im Gesicht ein Schaumverband aus hydrozellulärem Polyurethan (Mepilex®) (ab Median 4.Tag für 9 Tage), bei 2 weiteren Kindern eine hydrophylisierte Polyurethan Membran (Omniderm®) (ab 2.Tag für 11 Tage) eingesetzt. Bei den nicht operationspflichtigen Kindern erfolgte außerdem in jeweils einem Fall eine Bandlung mit Omniderm® (ab 1.Tag für 6 Tage), ein Schaumverband (Mepilex®) (ab 1.Tag für 8 Tage) und eine biosynthetische Wundauflage (Biobrane®) (ab 1.Tag für 4 Tage).

Tabelle 8: Konservative Therapie bei Kindern mit einer *Verbrühung* unterteilt nach präoperativer und alleiniger konservativer Behandlung mit Beginn der Behandlung (Tage nach Aufnahme) und Behandlungsdauer (Tagen)

	operationspflichtig		keine Operation	
	ab (d)	Dauer (d)	ab (d)	Dauer (d)
Hydrokolloide	n=17	n=17	n=27	n=27
Median	1	8	1	9
Mittelwert	1,1	9,5	1,3	10,1
SD	± 0,86	± 5,19	± 1,38	± 5,51
Spannweite	0-4	5-26	0-7	2-17

Tabelle 9 zeigt, dass eine Wundbehandlung mit Hydrokolloiden sowohl bei operationspflichtigen Kindern als auch bei den ausschließlich konservativ behandelten Kindern mit einer Verbrennung im Median am 1. Tag nach Aufnahme begonnen wurde. Die Behandlungsdauer betrug in der Gruppe der operationspflichtigen Kinder im Median 5 Tage, in der Gruppe der ausschließlich konservativ behandelten Kinder 12 Tage.

Bei 6 Patienten wurde Omniderm[®] (ab Median 1.Tag für 6 Tage) zur Wundbehandlung im Gesicht eingesetzt wurde. Bei einem Patienten wurde der Schaumverband (Mepilex[®]) (ab 1.Tag) appliziert.

Tabelle 9: Konservative Therapie bei Kindern mit einer *Verbrennung* unterteilt nach präoperativer und alleiniger konservativer Behandlung mit Beginn der Behandlung (Tage nach Aufnahme) und Behandlungsdauer (Tagen)

	operationspflichtig		keine Operation	
	ab (d)	Dauer (d)	ab (d)	Dauer (d)
Hydrokolloide	n=9	n=9	n=12	n=12
Median	1	5	1	12
Mittelwert	1,9	5,4	1	13,8
SD	± 1,69	± 2,19	± 0,83	± 5,12
Spannweite	1-6	2-9	0-3	9-22

3.1.4.3 Operative Behandlung

Eine Operation mit Defektdeckung der Wunde war bei der Hälfte der verbrühten Kinder erforderlich. Die andere Hälfte wurde ausschließlich konservativ behandelt, d.h. bei den verbrannten Kindern wurde 61% operiert und entsprechend 39 % konservativ behandelt.

Die verbrühten Kinder wurden im Mittel 9,3 Tage (SD ± 4,57; Median 8 Tage) nach dem Trauma operiert (Spannweite 1-27 Tage). Abbildung 23 und 24 zeigen den prä- und postoperativen Befund eines Kindes mit Verbrühungsunfall.



Abbildung 23: Ausgeprägte Verbrühung eines 21 Monate alten Jungens am Thorax präoperativ.



Abbildung 24: Spalthautgedecktes Areal des gleichen Jungens wie in Abbildung 23 postoperativ. Die Spalthaut wurde vom Kopf entnommen.

Bei den Kindern, die eine Verbrennung erlitten hatten, wurde die Operation im Durchschnitt 4 Tage früher (Mittelwert 4,9; SD ± 2,68; Median 4 Tage) durchgeführt. Die Spannweite lag hier bei 1-10 Tagen.

Eine zweite Operation wurde in der Gruppe der verbrühten Kinder in 3 Fällen (6%) durchgeführt, bei den verbrannten Kindern waren es 5 Fälle (15%).

Spalthaut wurde bei den verbrühten Kindern in der Regel vom Kopf (92% der Fälle) entnommen, während bei den verbrannten Kindern diese zumeist (80%) vom Oberschenkel oder Gesäß entnommen wurde. Bei 2 Kindern wurde zusätzlich Haut vom Unterschenkel zur Transplantation verwendet. Die Versorgung der Spalthautentnahmestelle vom Kopf erfolgte standardisiert durch Auflage von Bauchtüchern und Kompressen, die der Entnahmestelle vom Oberschenkel durch einen Okklusivverband mit Hydrokolloiden (Varihesive®) und als Alternative mit Polyhexanid und Wundgazen.

3.1.5 Daten zu Komplikationen

Insgesamt traten bei 22 verbrühten Kindern (44%) und 11 verbrannten Kindern (37%) während der Behandlung im Krankenhaus Komplikationen auf.

Die häufigste Komplikation der Behandlung war die Wundinfektion. Diese war bei 12 Patienten (24%) mit Verbrühungen und 8 Patienten (24%) mit Verbrennungen nachweisbar. Insgesamt wurde bei 32 Hautarealen ein pathologisches Bakterien- und Pilzwachstum festgestellt. Es konnten 19 verschiedene Bakterien isoliert werden, von denen *Staphylococcus aureus* am häufigsten nachgewiesen wurde. Aus der Gattung der Pilze wurde *Candida albicans* kultiviert. (siehe Abbildung 25)

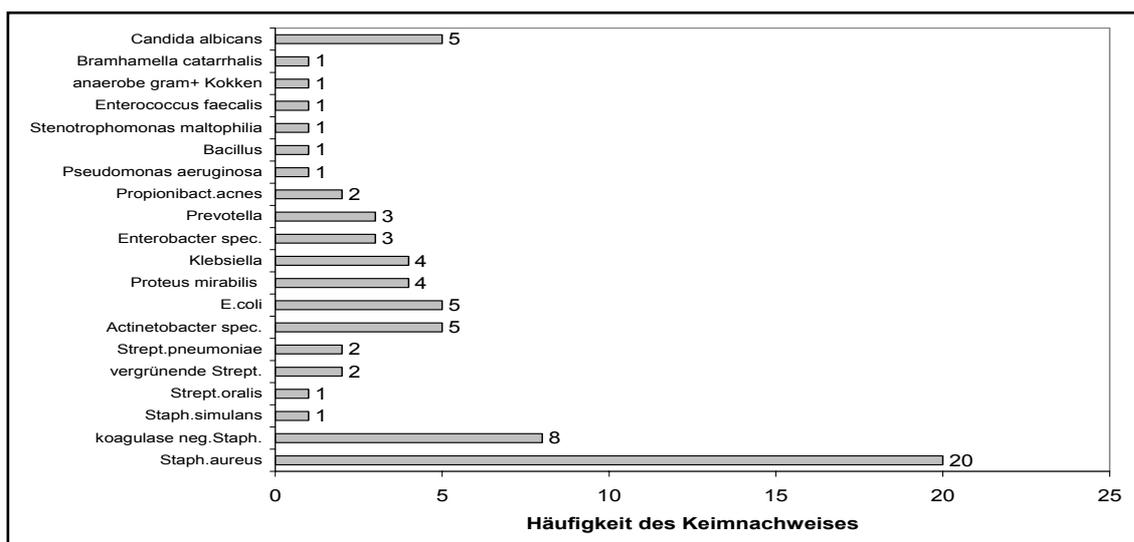


Abbildung 25: Häufigkeit der nachgewiesenen Bakterien und Pilze auf den infizierten Wundarealen. Verbrennungen und Verbrühungen wurden zusammen betrachtet.

In der Gruppe der Verbrühungen konnten außerdem weitere Infektionen nachgewiesen werden. In einem Fall wurde eine positive Blutkultur (koagulasenegative Staphylokokken), in 2 Fällen positive Urinkulturen (*Proteus mirabilis*, *Enterococcus species*), in einem Fall eine Infektion des zentralvenösen Zugangs (*Staphylococcus aureus*), in 3 Fällen eine Konjunktivitis des Auges (*Staphylococcus aureus*, koagulasenegative Staphylokokken), in 2 Fällen eine Kontamination des Stuhls (Rotaviren) und in einem Fall Bakterien im Trachealsekret (*Hämophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*) nachgewiesen. In der Gruppe der Verbrennungen war einmal der zentralvenöse Zugang (koagulasenegative Staphylokokken), einmal der Dauerkatheter und zweimal das Trachealsekret mit Bakterien kontaminiert.

Bei den verbrühten Kindern kam es zusätzlich jeweils einmal zu den Komplikationen der akuten respiratorischen Insuffizienz, Opiatentzugssyndrom, Pneumothorax, paradoxer Reaktion auf Dormicum, metabolischer Azidose, Lungenödem, Bronchitis und Pneumonie. Jeweils 3 Kinder litten an einer Anämie und zeigten eine rasche Erhöhung der Körpertemperatur (>39°C) mit CRP Anstieg. Bei den verbrannten Kindern zeigte sich bei einem Kind eine akute Belastungsreaktion und bei einem anderen Kind ein hirnorganisches Psychosyndrom. Fünfmal wurde eine Pneumonie diagnostiziert. Ein Kind verstarb bei akutem respiratorischem Atemnotsyndrom (ARDS) im Multiorganversagen.

Zur Behandlung der oben genannten Komplikationen wurden in der Gruppe der Verbrühungen bei 15 Patienten (68%) Antibiotika intravenös oder oral verabreicht. Am häufigsten kamen Cephalosporine (Cefuroxim, Cefaclor, Cefotaxim), Ampicillin, Sultamicillin, Sulfamethoxazol plus Trimethoprim (Cotrimoxazol), Aminoglykoside (Gentamycin) und Glykopeptide (Teicoplanin) zur Anwendung.

In der Gruppe der Verbrennungen wurden 7 Patienten (63%) Antibiotika gegeben. Hier wurden vornehmlich Cephalosporine (Cefuroxim, Cefazolin und Cefpodoxim), Makrolide (Erythromycin, Clindamycin), Mezlocillin plus Sulbactam, Aminoglykoside (Gentamycin) sowie Glykopeptide (Vancomycin) eingesetzt.

3.2 Nachuntersuchung

3.2.1 Patientenkollektiv

50 der insgesamt 83 Patienten (60%) willigten in eine Nachuntersuchung ein und wurden zur Datenauswertung bezüglich der Nachuntersuchung herangezogen. Von den weiteren 33 Patienten antworteten 15 Patienten weder auf dem Postweg noch telefonisch. Auch nach Recherche von eventuell neuer Adresse bzw. Telefonnummer beim entsprechenden Hausarzt und Krankenkasse konnten diese Patienten nicht erreicht werden. 17 Patienten verweigerten die Einwilligung ohne angegebenen Grund und 1 Patient verstarb während des stationären Aufenthaltes an den Folgen der großflächigen Verbrennung. Abbildung 26 illustriert, dass im prozentualen Anteil Kinder mit einem Verbrühungsunfall (66 %, 33 Fälle) häufiger als Kinder mit einem Verbrennungsunfall (52%, 17 Kinder) an der Nachuntersuchung teilnahmen. Während die Kinder mit einer Verbrühung häufiger nicht erreichbar waren (22%, 11 Kinder nach Verbrühungen vs. 15%, 5 Kinder nach Verbrennungen), waren die Verweigerungen zur Nachuntersuchung häufiger bei der Gruppe der Kinder mit einer Verbrennung (30%, 10 Kinder nach Verbrennungen vs. 12%, 6 Kinder nach Verbrühungen).

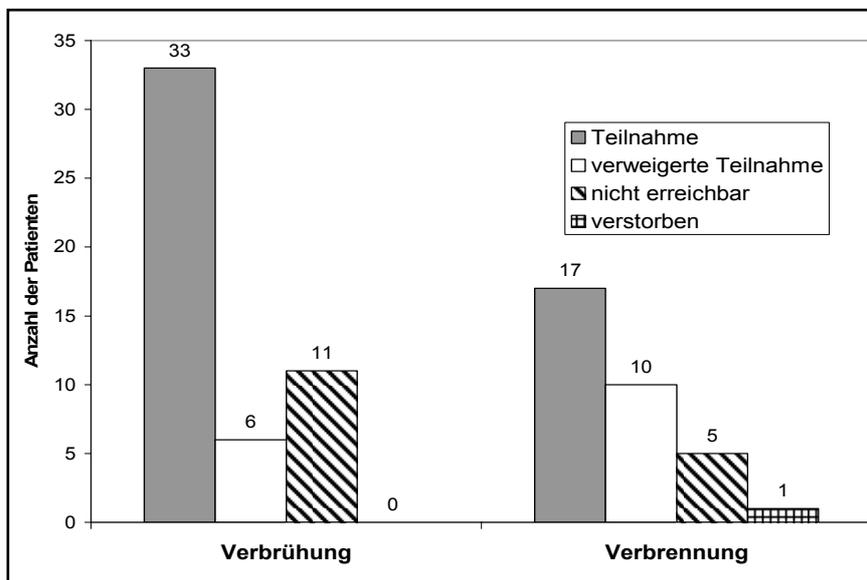


Abbildung 26: Anzahl der teilnehmenden Patienten, verweigerter Teilnahmen, nicht erreichbare Patienten sowie verstorbene Patienten

3.2.2 Epidemiologische Daten

Von den 50 untersuchten Kindern erlitten 33 Patienten (66%) eine Verbrühung und 17 Patienten (34%) eine Verbrennung. In der Gruppe der verbrühten Kinder waren 20 Kinder männlich (61%) und 13 weiblich (39%). Bei den durch Verbrennung verunglückten Kindern war der Anteil der männlichen Kinder noch größer (76% männlich; 24% weiblich).

Die Nachuntersuchung aller 50 Patienten wurde im Mittel nach 20,6 Monaten (SD \pm 10,4; Median 17 Monate) durchgeführt. Unterteilt man die Kinder nach der Unfallursache so ergibt sich, dass Kinder mit einer Verbrühung durchschnittlich nach 21,2 Monaten (SD \pm 9,58; Median 17 Monate) und Kinder mit einer Verbrennung nach 20,7 Monate (SD \pm 12,56; Median 14 Monate) und somit zu etwa gleichen Zeitpunkten nachuntersucht wurden.

Das durchschnittliche Alter der Kinder bei der Nachuntersuchung betrug in der Gruppe der verbrühten Kinder 3,8 Jahre (Median 2 Jahre). Somit waren die meisten Kinder im Kleinkindesalter. In der Gruppe der verbrannten Kinder waren die Kinder durchschnittlich 12,6 Jahre (Median 14 Jahre) und befanden sich damit im Jugendalter. (siehe Tabelle 10)

Bei 19 nachuntersuchten Kindern (58%) nach einem Verbrühungsunfall waren die verbrühten Areale operationspflichtig. Der Zeitpunkt der Operation lag im Median bei 7 Tagen. Bei den Kindern nach einem Verbrennungsunfall waren 9 Kinder (53%) operationspflichtig. Eine Operation wurde bei diesen Kindern früher als bei den verbrühten Kindern durchgeführt (Median 5 Tage).

Tabelle 10: Zeitpunkt der Nachuntersuchung, Alter der Patienten bei der Nachuntersuchung und Angaben zum Operationszeitpunkt

	Verbrühung	Verbrennung
	n= 33	n=17
Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach Verletzung (Monate)		
Median	17	14
Mittelwert	21,2	20,7
SD	± 9,58	± 12,56
Spannweite	8-40	5-48
Alter der Patienten		
Säugling (0-12 Monate)	0	0
Kleinkind (13 Monate-5 Jahre)	26	3
Schulkind (6-13 Jahre)	5	4
Jugendlicher (14-18 Jahre)	2	10
Operationszeitpunkt (Tagen nach Unfall)	n=19	n=9
Median	7	5
Mittelwert	8,3	5,5
SD	± 5,06	± 2,27
Spannweite	2-27	1-9

Die Liegedauer der nachuntersuchten Patienten lag bei den verbrühten Patienten im Median bei 3 Tagen (SD ± 4,70) auf einer Intensivstation und 9 Tagen (SD ± 5,82) auf einer peripheren Station. Die Gesamtliegedauer betrug im Median 13 Tage (SD ± 7,91). Die verbrannten Kinder waren im Median etwa genau so lange stationär im Krankenhaus (SD ± 8,81; Median 12d) wie die verbrühten Kinder. Jedoch verbrachten sie die Zeit auf einer Intensivstation mehr als doppelt so lange wie die durch Verbrühung verunfallten Kinder (SD ± 6,00; Median 7d). Die Verweildauer auf einer peripheren Station war entsprechend um die Hälfte kürzer (SD ± 3,96; Median 4d). (siehe Abbildung 27)

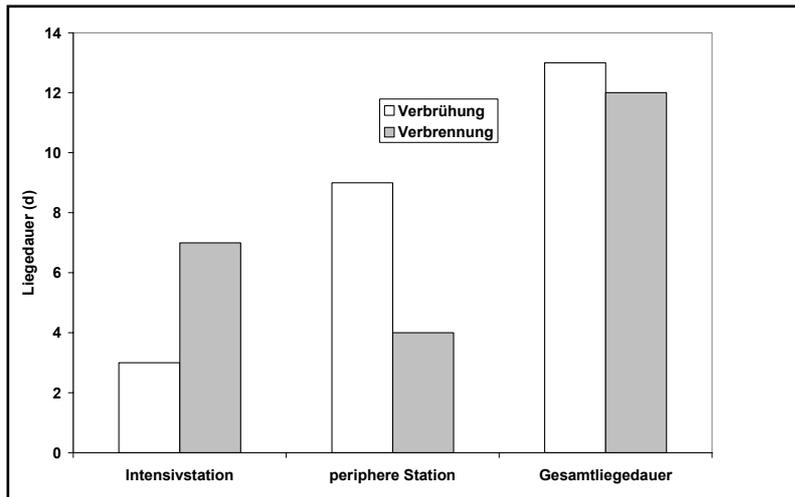


Abbildung 27: Liegedauer der nachuntersuchten Kinder auf eine Intensivstation, peripheren Station und Gesamtliegedauer unterteilt nach Verbrühung und Verbrennung

Sowohl in der Gruppe der verbrühten als auch der verbrannten Kinder ereigneten sich die meisten Unfälle in der Zeit von 12-20 Uhr. (siehe Abbildung 28) Während sich Verbrühungen vorwiegend in der Wohnung (32 Fälle; 97%) ereigneten, zogen sich die Kinder eine Verbrennung häufiger im Freien zu (14 Fälle; 82%). Von den Verbrühungen in der Wohnung geschahen 18 Fälle in der Küche, 10 Fälle im Esszimmer/Wohnzimmer, 2 Fälle im Badezimmer und jeweils 1 Fall im Büro und eigenem Kinderzimmer.

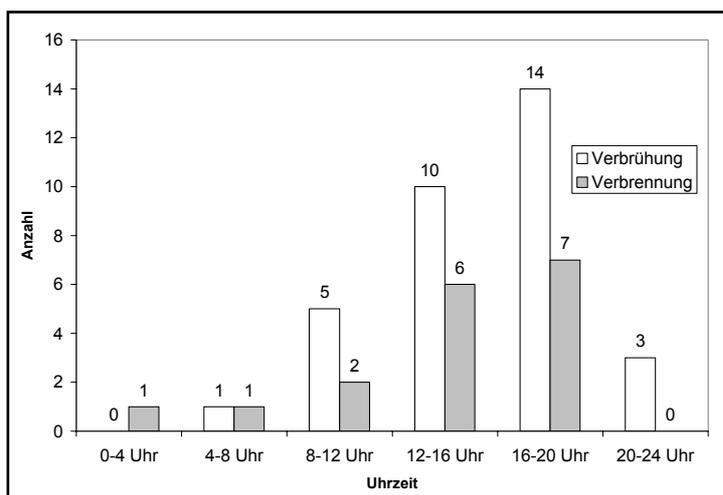


Abbildung 28: Zeitpunkt des Unfallgeschehens

Eine Aufsichtsperson war bei den Kindern mit einer Verbrühung in 76% (25 Kinder) der Fälle in unmittelbarer Umgebung anwesend. Bei den verbrannten Kindern standen nur 47% (8 Kinder) der Fälle unter Aufsicht.

3.2.3 Klinische Untersuchung

Bei der Nachuntersuchung gaben in der Gruppe der verbrühten Kinder 21 Kinder (64%) somatische und vegetative Beschwerden an.

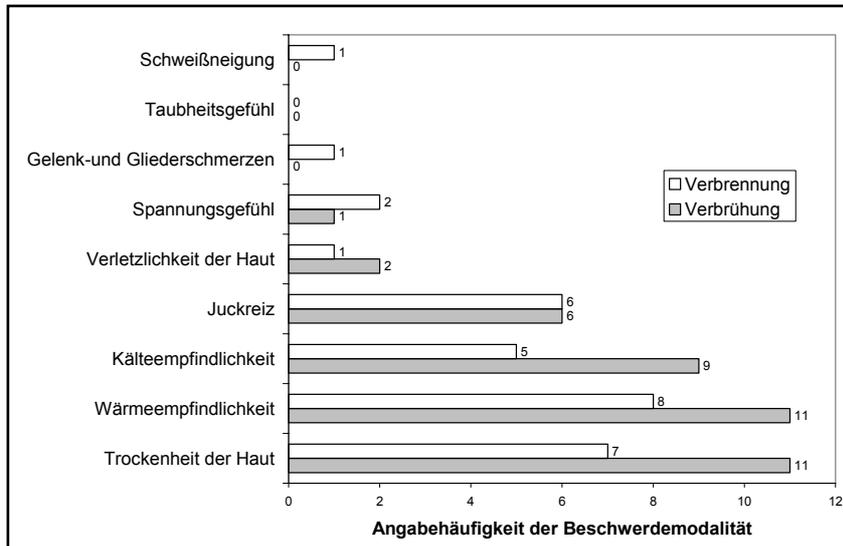


Abbildung 28: Somatische und vegetative Beschwerden der nachuntersuchten Kinder

Am häufigsten (jeweils 11 Fälle) wurde eine Hauttrockenheit der ehemals verbrühten Haut im Vergleich zur gesunden Haut und eine vermehrte Wärmeempfindlichkeit angegeben.

In der Gruppe der verbrannten Kinder wurden bei 15 Kindern (88%) positive Angaben zu den somatischen und vegetativen Beschwerden gemacht. Am häufigsten wurden auch hier die Trockenheit der Haut (7 Kinder) sowie eine vermehrte Wärmeempfindlichkeit (8 Kinder) im Vergleich zur gesunden Haut genannt. In beiden Gruppen wurde bei keinem Kind ein Taubheitsgefühl beklagt. (siehe Abbildung 28)

Das Temperaturempfinden konnte bei den verbrühten Kindern nur in 11 Fällen beurteilt werden, da das Kind mindestens 5 Jahre alt sein musste, um verlässliche Angaben machen zu können. Von diesen 11 Kindern hatte ein Kind eine Einschränkung, bei 10 Kindern war das Temperaturempfinden normal.

Bei den verbrannten Kindern konnten bei allen 17 Kindern Angaben gemacht werden. Die Empfindung für Temperaturunterschiede war in 6 Fällen (35%) gestört, 11 Kinder (65%) gaben eine normale Diskriminierung an.

Eine Bewegungseinschränkung konnte bei keinem verbrühten Kind bei der Nachuntersuchung festgestellt werden. Bei den verbrannten Kindern zeigte sich bei 3 Kindern (18%) eine Einschränkung. Bei 2 Kindern wurde eine eingeschränkte Kopfneigung bzw. Kopfdrehung diagnostiziert, bei einem Jugendlichen war eine Streckung des Kleinfingers der Hand nicht möglich.

Tabelle 11: Perzentilen des Body Mass Index (BMI)^[48]

Perzentilen des BMI		Verbrühung n=33	Verbrennung n=17
P<3	starkes Untergewicht	3	-
P<10	Untergewicht	1	2
P10-90	Normalgewicht	25	13
P>90	Übergewicht	3	1
P>97	starkes Übergewicht	1	1

Bei den Kindern mit einer Verbrühungsverletzung wiesen 25 Patienten (76%) ein Normalgewicht auf. 4 Patienten (12%) waren übergewichtig und 4 Patienten (12%) untergewichtig. Bei den Kindern mit einer Verbrennungsverletzung waren 13 Patienten (76%) normgewichtig und jeweils 2 Patienten (12%) über- bzw. untergewichtig. (siehe Tabelle 11)

3.2.4 Narbenbeurteilung mit Hilfe der Vancouver Scar Scale

Insgesamt wurden 141 Hautareale mit Hilfe der Vancouver Scar Scale bei der Nachuntersuchung der 50 Patienten untersucht. Bei den verbrühten Kindern waren es 83, bei den verbrannten Kindern 58 Hautareale. Von den 141 Hautarealen waren 56 nicht operationspflichtig und 85 operationspflichtig (spalthauttransplantiert Hautareale). Im Median aller nicht operierten Areale ergaben die einzelnen Kriterien sowie der Gesamtscore der Vancouver Scar Scale einen Wert von 0 (Mittelwert 1; SD \pm 1,32). Dies bedeutet, dass die Haut im Vergleich zur gesunden Haut nicht auffällig bzw. verändert war.

Bei den operationspflichtigen Hautstellen waren bei 55% der Kinder nach einem Verbrühungsunfall und bei 71% der Kinder nach einem Verbrennungsunfall Narben sichtbar. Im Median ergab sich ein Gesamtscore der Vancouver Scar Scale von 7 (Mittelwert 7; SD \pm 3,25). Die operierte Haut (Narbe) war im Erscheinungsbild im Mittel pink (leichte Zunahme der Blutversorgung), fest, gemischt pigmentiert und die Narbe hatte eine Höhe von 1-2 mm. (siehe Tabelle 12 und Abbildung 29)

Tabelle 12: Vergleich der Werte der Vancouver Scar Scale bei nicht operierter und operierter Haut

	nicht operierte Haut			operierte Haut		
	Median	Mittelwert	SD	Median	Mittelwert	SD
Vaskularität	0	0	± 0,32	1	1	± 0,93
Elastizität	0	0	± 0,29	3	3	± 1,35
Pigmentation	0	0	± 0,78	2	2	± 0,81
Höhe	0	0	± 0,32	2	2	± 1,00
Gesamtscore	0	1	± 1,32	7	7	± 3,25



Abbildung 29: Ausgeprägte sichtbare Narbenbildung an Dekolleté und Oberarm des nun 3-jährigen Jungen bei der Nachuntersuchung 20 Monate nach 11b-gradiger und operativ versorgter Verbrennungsverletzung durch heißen Tee.

3.2.5 Technische Narben- und Hautbeurteilung

Zur Beurteilung der Validität des Cutometers[®] und Mexameters[®] wurden die Daten mit dem Werten der Vancouver Scar Scale Elastizität, Pigmentierung und Vaskularität verglichen. Dafür wurde der Spearman-Korrelationsquotient errechnet. Tabelle 13 zeigt, dass bei operierter Haut der Erythemwert des Mexameters mit der Vaskularität der Vancouver Scar Scale signifikant korrelieren ($p < 0,01$). Die Messwerte des Corneometers[®] und Tewameters[®] korrelierten nicht mit dem Gesamtscore der Vancouver Scar Scale, das heißt es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit/Wasserverlust der Haut und dem Gesamterscheinungsbild der Narbe festgestellt werden.

Tabelle 13: Spearmann-Korrelationsquotienten (r) für den Zusammenhang von apparativer Methode und Beurteilung der Haut mit der Vancouver Scar Scale bei operierter und nicht operierter Haut

apparative Methode	Vancouver Scar Scale	operierte Haut (mit Spalthaut gedeckt) n=85	nicht operierte Haut n=56
Cutometer®	Elastizität	0,033	0,196
Mexameter® (Melaninwert)	Pigmentierung	0,096	0,199
Mexameter® (Erythemwert)	Vaskularität	0,455 (p<0,01)	0,077
Corneometer®	Gesamtscore	0,160	0,078
Tewameter®	Gesamtscore	0,186	0,084

Nach der Erstellung einer Regression von möglichen Einflussfaktoren (Noxe, Alter bei Unfall, Zeitpunkt der Nachuntersuchung nach dem Trauma, ABSI Score, totale verbrannte Körperoberfläche, Geschlecht, Zeitpunkt der Operation sowie die Dauer einer Kompressionstherapie nach der Operation) auf die Eigenschaften der Narbe bei der Nachuntersuchung (Gesamtscore der Vancouver Scar Scale, Elastizitätsbestimmung durch das Cutometer®, Pigmentierung der Haut gemessen mit dem Mexameter® (Melaninwert, Erythemwert) zeigten sich folgende Ergebnisse: (siehe Anhang Tabellen 18-20)

Nicht operierte Haut (nach Verbrennung/Verbrühung Grad I-Ila)

Bei Betrachtung aller Patienten zeigte sich, dass ältere Kinder bei der Nachuntersuchung häufiger eine hyperpigmentierte Narbe aufwiesen ($p=0,005$). Das Unfallalter der Kinder mit einer Verbrennungsverletzung hatte zudem einen signifikanten Einfluss auf den Gesamtscore der Vancouver Scar Scale. Kinder, die zum Zeitpunkt des Unfalls jünger waren, präsentierten bei der Nachuntersuchung auffälligere Narben (hoher Gesamtscore der Vancouver Scar Scale) als ältere Kinder bei der Nachuntersuchung ($p=0,045$).

operierte Haut (nach Verbrennung/Verbrühung Grad IIb-III)

Es konnte festgestellt werden, dass Narben nach einer Verbrennungsverletzung im Vergleich zur Verbrühungsverletzung insgesamt einen höheren Gesamtscore in der Vancouver Scar Scale aufwiesen ($p<0,001$).

Auch bei den operierten Kindern hat das Alter beim Unfall Einfluss auf die Eigenschaften der Narbe bei der Nachuntersuchung. Bei Betrachtung aller Kinder zeigte sich, dass jüngere Patienten auffälligere Narben (höherer Gesamtscore in der Vancouver Scar Scale) zeigten ($p=0,010$).

Es wurde außerdem beobachtet, dass die Beschaffenheit und Eigenschaft der Narbe vom Zeitpunkt der Nachuntersuchung (Monate nach der Therapie) abhängig ist. Sowohl bei der Darstellung aller nachuntersuchten Kinder als auch bei der alleinigen Darstellung der verbrühten Kinder wurde gezeigt, dass die Narbe bei einem früheren Nachuntersuchungszeitpunkt elastischer war ($p=0,017$ und $p=0,014$). Zusätzlich war bei Betrachtung aller Kinder zu erkennen, dass die Narben bei einem späteren Nachuntersuchungszeitpunkt häufiger hyperpigmentiert waren (hoher Melaninwert) ($p=0,017$) und eine früher durchgeführte Nachuntersuchung eine stärker gerötete Narbe (hoher Erythemwert) zeigte ($p<0,001$). Auch bei der getrennten Betrachtung der Kinder mit einer Verbrühung oder Verbrennungsverletzung war der gleiche signifikante Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung und der Rötung der Haut ($p<0,001$ und $p=0,046$) zu erkennen.

Auch der Operationszeitpunkt (Tage nach dem Trauma) hatte Einfluss auf die Narbenqualität bei der Nachuntersuchung. Bei der Betrachtung der verbrannten Patienten korrelierte ein später Operationszeitpunkt mit einem signifikant schlechteren Ergebnis in der Narbenbeschaffenheit ($p<0,001$).

Zudem wiesen Kinder mit einer Verbrühung bei einem niedrigem ABSI Score einen signifikant höheren Melaninwert der Narbe auf, d.h. die Narbe war hyperpigmentiert ($p=0,024$).

Zwischen der totalen verbrannten Körperoberfläche und dem Geschlecht der Kinder und Beschaffenheit sowie Eigenschaften der Narben war bei der Nachuntersuchung kein signifikanter Zusammenhang erkennbar.

3.3 Psychosoziale Aspekte thermischer Verletzungen

3.3.1 Fragebögen

3.3.1.1 Child Behavior Checklist (CBCL/ 4-18)

Die statistische Auswertung des Elternfragebogens erfolgte durch Ermittlung der T-Werte und ein Vergleich der Population der Nachuntersuchung mit Werten einer Normpopulation von 2856 deutschen Kindern und Jugendlichen^[22, 48]. Für die Normpopulation wurden Mittelwerte der T-Werte von 50 mit einer Standardabweichung von 10 angegeben (T-Werte 40-60). Zur Prüfung von Auffälligkeiten der Kinder im Verhalten nach dem Unfall wurden die Broad Band Syndromskalen ausgewertet:

- internalisierende Auffälligkeiten (sozialer Rückzug, körperliche Beschwerden, ängstlich/depressives Verhalten),
- externalisierende Auffälligkeiten (dissoziales Verhalten, aggressives Verhalten) sowie
- die totalen Auffälligkeiten (Summe aller Werte der 8 Syndromskalen).

Nach Auswertung der Broad-Band Skalen des CBCL Tests (internalisierende, externalisierende und totale Auffälligkeiten) zeigten sich im Mittel in der Testpopulation der Nachuntersuchung keine Auffälligkeiten. (siehe Tabelle 14) Werden T-Werte größer 60 als Hinweis für eine Verhaltensauffälligkeit angesehen, so zeigten sich 4 Kinder (2 männlich und 2 weiblich) in der internalisierenden Skala und 4 Kinder (alle männlich) in der externalisierenden Skala als auffällig, wobei ein Kind in beiden Skalen T-Werte größer 60 aufwies. 6 Kinder (4 männlich, 2 weiblich) zeigten totale Auffälligkeiten.

Tabelle 14: Verhaltensauffälligkeiten der Kinder (T-Werte des CBCL Fragebogens)

	Population der Nachuntersuchung n=23			Normpopulation n=2856	
	Mittelwert	SD	95%KI	Mittelwert	SD
CBCL internal	50,13	± 10,52	[45,58; 54,68]	50,0	± 10
CBCL external	52,57	± 7,95	[49,13; 56,00]	50,0	± 10
CBCL total	53,65	± 8,02	[50,19; 57,12]	50,0	± 10

Als weiteres Problem wurde bei 6 Kindern (26%) über die Neigung zu Unfällen (Kind verletzt sich häufig ungewollt) berichtet. Jeweils 9 Kinder (39%) klagten über Albträume und kauten an den Nägeln. Bei jeweils 4 Kindern wurden von den Eltern eine Sprechstörung sowie ein falsches (schlechtes) Essverhalten angegeben.

Jeweils 3 Kinder litten unter Phobien und Schlafstörungen. Außerdem berichteten die Eltern bei jeweils einem Kind von Suizidgedanken des Kindes, Selbstverletzung, Tierquälerei und Enuresis nocturna.

Tabelle 15 zeigt eine Betrachtung von soziodemographischen und verbrennungsspezifischen Merkmalen in Korrelation zu den Skalen internes, externes und totalem CBCL. Es zeigte sich, dass die Liegedauer positiv mit den internalisierenden Verhaltensauffälligkeiten korrelierte ($p = 0,025$). Weiterhin war ein positiver Zusammenhang zwischen dem Gesamtscore der Vancouver Scar Scale und den internalisierenden ($p=0,039$), externalisierenden ($p=0,030$) und totalen Auffälligkeiten ($p=0,031$) zu sehen. Damit konnte gezeigt werden, dass bei auffälligeren Narben (hoher Score der Vancouver Scar Scale) häufiger posttraumatischen Auffälligkeiten der Kinder, die mit dem CBCL/4-18 gemessen wurden, erkennbar waren.

Tabelle 15: Spearman-Korrelationsquotienten (r) zwischen Verhalten/Befinden des Kindes (Auffälligkeiten) sowie soziodemographischen und verbrennungsspezifischen Merkmalen (Rang-biserialer Korrelationsquotient bei dichotomen Merkmalen) nach SCHNEIDER^[80] (r=0 kein Zusammenhang; r=1 positiver Zusammenhang)

	CBCL internal (n=23)	CBCL external (n=23)	CBCL total (n=23)
Alter bei Unfall	0,038	0,226	0,134
Alter bei Nachuntersuchung	0,074	0,178	0,127
Geschlecht (0=♀; 1=♂)	0,124	-0,034	-0,041
VKOF	0,373	0,378	0,394
Noxe (0=Verbrühung; 1= Verbrennung)	-0,061	0,101	0,047
Sozialstatus	0,179	-0,105	-0,096
Liegedauer	0,466 (p=0,025)	0,200	0,254
VSS (Gesamtscore)	0,434 (p=0,039)	0,454 (p=0,030)	0,450 (p=0,031)

3.3.3.2 TNO-AZL Questionnaire for Children´s Health-Related Quality of Life (TACQOL)

Die Erfassung der Lebensqualität erfolgte mit Hilfe des TACQOL und den sieben Subskalen. Je höher der Skalenwert lag, um so besser war die gesundheitsbezogene Lebensqualität anzusehen^[102]. Ein Vergleich mit einer holländischen Population von 2032 Kindern und Jugendlichen zeigte, dass die Population der Nachuntersuchung beim Mittelwert in allen Bereichen (BODY = physische Beschwerden; MOTOR = motorische Beschwerden; AUTO = Selbstständigkeit; COGNIT (= kognitive Leistungen sowie Schulleistungen); SOCIAL (=soziale Kontakte mit Eltern und Gleichaltrigen; EMOPOS = positive Emotionen) eine etwas niedrigere Lebensqualität aufwies. (siehe Tabelle 16) Zudem kann man erkennen, dass negative Emotionen (= EMONEG) häufiger als in der Normpopulation auftraten.

Tabelle 16: Lebensqualität (Mittelwerte TACQOL-PF)

	Population der Nachuntersuchung n=22			Normpopulation n=2032	
	Mittelwert	SD	95%KI	Mittelwert	SD
BODY	26,41	± 4,43	[24,45; 28,37]	27,1	± 4,0
MOTOR	30,27	± 2,10	[29,34; 31,20]	30,8	± 2,5
AUTO	31,09	± 2,27	[30,09; 32,10]	31,3	± 1,7
COGNIT	26,45	± 7,31	[23,21; 29,70]	29,0	± 3,7
SOCIAL	28,18	± 3,84	[26,48; 29,88]	29,8	± 2,5
EMOPOS	12,41	± 2,28	[11,40; 13,42]	14,7	± 2,1
EMONEG	12,59	± 2,28	[11,58; 23,60]	11,5	± 2,4

Tabelle 17 beschreibt eine Betrachtung der Lebensqualität im Verhältnis zu den soziographischen sowie verbrennungsspezifischen Merkmalen. Es zeigte sich, dass das Alter bei dem Unfall und bei der Nachuntersuchung mit dem Bereich AUTONOMIE des TACQOL positiv korrelierte ($p=0,003$ und $p=0,004$). Das bedeutete, dass bei älteren Kindern häufiger eine signifikant fehlende Selbstständigkeit im Leben beklagt wurde. Zudem war zu erkennen, dass bei Kinder mit einem großen Anteil an verbrannter bzw. verbrühter Körperoberfläche signifikant häufiger Probleme bei sozialen Kontakten mit Eltern und Gleichaltrigen (Bereich SOCIAL) entstanden sind ($p=0,046$).

Tabelle 17: Spearmann-Korrelationsquotienten (r) zwischen Lebensqualität des Kindes sowie soziodemographischen und verbrennungsspezifischen Merkmalen (Rang-biserialer Korrelationsquotient bei dichotomen Merkmalen) nach SCHNEIDER^[80] (r=0 kein Zusammenhang; r=1 positiver Zusammenhang)

	BODY	MOTOR	AUTO	COGNIT	SOCIAL	EMOPOS	EMONEG
Alter bei Unfall	0,054	0,265	0,604 (p=0,003)	-0,066	0,005	-0,237	0,019
Alter bei Nachuntersuchung	0,077	0,246	0,591 (p=0,004)	-0,099	-0,022	-0,330	-0,069
Geschlecht	-0,113	-0,333	-0,389	0,321	0,137	0,143	0,000
VKOF	-0,005	-0,267	0,047	-0,276	0,429 (p=0,046)	-0,041	-0,416
Noxe	0,048	0,000	0,180	-0,280	0,076	-0,181	-0,008
Sozialstatus	-0,078	-0,063	0,148	-0,150	0,069	-0,220	0,080
Liegedauer	0,112	-0,399	-0,088	-0,285	-0,160	-0,129	-0,299
VSS	-0,150	-0,334	-0,046	-0,414	-0,285	-0,160	-0,201

3.3.2 Sozialanamnese und Sozialindex

Von den 50 nachuntersuchten Kindern wohnten 24 Kinder (48%) mit ihren Eltern in einem Eigenheim, 26 Kinder (52%) in einer Wohnung. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lebten durchschnittlich 4 Personen (Spannweite: 2-8 Personen) in dem Haushalt der Familie. Der größte Teil der brandverletzten Kinder hatte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein Geschwisterkind (44%). 24% der Kinder hatten keine Geschwister, 16 % zwei Geschwister, 8% drei Geschwister, 2 % vier Geschwister, 4% fünf Geschwister und 2 % sechs Geschwister. 38 der untersuchten Kinder (76%) lebten in einem eigenem Zimmer.

Die Mutter war in den meisten Fällen verheiratet (74%). 10% der Mütter gaben an, allein erziehend zu sein und 10% lebten mit einem Lebensgefährten zusammen, der Vater des verunglückten Kindes ist. 6 % wohnten mit einem Lebensgefährten, der nicht Vater des Kindes ist.

Die Schulbildung der Mütter und Väter war nahezu identisch. 39% der Mütter und 42% der Väter besuchten weniger als 10 Klassen einer Schule. 41% der Mütter und 38% der Väter erlangten die mittlere Reife (=10 Klassen). 20% der Mütter und 19% der Väter schlossen die Schule mit dem Abitur ab. 36 % der Mütter und Väter nahmen nach der Schule eine Ausbildung auf, 15 % studierten.

50 % der Mütter gingen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einer Arbeit nach, 38% der Frauen waren Hausfrau und jeweils 6% befanden sich im Erziehungsurlaub bzw. waren arbeitslos. Bei den Vätern war ein größerer Anteil (66%) erwerbstätig. Jedoch waren auch 22% arbeitslos, 4% in Rente und 8 % machten keine Angaben zu ihrer aktuellen Tätigkeiten.

Aus diesen Daten konnte der Sozialindex errechnet werden^[66]. Abbildung 30 zeigt, dass der größte Teil der Familien (48%) dem niedrigsten Sozialstatus zugeordnet werden konnte. Nur 14% der Familien wiesen den höchsten Sozialstatus auf.

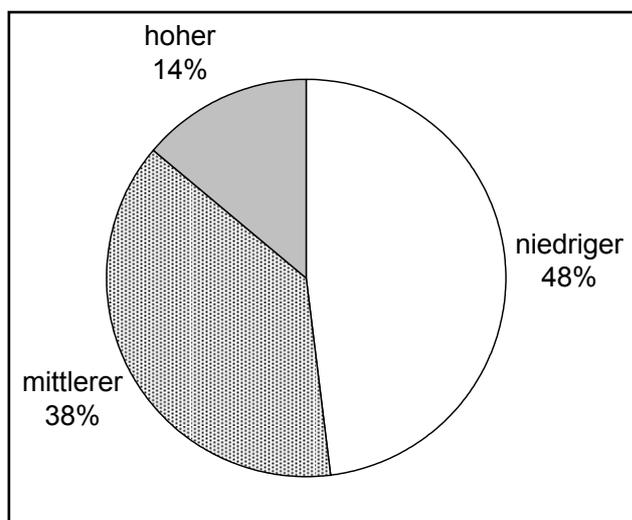


Abbildung 30: Sozialstatus der Familien

18 Kinder besuchten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Schule. Davon gingen 5 Kinder in eine Grundschule, 3 in eine Hauptschule, 3 in eine Realschule, 2 in ein Gymnasium, jeweils ein Kind in eine Sonderschule, Fachschule und Waldorfschule. In 3 Fällen wurden keine Angaben gemacht.

19 Kinder waren zu Hause, 12 besuchten einen Kindergarten und 1 Kind befand sich in einer betrieblichen Ausbildung.

IV DISKUSSION

4.1 Epidemiologische Daten nach Aktenlage

Brandverletzungen stellen in Deutschland nach Verletzungen im Straßenverkehr und dem Ertrinkungsunfall die dritthäufigste Ursache schwerer Unfälle im Kindesalter dar^[11]. 30 bis 40 % der jährlich etwa 13.000 stationär versorgten Patienten mit Verbrühungs- und Verbrennungsverletzungen sind Kinder^[20]. In der Intensiveinheit für Schwerbrandverletzte der Sektion für Plastische Chirurgie des Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck wurden im Zeitraum vom September 2002 bis Dezember 2005 insgesamt 83 Kinder- und Jugendlichen stationär in Zusammenarbeit mit der Klinik für Kinderchirurgie und Klinik für Kinder- und Jugendmedizin behandelt.

Der hohe Anteil thermischer Verletzungen im Kindes- und Jugendalter an der Gesamtunfallhäufigkeit erfordert eine genaue Untersuchung von Unfallursachen und -mechanismen, um eine gezielte Prävention zur Vermeidung derartiger Unfälle betreiben zu können. Darum sollten in dieser Arbeit die Unfallvorgänge thermischer Verletzungen des Lübecker Patientenkollektives evaluiert werden.

Es zeigte sich, dass 60% der 83 betrachteten Fälle eine Verbrühungsverletzung erlitten hatten. Sowohl national als auch internationale Vergleiche zeigten einen ähnlichen bzw. höheren Anteil von Verbrühungen bei thermischen Verletzungen im Kindesalter^[18, 53, 93, 108].

Die betrachteten Fälle mit einer Verbrühungen betrafen vorwiegend Kinder im Kleinkindalter (13 Monate bis 5 Jahre). Wie auch in der Literatur bestätigt, haben Verbrühungen durch heiße Flüssigkeiten die höchste Inzidenz in der Gruppe der bis zu 3-Jährigen. Ein Grund dafür könnte sein, dass Kinder im Alter von 0-3 Jahren auf Grund ihrer natürlichen Neugierde, Impulsivität, schlechten Bewegungskontrolle und dem Mangel an Risiko- und Gefahrenschätzung, ein besonders hohes Risiko haben, sich zu verletzen^[24, 50, 93]. So zeigte sich auch im betrachteten Patientenkollektiv, dass die meisten Kinder auf Grund von Neugier selbst an Gegenständen (Tassen etc.) zogen und sich akzidentiell durch Verschütten von heißem Tee oder Kaffee/Cappuccino verletzten. Nur selten entstanden die Verbrühungen durch Unachtsamkeit oder Ungeschicklichkeit einer anderen Person. Durch das Herabziehen von Gefäßen und konsekutivem Überschütten des Körpers mit heißen Flüssigkeiten entstehen die typischen Verletzungslokalisationen an Kopf,

oberem Rumpf und oberen Extremitäten^[62]. Auch die Ergebnisse dieser Arbeit zeigten bei den verbrühungsverunfallten Patienten eine Häufung von Verletzungen an diesen Körperstellen. Außerdem fiel auf, dass die betrachteten verbrühungsverletzten Kinder durchschnittlich größere verletzte Körperoberflächen als die Kinder nach einer Verbrennungsverletzung hatten.

Verbrennungen hingegen traten im betrachteten Patientenkollektiv häufiger im Schulkind- bzw. Jugendalter auf. Das durchschnittliche Alter der betrachteten 33 verbrannten Kinder betrug 11,3 Jahre. Kinder ab einem Alter von 6 Jahren scheinen häufig risikofreudiger zu sein und öfter die Gefahr heraus zu fordern. Jugendliche im Pubertätsalter fallen oft durch extrem großen Tatendrang und Experimentierfreude in den verschiedenen Lebenslagen auf^[93]. Diese Verhaltensmuster erklären auch die Ergebnisse dieser Arbeit, wobei sich 36% der betrachteten Patienten beim Experimentieren mit Spiritus/Benzin und 48% beim unsachgemäßen Umgang mit Feuer und heißen Gegenständen verbrannten. Im Gegensatz zu den Verbrühungen waren die Verbrennungen in einem Viertel der Fälle fremdverschuldet (z.B. Grillunfälle). Somit sollten Präventionsmaßnahmen nicht nur auf die Eigengefährdung beim Umgang mit Feuer und heißen Gegenständen, sondern auch auf eine mögliche Fremdgefährdung hinweisen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigten eine Häufung von Verbrennungsverletzungen an den oberen und unteren Extremitäten, welche durch die direkte Flammeneinwirkung bedingt gewesen sein könnten. Diese Wundareale waren aber im Vergleich zu den Verbrühungen häufiger tiefer (Verbrennungsgrad IIb – III) und mussten deshalb häufiger mit Spalthaut gedeckt werden. Außerdem war der Kopf bei den durch Verbrennungen verunfallten Kindern häufiger als bei den durch Verbrühung verunfallten Kindern betroffen. Dies könnte durch den häufigen Unfallmechanismus einer Verpuffung mit aufsteigender Flamme begründet sein.

Im Allgemeinen scheinen sich häufiger Jungen zu verletzen, was auch durch andere Studien bestätigt werden konnte^[24, 53, 93]. So betrug das Geschlechterverhältnis im betrachteten Patientenkollektiv Mädchen zu Jungen bei den Verbrühungsverletzungen 2:3, während es bei den Verbrennungsverletzungen im Verhältnis es nahezu 1:4 war. Es zeigt sich also auch im Lübecker Patientenkollektiv, wie auch schon in einer anderen Studien, dass mit zunehmenden Alter der Geschlechtsunterschied zunimmt^[29]. Ursachen für diesen Unterschied können nur

vermutet werden. So wurden eine höhere Risikobereitschaft und häufigere Exposition gegenüber Gefahren der Jungen im Pubertätsalter im Vergleich zu den Mädchen diskutiert^[29].

Die betrachteten brandverletzten Kinder, welche in Lübeck versorgt wurden, hatten ähnliche Unfallmechanismen wie in andere Studien gezeigt, erlitten.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zum Ort des Unfallgeschehens decken sich mit anderen Beobachtungen, dass sich Verbrühungen zumeist innerhalb der Wohnung und dabei häufig in der Küche oder im Bad ereignen^[62, 85]. Präventionsmaßnahmen sollten deshalb gezielt die Gefahren in der innerhalb der Wohnung, insbesondere der Küche betonen (Tasse mit heißen Flüssigkeiten unerreichbar für Kinder abzustellen, Wasserkocher mit kurzem Kabel benutzen usw.) herausstellen.

Des Weiteren sollte betont werden, dass neben den Präventionsmaßnahmen auch eine gute Aufsicht der Kinder Unfälle vermeiden kann. Nach Angaben der Eltern des untersuchten Patientenkollektives standen insgesamt 76% der durch Verbrühung verunfallten Kinder unter Aufsicht, während es bei den Verbrennungen nur 45% waren. LANGER et al. wiesen auf eine besondere Aufsichtspflicht der 0-3 Jährigen hin, da sie meist noch nicht selbstständig handeln, sondern auf die Fürsorge ihrer Eltern angewiesen sind^[53]. Die alleinige Anwesenheit der Eltern reicht häufig nicht aus, vielmehr ist auf eine Prävention durch Schutz vor heißen Flüssigkeiten zu achten.

Die Vermeidung von Verbrennungen im Kindes- und Jugendalter scheint jedoch schwieriger zu sein, da die Zeiten ohne Aufsicht natürlicherweise mit zunehmenden Alter der Kinder länger werden. Hier sollte es Aufgabe der Eltern und Schulen sein über die Gefahren beim Experimentieren mit Feuer hinzuweisen und den richtigen Umgang mit Feuer zu schulen.

Interessanterweise zeigte sich eine Häufung der Unfallgeschehen sowohl bei den Verbrennungen als auch Verbrühungen in der zweiten Tagehälfte mit einem Gipfel in den frühen Abendstunden. Gegebenenfalls gehen die Unfälle mit einer verstärkten Müdigkeit und Konzentrationsabnahme der Aufsichtsperson am Abend einher, sodass die Kinder weniger Aufmerksamkeit erhalten bzw. dass z.B. heiße Flüssigkeiten fahrlässiger abgestellt werden. Darum ist auf eine erhöhte Unfallgefährdung in den frühen Abendstunden hinzuweisen.

Eine Aufklärung über mögliche Gefahrenquellen von thermischen Verletzungen sollte neben Maßnahmen zur Vermeidung auch Hinweise zur adäquaten ersten Hilfe geben. In dieser Arbeit konnte festgestellt werden, dass bei über 70% der 83 Kinder mit einer Verbrühungs- und Verbrennungsverletzung eine adäquate Erste Hilfe geleistet wurde. Es wurde aber auch deutlich, dass immer noch Handlungsbedarf für die laienverständliche Aufklärung über eine notwendige korrekte Erstversorgung besteht, da zum Teil (22% bei den Verbrühungen und 15% bei den Verbrennungen) insuffiziente bzw. sogar fahrlässige Maßnahmen (Bestreichen der Wunde mit Zahnpasta) ergriffen wurden. So sollte auch darauf hingewiesen werden, dass eine Kühlung mit Leitungswasser von 12 bis 16°C für 15-20 Minuten die Ausdehnung der Verbrennungstiefe vermindern kann^[11]. Für die Erstversorgung von brandverletzten Kindern ist diese Maßnahme besonders wichtig, da die Haut der Kinder viel dünner als die eines Erwachsenen ist. Die Hitzeeinwirkzeit, die zur Hautschädigung führt, ist entsprechend kürzer^[92]. Darüber hinaus kann durch eine richtige Kühlung der Haut auch einer möglichen Unterkühlung vorgebeugt werden, denn Kinder sind auf Grund ihrer verhältnismäßig großen Körperoberfläche, dem hohen Wärme- und Wasseraustausch und der eingeschränkten Temperaturkontrolle stärker der Gefahr einer Hypothermie ausgesetzt^[94]. Eine Lokalbehandlung der Wunden mit Salben (z.B. Ringelblumensalbe), Mehl, Joghurt oder ähnliches sollte unterlassen werden.

Nach der präklinischen Erstversorgung wurden mehr als die Hälfte der 83 durch thermische Verletzungen verunfallten Kinder sofort ins Schwerbrandverletztenzentrum gebracht. Häufig ist jedoch eine Erstversorgung in einem Verbrennungszentrum auch nach schweren thermischen Verletzungen nicht möglich, da der Weg dorthin zu weit ist^[11]. Werden Patienten in einem anderen Krankenhaus erstversorgt, sollten dort die Stabilisierung des Patienten und eine genaue Beurteilung der Wunde erfolgen, sowie über die Notwendigkeit der Verlegung des Kindes in ein Verbrennungszentrum entschieden werden. Die Indikation zur Verlegung in ein Verbrennungszentrum wird in Deutschland durch die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin geregelt. Sie beinhaltet, dass alle Patienten mit

- Verbrennungen an Gesicht/Hals, Händen, Füßen und Ano-Genitalbereich,
- Verbrennungen Grad II von 15 % (Kinder 10 %) oder mehr Körperoberfläche,
- Verbrennungen Grad III von 10 % (Kinder 5 %) oder mehr Körperoberfläche,

- Elektroverbrennungen oder chemische Verletzungen,
- Inhalationstraumata und
- mechanischen Begleitverletzungen in einem Schwerbrandverletzententrum versorgt werden sollten^[11, 19].

Im Zweifelsfall sollte immer eine telefonische Rücksprache mit einem Schwerbrandverletzentrum gehalten werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine korrekt durchgeführte Erste Hilfe sowie eine adäquate präklinische Erstversorgung mit schneller Zuweisung der Patienten in ein Schwerbrandverletzentrum die Grundlage für die erfolgreiche stationäre Therapie darstellen.

4.2 Nachuntersuchung

4.2.1 Narbenbeurteilung

Narben entstehen häufig infolge eines thermischen Traumas zum einen durch die Verletzung selbst, aber auch durch Hauttransplantation und chirurgischer Exzision. Die Wundheilung ist zumeist mit einer Entzündung, epithelialer und mesenchymaler Proliferation sowie der Synthese von extrazellulärer Matrix verbunden^[12]. So kann es zu überschießender Narbenbildung kommen. Dadurch bildet sich häufig eine hypertrophe Narbe, die durch ein Oberflächenerythem, Erhabenheit, Mangel an Elastizität, vermehrte Kollagenbildung und Juckreiz gekennzeichnet ist. Die Narbenreifung dauert im Durchschnitt 18 Monate bis 2 Jahre. In dieser Zeit flacht die Narbe zumeist wieder ab^[67, 73]. Die Narbenreifung ist bei Kindern im Verhältnis zu Erwachsenen prolongiert^[92]. Deshalb erfordert die Behandlung im Verhältnis zu Erwachsenen eine konsequent verlängerte Kompressionstherapie, um einem möglichen hypertrophen Narbenwachstum entgegenzuwirken^[32].

Bei der durchgeführten Nachuntersuchung waren bei 55% der Kinder mit einer Verbrühungsverletzung und bei 71% der Kinder mit einer Verbrennungsverletzung sichtbare Narben zu erkennen. Da dieses sichtbar vermehrte Narbengewebe zu lebenslangen funktionellen, kosmetischen und psychosozialen Beeinträchtigungen führen kann^[12], ist eine Untersuchung der Narbeneigenschaften mit einer möglichen Bestimmung von Einflussfaktoren auf das Narbenwachstum notwendig.

Zur Einschätzung und Beurteilung von Narben existieren zahlreiche verschiedene Skalen. 1990 wurde von SULLIVAN et al. die Vancouver Scar Scale zur Beurteilung von Vaskularität (Durchblutung), Elastizität (Spannkraft), Pigmentierung (Farbe) und

Höhe der Verbrennungsnarbe entwickelt. Sie wird im klinischen Alltag häufig verwendet, ist praktikabel und reproduzierbar. Die Einschätzung der Narbe wird dabei in objektivere numerische Daten umgewandelt. Es werden Punkte für die Parameter Vaskularität, Elastizität, Pigmentierung und Höhe der Narbe vergeben, welche addiert werden. Normale Haut hat den Wert 0. Je pathologischer die Narbe ist, desto größer der Wert, maximal jedoch ist der Wert 13. In den folgenden Jahren wurde die Skala häufig modifiziert, um eine bessere Reliabilität und Objektivität zu erhalten. BARYZA et al. fügten dem Index der Pigmentierung zusätzlich eine Score für die gemischte Pigmentierung hinzu. Dadurch erhöht sich die maximale Punktzahl auf 14^[6].

Für die Beurteilung der Narbe (vor allem die Parameter Juckreiz und das Empfinden der Dicke der Haut) durch den Patienten selbst wurde von DRAAIJERS et al. eine weitere Skala entwickelt^[23].

YEONG et al. beurteilten mit ihrer Skala die Oberfläche (Grad der Rauigkeit), Höhe, Dichte der Narbe und die Farbunterschiede im Vergleich zur normalen Haut. Dabei wurden Werte von -1 bis 4, mit steigenden Schweregraden vergeben^[107].

BEAUSANG et al. („Manchester Scar Scale“) untersuchten die Narben hinsichtlich der 5 Parameter Farbe, Glanz, Abgrenzung, Verzerrung und Struktur der Narbe^[8].

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass alle Skalen im Großen und Ganzen vergleichsweise einfach zu handhaben sind und eine schnelle Narbenbeurteilung erlauben. Sie sind jedoch häufig relativ subjektiv, da die Anwendung der Skalen sehr stark vom Untersucher abhängig sein kann. Eine Unterscheidung ist oft schwierig, da die meisten Narben inhomogen und die Übergänge fließend sind.

Ein großer Nachteil wird auch in der Beurteilung des Heilungsprozesses der Narbe gesehen. Sie kann zum Beispiel im Rahmen des Heilungsprozesses die Höhe der Narbe abnehmen, während die Narbe hyperpigmentiert wird^[17]. Das hat z.B. zur Folge, dass der Gesamtscore der Vancouver Scar Scale unverändert bleibt oder sogar steigt, obwohl eine Verbesserung in einem Parameter stattgefunden hat^[64].

Während einige Narbenkriterien relativ objektivierbar erscheinen, sind andere deutlich stärker einer subjektiven Einschätzung unterworfen. Deshalb wurde versucht, eine Quantifizierung für die Eigenschaften der Haut Höhe, Vaskularität, Pigmentierung und Elastizität der Narbe zu finden.

Zur Bestimmung der Narbenhöhe und des Narbenvolumens kann die Sonographie angewandt werden. CHENG et al. zeigten, dass die Messung der Höhe der Narbe mittels Sonographie mit dem klinischen Score der Vancouver Scar Scale korreliert^[13]. FONG et al. benutzten eine 7,5 MHz Messsonde, um die Dicke der Narbe zu bestimmen. Die Genauigkeit der Messung betrug 0,1 cm^[32]. WOHLRAB et al. haben mit dem digitalen 20-MHz-Ultraschallsystem die vertikale Dicke und Echogenität der Dermis gemessen^[105]. LAU et al. benutzen zur Bestimmung der Narbendicke das Tissue ultrasound palpation system (TUPS)^[54].

Die Messung der Durchblutung kann mittels eines Laser-Dopplers erfolgen^[63, 67].

Zur Beurteilung der Pigmentierung der Narbenhaut wurden unter anderem das Dermaspectrometer[®] und das Chromameter[®] eingesetzt^[67]. Darüber hinaus fand das Mexameter[®] Anwendung in der Beurteilung der Pigmentierung und Durchblutung der Haut^[14]. Es wurde jedoch noch nicht in der Beurteilung von Narben nach thermischen Traumata eingesetzt.

Das Cutometer[®] wurde zur Bewertung der Elastizität der Haut^[16, 21, 72, 88] und zur Beurteilung von hypertrophen Narben nach thermischen Verletzungen angewandt^[32, 76, 97, 98, 101]. Es hat sich in mehreren Studien als objektives Messinstrument erwiesen. Darüber hinaus wurde das Durometer[®] und Pneumatometer[®] verwendet. Beide Geräte zeigten eine Korrelation mit der Vancouver Scar Scale^[67].

Im Großen und Ganzen lässt sich feststellen, dass die Durchführbarkeit der Beurteilung der Narben im klinischen Alltag mehr von dem einfachen Gebrauch als von der statistischen Bewertung abhängt^[25]. Da die meisten anderen Skalen sich bis jetzt noch nicht in der klinischen Praxis durchsetzen konnten, da sie zu aufwendig sind, gilt die Vancouver Scar Scale weiterhin für viele Kliniken als Standard in der Beurteilung von Narben.

Die gerätegestützten Methoden der Narbenuntersuchung haben dagegen ihre Anwendung im Rahmen von Studien. Die Beurteilung von Narben ist mit diesen Geräten häufig sehr aufwendig und zeitintensiv. Sie können größtenteils kleine Unterschiede im Verlauf der Narbenreifung detektieren und ermitteln statistisch auswertbare Ergebnisse.

In dieser Arbeit wurde die Vancouver Scar Scale verwendet, da sie eine schnelle und einfache Beurteilung der Narben der Kinder gewährleistet und in anderen Studien

verwandt wurde. Darüber hinaus ist die Vancouver Scar Scale die einzige Methode zur Narbenevaluation, die bereits bei Kindern Anwendung fand.

Das Cutometer wurde bisher nur in 2 Studien zur Narbenbeurteilung nach thermischen Verletzungen bei Erwachsenen verwendet^[32, 76]. Das Mexameter[®], Corneometer[®] und das Tewameter[®] wurden hingegen nach aktuellem Literaturstudium noch nie zur Bewertung der Hauteigenschaften nach einem thermischen Trauma eingesetzt. In der vorliegenden Arbeit wurde nun der Einsatz dieser Geräte auf eine Korrelation zur Vancouver Scar Scale untersucht. Gleichzeitig soll damit auch eine Verwendung der Geräte bei einem Patientenkollektiv von Kindern getestet werden.

Die Ergebnisse der Nachuntersuchung haben gezeigt, dass der Erythemwert des Mexameters[®] mit dem Parameter Vaskularität der Vancouver Scar Scale bei Untersuchung von spalthauttransplantierten Hautarealen korrelierte. So kann mit Hilfe des Mexameters[®] die Durchblutung (Kapillarisation) als Funktion der Haut bestimmt werden.

Der Melaninwert des Mexameters[®] hingegen korrelierte nicht mit den Werten Pigmentierung der Vancouver Scar Scale. Hier ist zu bemerken, dass die meisten Narben in der Untersuchung eine gemischte Pigmentierung aufzeigten, was nicht eindeutig mit dem Mexameter[®] erfasst werden konnte. Auch wenn aus fünf randomisierten Narbenarealen der Mittelwert gebildet wurde, spiegeln die Untersuchungsergebnisse nur einen kleinen Teil der Narbe wieder. Das Mexameter[®] (Melaninwert) eignet sich demnach nicht zur Beurteilung der Pigmentierung der Narben nach thermischen Traumata bei dem gewählten Patientenkollektiv.

Die Messwerte des Cutometers[®], welches die Elastizität der Haut/Narben nach thermischen Verletzungen beurteilen sollte, korrelierten bei den nachuntersuchten Kindern nicht mit den Werten der Vancouver Scar Scale. Eine mögliche Fehlerquelle könnte die Untersuchung inhomogener Narben gewesen sein, da bei solchen unregelmäßigen Narben eine gerade Auflagefläche der Sonde nicht gewährleistet werden konnte. Daher könnten falsche Messergebnisse produziert worden sein.

Eine weitere mögliche Fehlerquelle könnte die unruhige Sitz bzw. Liegeposition der Kinder bei der Untersuchung verursacht haben. Zur genauen Untersuchung sollte eine ruhige Position der Patienten eingehalten werden, um Fehler während der

Messung zu reduzieren. Schon die kleinsten Bewegungen verursachten fehlerhafte Messungen der Hautelastizität^[32]. Leider zeigte sich im Rahmen der durchgeführten Nachuntersuchung, dass die kleinen Kinder (< fünf Jahre) auf Grund ihrer Unruhe mit dem Cutometer[®] schwierig zu untersuchen waren.

Da mehrere Studien gezeigt haben, dass das Cutometer[®] objektive Daten liefert, könnte ein Einsatz dieses Gerätes in der Verlaufsbeobachtung der Narben bei Kindern älter als fünf Jahre denkbar sein.

Zusätzlich zu den Eigenschaften Durchblutung, Pigmentierung und Elastizität, wurde in der Nachuntersuchung die Haut bezüglich der Eigenschaften wie Wassergehalt und transepidermaler Wassergehalt mit dem Tewameter[®] und Corneometer[®] untersucht. Da es kein Korrelat für den Wassergehalt und transepidermalen Wassergehalt der Haut in der Vancouver Scar Scale gibt, wurden die Messwerte mit dem Gesamtscore der Vancouver Scar Scale verglichen. Die Messwerte des Tewameter[®] und Corneometer[®] korrelierten nicht mit dem Gesamtscore der Vancouver Scar Scale, sodass keine verwertbaren Aussagen zur den genannten Funktionen gegeben werden konnten. Eine mögliche Fehlerquelle kann betrachtet werden, dass die Messwerte stark von der Verwendung von Cremes am Tag der Untersuchung abhängig sind und somit eher die Eigenschaften des Kosmetikproduktes und nicht die natürliche Eigenschaft der Haut widerspiegeln. Deshalb sollte bei weiteren Untersuchungen mit diesen Geräten die Verwendung von Cremes am Untersuchungstag vermieden werden und die Haut vor Beginn der Untersuchungen mit Alkoholtupfern o.ä. gereinigt werden. Des Weiteren sind beide Geräte sehr stark von der Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig, sodass Schwankungen dieser Parameter Messfehler zur Folge haben können. Die Anwendung der Geräte bedingt daher eine hohe Genauigkeit der Untersuchung. Da beide Geräte bisher jedoch keinen Einsatz in der Bewertung von Narben nach thermischer Verletzung hatten, sollten mit diesen Geräten weitere Untersuchungen mit einem größeren Patientenkollektiv durchgeführt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Stärken der technischen Messung der Narbeneigenschaften Durchblutung, Pigmentierung, Elastizität und Wassergehalt bzw. transepidermaler Wassergehalt in einer Verlaufsbeurteilung zu sehen sind. Die Messwerte, auch wenn sie nicht mit den entsprechenden Parametern der Vancouver Scar Scale korrelierten, erscheinen objektiver als die der Vancouver Scar Scale, da

sie nicht so stark von der Beobachtung und Einschätzung des Untersuchers sowie von den Lichtverhältnissen abhängig sind. Die Geräte ermöglichen zudem eine stufenlose Darstellung der Hauteigenschaften und erzielen dadurch eine potenziell höhere Genauigkeit als die Vancouver Scar Scale in der Beurteilung der Eigenschaften der Haut bzw. der Narben.

4.2.2 Einflussfaktoren auf die Narbenentstehung

Um die Therapie der Verbrennungen und Verbrühungen zu optimieren, ist es wichtig Einflussfaktoren zu erfassen, die in der Narbenentstehung und -reifung eine Rolle spielen. Ziel der Untersuchungen war es Faktoren zu bestimmen, die Einfluss auf die Eigenschaften der Narbe wie Pigmentierung und Durchblutung (Bräune und Rötung der Haut), Elastizität sowie auf das Gesamterscheinungsbild haben.

Die Veränderung der Pigmentierung während der Narbenbildung ist kaum verstanden^[96]. Reparaturprozesse der Haut führen jedoch zu typischen Narbenveränderungen. Neben Melanin tragen unter anderem auch die Farbstoffe Bilirubin und Karotin sowie hämostatisches Blut zur veränderten Farbe der Haut bei^[64]. Die Bräunung der Haut wird durch den Melaningehalt der Haut bestimmt. Die Rötung der Haut wird durch das Oxyhämoglobin, d.h. durch die Zahl der Blutgefäße und den Oxygenierungsgrad des Blutes hervorgerufen. In den ersten 3 Jahren nach dem Trauma sind die Farbveränderungen der Narbe in sich noch variabel^[17]. Sie entstehen am häufigsten durch Veränderungen des epidermalen Melaningehaltes und des Gefäßbettes^[96]. Die Narben nach einer tiefen Verbrennung oder Hauttransplantationen tendieren eher zu einer Hypo- oder Depigmentierung^[17], die durch einen geringeren Gehalt an Melaninpigment in der Basalzellschicht gekennzeichnet ist^[96]. Hyperpigmentierte Narben, welche durch eine veränderte Funktion der Melanozyten nach Reinnervation der Haut hervorgerufen werden^[95], entstehen hingegen eher nach oberflächlichen Verbrennungen^[17].

Die Untersuchungen dieser Arbeit zeigten eine stärkere Hyperpigmentierung der Narben nach einer Spalthauttransplantation zu einem späteren Nachuntersuchungszeitpunkt. In der Literatur wird beschrieben, dass reife Narben hypopigmentiert sind^[10]. Die Narbenreifung scheint demnach bei den meisten der nachuntersuchten Kinder auch bei einem späteren Nachuntersuchungszeitpunkt noch nicht vollständig abgeschlossen zu sein.

Auch das Alter der Kinder hat einen Einfluss auf die Pigmentierung der Narbe zu haben. So zeigten ältere Kinder mit oberflächlichen Verbrennungen (ohne Operation) häufiger hyperpigmentierte Narben als jüngere Kinder. Dem Gegenüber nahm die Rötung der Narbe zu einem späteren Nachuntersuchungszeitpunkt ab. Die Vorgänge der Veränderungen der Pigmentierung bezüglich der Rötung (Veränderungen der Gefäßversorgung) sind kaum beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass eine anfängliche Rötung der Haut zu Beginn der Narbenreifeung auf eine Hypervaskularisierung im Zuge der Reparaturprozesse des Gewebes zurückzuführen ist. Diese vermindert sich im Laufe der Narbenreifeung und die Narbe blasst ab^[96].

Bei Betrachtung des Gesamtbildes der Narbe zeigten sich bei den untersuchten Kindern nach Verbrennungstrauma, signifikant auffälligere Narben als bei den Kindern nach einem Verbrühungstrauma. Eine mögliche Erklärung könnte die höhere Verbrennungstiefe der Kinder mit einer Verbrennung im Vergleich zu denen mit einer Verbrühung liefern. So sind die Narben bei tieferen Verbrennung häufig ausgeprägter, da tiefere (dermale) Hautschichten betroffen sind und dadurch das Gewebe durch tieferes Narbengewebe ersetzt wird.

Im Gegensatz zu anderen Studien konnte bei der durchgeführten Nachuntersuchung ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Kinder beim Unfall und der Narbenbeschaffenheit festgestellt werden^[47, 82]. Bei der Betrachtung aller nachuntersuchten Patienten fiel auf, dass insgesamt jüngere Patienten auffälligere Narben präsentierten. Diese Tendenz bestätigten auch ENGRAV et al. und MCDONALD et al. Sie beschrieben eine starke Narbenausbildung bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen^[30, 60]. Eine Vermeidung von Narben bei jungen Kindern sollte deshalb unbedingt angestrebt werden.

Als weiteren wichtigen Einflussfaktor der Narbeneigenschaften kann der Zeitpunkt der Operation angesehen werden. Die Untersuchungen dieser Arbeit zeigten ein signifikant schlechteres Ergebnisse in der Narbenbeschaffenheit der Kinder nach einer Verbrennungsverletzung, wenn zu einem späteren Zeitpunkt operiert worden ist. Das vermehrte Auftreten hypertropher Narben bei einer späten Exzision konnte bisher allerdings nur von ENGRAV et al. bestätigt werden^[30]. Nach einem ausgeprägten Verbrennungstrauma sollte auch bei Kindern eine Exzision in den ersten Tagen nach dem Trauma mit Defektdeckung der Wunde erfolgen. Dadurch

wird die Letalität gesenkt, die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus verkürzt und der Blutverlust reduziert^[18, 38, 91, 106].

Eine konservative Therapie von fünf oder mehr Tagen zeigte außerdem eine signifikant schwerere Entzündungsreaktion mit vermehrter Endotoxinproduktion und eine Freisetzung von inflammatorischen Mediatoren^[5, 68]. Eine frühe Nekrosenabtragung senkt wie in der Literatur bestätigt, wurde auch das Infektionsrisiko der Wunde^[5, 18, 68, 83]. Wundinfektionen wiederum führen häufig zu einer vermehrt hypertrophen Narbenbildung und sollten in jedem Fall verhindert werden^[4, 79].

Bei Verbrühungen lohnt häufig eine späte Exzision mit Defektdeckung, da es zu einem frühen posttraumatischen Zeitpunkt oft schwierig ist, den Grad der Verbrennung zu bestimmen^[18]. Einige Studien zeigten, dass Kinder mit einer Verbrühung weniger große Exzisionen und weniger Bluttransfusionen benötigten, wenn sie erst in der zweiten oder dritten Wochen nach der Verletzung operiert wurden^[18, 37, 44]. Einen Zusammenhang zwischen später Exzision und besseren Narbenbeschaffenheit der Kinder nach einem Verbrühungsunfall konnte in Ergebnissen der Nachuntersuchung nicht gefunden werden.

In jedem Fall sollte aber beachtet werden, dass der Operationszeitpunkt bei jedem Patienten individuell zu bestimmen ist und deshalb nur Hinweise zu einem optimalen Operationszeitpunkt gegeben werden können.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass Einflussfaktoren wie Zeitpunkt der Operation, Alter und eine Kompressionsbehandlung nicht getrennt betrachtet werden dürfen. So kann z.B. trotz einer zum richtigen Zeitpunkt durchgeführten Operation auf Grund fehlender Compliance des Patienten beim Tragen der Kompression eine hypertrophe Narbe mit Hyperpigmentierung und Rötung entstehen.

Des Weiteren kann bei Kindern häufig das angestrebte Ziel der Minimierung einer Narbe erschwert werden, da jeder Wachstumsschub die Narbenbildung stimuliert. Deshalb sollte in jedem Fall die Bildung hypertropher Narben durch Kompressionsverbände reduziert und das Vorgehen in der Nachsorge regelmäßig kontrolliert werden^[11].

4.3 Psychosoziale Aspekte thermischer Verletzungen

Die Folgen thermischer Verletzungen bei Kindern- und Jugendlichen stellen neben der direkten physischen Beeinträchtigung auch eine erhebliche akute wie auch längerfristige psychische Belastung für sie selbst und ihrer Familie dar^[52, 62, 65, 93]. Eine mögliche Narbenentwicklung und Spätfolgen durch Störung der Hauttrophik und des ästhetischen Aspektes, besonders nach thermischen Verletzungen an sichtbaren Körperarealen wie Dekolleté und Händen, können Ursache psychischer Beeinträchtigungen der Kinder sein. Bisher gibt es allerdings nur wenige Studien, die das psychologische Probleme bei Kindern nach thermischen Verletzungen erfasst haben^[2, 9, 52, 61, 65].

Mit Hilfe der standardisierten Fragebögen CBCL/ 4-18 und TACQOL-PF wurden deshalb, in Anlehnung an eine Studie von LANDOLT^[52], mögliche Verhaltensauffälligkeiten und die gesundheitsbezogene Lebensqualität der nachuntersuchten Kinder erfasst.

Im Patientenkollektiv der durchgeführten Nachuntersuchung konnte eine signifikante Zunahme von Verhaltensauffälligkeiten der Kinder (gemessen mit dem CBCL/4-18) beobachtet werden, die signifikant mit der Narbenausbildung korrelierte. Diese Verhaltensauffälligkeiten bezogen sich zum größten Teil auf die internalisierenden Auffälligkeiten mit den Problemen des sozialen Rückzugs, körperlichen Beschwerden und einem ängstlich, depressiven Verhalten^[61].

Außerdem zeigte sich bei den nachuntersuchten Kindern dieser Arbeit wie auch in einer Studie von BLAKENEY et al. signifikante Schwächen im Sozialverhalten, sexueller Identität und vermehrtem delinquentem Verhalten^[9], welche den im CBCL/4-18 gemessenen externalisierenden Auffälligkeiten entsprachen.

In weiteren Arbeiten zur Auswirkung von Verbrennungsverletzungen räumte die Mehrheit der Patienten bei Nachuntersuchung einen veränderten Umgang mit heißen Objekten und Feuer ein^[108]. Dabei gaben etwa 20% an, noch immer Angst vor Feuer zu haben.

Es lässt sich nicht abschließend klären, ob bestimmte Verhaltensauffälligkeiten nicht bereits schon vor Verletzung bestanden. Dies gilt insbesondere für die vermehrt beobachteten externalisierenden Auffälligkeiten, die ebenso eine vorbestehende Ursache bei zahlreichen Unfallgeschehen dargestellt haben könnten. Außerdem ist zu beachten, dass die Fragebögen im Rahmen der Nachuntersuchung dieser Arbeit

von den Eltern beantwortet wurden und deshalb nur eine Fremdmeinung über Verhaltensauffälligkeiten der Kinder darstellen.

Bei der Auswertung des Fragebogens TACQOL-PF ergaben sich, im Vergleich zu einer vorliegenden Referenzpopulation aus den Niederlanden, Hinweise darauf, dass die nachuntersuchten Kinder nach Verbrühungs- bzw. Verbrennungsverletzungen eine niedrigere gesundheitsbezogene Lebensqualität aufwiesen. Auch die KiGGS-Studie (Kinder- und Jugendgesundheitssurvey 2007) stellte fest, dass Kinder mit chronischen Erkrankungen und Behinderungen eine niedrige gesundheitsbezogene Lebensqualität angaben^[75]. LANDOLT et al. gab als Ergebnis in seinen Studien an, dass bei optimaler Betreuung der Kinder und Eltern die Kinder keine Einschränkung der Lebensqualität hatten^[51, 52]. Die KiGGS-Studie hat darüber hinaus den weiteren wichtigen Aspekt des Zusammenhangs zwischen gesundheitsbezogener Lebensqualität und Verhaltensauffälligkeiten zum Sozialstatus der Familien herausgestellt. Sie zeigte, dass Kinder aus einer Familie mit einem höheren Sozialstatus eine höhere generelle Lebensqualität aufwiesen als Kinder aus Familien mit einem mittleren oder niedrigeren Sozialstatus^[75]. Ferner waren Kinder mit Migrationshintergrund mit Ausnahme der 14- bis 17-Jährigen verhaltensauffälliger als Kinder ohne Migrationshintergrund. Kinder mit einem niedrigem sozioökonomischen Status haben zudem ein höheres Risiko für Verhaltensauffälligkeiten^[41]. Gerade aber für diese Bevölkerungsgruppen wurde auch ein vielfach erhöhtes Risiko für das Auftreten von Verbrühungsverletzungen beschrieben^[29, 53]. Auch international bestätigen mehrere Studien einen Zusammenhang von frühkindlichen Unfallverletzungen und sozialem Hintergrund^[31, 77, 78]. Diese Tendenz bestätigte sich auch in den Untersuchungen dieser Arbeit, da nur 14% der Familien einen hohen Sozialstatus aufwiesen. Einen ebenfalls beschriebenen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Geschwisterkinder und Verletzungshäufigkeit konnte in dieser Arbeit nicht festgestellt werden^[27].

Die Ergebnisse dieser Arbeit bestärken die Notwendigkeit einer intensiven sozialen Unterstützung und engen Einbindung der Eltern und Kinder in eine gesundheitliche Nachsorge, um psychosoziale Auffälligkeiten möglichst frühzeitig zu erkennen. Obgleich es schwierig ist, Eltern mit Migrationshintergrund oder niedrigerem sozialen Status zu erreichen. Es ist hinreichend bekannt, dass psychische Probleme häufig

eine starke gesundheitliche Beeinträchtigung mit zum Teil schwerwiegenden Konsequenzen für das individuelle Wohlbefinden darstellen und zur eingeschränkten sozialen Funktionsfähigkeit der Betroffenen führen können. Benachteiligungen im späteren Berufsleben sowie eine starke Belastung für das soziale Umfeld (Eltern, Geschwister, Lehrer usw.) können die Folge sein^[41].

Mehrere Arbeiten konnten bereits aufzeigen, dass ein positives elterliches Umfeld mit familiärer sozialer Unterstützung eine wesentliche Rolle bei der Anpassung und der Traumaverarbeitung des Kindes spielt^[52, 55]. Jedoch lässt sich auch bei den Eltern verletzter Kinder ein Anstieg depressiver Veränderungen beobachtet, denen ebenfalls Rechnung getragen werden muss^[26]. Diese kann sich zum einen aus der akuten Belastungssituation aber auch aus möglichen Schuldgefühlen am Unfall begründen^[34, 93].

Einen wertvollen Beitrag zur Begleitung von Patienten und Angehörigen leisten dabei Selbsthilfegruppen wie die Elterninitiative Brandverletzte Kinder „Paulinchen e.V.“.

V ZUSAMMENFASSUNG

Verbrühungsverletzungen stellen den größten Anteil thermischer Verletzungen im Kindesalter dar und betreffen insbesondere die ersten drei Lebensjahre. Ältere Kinder und Jugendliche verunglücken hingegen häufiger durch Verbrennungen, d.h. durch unsachgemäßen Umgang mit Feuer und heißen Gegenständen.

Die Folgen erstrecken sich über eine mögliche lebenslange Beeinträchtigung durch Narbenbildung und funktionelle Beschwerden der Haut hinaus auch auf das psychosoziale Verhalten des Kindes. Psychische Auffälligkeiten scheinen im direkten Zusammenhang mit der Ausprägung der Narbenausbildung zu stehen. Eine frühe Intervention und psychosoziale Begleitung des Kindes ist entscheidend und kann das Ausmaß negativer sozialer Auffälligkeiten vermindern helfen.

Das Cutometer[®], Mexameter[®], Corneometer[®] und Tewameter[®] scheinen nur bedingt und mit offensichtlichen Einschränkungen, hinsichtlich Bewegungsartefakten und Hautverunreinigungen, Verwendung in der Narbenbeurteilung bei Kindern und Jugendlichen nach thermischen Traumata finden zu können. Jedoch sollten mit Hilfe des Cutometers[®] und seinen Sonden weitere Untersuchungen der Narben nach einem thermischen Unfall an größeren Patientenkollektiven durchgeführt werden, um differenziertere Aussagen treffen zu können.

Mit Hilfe der Vancouver Scar Scale konnten in dieser Arbeit Einflussfaktoren auf die Narbenentstehung bestimmt werden. Im gewählten Patientenkollektiv hatten das Alter der Kinder und der Operationszeitpunkt Einfluss auf die Narbenbildung. Ebenfalls konnten Unterschiede der Narbenbeschaffenheit zu den verschiedenen Zeitpunkten der Nachuntersuchung gefunden werden.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend ließ sich feststellen, dass selbst kleinflächige Verletzungen je nach Lokalisation (Gesicht, Hand, Thorax, Beugeseite der Gelenke) für die Patienten längerfristig zu gravierenden somatischen aber auch psychosozialen Spätfolgen führen können.

Die Kinder sollten deshalb möglichst frühzeitig hinsichtlich ihrer psychosozialen Probleme nach dem Trauma untersucht werden, um ihnen eine adäquate frühe psychologische Therapie zu ermöglichen. Regelmäßige Kontrollen, auch zur Planung von Revisionseingriffen, vor allem aber zur Kontrolle der ausreichenden Nachbehandlung sind daher bei allen Patienten unverzichtbar und verlangen eine enge Zusammenarbeit von weiterbehandelnden Ärzten und spezialisierten Verbrennungszentren.

VI LITERATURVERZEICHNIS

1. AG-Wundmanagement, *Wundfibel*. 2006: Universitätsklinikum Schleswig-Holstein.
2. Andersson, G., Sandberg, S., Rydell, A.M. and Gerdin, B., *Social competence and behaviour problems in burned children*. *Burns*, 2003. 29(1): p. 25-30.
3. Arturson, G., *Pathophysiology of the burn wound and pharmacological treatment. The Rudi Hermans Lecture, 1995*. *Burns*, 1996. 22(4): p. 255-274.
4. Baker, R.H., Townley, W.A., McKeon, S., Linge, C. and Vijn, V., *Retrospective study of the association between hypertrophic burn scarring and bacterial colonization*. *J Burn Care Res*, 2007. 28(1): p. 152-156.
5. Barret, J.P. and Herndon, D.N., *Modulation of inflammatory and catabolic responses in severely burned children by early burn wound excision in the first 24 hours*. *Arch Surg*, 2003. 138(2): p. 127-132.
6. Baryza, M.J. and Baryza, G.A., *The Vancouver Scar Scale: an administration tool and its interrater reliability*. *J Burn Care Rehabil*, 1995. 16(5): p. 535-538.
7. Baxter, C.R. and Shires, T., *Physiological response to crystalloid resuscitation of severe burns*. *Ann N Y Acad Sci*, 1968. 150(3): p. 874-894.
8. Beausang, E., Floyd, H., Dunn, K.W., Orton, C.I. and Ferguson, M.W., *A new quantitative scale for clinical scar assessment*. *Plast Reconstr Surg*, 1998. 102(6): p. 1954-1961.
9. Blakeney, P., Meyer, W., Moore, P., Broemeling, L., Hunt, R., Robson, M. and Herndon, D., *Social competence and behavioral problems of pediatric survivors of burns*. *J Burn Care Rehabil*, 1993. 14(1): p. 65-72.
10. Braun-Falco, O., Plewig, G., Wolff, H.H., Burgdorf, W.H.C. and Landthaler, M., *Dermatologie und Venerologie. Grundlagen*. Vol. 5. 2005, Heidelberg: Springer Verlag.
11. Bruck, J.C., Müller, F.E. and Steen, M., *Handbuch der Verbrennungstherapie*. 1 ed. Präklinische Erstversorgung, ed. M. Steen. 2002, Landsberg: Ecomed Verlagsgesellschaft.
12. Cass, D.L., Meuli, M. and Adzick, N.S., *Scar wars: implications of fetal wound healing for the pediatric burn patient*. *Pediatr Surg Int*, 1997. 12(7): p. 484-489.
13. Cheng, W., Saing, H., Zhou, H., Han, Y., Peh, W. and Tam, P.K., *Ultrasound assessment of scald scars in Asian children receiving pressure garment therapy*. *J Pediatr Surg*, 2001. 36(3): p. 466-469.

14. Clarys, P., Alewaeters, K., Lambrecht, R. and Barel, A.O., *Skin color measurements: comparison between three instruments: the Chromameter(R), the DermaSpectrometer(R) and the Mexameter(R)*. *Skin Res Technol*, 2000. 6(4): p. 230-238.
15. Courage-Khazaka, *product information cutometer and probes*. [Zugriff 21.02.2006], <http://www.courage-khazaka.de/>. p. brochure_scientific_lo.pdf.
16. Cua, A.B., Wilhelm, K.P. and Maibach, H.I., *Elastic properties of human skin: relation to age, sex, and anatomical region*. *Arch Dermatol Res*, 1990. 282(5): p. 283-288.
17. de Chalain, T.M., Tang, C. and Thomson, H.G., *Burn area color changes after superficial burns in childhood: can they be predicted?* *J Burn Care Rehabil*, 1998. 19(1): p. 39-49.
18. Desai, M.H., Rutan, R.L. and Herndon, D.N., *Conservative treatment of scald burns is superior to early excision*. *J Burn Care Rehabil*, 1991. 12(5): p. 482-484.
19. DGV, *Leitlinie: Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Verbrennungsmedizin zur strukturellen und personellen Ausstattung von Brandverletzentren*, in http://www.verbrennungsmedizin.de/leitlinien_1.htm. [Zugriff 07.11.2006].
20. Dirks, B. and Büttner, J., *Verbrennung Verbrühung*. *Notfall & Rettungsmedizin*, 1999. 2(6): p. 387-398.
21. Dobrev, H.P., *A study of human skin mechanical properties by means of Cutometer*. *Folia Med (Plovdiv)*, 2002. 44(3): p. 5-10.
22. Doepfner, M., Melchers, P. and Fergert, J., *Deutschsprachige Konsensus-Versionen der Child Behavior Checklist (CBCL 4-18), Teacher Report Form (TRF) und der Yourh Self Report Form (YSR)*. *Kindheit Entwicklung*, 1994. 3: p. 54-59.
23. Draaijers, L.J., Tempelman, F.R., Botman, Y.A., Tuinebreijer, W.E., Middelkoop, E., Kreis, R.W. and van Zuijlen, P.P., *The patient and observer scar assessment scale: a reliable and feasible tool for scar evaluation*. *Plast Reconstr Surg*, 2004. 113(7): p. 1960-1965.
24. Drago, D.A., *Kitchen scalds and thermal burns in children five years and younger*. *Pediatrics*, 2005. 115(1): p. 10-16.
25. Duncan, J.A., Bond, J.S., Mason, T., Ludlow, A., Cridland, P., O'Kane, S. and Ferguson, M.W., *Visual analogue scale scoring and ranking: a suitable and sensitive method for assessing scar quality?* *Plast Reconstr Surg*, 2006. 118(4): p. 909-918.

26. El Hamaoui, Y., Yaalaoui, S., Chihabeddine, K., Boukind, E. and Moussaoui, D., *Depression in mothers of burned children*. Arch Womens Ment Health, 2006. 9(3): p. 117-119.
27. Ellsäßer, G., *Thermische Verletzungen im Kindesalter - Epidemiologie und Prävention*. Gutachten im Auftrag des Fördervereins der Bundesvereinigung für Gesundheit e.V., 2001.
28. Ellsäßer, G., Böhm, A., Kuhn, J., Lüdecke, K. and Rojas, G., *Soziale Ungleichheit und Gesundheit bei Kindern - Ergebnisse und Konsequenzen aus den Brandenburger Einschuluntersuchungen*. Kinderärztliche Praxis, 2002. 4: p. 248-257.
29. Ellsäßer, G. and Böhm, J., *Thermische Verletzungen im Kindesalter und soziale Risiken - Analyse von Daten aus Delmenhorst und Brandenburg*. Kinderärztliche Praxis, 2004(2): p. 102-106.
30. Engrav, L.H., Heimbach, D.M., Reus, J.L., Harnar, T.J. and Marvin, J.A., *Early excision and grafting vs. nonoperative treatment of burns of indeterminate depth: a randomized prospective study*. J Trauma, 1983. 23(11): p. 1001-1004.
31. Falcone, R.A., Jr., Brown, R.L. and Garcia, V.F., *The epidemiology of infant injuries and alarming health disparities*. J Pediatr Surg, 2007. 42(1): p. 172-176.
32. Fong, S.S., Hung, L.K. and Cheng, J.C., *The cutometer and ultrasonography in the assessment of postburn hypertrophic scar - a preliminary study*. Burns, 1997. 23: p. 12-18.
33. Günther, E., *Anleitung zur Benutzung der Messblätter und Messung nach Neutral-O-Methode, in Unfallbegutachtung*. 1980, de Gryter: Berlin, New York. p. 83-88.
34. Hall, E., Saxe, G., Stoddard, F., Kaplow, J., Koenen, K., Chawla, N., Lopez, C., King, L. and King, D., *Posttraumatic stress symptoms in parents of children with acute burns*. J Pediatr Psychol, 2006. 31(4): p. 403-412.
35. Hartmann, m.e., *Kompendium Wunde und Wundbehandlung*. 2005, Heidesheim: Paul Hartmann AG.
36. Heimbach, D., Engrav, L., Grube, B. and Marvin, J., *Burn depth: a review*. World J Surg, 1992. 16(1): p. 10-15.
37. Herndon, D., *Total Burn Care*. 2 ed. 2001: Saunders (W.B.) Co Ltd.
38. Herndon, D.N., Barrow, R.E., Rutan, R.L., Rutan, T.C., Desai, M.H. and Abston, S., *A comparison of conservative versus early excision. Therapies in severely burned patients*. Ann Surg, 1989. 209(5): p. 547-552.
39. Hirner, A. and Weise, K., *Chirurgie - Schnitt für Schnitt*. Vol. 1. 2004, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

40. Hof, H., Müller, R.L. and Dörries, R., *Mikrobiologie*. Vol. 1. 2000, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
41. Hölling, H., Erhart, M., Ravens-Sieberer, U. and Schlack, R., *Verhaltensauffälligkeiten bei Kindern und Jugendlichen*. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 2007. 50(5): p. 784-793.
42. Hudspith, J. and Rayatt, S., *First aid and treatment of minor burns*. Bmj, 2004. 328(7454): p. 1487-1489.
43. Hustedt, U., *Vorsicht bei Verbrennungen [online]*, in http://www.freenet.de/freenet/fit_und_gesund/gesundheits/kinderheilkunde/verbrennungen/index.html. [Zugriff 21.01.2006].
44. Irei, M., Abston, S., Bonds, E., Rutan, T., Desai, M. and Herndon, D.N., *The optimal time for excision of scald burns in toddlers*. J Burn Care Rehabil, 1986. 7(6): p. 508-510.
45. Jackson, D.M., *The diagnosis of the depth of burning*. Br J Surg, 1953. 40(164): p. 588-596.
46. Jung, E.G., *Dermatologie*. Vol. 4. 1998, Stuttgart: Hippokrates Verlag.
47. Kraemer, M.D., Jones, T. and Deitch, E.A., *Burn contractures: incidence, predisposing factors, and results of surgical therapy*. J Burn Care Rehabil, 1988. 9(3): p. 261-265.
48. Kromeyer-Hauschild, K., Wabitsch, M., Kunze, D., Geller, F., Geiß, H.C., Hesse, V., von Hippel, A., Jaeger, U., Johnsen, D., Korte, W., Menner, K., Müller, G., Müller, J.M., Niemann-Pilatus, A., Remer, T., Schaefer, F., Wittchen, H.U., Zabransky, S., Zellner, K., Ziegler, A. and Hebebrand, J., *Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben*. Monatsschrift Kinderheilkunde, 2001. 149(8): p. 807-818.
49. Küntscher, M.V. and Hartmann, B., *Aktuelle Behandlungskonzepte kindlicher Verbrennungen*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2006. 38(3): p. 156-163.
50. Küntscher, M.V. and Hartmann, B., *Verbrennungen im Kindesalter*. Trauma und Berufskrankheit, 2006. 8(1): p. 42-48.
51. Landolt, M.A., *Psychologische Aspekte bei schweren Brandverletzungen im Kindes- und Jugendalter*. Praxis Kinderpsychol. Kinderpsyatr., 1996. 45: p. 47-56.
52. Landolt, M.A., Grubenmann, S. and Meuli, M., *Family impact greatest: predictors of quality of life and psychological adjustment in pediatric burn survivors*. J Trauma, 2002. 53(6): p. 1146-1151.

53. Langer, S., Hilburg, M., Drucke, D., Herweg-Becker, A., Steinstrasser, L. and Steinau, H.U., *Verbrennungsbehandlung von Kindern. Eine Analyse am Klinikum der Universität Bochum*. Unfallchirurg, 2006. 109(10): p. 862-866.
54. Lau, J.C., Li-Tsang, C.W. and Zheng, Y.P., *Application of tissue ultrasound palpation system (TUPS) in objective scar evaluation*. Burns, 2005. 31(4): p. 445-452.
55. LeDoux, J., Meyer, W.J., 3rd, Blakeney, P.E. and Herndon, D.N., *Relationship between parental emotional states, family environment and the behavioural adjustment of pediatric burn survivors*. Burns, 1998. 24(5): p. 425-432.
56. Lonnecker, S., *Die Erstversorgung des schwerbrandverletzten Patienten aus anesthesiologischer Sicht*. Unfallchirurg, 1995. 98(4): p. 184-186.
57. Lüllmann-Rauch, R., *Histologie Verstehen-Lernen-Nachschießen*. Vol. 1. 2003, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
58. MacKinney, P., *Plastische Chirurgie: Grundzüge und Methoden*. Vol. 2. 1990, München: Urban und Schwarzenberg.
59. McCormack, R.A., La Hei, E.R. and Martin, H.C., *First-aid management of minor burns in children: a prospective study of children presenting to the Children's Hospital at Westmead, Sydney*. Med J Aust, 2003. 178(1): p. 31-3.
60. McDonald, W.S. and Deitch, E.A., *Hypertrophic skin grafts in burned patients: a prospective analysis of variables*. J Trauma, 1987. 27(2): p. 147-150.
61. Meyer, W.J., 3rd, Robert, R., Murphy, L. and Blakeney, P.E., *Evaluating the psychosocial adjustment of 2- and 3-year-old pediatric burn survivors*. J Burn Care Rehabil, 2000. 21(2): p. 178-184.
62. Mücke, K.H. and Beushausen, T., *Verbrühung und Verbrennung im Kindesalter*. Notfall & Rettungsmedizin, 2001. 4(3): p. 184-188.
63. Musgrave, M.A., Umraw, N., Fish, J.S., Gomez, M. and Cartotto, R.C., *The effect of silicone gel sheets on perfusion of hypertrophic burn scars*. J Burn Care Rehabil, 2002. 23(3): p. 208-214.
64. Nedelec, B., Shankowsky, H.A. and Tredget, E.E., *Rating the resolving hypertrophic scar: comparison of the Vancouver Scar Scale and scar volume*. J Burn Care Rehabil, 2000. 21(3): p. 205-212.
65. Noronha, D.O. and Faust, J., *Identifying the variables impacting post-burn psychological adjustment: a meta-analysis*. J Pediatr Psychol, 2007. 32(3): p. 380-391.
66. Oberspreewald-Lausitz, G.d.L., *3. Gesundheitsbericht des Gesundheitsamtes des Landkreises Oberspreewald-Lausitz*. [Zugriff 02.05.2006], http://www.lasv.brandenburg.de/lasv/Abteilung%204/dez42/komm_gesundheitsberichte.html. p. gesundheitsbericht_2004 .pdf.

67. Oliveira, G.V., Chinkes, D., Mitchell, C., Oliveras, G., Hawkins, H.K. and Herndon, D.N., *Objective assessment of burn scar vascularity, erythema, pliability, thickness, and planimetry*. *Dermatol Surg*, 2005. 31(1): p. 48-58.
68. Ong, Y.S., Samuel, M. and Song, C., *Meta-analysis of early excision of burns*. *Burns*, 2006. 32(2): p. 145-150.
69. Ottomann, C. and Hartmann, B., *Die Pathophysiologie des Verbrennungstraumas*. *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 2004. 41(6): p. 380-387.
70. Pallua, N. and von Bülow, S., *Behandlungskonzepte bei Verbrennungen Teil 1: Allgemeine Aspekte*. *Der Chirurg*, 2006. 77(1): p. 81-94.
71. Pallua, N. and von Bülow, S., *Behandlungskonzepte bei Verbrennungen Teil 2: Technische Aspekte*. *Der Chirurg*, 2006. 77(2): p. 179-192.
72. Pierard, G.E., Nikkels-Tassoudji, N. and Pierard-Franchimont, C., *Influence of the test area on the mechanical properties of skin*. *Dermatology*, 1995. 191(1): p. 9-15.
73. Powers, P.S., Sarkar, S., Goldgof, D.B., Cruse, C.W. and Tsap, L.V., *Scar assessment: current problems and future solutions*. *J Burn Care Rehabil*, 1999. 20: p. 54-60.
74. Rabbels, J., *Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Abheilung von Spalthautentnahmestellen*. 2004, Eberhard-Karls-Universität: Tübingen.
75. Ravens-Sieberer, U., Ellert, U. and Erhart, M., *Gesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 2007. 50(5): p. 810-818.
76. Rennekampff, H.O., Rabbels, J., Reinhard, V., Becker, S.T. and Schaller, H.E., *Comparing the Vancouver Scar Scale With the Cutometer in the Assessment of Donor Site Wounds Treated With Various Dressings in a Randomized Trial*. *J Burn Care Res*, 2006. 27(3): p. 345-351.
77. Rhodes, K.V. and Iwashyna, T.J., *Child Injury Risks are Close to Home: Parent Psychosocial Factors Associated with Child Safety*. *Matern Child Health J*, 2007. 11(3): p. 269-275.
78. Roberts, I. and Power, C., *Does the decline in child injury mortality vary by social class? A comparison of class specific mortality in 1981 and 1991*. *Bmj*, 1996. 313(7060): p. 784-786.
79. Rodgers, G.L., Mortensen, J., Fisher, M.C., Lo, A., Cresswell, A. and Long, S.S., *Predictors of infectious complications after burn injuries in children*. *Pediatr Infect Dis J*, 2000. 19(10): p. 990-995.

80. Schneider, C., *Klinische und psychologische Aspekte bei brandverletzten Kindern - Eine Langzeitstudie des Verbrennungszentrums Aachens*. 2002, Rheinisch-Westfälisch Technische Hochschule Aachen: Aachen. p. Med.Diss.
81. Schumpelick, V., Bleese, N.M.and Mommsen, U., *Chirurgie*. Vol. 4. 1999, Stuttgart: Enke-Verlag.
82. Schwanholt, C.A., Ridgway, C.L., Greenhalgh, D.G., Staley, M.J., Gaboury, T.J., Morress, C.S., Walling, S.J.and Warden, G.D., *A prospective study of burn scar maturation in pediatrics: does age matter?* J Burn Care Rehabil, 1994. 15(5): p. 416-420.
83. Sheridan, R., Remensnyder, J., Prelack, K., Petras, L.and Lydon, M., *Treatment of the seriously burned infant*. J Burn Care Rehabil, 1998. 19(2): p. 115-118.
84. Sheridan, R.L., Ryan, C.M., Petras, L.M., Lydon, M.K., Weber, J.M.and Tompkins, R.G., *Burns in children younger than two years of age: an experience with 200 consecutive admissions*. Pediatrics, 1997. 100(4): p. 721-723.
85. Slongo, T., Kehrer, B.and Leuenberger, A., *Thermische Verletzungen im Kindesalter-Epidemiologie und Prävention*. Sozial- und Präventivmedizin, 1982. 27(1): p. 10-15.
86. Statistisches, B., *Diagnosedaten der Patienten und Patientinnen in Krankenhäusern (einschließlich Sterbe- und Stundenfälle) des Jahres 2004*. 2006, Statistisches Bundesamt Deutschland: Wiesbaden.
87. Sullivan, T., Smith, J., Kermode, J., McIver, E.and Courtemanche, D.J., *Rating the burn scar*. J Burn Care Rehabil, 1990. 11(3): p. 256-260.
88. Takema, Y., Yorimoto, Y., Kawai, M.and Imokawa, G., *Age-related changes in the elastic properties and thickness of human facial skin*. Br J Dermatol, 1994. 131(5): p. 641-648.
89. Tip-therm, *Gesellschaft für neurologische Diagnostik*. [Zugriff: 17.09.2007], www.tip-therm.de.
90. Tobiasen, J., Hiebert, J.M.and Edlich, R.F., *The abbreviated burn severity index*. Ann Emerg Med, 1982. 11(5): p. 260-262.
91. Tompkins, R.G., Remensnyder, J.P., Burke, J.F., Tompkins, D.M., Hilton, J.F., Schoenfeld, D.A., Behringer, G.E., Bondoc, C.C., Briggs, S.E.and Quinby, W.C., Jr., *Significant reductions in mortality for children with burn injuries through the use of prompt eschar excision*. Ann Surg, 1988. 208(5): p. 577-585.
92. Trop, M., *Das brandverletzte Kind: Teil 1*. Monatsschrift Kinderheilkunde, 2002. 150(10): p. 1238-1251.
93. Trop, M., *Das brandverletzte Kind: Teil 2*. Monatsschrift Kinderheilkunde, 2002. 150(11): p. 1408-1422.

94. Trop, M. and Chiestl, C., *Erstversorgung und initiale Intensivtherapie von Verbrennungen bei Kindern*. Notfall & Rettungsmedizin, 2007. 10(2): p. 94-98.
95. Tsukada, S., *Studies on the pigmentation of skin grafts: the ultrastructure of epidermal melanocytes*. Plast Reconstr Surg, 1977. 59(1): p. 98-106.
96. Tyack, Z.F., Pegg, S. and Ziviani, J., *Postburn dyspigmentation: its assessment, management, and relationship to scarring - a review of the literature*. J Burn Care Rehabil, 1997. 18(5): p. 435-440.
97. van Zuijlen, P.P., van Trier, A.J., Vloemans, J.F., Groenevelt, F., Kreis, R.W. and Middelkoop, E., *Graft survival and effectiveness of dermal substitution in burns and reconstructive surgery in a one-stage grafting model*. Plast Reconstr Surg, 2000. 106(3): p. 615-623.
98. van Zuijlen, P.P., Vloemans, J.F., van Trier, A.J., Suijker, M.H., van Unen, E., Groenevelt, F., Kreis, R.W. and Middelkoop, E., *Dermal substitution in acute burns and reconstructive surgery: a subjective and objective long-term follow-up*. Plast Reconstr Surg, 2001. 108(7): p. 1938-1946.
99. Verrips, E., Volgels, T., Koopmann, H., Theunissen, N., Kamphuis, R., Fekkes, M., Witt, J. and Vanhorick, S., *Measuring health-related quality of life in a child population*. Eur J Public Health, 1999. 9(3): p. 188-193.
100. Viswanathan, V., Snehalatha, C., Seena, R. and Ramachandran, A., *Early recognition of diabetic neuropathy: evaluation of a simple outpatient procedure using thermal perception*. Postgrad Med J, 2002. 78(923): p. 541-542.
101. Vloemans, A.F., Soesman, A.M., Suijker, M., Kreis, R.W. and Middelkoop, E., *A randomised clinical trial comparing a hydrocolloid-derived dressing and glycerol preserved allograft skin in the management of partial thickness burns*. Burns, 2003. 29(7): p. 702-710.
102. Vogels, T., Verrips, G.H., Verloove-Vanhorick, S.P., Fekkes, M., Kamphuis, R.P., Koopman, H.M., Theunissen, N.C. and Wit, J.M., *Measuring health-related quality of life in children: the development of the TACQOL parent form*. Qual Life Res, 1998. 7(5): p. 457-465.
103. Vogt, P.M., Mühlberger, T., Drücke, D. and Steinau, H.U., *Thermische, chemische und elektrische Schäden*, in *Chirurgie*, R. Berchthold, Editor. 2000, Urban und Fischer: München. p. 447-459.
104. Wallace, A.B., *The exposure treatment of burns*. Lancet, 1951. 1(9): p. 501-4.
105. Wohlrab, J., Wohlrab, D., Finke, R., Fischer, M. and Marsch, W.C., *Sonographische Charakterisierung von Narben nach thermischen Verletzungen beim Kind*. Der Unfallchirurg, 2000. 103(9): p. 754-760.

106. Xiao-Wu, W., Herndon, D.N., Spies, M., Sanford, A.P. and Wolf, S.E., *Effects of delayed wound excision and grafting in severely burned children*. Arch Surg, 2002. 137(9): p. 1049-1054.
107. Yeong, E.K., Mann, R., Engrav, L.H., Goldberg, M., Cain, V., Costa, B., Moore, M., Nakamura, D. and Lee, J., *Improved burn scar assessment with use of a new scar-rating scale*. J Burn Care Rehabil, 1997. 18(4): p. 353-355.
108. Zeitlin, R., Jarnberg, J., Somppi, E. and Sundell, B., *The late appearance of scars after burns in childhood*. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 1997. 31(4): p. 319-325.

VII ANHANG

Tabelle 18: Mögliche Einflussfaktoren auf die Eigenschaften der Narbe bestimmt durch Regression: Nicht-standardisierte Koeffizienten (B), Standardfehler und Signifikanz bei nicht operierten Hautarealen (nach Verbrennung/Verbrühung Grad I-IIa)

Einflussfaktoren	Vancouver Scar Scale (Gesamtscore)			Elastizität (Cutometer®)		
	B	Standard- fehler	Signifikanz	B	Standard- fehler	Signifikanz
alle Patienten	n=56					
Noxe	0,026	0,520	0,960	-0,041	0,062	0,509
Alter bei Unfall	-0,041	0,047	0,386	0,007	0,006	0,217
NU Zeit (Monate)	0,019	0,022	0,376	<0,001	0,003	0,981
ABSI Score	0,137	0,259	0,599	-0,015	0,031	0,628
VKOF	-0,022	0,031	0,487	0,003	0,004	0,439
Geschlecht	-0,085	0,539	0,875	0,002	0,064	0,970
Verbrühung	n=37					
Alter bei Unfall	0,078	0,082	0,347	-0,010	0,008	0,234
NU Zeit (Monate)	0,001	0,038	0,982	0,002	0,004	0,552
ABSI Score	-0,168	0,471	0,724	0,058	0,047	0,221
VKOF	0,005	0,048	0,915	-0,04	0,005	0,365
Geschlecht	-0,311	0,710	0,664	0,038	0,071	0,596
Verbrennung	n=19					
Alter bei Unfall	-0,175	0,079	0,045	0,012	0,014	0,400
NU Zeit (Monate)	-0,065	0,042	0,145	0,001	0,007	0,877
ABSI Score	0,358	0,319	0,283	-0,025	0,056	0,661
VKOF	0,242	0,128	0,081	-0,002	0,022	0,935
Geschlecht	1,130	1,307	0,403	-0,076	0,229	0,744
Einflussfaktoren	Mexameter®- Melaninwert			Mexameter®-Erythemwert		
	B	Standard- fehler	Signifikanz	B	Standard- fehler	Signifikanz
alle Patienten	n=56					
Noxe	-0,064	0,071	0,375	-0,090	0,058	0,128
Alter bei Unfall	0,019	0,006	0,005	0,000	0,005	0,946
NU Zeit (Monate)	-0,002	0,003	0,544	-0,001	0,002	0,592
ABSI Score	-0,001	0,035	0,975	-0,027	0,029	0,362
VKOF	-0,005	0,004	0,264	<0,001	0,004	0,987
Geschlecht	-0,007	0,074	0,924	0,060	0,060	0,322
Verbrühung	n=37					
Alter bei Unfall	0,015	0,011	0,166	0,008	0,010	0,415
NU Zeit (Monate)	-0,003	0,005	0,591	-0,004	0,005	0,414
ABSI Score	0,043	0,062	0,488	-0,131	0,057	0,029
VKOF	-0,009	0,006	0,154	0,009	0,006	0,111
Geschlecht	0,007	0,094	0,945	0,148	0,086	0,096
Verbrennung	n=19					
Alter bei Unfall	0,015	0,015	0,322	-0,001	0,007	0,144
NU Zeit (Monate)	-0,001	0,008	0,903	0,001	0,004	0,819
ABSI Score	-0,005	0,060	0,936	0,043	0,027	0,139
VKOF	-0,008	0,024	0,759	-0,013	0,011	0,240
Geschlecht	-0,083	0,248	0,744	-0,190	0,112	0,113

Tabelle 19: Mögliche Einflussfaktoren auf die Eigenschaften der Narbe bestimmt durch Regression: Nicht-standardisierte Koeffizienten (B), Standardfehler und Signifikanz bei operierten Hautarealen (nach Verbrennung/Verbrühung Grad IIb-III)

Einflussfaktoren	Vancouver Scar Scale (Gesamtscore)			Elastizität (Cutometer®)		
	B	Standard- fehler	Signifikanz	B	Standard- fehler	Signifikanz
alle Patienten	n=85					
Noxe	6,209	1,253	<0,001	-0,033	0,071	0,646
OP Zeitpunkt (d)	0,020	0,078	0,011	-0,002	0,004	0,623
Alter bei Unfall	-0,315	0,119	0,010	0,009	0,007	0,199
NU Zeit (Monate)	-0,051	0,037	0,172	0,005	0,002	0,017
ABSI Score	-0,651	0,538	0,230	-0,029	0,030	0,349
VKOF	0,169	0,103	0,105	0,004	0,006	0,497
Kompression	0,087	0,057	0,126	0,000	0,003	0,879
Geschlecht	0,282	0,893	0,753	-0,050	0,050	0,326
Verbrühung	n=46					
OP Zeitpunkt (d)	0,114	0,162	0,487	-0,009	0,009	0,309
Alter bei Unfall	0,899	0,376	0,022	0,039	0,020	0,064
NU Zeit (Monate)	-0,146	0,088	0,105	0,012	0,005	0,014
ABSI Score	-0,204	0,779	0,795	-0,070	0,042	0,104
VKOF	0,116	0,164	0,482	0,010	0,009	0,263
Kompression	0,049	0,089	0,584	-0,003	0,005	0,512
Geschlecht	-0,084	1,285	0,948	-0,114	0,070	0,110
Verbrennung	n=39					
OP Zeitpunkt (d)	1,234	0,298	<0,001	-0,039	0,021	0,072
Alter bei Unfall	-0,327	0,110	0,006	0,007	0,008	0,374
NU Zeit (Monate)	0,053	0,043	0,225	-0,001	0,003	0,758
ABSI Score	-0,691	0,703	0,333	0,005	0,049	0,924
VKOF	0,249	0,143	0,091	-0,003	0,010	0,746
Kompression	0,418	0,106	<0,001	-0,003	0,007	0,689
Geschlecht	1,964	1,263	0,130	0,024	0,089	0,788

Tabelle 20: Mögliche Einflussfaktoren auf die Eigenschaften der Narbe bestimmt durch Regression: Nicht-standardisierte Koeffizienten (B), Standardfehler und Signifikanz bei operierten Hautarealen (nach Verbrennung/Verbrühung Grad IIb-III)

Einflussfaktoren	Mexameter® - Melaninwert			Mexameter® - Erythemwert		
	B	Standardfehler	Signifikanz	B	Standardfehler	Signifikanz
alle Patienten	n=85					
Noxe	-0,033	0,071	0,646	-0,088	0,215	0,683
OP Zeitpunkt (d)	-0,002	0,004	0,623	0,017	0,013	0,208
Alter bei Unfall	0,009	0,007	0,199	-0,018	0,020	0,374
NU Zeit (Monate)	0,005	0,002	0,017	-0,027	0,006	<0,001
ABSI Score	-0,029	0,030	0,349	0,004	0,092	0,969
VKOF	0,004	0,006	0,497	0,000	0,018	0,984
Kompression	0,000	0,003	0,879	-0,001	0,010	0,930
Geschlecht	-0,050	0,050	0,326	0,073	0,153	0,634
Verbrühung	n=46					
OP Zeitpunkt (d)	0,008	0,011	0,499	0,029	0,029	0,331
Alter bei Unfall	0,037	0,026	0,156	0,045	0,068	0,516
NU Zeit (Monate)	0,007	0,006	0,277	-0,075	0,016	<0,001
ABSI Score	-0,124	0,053	0,024	0,207	0,141	0,150
VKOF	0,011	0,011	0,352	0,001	0,030	0,974
Kompression	0,000	0,006	0,968	0,032	0,016	0,053
Geschlecht	-0,129	0,087	0,148	-0,048	0,233	0,839
Verbrennung	n=39					
OP Zeitpunkt (d)	-0,106	0,055	0,066	0,106	0,047	0,031
Alter bei Unfall	0,055	0,021	0,012	-0,018	0,017	0,316
NU Zeit (Monate)	-0,001	0,008	0,901	-0,014	0,007	0,046
ABSI Score	0,109	0,131	0,410	-0,048	0,110	0,669
VKOF	-0,014	0,027	0,613	0,013	0,22	0,567
Kompression	-0,057	0,020	0,007	0,007	0,017	0,692
Geschlecht	-0,014	0,235	0,087	0,185	0,198	0,356

VIII Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Peter Mailänder danke ich für die Unterstützung der Durchführung der Arbeit in seinem Institut sowie die Möglichkeit die Arbeit auszugsweise zu publizieren.

Ich möchte mich besonders bei Herrn Dr. med. Jörn Lohmeyer für die ständige intensive Betreuung, für die Unterstützung während der Planung und Durchführung der Nachuntersuchungen, sowie für die wissenschaftliche Hilfestellung bei der Anfertigung dieser Dissertation bedanken.

Ich danke Sonja Schmidt aus der Klinik für Kinderchirurgie für die Zusammenarbeit während der Erhebung der Daten.

Meinem Großvater Dr. habil. Werner Franz danke ich für die Hilfe bei der Anfertigung und der Durchsicht des Manuskriptes.

Der größte Dank geht an meine Mutter Dr. Anne-Christine Eich und an meinen Freund Dr. Carsten Brocks, die mir insbesondere in den familiär schweren letzten beiden Jahren immer zur Seite standen.

IX Lebenslauf

ULRIKE EICH



PERSÖNLICHE INFORMATIONEN

- geboren am 08.08.1982 in Rostock
- Familienstand: ledig
- Nationalität: deutsch
- Eltern: Dr. med. Anne-Christine Eich (Fachärztin für HNO-Heilkunde)
Dr. paed. Hans-Joachim Eich (Dipl. Sportwissenschaftler)
- Sprachkenntnisse: Englisch (fließend), Latein

SCHULBILDUNG

- | | |
|---------------|--|
| [1989-1993] | Grundschule am Wasserturm, Rostock |
| [1993-1999] | Gymnasium am Goetheplatz, Rostock |
| [1999-2000] | Sun Valley High School, Aston, USA
<i>High School Diploma Juni 2000</i> |
| [2000-2002] | Gymnasium am Goetheplatz, Rostock
<i>Abitur Juni 2002</i> |

Teilnahme am Bundeswettbewerb Jugend forscht 2002 im Fachgebiet Biologie
Thema: „Formel Eins auf dem Eis“ – Untersuchungen zur Leistungsdiagnostik in
der Sportart Short Track“

STUDIUM

[Oktober 2002] Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Universität zu Lübeck

[August 2004] Ärztliche Vorprüfung

[Oktober 2005] Beginn der Promotionsarbeit in der Klinik für Plastische Chirurgie der Universität zu Lübeck unter dem Thema: „Thermische Verletzungen im Kindes- und Jugendalter- Retrospektive Kohortenstudie zur Beurteilung von Epidemiologie und Verletzungsfolgen“ (Nachuntersuchungszeitraum: 1.4.-30.9.2006)

Praktisches Jahr

[August 2007- Innere Medizin (Klinikum Neustadt)

Juli 2008] Chirurgie (Spitalzentrum Oberwallis, Schweiz)

Augenheilkunde (UK-SH, Campus Lübeck)

[November 2008] Approbation als Ärztin

STIPENDIEN

Studienstiftung des deutschen Volkes (Januar 2003 – Januar 2005)

X Publikationen

Originalarbeiten

1. Lohmeyer JA, Eich U, Siemers F, Lange T, Mailänder P (2007) *Psychosoziale Folgen thermischer Verletzungen im Kindes- und Jugendalter*. [Psychological and behavioural impairment following thermal injury in the childhood] *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* 39: 333-337
2. Eich U, Lohmeyer J.A., Siemers F., Mailänder P., *Thermische Verletzung im Kindes- und Jugendalter: Epidemiologie und Prävention*. Monatsschrift Kinderheilkunde online first 13.06.2008, DOI 10.1007/s0012-008-1773-0

Vorträge

1. Eich, U., Lohmeyer, J., Mailänder, P.
Grundlagen und Pathophysiologie thermischer Verletzungen im Kindes- und Jugendalter 10. Jahrestagung des Berufsverbandes der Niedergelassenen Kinderchirurgen Deutschlands e.V., Warnemünde 3. Mai 2008
2. Lohmeyer JA, Eich U, Lange T, Zimmermann S, Kaun M, Machens H-G, Mailänder P, *Narbenkontrolle nach frühkindlicher Verbrennungsverletzung – Methoden zur validieren Beurteilung*. XIV. Jahrestagung des Arbeitskreises Das Schwerbrandverletzte Kind 20.05.2006; Bochum
3. Lohmeyer JA , Eich U, Lange T, Thome D, Zimmermann S., Machens H-G, Mailänder P, *Bewertung von Narben nach frühkindlicher Verbrennungsverletzung – Methoden zur objektiven Beurteilung*. DGPRÄC 29.09-02.10.2006; Aachen; *Plast. Chir.* 6 (Suppl. 1):11 (2006)
4. Lohmeyer JA, Eich U, Lange T, Zimmermann S, Machens HG, Mailänder P, *Ansätze zur objektiveren Narbenbeurteilung nach Verbrennungsverletzungen*. 25. Jahrestagung Deutschsprachige Arbeitsgemeinschaft für Verbrennungsbehandlung (DAV) 10.-13.01.2007, St. Anton am Arlberg, Österreich
5. Lohmeyer JA, Eich U, Siemers F, Lange T, Mailänder P, *Psychosoziale Aspekte thermischer Verletzungen im Kindes- und Jugendalter*. XV. Jahrestagung des Arbeitskreises Das Scherbrandverletzte Kind, Hannover, 08.-09.06.2007

Poster

Eich U, Lohmeyer JA, Mailänder P, *Folgen thermischer Verletzungen im Kindes- und Jugendalter*. Doktorandentag des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck 06.06.2007

Hansestadt Lübeck, Dezember 2008