

# **Lokale und chirurgische Wundbehandlung bei Verbrennungswunden**

## **Abschlussarbeit**

Im Rahmen der Weiterbildung im Wundmanagement

am Ausbildungszentrum West  
Innsbruck

Beurteilerin  
DGuKS Marianne Hintner  
Zertif. Wundexperte, VAC-Spezialist

vorgelegt von

Madlen Werner  
Michaela Trojer

Innsbruck, im Oktober 2013

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Definitionen.....	3
2.1	Allgemeines.....	3
2.2	Verbrühungen .....	3
2.3	Verbrennungen .....	3
2.4	Verbrennungskrankheit .....	4
3	Verbrennungswunde.....	4
3.1	Aufbau und Funktionen der Haut .....	4
3.2	Zonen nach Jackson .....	6
3.3	Verbrennungsgrade.....	7
3.4	Verbrennungsfläche .....	8
3.5	Wärmegrad und Einwirkungsdauer .....	9
4	Erstmaßnahmen .....	9
4.1	Escharotomie ( zirkulärer, starrer Verbrennungsschorf = Eschar).....	11
4.2	Fasziotomie.....	11
4.3	Nekrektomie .....	12
4.3.1	Tangentiale Nekrektomie.....	12
4.3.2	Epifasziale Nekrektomie .....	13
5	Lokale Wundbehandlung bei Verbrennungswunden .....	14
5.1	Prinzipien .....	14
5.2	Ziele der lokalen Wundbehandlung:.....	14
5.3	Débridement.....	15
5.4	V.A.C.® – Therapie bei Verbrennungswunden .....	15
5.5	Lokale Antiseptika .....	17
5.5.1	Silbersulfadiazine (Flammazine®) .....	17
5.5.2	Ceriumnitrat – Silbersulfadiazine (Flammazerium®).....	18
5.5.3	Polividon – Iod (Betasisodona®) .....	18
5.5.4	Polyhexanid .....	19
5.6	Suprathel® .....	19
5.7	Biobrane® .....	21

6	Chirurgische Wundbehandlung bei Verbrennungen - Hauttransplantate und Hautersatz.....	21
6.1	Geschichte .....	21
6.2	Indikation zur Hauttransplantation .....	22
6.3	Spalthaut und Vollhaut .....	22
6.4	Methoden der Transplantation .....	24
6.4.1	Autologe Vollhauttransplantate .....	24
6.4.2	Autologe Spalthauttransplantation .....	24
6.4.3	Lappenplastik.....	26
6.4.4	Allogene und xenogene Transplantate .....	27
6.4.5	Synthetische Wundauflagen .....	28
6.4.6	Kultivierter Hautersatz .....	28
6.4.7	Keratinozytensuspension/-transplantate .....	29
6.5	Hautentnahmestellen .....	29
7	Wundversorgung bei Verbrennungen der Hand und im Gesicht.....	30
7.1	Brandverletzung im Bereich der Hand.....	30
7.1.1	Wundbehandlung.....	32
7.1.2	Operative Behandlung .....	34
7.1.3	Hautersatz bei Handverbrennungen .....	35
7.1.4	Deformitäten der Hand .....	36
7.2	Verbrennungen im Gesicht.....	36
8	Infektionen .....	39
9	Narbentherapie .....	43
10	Psychologische Betreuung von Brandverletzten .....	45
11	Praktikum an der BGU Murnau im Brandverletzten-Zentrum (vom 01.-02. August 2013) .....	47
12	Schlussfolgerung .....	50
13	Abbildungsverzeichnis.....	53
14	Literaturverzeichnis .....	54

# 1 Einleitung

„Besser ein kleines Feuer, das dich wärmt, als ein großes, das dich verbrennt.“  
(Hardy, o. J.)

Es hilft beim Heizen oder bei der Speisezubereitung, es verbreitet eine wohlige Atmosphäre – Feuer. Eine gute Sache. Ein wichtiger Schritt für die Entstehung menschlicher Kulturen und Zivilisationen. Doch auch die potentielle Gefahrenquelle und die Bedrohung für den Menschen, werden seit der Entdeckung des Feuers gesehen. Menschen befassten sich daher schon sehr früh mit der Behandlung von Verletzungen, die durch Feuer verursacht wurden. Papyrus- Schriften aus dem 15. Jh. v. Chr. zeigen erste Angaben über die Behandlung von Verbrennungen. Die alten Ägypter verwendeten verschiedene Ölpräparate, Pflanzenextrakte und Gewebe von Tieren, die sie auf die Wunden legten. Schon die alten Ägypter empfahlen Wundkontrollen, um die Wirkstoffe den Wundverhältnissen anzupassen (Meissl, 2009)

Weltweit stellen Brandverletzungen ein erhebliches Problem dar. So ist in den USA, jährlich bei 40.000 bis 60.000 Patienten eine Einweisung in ein Krankenhaus oder in ein Verbrennungszentrum notwendig (Gauglitz et al., 2009). In Deutschland erleidet jährlich jeder Zehnte einen Unfall, wobei die Verbrennungsverletzungen mit ungefähr 15.000 Betroffenen nur einen relativ kleinen Anteil darstellen. Die Behandlung dieser Patienten erfordert umfassende Kenntnisse der pathophysiologischen Grundlagen, ein konsequentes therapeutisches Vorgehen und eine intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit. Hierzu zählen, z.B. die Krankenpflege, die Physiotherapie, Psychotherapie und Sozialarbeiter (Wappler, Spilker, 2008). Ein besseres Verständnis der pathophysiologischen Vorgänge im Rahmen eines thermischen Traumas basieren auf chirurgischen und intensivmedizinischen Fortschritten. Aktuelle Studien zufolge konnten eine Reduktion der stationären Aufnahmen und eine Senkung der Todesfälle um 50% infolge eines thermischen Traumas, in den letzten 20 Jahren erreicht werden (Gauglitz et al., 2009).

Diese Arbeit befasst sich mit Patienten mit Brandverletzungen. Im Vordergrund steht hier die lokale und chirurgische Wundbehandlung von Verbrennungswunden. Verbrennungen von Hand und Gesicht sind häufig verletzte Regionen und benötigen abweichende Therapieansätze, welche in dieser Arbeit ebenfalls beschrieben werden. Auch die Nachsorge von Patienten mit Verbrennungswunden, so z.B. die Narbenpflege und Psychotherapie werden in dieser Arbeit kurz umrissen. Ein zwei- tägiges Praktikum an der BGU Murnau mit Brandverletzten-Zentrum soll einen praxisnahen Einblick geben in die lokale und chirurgische Wundbehandlung.

## **2 Definitionen**

### **2.1 Allgemeines**

Thermische Schädigungen der Haut, der Hautanhangsgebilde und eventuell auch der tiefer liegenden Gewebe werden als Verbrennungen und/oder Verbrühungen bezeichnet (Kamolz et al., 2007).

### **2.2 Verbrühungen**

Unter einer Verbrühung versteht man eine Schädigung durch heiße Flüssigkeiten oder Dampf (Kamolz et al., 2007). Die Dauer der Wärmeeinwirkung die den Grad der Tiefe der Schädigung bestimmt, ist entscheidend. Bei Temperaturen über 52°C treten bereits Gewebeschädigungen auf. Typischerweise zeigen Verbrühungen das Bild einer Verbrennung zweiten Grades (Günnewig, 2004). Flüssigkeiten, deren Konsistenz dicker ist, verursachen in den meisten Fällen tiefe Verbrühungen, da der Hautkontakt länger anhält. Bei Körperteilen, die mit Kleidung bedeckt sind, spricht man von schwerer geschädigten Arealen, da die Kleidung Hitze speichert und somit länger Kontakt mit der Haut hält (Gauglitz et al., 2009).

### **2.3 Verbrennungen**

Unter einer Verbrennung versteht man eine Schädigung durch Feuer oder Kontakt mit heißen Gegenständen sowie durch Explosionen, starke Sonneneinstrahlung oder elektrischen Strom (Voggenreiter, Dold, 2009).

## 2.4 Verbrennungskrankheit

Als Verbrennungskrankheit bezeichnet man ausgedehnte Veränderungen im gesamten Organismus, welche durch großflächige Verbrennungen bewirkt werden (Fritsche, Fritsche, 2003). Es werden bestimmte pathophysiologische Veränderungen ausgelöst, welche bei schweren Verbrennungen alle Organe in Mitleidenschaft ziehen können. Im Vordergrund steht der Verlust von enormen Flüssigkeitsmengen (Günnewig, 2004). Es kommt zu komplexen Regulations- und Funktionsstörungen, die Tage bis Wochen nach dem Unfallereignis lebensbedrohliche Krisen auslösen können (Kamolz et al., 2007).

## 3 Verbrennungswunde

### 3.1 Aufbau und Funktionen der Haut

Für das Verständnis einer Brandverletzung ist es wichtig, mit dem Aufbau und den Funktionen der Haut vertraut zu sein. Der Grad der Verbrennung ist davon abhängig, welche Hautschicht betroffen ist (Gauglitz et al., 2009).

Die Haut besteht aus drei Schichten:

- Epidermis (Oberhaut)

Die Epidermis ist unterteilt in fünf Schichten und ist von außen nach innen wie folgt aufgebaut:

- Stratum corneum
- Stratum lucidum
- Stratum granulosum
- Stratum spinosum
- Stratum basale

Vom Stratum basale ausgehend erfolgen hier Differenzierungs- und Reifungsprozesse, die mit einer zunehmenden Zellverhornung einhergehen. Bei gesunder Haut dauern diese Prozesse ca. vier Wochen.

- Corium/Dermis (Lederhaut)

Sie beinhaltet faserreiches Bindegewebe, verfügt über Nerven und ein Gefäßsystem. Die Dermis unterteilt sich in zwei Schichten:

- Stratum papillare: versorgt die gefäßlose Epidermis
- Stratum reticulare: fängt Scherkräfte auf

- Subkutis (Unterhaut)

Diese ist eine mechanische Verschiebeschicht und dient der Fettspeicherung und Wärmeisolierung. (Kamolz et al., 2007)

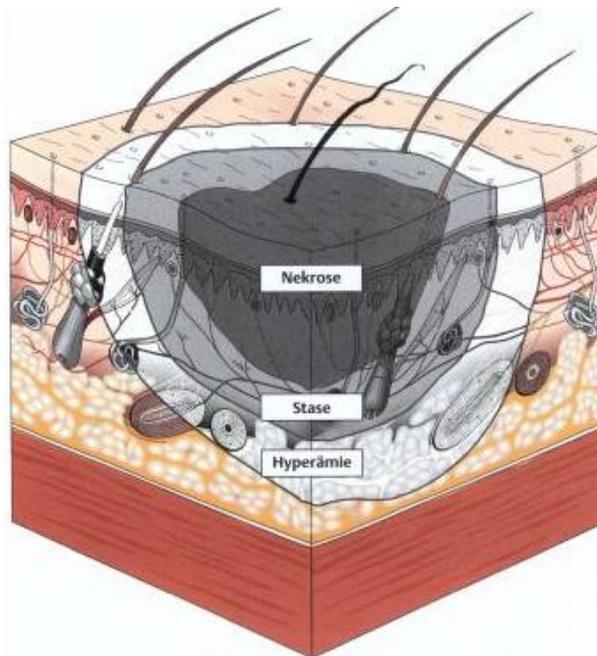
Die Haut ist als eigenständiges Organ anzusehen und übernimmt wichtige Funktionen, die aufgrund einer Brandverletzung teilweise oder ganz verloren gehen:

- Schranken – Barrierefunktion
- Kontaktfunktion
- Regulationsfunktion
- Ausscheidungsfunktion
- Sinnesfunktion
- Speicherfunktion (Günnewig, 2004).

### 3.2 Zonen nach Jackson

Brandverletzungen werden zunächst in drei Zonen nach Jackson (1953) eingeteilt. Sie beschreiben den zwiebelschalenförmigen Aufbau einer Verbrennungswunde:

- Nekrosezone : Zentrum der Wunde, angrenzend die
- Stasezone: besteht aus vitalen und avitalen Zellen, Zone kann sich zur Nekrose entwickeln, welches dann als „Nachbrennen“ bezeichnet wird
- Hyperämiezone: äußerste Schicht der Wunde, gekennzeichnet durch eine verstärkte Durchblutung im Gewebe (Gauglitz et al., 2009).



**Abb. 1: Verbrennungszonen nach Jackson. Jackson beschrieb 1953 die radiäre Ausbreitung thermischer Schäden im Gewebe. Am Ort maximaler Hitzeeinwirkung findet sich die avitale "Koagulationszone" (Nekrose), die von einer vital gefährdeten "Stasezone" umgeben wird, in der das Gewebe nach Trauma um das Überleben ringt. In der Peripherie schließt sich eine hyperämische entzündliche Zone an (Wappler, Spilker, 2008, S5).**

### 3.3 Verbrennungsgrade

Die Einwirkzeit und die Temperatur sind für die Tiefe einer Verletzung von Bedeutung (Günnewig, 2004). Zudem wird das Ausmaß der Schädigung von der Wärmeleitfähigkeit des Gewebes, der Hautdurchblutung und den Isolationsschichten (Haare, Hornauflagerungen,...) beeinflusst. Diese Eigenschaften ändern sich je nach Alter und individuellen Gegebenheiten (Haller, 2009).

Im deutschsprachigen Raum teilt man die Verbrennungsverletzungen in drei Grade ein:

**Grad I:** Typisch ist eine Hautrötung, berührungsempfindlich, Schwellung, betroffen ist nur die Epidermis, kein Zellschaden, heilt ohne Intervention

**Grad II** der Verbrennung wird in **zweitgradig oberflächlich** (zweitgradig a) und **zweitgradig tief** (zweitgradig b) eingeteilt.

**Grad IIa:** Schädigung der Epidermis und der oberflächlichen Dermis, Hautrötung wegdrückbar, Blasenbildung, stark schmerzhaft, Infektgefahr, heilt spontan in zwei bis drei Wochen

**Grad IIb:** Schädigung der Epidermis und der Dermis mit Erhalt von Haarfolikel und Hautanhangsgebilde, Blasenbildung, feuchter bis trockener Wundgrund, weißliche bis gerötete Areale, gegenüber 2a weniger schmerzhaft

**Grad III:** Epidermis und Dermis sind geschädigt, Gewebe nach der Reinigung weiß oder dunkel, keine Schmerzen, Tiefensensibilität ist aber bei intakten, tiefer gelegenen Strukturen erhalten. Der Verlust von Haare und Nägel, bedarf chirurgische Intervention (Kamolz et al., 2007).

Historisch wurde eine **Grad IV-Verbrennung** beschrieben. Unterhautfettgewebe, Sehnen, Nerven, Knochen und Muskeln sind geschädigt, verbranntes Areal ist schwärzlich verfärbt und geschrumpft, die Verkohlung prägt diesen Schweregrad (Günnewig, 2004).

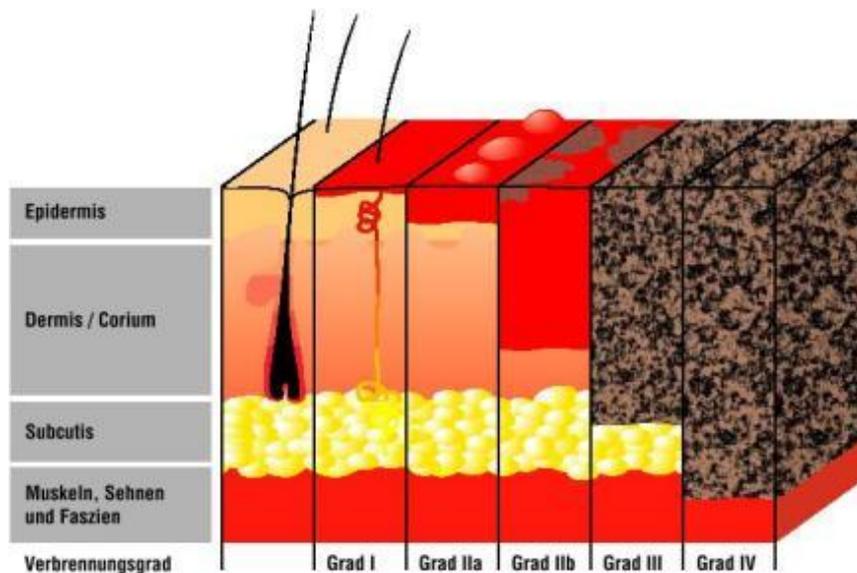


Abb. 2: Verbrennungsgrade

### 3.4 Verbrennungsfläche

Die Ausdehnung der Verbrennungsfläche lässt sich anhand der sogenannten „Neunerregel“ (von Wallace) bestimmen.

Die Einteilung wird wie folgt vorgenommen:

- |                   |        |
|-------------------|--------|
| • Kopf            | 1 x 9% |
| • Arm (re/li)     | 2 x 9% |
| • Rumpf vorne     | 2 x 9% |
| • Rumpf hinten    | 2 x 9% |
| • Bein (re/li)    | 4 x 9% |
| • <u>Genitale</u> | 1%     |
| Summe.            | 100%   |

Die Handfläche des Patienten entspricht 1% seiner Körperoberfläche (Fritsche, Fritsche, 2003).

### **3.5 Wärmegrad und Einwirkungsdauer**

Der Wärmegrad und die Einwirkungsdauer sind entscheidend für das Ausmaß einer Verbrennung. Ab einer Temperatur von 40- 44°C beginnt der Gewebeschaden, wobei ab Temperaturen von 45°C und einer Einwirkzeit von etwa einer Stunde der Zelltod zu erwarten ist. Bei noch höheren Temperaturen tritt ein irreversibler Zellschaden bereits nach kurzer Zeit ein. So kommt es bei Temperaturen von 70°C innerhalb von ein bis zwei Sekunden zu Verbrennungen dritten Grades (Kamolz et al., 2007).

## **4 Erstmaßnahmen**

Bereits am Unfallort sollte das Ausmaß der thermischen Verletzung soweit wie möglich abgeschätzt werden. Aufgrund ungünstiger Bedingungen ist die Anamneseerhebung mit Brandverletzten extrem schwierig. Unfallzeitpunkt, Unfallhergang und die Erhebung der Patientenanamnese sind von großem Wert, sowohl für sofortige als auch für spätere Therapieentscheidungen. Es sollten daher so viele Informationen wie möglich erhoben werden zur Festlegung der notwendigen Primärtherapie und für die Auswahl des Zielkrankenhauses. Im Vordergrund allerdings stehen die zügige Versorgung und Stabilisierung des Patienten sowie der rasche Transport in ein geeignetes Krankenhaus. Die sofortige Beendigung der Hitzeeinwirkung (z.B. Ersticken der Flammen) mit Entfernung der erhitzten Kleidung, Schmuck etc. steht an erster Stelle der Behandlung. Das Einwickeln in eine geeignete Thermofolie zur Verhütung einer Hypothermie ist bei ausgedehnten Verletzungen (<10% verbrannter Körperoberfläche) notwendig. Überlegungen über den weiteren Verbleib des Patienten (nächstgelegenes Akutkrankenhaus mit Chirurgie, Anästhesie und Intensivstation, Zentrum für Schwerbrandverletzte) sollten frühzeitig angestellt werden (Krause, Loerbroks, 2008).

Nach Sicherung der Funktionen von Herz und Atmung erhält der Patient immer eine Sauerstoffmaske und ein bis zwei möglichst großlumige intravenöse

Zugänge. Begleitverletzungen wie z.B. HWS-Trauma oder Polytraumatisierung sind bei Verbrennungspatienten auszuschließen oder in die Therapie mit einzubeziehen, da es sich bei Verbrennungspatienten um Unfallpatienten~~en~~ handelt (Krause, Loerbroks, 2008).

Im Rahmen der körperlichen Erstuntersuchung erfolgt die Einschätzung des Schweregrades der erlittenen Verbrennungen. Um ein Tieferwerden der Verbrennung und eine Verschlechterung der beeinträchtigten Immunsituation des Brandverletzten zu verhindern ist eine adäquate Analgesie notwendig. Eine Kühlung der Brandwunden mit Wasser oder feuchten Tüchern ist je nach Ausmaß der Brandverletzung zu empfehlen (Kamolz et al. 2007). Die Kaltwasserbehandlung (ca. 15-20°Celsius) ist eine effektive Schmerztherapie, führt zu einer verminderten Tiefenausdehnung der Hitzeschädigung und verringert die Ödembildung. Die Dauer dieser Anwendung sollte auf ca. zehn Minuten und streng auf die befallenen Areale begrenzt werden, da eine Auskühlung des Organismus vermieden werden muss (Krause, Loerbroks, 2008). Die Raumtemperatur sollte zwischen 26°C und 35° betragen, um ein weiteres Abkühlen der meist hypothermen Patienten zu verhindern. Wichtig ist, ein Inhalationstrauma und die damit eventuell verbundene Indikation zur Intubation zu erkennen. Eine Intubation bei Patienten ohne Inhalationstrauma oder ohne Beteiligung des Gesichtes wird erst ab etwa 60% verbrannter Körperoberfläche empfohlen (Kamolz et al. 2007).

Weitere Maßnahmen:

- Volumentherapie
- Medikation mit einem Magenschutz, Tetanus aktiv/passiv, Heparinisierung
- multiple Wundabstriche, Fotodokumentation
- Escharatomie, Fasziotomie
- Ernährungssonde, wenn zu erwarten ist, dass der Patient nicht ausreichend Kalorien zu sich nehmen kann
- Legen eines Blasenkatheters
- Nach den ersten 24 Stunden kann mit der Substitution von Humanalbumin begonnen werden.

- Hyperkalorische Ernährung, da sie die Voraussetzung für eine gute Wundheilung bildet (Kamolz et al. 2007).

Die Therapie brandverletzter Patienten sollte eine möglichst optimale Voraussetzung für die Wiederherstellung des Wundverschlusses bieten. Auf Vasokonstriktoren sollte verzichtet werden, da diese zu einer Verminderung der Hautdurchblutung führen (Kamolz et al. 2007).

#### **4.1 Escharotomie ( zirkulärer, starrer Verbrennungsschorf = Eschar)**

Eine tiefe Verbrennung führt zu einer dreidimensionalen Schrumpfung der Haut (Schumpelick et al., 2006). Es kommt zu einer Kontraktion der Weichteile und dadurch zu einem erhöhten Gewebedruck. Am Hals und Thorax führt dieser starre Eschar zur Behinderung der Atemexkursion und an den Extremitäten zu Durchblutungsstörungen (Pallua, Markowicz, 2008). Unter den unelastischen verbrannten Arealen kommt es bei Ausbildung eines Verbrennungsödems zur Druckerhöhung, die zur Kompression von Nerven und Gefäßen führt. Es können Durchblutungsstörungen in der Peripherie auftreten. In dieser Situation besteht sofortiger Handlungsbedarf (Günnewig, 2004). Es werden durch die verbrannte Haut und die Subkutis bis zur Faszie Entlastungsschnitte durchgeführt. Diese sollen geschwungen und über den Gelenken abgewinkelt verlaufen. Eine zusätzliche Faszien-spaltung ist bei erhöhtem Gewebedruck in den Muskellogen erforderlich (Pallua, Markowicz, 2008).

#### **4.2 Fasziotomie**

Bei Verbrennungen durch elektrischen Strom, die als thermische Verletzungen gelten, muss auch bei intaktem Hautmantel an tiefe, im Bereich der Muskulatur liegende Läsionen gedacht werden. Ein Kompartmentsyndrom darf nicht ausgeschlossen werden. Bei ausreichend klinischem Verdacht sollte eine Revision

und, wenn notwendig, eine Fasziotomie durchgeführt werden (Hartmann, Ottomann; 2009).

### **4.3 Nekrektomie**

Um endotoxin-induzierte Komplikationen (z.B. generalisiertes Ödem, katabole Stoffwechsellage, gestörte Blutgerinnung, Immunsuppression) zu verhindern, erlangt die Frühnekrektomie einen großen Stellenwert (Pallua, Markowicz, 2008). Der Operationszeitpunkt zur Exzision großer Flächen verbrannten Gewebes sollte möglichst früh gewählt werden (Schumpelick et al., 2006). Eine frühe Nekrektomie führt zu besseren funktionellen und ästhetischen Resultaten. Ein erhöhtes Risiko für Wundinfektionen, septische Komplikationen und eine erhöhte Mortalität sind mit einer verzögerten Nekrosenabtragung verbunden, ebenso verlängert sich die stationäre Aufenthaltsdauer. Es sollten pro Eingriff nicht mehr als 20% der Körperoberfläche nekrektomiert werden. Bei noch normaler Gerinnung sollten am Aufnahmetag und am ersten posttraumatischen Tag die verbrannten Areale am Hals, Thorax und Rumpf nekrektomiert werden. Die oberen und unteren Extremitäten werden in Blutsperre am zweiten bis vierten Tag nekrektomiert (Pallua, Markowicz, 2008).

#### **4.3.1 Tangentiale Nekrektomie**

Es wird schichtweise Gewebe (Epidermis, obere Schichten der Dermis) entfernt, bis ein gut durchbluteter Wundgrund vorhanden ist. Dieser vitale Wundgrund ist gekennzeichnet durch kapilläre Blutungen. Oberflächliche Dermisanteile und Fett können erhalten bleiben (Hartmann, Ottomann, 2009).

Vorteile:

- kosmetisch und funktionell besser (Gesicht, Hand, Gelenke)
- Belassen eines dermalen Wundgrundes

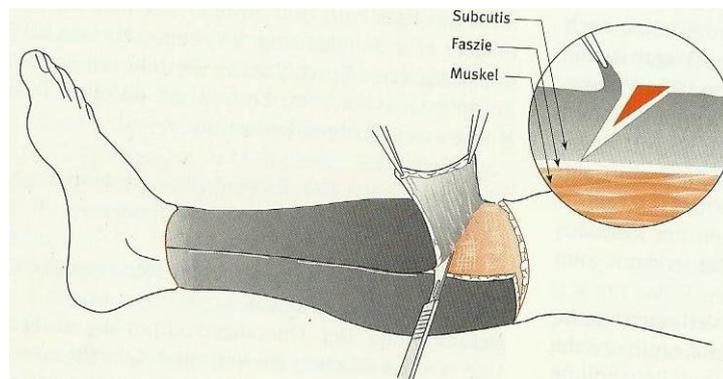
- Strukturen wie Venen und Hautnerven können erhalten bleiben (Hartmann, Ottomann, 2009).

Nachteile:

- hoher Blutverlust, schlechteres Einheilen der Transplantate (Schumpelick et al., 2006).

Wird epifaszial nekrektomiert, handelt es sich um eine drittgradige Verbrennung. Hierbei wird das subkutane Fettgewebe mit der verbrannten Haut entfernt, wenn keine durchbluteten Dermisanteile vorhanden sind (Pallua, Markowicz, 2008).

#### 4.3.2 Epifasziale Nekrektomie



**Abb. 3: Epifasziale Nekrektomie am Beispiel des Unterschenkels (Schumpelick et al., 2006, S.158)**

Alle Gewebeschichten über der Muskelfaszie liegend werden komplett abgetragen, wobei die kapilläre Verschiebeschicht auf der Faszie verbleiben sollte (Hartmann, Ottomann, 2009).

Vorteile:

- kurze Operationsdauer (selbst bei großen Flächen)
- geringer Blutverlust
- gutes Einheilen der Transplantate

Nachteile:

- mit der Muskulatur verklebte Narbenbildung (Hartmann, Ottomann, 2009).
- kosmetisch ungünstig (Schumpelick et al., 2006).

Wegen der genannten Nachteile wird in der heutigen chirurgischen Verbrennungstherapie die epifasziale Nekrektomie zunehmend verlassen (Hartmann, Ottomann, 2009).

## **5 Lokale Wundbehandlung bei Verbrennungswunden**

### **5.1 Prinzipien**

Nach Stabilisierung des Brandverletzten sind eine Reinigung der gesamten Oberfläche mit desinfizierender Lösung (z.B. Octenisept-Lösung) und ein oberflächliches Débridement durchzuführen. Es werden sämtliche Blasen geöffnet und das Blasendach vollständig entfernt (Kloeters et al., 2009). So kann ein leichteres Beurteilen der Wundsituation ermöglicht werden

### **5.2 Ziele der lokalen Wundbehandlung:**

- Unterstützung der Wundheilung
- Beibehalten oder Erreichen eines „aseptischen Wundmilieus“
- schmerzarme und möglichst seltene Verbandswechsel
- einfaches Beurteilen der Wundsituation
- adäquates ästhetisches und funktionelles Ergebnis
- Kosteneffizienz

Um frühzeitig Keimbesiedlungen und Infektionen zu erkennen müssen regelmäßig, sowohl bei der Aufnahme als auch im späteren Verlauf,

Wundabstriche entnommen werden. Bei Bedarf sollte eine antibiotische Therapie gemäß Resistenz-Austestung erfolgen (Kloeters et al., 2009).

Erstgradige Läsionen erfordern keine spezielle Behandlung und können lediglich mit fettenden Salben abgedeckt werden. Tiefer reichende Wunden mit Epithelverlust und/oder kompletter Zerstörung der Haut sollten in geschlossenen Verbänden behandelt werden, um einen Flüssigkeitsverlust und die Infektionsgefahr zu vermeiden. Heute steht eine Vielzahl verschiedener Produkte in Form von Wundauflagen, temporärem Hautersatz und antimikrobiellen Substanzen und Zubereitungen zur Verfügung. Früher kamen meist silberhaltige Cremes und Polividon-Jod-Produkte zum Einsatz. Heute geht der Trend zu weniger zytotoxischen, wasserklaren Gelen und Polyhexanid- oder Octenidinbasis zurück (Hartmann, Ottomann, 2009).

### **5.3 Débridement**

Das Débridement von operationspflichtigen Wunden stellt einen essentiellen Schritt in der Wundbehandlung dar. Durch die frühzeitige Entfernung von nekrotischem Gewebe können septische Krankheitsverläufe deutlich vermindert werden. Chirurgische Standardverfahren sind hier die tangentiale und epifasziale Nekrektomie. 2b-gradige Verbrennungen können tangential débridiert werden, wobei drittgradige Verbrennungen in Abhängigkeit vom Verbrennungsausmaß, der Region und dem Alter des Patienten tangential oder epifaszial nekrosektomiert werden sollten (Kloeters et al., 2009).

### **5.4 V.A.C.® – Therapie bei Verbrennungswunden**

Die V.A.C. – Therapie stellt einen weiteren Therapieansatz zur Behandlung von zweitgradigen Verbrennungswunden dar. Ziel ist es, das Nachtiefen von verbrannter Haut zu reduzieren (Kloeters et al., 2009).

Der V.A.C. – Verband kann nach Nekrektomie bzw. Débridement bei tiefen, infizierten oder schlecht durchbluteten Wunden eingesetzt werden. Es besteht ein ständiger Sog und der Blutfluss in den Kapillaren im umgebenden gesunden Gewebe kann so erhöht werden. Durch die Sekretabsaugung wird eine Mazeration des intakten Gewebes verhindert. Die rasche Bildung eines durchgehenden und gefäßreichen Granulationsgewebes wird so erzeugt (Hartmann, Ottomann, 2009).

„Das Konzept beruht auf der Überlegung, in der Stasezone der Brandwunde die Ödembildung zu minimieren. Ödeme in der Stasezone bedingen eine Blutflussminderung in den Kapillaren und erhöhen damit die Gefahr von Mikrothrombosen. Die daraus resultierte Verschlechterung der Mikrozirkulation führt dann zum Nachschädigen. Durch eine Reduktion der Ödembildung könnte somit die Progression der Koagulationszone innerhalb der ersten 48 Stunden verringert werden und damit ein Nachschädigen der Verbrennungswunden möglicherweise reduziert werden“ (Kloeters, Germann, Behr, 2009, S. 42).

In ersten klinischen Studien bei zweitgradigen Verbrennungen konnte durch das V.A.C. - System ein die Verbrennungstiefe fixierender Effekt beobachtet werden. Das Ausmaß des Débridements ließ sich mit dieser Strategie reduzieren und im Idealfall ließ sich auch eine chirurgische Therapie vermeiden. Weiterführende Studien stehen hier allerdings noch aus (Kloeters et al., 2009).

Zur Fixierung von Spalthauttransplantaten oder Dermisersatzstoffen an komplexen, unebenen anatomischen Regionen kann der V.A.C. – Verband ebenfalls angewandt werden. Ein sicheres Anwachsen des Transplantates, aufgrund eines guten Kontaktes zum Wundbett, wird somit ermöglicht (Harmann, Ottomann, 2009).

## 5.5 Lokale Antiseptika

### 5.5.1 Silbersulfadiazine (Flammazine®)

Der rasche Oberflächenverschluss im Sinne einer regelrechten Wundheilung und ungestörten Reepithelisierung, um eine bedrohliche Infektion mit folgender Sepsis zu vermeiden, stellt das primäre Ziel der Behandlung sämtlicher Verbrennungswunden dar (Kloeters et al., 2009).

Silberhaltige Topika sind bereits seit 1000 v. Chr. für ihre antimikrobielle Wirkung bekannt. Sie werden in Form von Silbersulfadiazin (Flammazine) auch heute weltweit in Verbrennungszentren eingesetzt. Einerseits beruht der zytotoxische Effekt der Silberionen auf der Schädigung der Bakterienzellwand durch komplex gebundenes Silber und andererseits auf einer starken Bindung des Silbersulfadiazines an die bakterielle DNA. Flammazine wird von den Patienten als kühlend und schmerzlindernd empfunden und wirkt bakteriostatisch und bakterizid. Es kann gelegentlich zu einer Leukopenie (verminderte Anzahl von weißen Blutkörperchen) kommen, die sich allerdings auch unter Fortführung der Therapie mit Flammazine in der Regel erholt (Kloeters et al., 2009).

Die Anwendung von Flammazine wird als „Goldstandard“ der Lokalthherapie von Verbrennungswunden betrachtet, da das Indikationsspektrum sämtliche 2a- bis zu drittgradigen Verbrennungen betrifft. Flammazine bildet bei oberflächlichen zweitgradigen Verbrennungen häufig einen schmierigen, aber leicht abwischbaren Schorf oder Film, der dem Unerfahrenen eine Wundinfektion vortäuschen kann. Der rasch abfallende Silberionengehalt auf der Wundfläche gilt als problematisch, weshalb bei Oberflächentherapie mit Flammazine tägliche Bandwechsel erfolgen müssen (Kloeters et al., 2009).

Produkte wie Acticoat® enthalten nanokristallines Silber, das ein sehr weites antimikrobielles Spektrum besitzt. Silberionen werden dosierter und verzögerter abgegeben, sodass ein kontinuierlicher Silberionenspiegel in der Wunde existiert und nosokomiale Infektionen reduziert werden können. Nanokristalline Silberpräparate stellen durch seltene Bandwechsel, einfaches Auflegen und Entfernen des Materials und die beobachtete antiinflammatorische Wirkung einen

erhöhten Patientenkomfort in der Behandlung von zweitgradigen Verbrennungswunden dar (Kloeters et al., 2009)

### **5.5.2 Ceriumnitrat – Silbersulfadiazine (Flammazerium®)**

Flammazerium ist eine Kombination aus Silber und Ceriumnitrat, einer seltenen Erde, die eine intrinsische antimikrobielle Wirkung aufweist. Ceriumnitrat besitzt einen positiven Einfluss auf die zelluläre Immunabwehr. Flammazerium haftet stärker am Wundgrund, wodurch eine Unterscheidung zwischen operationspflichtigen und konservativ zu behandelnden Verbrennungswunden erleichtert wird. Des Weiteren wird Flammazerium ein gerbender Charakter zugesprochen. Dieser entstehende Schorf sorgt für weniger Flüssigkeitsverlust, für ein feuchtes Wundmilieu unterhalb des Schorfs und an der Oberfläche für ein trockenes und bakterienunfreundliches Milieu aufgrund der Versiegelung der Oberfläche. Auf die Entstehung möglicher Einrisse auf der Oberfläche im Schorf und die somit gefürchtete Infektion unterhalb des Schorfes ist hinzuweisen. Wegen dieser Eigenschaften wird Flammazerium vorwiegend bei alten und multimorbiden Patienten mit 2b- und drittgradigen Verbrennungen verwendet, da diese Patienten aufgrund ihrer Vorerkrankungen, eines erhöhten Narkoserisikos oder fehlender autologer Spenderareale für eine operative Versorgung nicht geeignet sind (Kloeters et al., 2009).

### **5.5.3 Polividon – Iod (Betaisodona®)**

Als Lokalantiseptikum sind Jod- Tinkturen in geeigneter Konzentration seit langem bekannt. Auch in der Oberflächentherapie von Verbrennungswunden mit einem breiten Spektrum im antimikrobiellen als auch fungiziden Bereich werden Präparate wie Betaisodona oder Braunovidon eingesetzt. Zu Bedenken gilt, dass die Anwendung auf 2a- und höhergradigen Wunden schmerzhaft ist und vorzugsweise für den analgosedierten Patienten geeignet ist. Die Notwendigkeit

täglicher Verbandswechsel ist durch die Deaktivierung des Jodkomplexes im Wundsekret, zu erkennen am bräunlichen Farbverlust, gegeben. In der Frühphase der Verbrennungswunde wird Betaisodona nur sehr selten verwendet. Als effektive antimikrobielle Waffe gelten Jod- Präparate bei infizierter Oberfläche nach erfolgter Spalthauttransplantation oder temporärer Deckung mit Fremdhaut (Kloeters et al.; 2009).

#### **5.5.4 Polyhexanid**

Polyhexanid (z.B. Lavasept®, Lavasorb®, Prontosan®) ist ein weiteres Oberflächenantiseptikum mit breitem Wirkungsspektrum und fehlender Zytotoxizität gegenüber Keratinozyten und Fibroblasten. Es wird als 0,1%ige Lösung mit getränkten Kompressen zur Oberflächenreinigung eingesetzt. Prontosan oder Lavasept stehen ebenfalls in Gelform zur Verfügung und sind für die Behandlung von 2a- und 2b- gradigen Verbrennungen von besonderem Interesse, weil

- ein feuchtes Milieu (ideal für die Wundheilung) durch die Gelform erzeugt wird,
- keine Zytotoxizität auf Hautzellen bekannt ist und
- die Wundoberfläche gut beurteilbar bleibt und die Operationsindikation erleichtert gestellt werden kann aufgrund der Transparenz des Gels und der fehlenden Schorfbildung (Kloeters et al., 2009).

#### **5.6 Suprathel®**

Suprathel ist eine Folie, die gekühlt gelagert werden muss und in unterschiedlichen Größen zur Verfügung steht (Kloeters et al.; 2009). Durch seine plastische Verformbarkeit passt es sich bei Körpertemperatur der Körperform an. Suprathel ist biologisch abbaubar und besitzt eine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit. Dadurch wird eine Ansammlung von Exsudat bei

gleichzeitiger Vermeidung einer Austrocknung der Wunde und einer verbundenen Behinderung der Epithelregeneration verhindert (Hartmann, Ottomann, 2009). Es ist unerheblich, welche Seite des Suprathels auf die Wunde aufgelegt wird. Die Folie lässt sich nach einem Débridement und mehrfacher Reinigung der Wunde, z.B. mit Octenisept, gut anmodellieren. Wichtig ist, nach der Reinigung mit Octenisept die Wunde mehrfach nachzuspülen, z.B. mit steriler Ringerlösung, da Octenisept Seife enthält. Nach Wundkontakt (Fibrin) wird Suprathel transparent, wodurch eine gute Beurteilbarkeit in den Folgetagen gegeben ist. Auf die Suprathelfolie folgen anschließend zwei bis drei Lagen Fettgaze. Der erste Verbandswechsel erfolgt am dritten Tag unter Belassen der aufliegenden Fettgaze-Schicht. Der Suprathelverband wird nicht gewechselt. Dieser fällt nach zehn bis 14 Tagen, wenn die Reepithelisation der Wunde abgeschlossen ist, von selbst ab (Kloeters et al., 2009).

Vorteile:

- Reduktion schmerzhafter Verbandswechsel
- rasche Reepitheliesierung (Kloeters et al., 2009).

Nachteile:

- hohe Kosten (10x9 cm kosten ca. 70€)
- beobachtete Entwicklung hypertropher Narben bei tief 2b- gradigen Verbrennungen und die daraus resultierende frühzeitige Notwendigkeit einer konsequenten Kompressionsbehandlung (Kloeters et al., 2009).

Suprathel findet aufgrund der oben genannten Vorteile seine Indikation im pädiatrischen Bereich und bei oberflächlich zweitgradigen Verbrennungen (Kloeters et al., 2009).

Hauptindikation für Suprathel:

- temporäre Wundabdeckung bei oberflächlich dermalen Wunden, die gute Spontanheilungstendenz haben,
- Hautentnahmestellen (Hartmann, Ottomann 2009).

## 5.7 Biobrane®

Biobrane besteht aus einem mit Schweinekollagen beschichteten Nylonnetz, welches von einer Silikonmembran überzogen ist. Es findet Anwendung bei eindeutig 2a- gradigen Verbrennungen. Innerhalb von zehn bis 14 Tagen reepithelisiert die Wunde unter Biobrane vollständig (Kloeters et al., 2009).

Vorteile:

- einmalige Anwendung
- weniger Schmerzen
- Entfall weiterer Verbandswechsel
- Möglichkeit eines unmittelbaren Beginns physiotherapeutischer Übungen
- keine strikte Bettruhe
- deutlich reduzierter Flüssigkeitsverlust an der Oberfläche

Biobrane muss beim ersten Aufbringen sicher haften und sollte bei Verdacht auf eine Wundinfektion entfernt werden (Kloeters et al., 2009).

## 6 Chirurgische Wundbehandlung bei Verbrennungen - Hauttransplantate und Hautersatz

### 6.1 Geschichte

Die Transplantation von Haut zählt man zu den ältesten rekonstruktiven Maßnahmen zur Wiederstellungschirurgie. Im Jahr 1823 wird erstmalig über die Verpflanzung humaner Vollhaut berichtet. 1895 wurde erstmalig die klinische Applikation von abgeschabten Epithelzellen beschrieben, die als Vorläufer der Keratinozytensuspension in der heutigen Verbrennungschirurgie gilt. Die Transplantation größerer Hautareale wurde 1872 erwähnt und in der Folgezeit verbessert. Es wurde 1939 das Dermatom nach Padgett-Hood entwickelt, das heute noch den Standard bei der Hautgewinnung darstellt, jedoch in elektrisch angetriebener Form (Horch, Kopp, 2009).

## **6.2 Indikation zur Hauttransplantation**

Indiziert ist die Hauttransplantation bei Verbrennungen dritten Grades und bei tief dermalen (2b) Verbrennungen. Bei 2b Verbrennungen entstehen zum Abschluss des Heilungsprozesses hypertrophe Narben, weshalb auch diese geschädigten Areale operativ versorgt werden sollten (Günnewig, 2004). Funktionelle und kosmetische Ergebnisse können bei solchen Verbrennungen nur durch chirurgische Verfahren erzielt werden (Horch, Kopp, 2009). Um einen definitiven Wundverschluss der betroffenen Areale zu erlangen, kann nur Eigenhaut des betroffenen Patienten verwendet werden. Fremdhaut (human, künstlich, tierisch) hat nur einen zeitlich begrenzten Effekt (Günnewig, 2004). Die möglichst rasche Nekrektomie der Wundflächen mit anschließender Spalthautdeckung gilt als Standardvorgehen in der Verbrennungschirurgie (Horch, Kopp, 2009). Bei ausgedehnten tief zweit- und drittgradigen Verbrennungen stellt nekrotisches, nicht entferntes Zellmaterial einen ständigen Nährboden für bakterielle Infektionen dar.

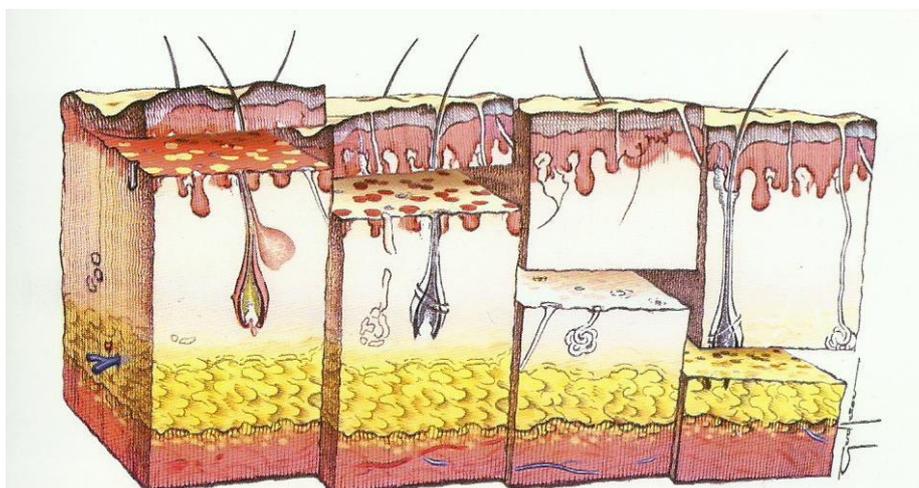
## **6.3 Spalthaut und Vollhaut**

Je nach Stärke der anhängigen dermalen Anteile werden Hauttransplantate in Voll- oder Spalthaut eingeteilt. Bei der Vollhaut bleibt die gesamte Hautschicht bis zum subcutanen Fettgewebe erhalten. Hautanhangsgebilde werden zum Teil mitversetzt. Die Spalthaut hingegen wird aus der Epidermis und einem Anteil der Dermis gewonnen. Sie ist zwischen 0,20 und 0,45 mm dick. Am Ort der Abnahme der Spalthaut verbleiben die tiefen dermal lokalisierten Hautanhangsgebilde, die zur Reepithelisierung des Entnahmedefektes dienen. Vollhautentnahmestellen müssen primär verschlossen werden, da dort die Hautanhangsgebilde nicht mehr vorhanden sind (Horch, Kopp, 2009).

Beeindruckend ist die Reepithelisierung am Kopf. Bei der Entnahme von Haut am Kopf kommt es aufgrund der hohen Anzahl der Haarbälgen besonders schnell zur

Defektheilung. Dadurch können diese Areale innerhalb kürzester Zeit sehr häufig (bis zu sechsmal) als Entnahmestelle dienen (Horch, Kopp, 2009).

Eine Deckung des geschädigten Areals nach erfolgtem Débridement ist abhängig vom Zustand des Patienten und/oder dessen Wunde. Es ist nicht immer möglich die Wunde direkt mit autologer Spalthaut definitiv zu verschließen. Hierbei wird die Wunde zunächst mit temporären Wundauflagen bedeckt. Für diese Deckung stehen synthetische Materialien oder biologische Transplantate zur Verfügung. Eine weitere Methode der temporären Wundabdeckung ist die Behandlung der Wunde mit V.A.C.- Systemen (Horch, Kopp, 2009).



**Abb. 4: von links nach rechts zunehmende Dicke des Hauttransplantates; die Dicke des Transplantates reicht von sog. dünnen Spalthaut- Transplantaten (0,2mm) bis hin zur Vollhaut (rechts) mit Einschluss aller Hautschichten (Horch, Kopp, 2009, S. 125).**

Die Fixierung der transplantierten Haut auf das geschädigte Areal erfolgt durch Einnähen, Klammern (Metallclips) oder mit Hilfe von Fibrinkleber. Zur zusätzlichen Fixierung dient der entsprechende Wundverband in Form einer Fettgaze mit darüberliegender Polsterung (leicht komprimierender, nicht verklebender, saugfähiger Verband). Zur Ruhigstellung dient die Anpassung von Gipsverbänden oder Heilbehelfsschienen. Eine weitere Möglichkeit bietet die Anlage eines V.A.C. – Systems (Hartmann, Ottomann, 2009).

## **6.4 Methoden der Transplantation**

### **6.4.1 Autologe Vollhauttransplantate**

Hauptsächlich wird Vollhaut für die Deckung von Arealen im Gesicht, Händen, Füßen und über Gelenken verwendet, man spricht hier von mechanisch beanspruchten Körperregionen. In der Akutversorgung von Brandverletzten ist die Möglichkeit einer Vollhauttransplantation aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit der nicht verletzten Areale nicht immer gegeben. Besteht ausreichend gesunde Haut, wird sie in Akutsituationen meist bei kleineren drittgradigen Defekten verwendet. Die Vollhauttransplantation findet jedoch häufiger in der späteren rekonstruktiven Phase von Verbrennungsschäden Verwendung (Hartmann, Ottomann, 2009).

Vollhaut wird an Körperstellen transplantiert, die nach der Nekrektomie nicht stark bluten und eine mögliche Kompression bieten. Mit Hilfe der Verpflanzung von Vollhaut wird ein besseres ästhetisches und funktionelles Resultat erzielt (Horch, Kopp, 2009).

### **6.4.2 Autologe Spalthauttransplantation**

Diese Methode wird als „Goldstandard“ in der Verbrennungschirurgie bezeichnet. Spalthaut verwendet man zur Versorgung größerer Areale, bei denen eine fehlende Epithelisierung anders nicht mehr gedeckt werden kann (Voggenreiter, Dold, 2009).

Die Transplantate werden mit Pressluft – oder Elektrodermatomen entnommen, dies ermöglicht eine gleichmäßige Schichtdicke der Haut. Ebenso wird auf diesen Geräten die Breite eingestellt. Um die Entnahme zu erleichtern, wird die Haut eingefettet (z.B. mit Paraffinöl). Das gewonnene Transplantat kommt zur Vergrößerung auf geeignete Plastikfolien, mit denen es dann durch eine Rolle mit scharfen Zähnen gedreht wird. Die Schablonen zur Hautexpansion gibt es in

unterschiedlichen Größen. Damit die Spalthaut nicht austrocknet, wird sie bis zur Verwendung mit feuchten Kompressen abgedeckt. Die Entnahmestelle wird mit heißen oder mit suprareninetränkten Kompressen versorgt, um eine Blutstillung zu erlangen. Die endgültige Wundversorgung erfolgt mittels Fettgazen (Mepithel, Adaptic), darüber Stoffgaze oder durch Hydropolymer- oder Hydrokolloidverband (Voggenreiter, Dold, 2009).

Bei Spalthauttransplantationen gibt es folgende Expansionsmöglichkeiten:

- Meshgraft
- Sheetgraft
- Meektechnik
- Sandwich Technik nach Alexander

Die **Meshgraft-Technik** wird angewendet um großflächige Verbrennungswunden zu verschließen. Dabei wird das Hauttransplantat im Verhältnis 1:1,5, 1:3, 1:6 oder 1:9 vergrößert. Die Haut nimmt das Aussehen eines gitter- bzw. netzartigen Transplantates an, das auch nach der Abheilung des Areals noch sichtbar ist. Je größer die Gitter- bzw. Netzabstände sind, desto länger und komplizierter ist die Heilung. Die Epithelisierung erfolgt ausgehend von den Rändern der transplantierten Haut. Die Lücken im Transplantat ermöglichen das Abfließen des Wundsekretes, womit der Gefahr einer Hämatombildung vorgebeugt wird. Konsequente Ruhigstellung und Vermeidung von Scherkräften an transplantierten Arealen sind für die Wundheilung von großer Wichtigkeit. Der Nachteil des Meshgraft-Transplantates ist, dass oft ein kosmetisch und funktionell ungünstiges Ergebnis erzielt wird. Auch Kontraktionen der entstehenden Narben sind nicht auszuschließen. Transplantate dieser Art sollten deshalb nicht in Gesicht, Hals und Händen transplantiert werden (Hartmann, Ottomann, 2009).

Das Expansionsverhältnis bei der **Sheetgraft-Technik** beträgt 1:1. Bei überschaubarem Verbrennungsausmaß und genügend gesunder Spenderareale kann die entnommene Spalthaut direkt zur Transplantation verwendet werden. Meist wird diese Technik bei Verbrennungen in Gesicht und Händen eingesetzt. Narbenmuster bleiben dabei aus. Der Zustand vom Wundgrund vor der

Transplantation des Gewebes ist zu beachten, da z.B. Serum durch das Sheetgraft-Transplantat nicht abfließen kann und somit das Einheilen der Haut behindert (Hartmann, Ottomann, 2009).

Bei der **Spalthauttransplantation nach Meek** werden kleine quadratische Transplantate gewonnen, man spricht dabei von Expansionsraten von 1:3 bis 1:9. Die entnommene Haut gleicht in der Größe und Form einer Briefmarke. Diese wird zunächst auf einen Kork- und Seidenträger gegeben, durch Zug auf beiden Seiten expandiert und anschließend transplantiert. Der Wundverband nach Abschluss der Operation erfolgt durch direktes Auflegen von Fettgaze und Stoffgaze mit guter Polsterung nach außen (Hartmann, Ottomann, 2009).

Der Vorteil dieser Methode ist, dass auch ungünstige Spenderstellen genützt und kleine Spalthauttransplantate verwendet werden können. Der höhere Personalbedarf sowie der große Zeitaufwand zur Herstellung der Transplantate und die sich somit ergebenden höheren Kosten sind dabei zu beachten (Hartmann, Ottomann, 2009).

Weiteres gibt es die **Sandwich Technik nach Alexander**, die aus einer Kombination von Eigen- und Fremdhaut besteht. Bei größerer gemeshen Transplantaten bilden die weiteren Lücken der entnommenen Haut die Gefahr einer Austrocknung und/ oder einer Superinfektion der Wunde. Die Reepithelisierung vom Wundrand ausgehend ist dann nicht gewährleistet. In diesem Fall bietet sich die Sandwich Technik an, bei der über die Eigenhaut Fremdhaut transplantiert wird. Diese gibt Schutz und ermöglicht somit die fortschreitende Reepithelisierung des Wundgrunds. Die transplantierte Fremdhaut löst sich schrittweise ab (Hartmann, Ottomann, 2009).

### 6.4.3 Lappenplastik

Lappenplastiken dienen zur Defektdeckung tieferreichender Hautschädigungen (freiliegenden Knochen, Sehnen). Es wird zwischen Lappen ohne definierte Blutversorgung (lokale Verschiebelappen) und Lappen mit einem dominierenden

Gefäßstiel bzw. mehreren definierten Versorgungsgefäßen (Unterschenkel, Fuß) unterschieden (Voggenreiter, Dold, 2009). Dieses Verfahren wird häufig bei lokalisierten Verbrennungen nach Kontakt- oder Elektroverbrennungen an Händen, Füßen oder Kopf angewendet (Hintner, 2013).

#### **6.4.4 Allogene und xenogene Transplantate**

Bei xenogener Transplantationshaut spricht man in Europa von Schweinehaut (kryokonserviertes Transplantat). Bei allogenen Transplantaten geht es um die Verwendung von menschlicher Spenderhaut (Hartmann, Ottomann, 2009). Man unterscheidet zwischen frischem (vom lebendem Spender) oder konserviertem (Leichenhaut) Transplantat (Günnewig, 2004). Bei der Transplantation frischer Fremdhaut gibt es eine große Abstoßrate. Sie wird daher seltener angewendet als die Verpflanzung von Leichenhaut. Allogene Transplantate dämmen den Sekretions- und Eiweißverlust, lindern Schmerzen und tragen zur Keimreduzierung bei. Die Wundheilung wird dadurch stimuliert (Hartmann, Ottomann, 2009).

Die menschliche Spenderhaut kann sieben bis 14 Tage erhalten bleiben, danach kommt es zu einer Abstoßungsreaktion. Xenogene Transplantate hingegen sollen nach drei bis sechs Tagen entfernt bzw. gewechselt werden (Hartmann, Ottomann, 2009).

Die Transplantation von allogener oder xenogener Haut wird bei jenen Patienten durchgeführt, die aufgrund der thermischen Schädigung nicht mehr genügend Spenderareale zur Entnahme der Haut aufweisen. Dieses Verfahren dient lediglich zur temporären Wunddeckung (Horch, Kopp, 2009).

#### **6.4.5 Synthetische Wundauflagen**

Bei synthetischen Transplantaten handelt es sich um Kunststofffolien, die neben den allogenen und xenogenen Transplantaten zur temporären Wunddeckung dienen. Eigenschaften dieser Wundauflagen sind deren semipermeable Membran, Schmerzlinderung, gute Haftung, Schutz von Bakterien und Verlust von Wasserdampf (Günnewig, 2004). Der Verbandswechsel muss regelmäßig, ca. alle fünf Tage durchgeführt werden, da es sonst zum Einwachsen der Auflagen kommt. Durch die Entfernung der Folie kommt es zur mechanischen Reinigung. Geeignete Wundauflagen sind z.B. Epigard; Suprathel, Biobrane (Polyurethanschaum) (Hartmann, Ottomann, 2009).

#### **6.4.6 Kultivierter Hautersatz**

Darunter versteht man den künstlich, biologisch erhältlichen Hautersatz. Indikation zur Anwendung dieses Vorgehens bieten tief drittgradige Verbrennungen mit komplettem Dermisverlust. Bei Transplantationen von Spalthaut auf solchen Wunden kann es aufgrund fehlender dermaler Anteile zu Kontraktionen des Wundbettes oder ausgedehnten Narbenbildungen kommen. Hierbei empfiehlt sich die Verwendung von künstlich hergestelltem Dermisersatz, bestehend aus Silikonfolie mit daraufliegendem Kollagengerüst. Dadurch wird eine verbesserte dermale Regeneration erzielt und die Bildung von hypertrophem Narbengewebe vermindert. Zu den Dermisersatzmaterialien gehören Integra® und Matriderm®. Integra wird als permanenter Ersatz beschrieben und zählt zum zweizeitigen Verfahren. Es wird an der Wunde angebracht und nach 14 – 21 Tagen ist es möglich dünne autologe Spalthaut darüber zu transplantieren. Matriderm hingegen benötigt keine Wartezeit bis zur Hauttransplantation und wird als einzeitiges Deckungsverfahren bezeichnet. Zuerst erfolgt das Anbringen des Ersatzes, und dann kommt das Hauttransplantat darüber (Hartmann, Ottomann, 2009).

Die Abdeckung besteht aus einer dünnen Silikonschicht die zur Regulierung des Feuchtigkeitsverlustes der Haut und als mechanische Barriere gegen bakterielle Kontaminationen dient (Hartmann, Ottomann, 2009).

#### **6.4.7 Keratinozytensuspension/-transplantate**

Bei Brandverletzungen, die mehr als 65% der Körperoberfläche betreffen, reichen in der Regel die autologen Spalthauttransplantate nicht mehr zum kompletten Wundverschluss aus. Hier können die im Labor gezüchteten Hauttransplantate verwendet werden. Diese Kulturhaut besteht meist aus einer mehrlagigen Schicht autologer Keratinozyten. Eine andere Methode für den kultivierten Hautersatz bieten Keratinozyten in Form einer Suspension bzw. als Spray. Beides ist kommerziell erhältlich (Hartmann, Ottomann, 2009).

Ein gutes Einheilen ist nur dann gewährleistet, wenn dermale Ansätze im Wundbett gegeben sind. Bei der Anwendung auf Fett- bzw. Muskelgewebe werden funktionell und ästhetisch schlechte Ergebnisse erzielt. Anders bei oberflächlichen Wunden, dort erbringen Keratinozytensuspensionen/-transplantate gute Ausheilungstendenzen. Um ein gutes Ergebnis für den Patient zu erzielen, wird auf das Wundbett Fremdhaut transplantiert. Dessen Kollagen verbessert das spätere Ausheilen der Kulturhaut. Das Kulturhautverfahren in Ergänzung mit Eigenhaut (Meektechnik) ist ebenfalls möglich (Hartmann, Ottomann, 2009).

Die Nachteile dieses Verfahrens liegen in der langen Kulturzeit von bis zu drei Wochen sowie in der Anfälligkeit der Transplantate für Infektionen und deren mechanischer Belastung (Hartmann, Ottomann, 2009).

### **6.5 Hautentnahmestellen**

Für die Entnahme von Vollhauttransplantaten wird je nach Alter und Größe des Verletzten von der Leiste, dem unteren Abdomen, dem Gesäß oder vom Oberarm

Haut gewonnen. Bei kleineren Vollhauttransplantationen im Gesicht kann auch Haut am Hals oder hinter dem Ohr entnommen werden. Spalthaut wird je nach Möglichkeit an kosmetisch nicht störenden Stellen entnommen. Pigmentierungsstörungen oder Vergrößerungen des entnommenen Areal können hier die Folge sein. Besteht eine Verbrennung mit maximaler Ausdehnung, wird überall Haut gewonnen, wo es möglich ist. Eine weitere Methode zur zusätzlichen Hautgewinnung ist die Ballonierung des Skrotums (Hartmann, Ottmann, 2009).

Die Blutstillung der Entnahmestellen erfolgt durch Auflegen suprareninetränkter Kompressen oder mittels Unterspritzung des Areals mit verdünnten Suprareninlösungen (Hartmann, Ottmann, 2009).

## **7 Wundversorgung bei Verbrennungen der Hand und im Gesicht**

### **7.1 Brandverletzung im Bereich der Hand**

Verbrennungen an der Hand werden in Akutsituationen bzw. in der posttraumatischen Phase aufgrund anderer schwerer verletzter Körperareale oder Organe oft vernachlässigt. Für die Wiedererlangung der verlorenen Funktionen der Extremität ist es aber wichtig, so früh wie möglich mit der Therapie zu beginnen. Es steigt das Risiko einer Einsteifung der Fingergelenke mit einhergehendem Funktionsverlust der Hand, wenn die Bewegungstherapie nicht rechtzeitig erfolgt. Oberste Priorität bei Handverbrennungen ist der rasche Wundverschluss, somit kann die Dauer des Heilungsprozesses verkürzt werden. Die Ziele in der Behandlung sind zusätzliche oder tiefergehende Verletzungen zu vermeiden, Infektionsprävention und den Verlust funktioneller Strukturen zu verhindern. Auch auf das ästhetische Ergebnis, sofern es der Allgemeinzustand zulässt, sollte Augenmerk gelegt werden. Um ein physisch und psychisch optimales Ergebnis zu erreichen, muss ein gutes Miteinander unter Chirurgen, Pflegepersonal, Physio- und Ergotherapeuten sowie mit Psychologen herrschen (Kitzinger et al., 2009).

Verbrennungen an den Händen haben selten Einfluss auf die Überlebensrate der Patienten. Man spricht von einer Verbrennungsfläche von weniger als 3% der gesamten Körperoberfläche, dennoch werden sie laut der „American Burn Association“ als schwere Verletzung definiert. Bei der Behandlung von Verbrennungen an der Hand müssen eine Vielzahl von Entscheidungen getroffen werden um diese optimal zu versorgen bzw. zu behandeln. Es kann auch nach Robson et al. (1992) zwischen Behandlungsprinzipien und Behandlungszielen unterschieden werden. Zu den Prinzipien zählen die Bestimmung von Tiefe und Ausmaß der Verletzung, die Abschätzung der Notwendigkeit einer Escharotomie oder Fasziotomie, die Anwendung geeigneter Wundverbände, die Indikation konservativer oder operativer Therapie, das chirurgische Management (Débridement, Durchführung einer tangentialen oder epifaszialen Nekrektomie, Wunddeckung), den Beginn der Handtherapie mit Schienenbehandlung und die Rehabilitation durch frühe aktive und passive physikalische Therapie (Kitzinger et al., 2009).

An der Streckseite der Hand (Handrücken) ist die Haut dünn und beweglich, somit wird die Flexion der Fingergelenke ermöglicht. Die Haut auf der palmaren Hand (Handfläche) ist hingegen kräftig, druckresistent und beinhaltet das sensorische Empfinden. Es kommt daher häufig zu Defiziten in der Sensorik nach Abheilung der Verletzung. Sehnen, Gelenke und Blutgefäße in der Hand sind bei thermischer Einwirkung besonders gefährdet, da diese dicht unter der Hautoberfläche liegen. Eine Vielzahl der tief dermalen Verbrennungen an der Hand ist am Handrücken lokalisiert, möglich ist auch das Übergreifen auf die Handfläche. An der Palmarseite hingegen werden im Erwachsenenalter seltener tiefe thermische Verletzungen beobachtet (Kitzinger et al., 2009).

Kann bei der Erstbegutachtung des Patienten keine endgültige Einteilung der Verbrennungstiefe bestimmt werden, wird dies durch tägliche Verlaufskontrollen spätestens am dritten posttraumatischen Tag beurteilt. Bei Verbrennungen an der Hand ist ein besonderes Augenmerk auf die Erhaltung der Perfusion zu richten. Tiefe, zirkuläre bzw. fast zirkuläre Verbrennungen müssen in der Akutphase strengstens beobachtet werden, da die Gefahr einer Durchblutungsstörung

besteht. Unter der tiefermalen Verbrennung kann es aufgrund der Ausdehnung des Gewebes zur Entwicklung eines Ödems kommen. In diesem Fall wird eine Escharotomie durchgeführt. Zeichen dafür sind:

- Finger zirkulär gespannt
- Handrücken stark geschwollen und Haut weißlich – blass
- Rekapillarisation des Nagelbetts ist aufgehoben
- Zunehmen der Sensibilitätsverlust
- fehlender Puls A. radialis und A. ulnaris (bereits Zeichen einer fortgeschrittenen Ischämie) (Kitzinger et al., 2009).

Führt eine Escharotomie nicht zur erwünschten Perfusionssteigerung, besteht die Notwendigkeit zur Durchführung einer Fasziotomie. Damit es nicht zur Austrocknung der freiliegenden Strukturen kommt, werden die Wunden bis zum definitiven Wundverschluss temporär gedeckt (z.B. Epigard®). Wird unmittelbar nach dem Trauma die Verbrennung an der Hand mit Wasser gekühlt (ca. 20°), besteht die Möglichkeit, die Ödembildung zu reduzieren und ein Nachbrennen zu verhindern. Zusätzlich kann eine Schmerzlinderung bewirkt werden (Kitzinger et al., 2009). Solange die Gewebetemperatur über 52° beträgt, hält die Schädigung an und die Verbrennung breitet sich in die Tiefe aus (Towfigh et al., 2011).

### **7.1.1 Wundbehandlung**

Die Entscheidung, ob eine bestehende Verletzung konservativ oder operativ behandelt wird, ist immer abhängig von der Tiefe der Verbrennungswunde. Wird sichergestellt, dass es sich um eine erstgradige oder eine oberflächliche zweitgradige Verbrennung handelt, führt eine konservative Wundtherapie zu guten Ergebnissen. Bei tiefen dermalen Verbrennungen ist ein operatives Vorgehen erforderlich. Die akute Verbrennungswunde der Hand wird sorgfältig débridiert. Brandblasen werden vollständig abgetragen und die Hautreste, Haare in Wundnähe sowie Schmutzpartikel werden entfernt. Die Reinigung erfolgt mit antiseptischen Lösungen oder physiologischer Kochsalzlösung. Vor dem

Verschließen der Wunde mit entsprechenden Auflagen wird ein Abstrich zur mikrobiologischen Untersuchung entnommen. Erst durch ein sorgfältiges Débridement kann die Verbrennungswunde korrekt beurteilt werden. Die Tiefe und die Beschaffenheit vom Wundgrund sowie das vorhandene bzw. nicht mehr vorhandene Schmerzgefühl können somit beurteilt werden (Towfigh et al., 2011).

Bei erstgradigen Verbrennungen genügt es, das Erythem für einige Tage mit einer rückfettenden Creme (z.B. Dexpanthenol) zu versorgen, Verbände sind nicht notwendig. Oberflächliche dermale Verbrennungen der Hand werden nach dem Débridement mit Fettgazen oder Salben versorgt. Zur Fixierung wählt man einen sterilen, okklusiven Wundverband. Der Wundschmerz wird dabei reduziert, da keine Luftexposition vorliegt und aufgrund der Beschaffenheit des Verbandstoffes kommt es im Normalfall zu keiner Kontamination mit Keimen. Der Okklusivverband wird in der Regel zehn Tage belassen und bei richtiger Diagnosestellung ist die Verbrennung dann verheilt. Bei Auftreten von Fieber, verstärktem Wundschmerz oder Verdacht auf eine Infektion muss dieser frühzeitig entfernt werden. Heilen Wunden nach zehn Tagen nicht selbstständig ab, müssen diese chirurgisch behandelt werden. Man spricht dann von 2b-, dritt- oder viertgradigen Verbrennungswunden. Bis es zum endgültigen Verschluss kommt, muss die Verletzung vor Infektion und Austrocknen geschützt werden. Silbersulfadiazin, z.B. Flammazinecreme, wird als Antiseptikum verwendet, da es in tiefere Schichten penetriert. Das Silber wirkt an der Oberfläche und ein Teil des Sulfonamids dringt in den Schorf ein. Dabei werden die Vermehrung der Bakterien und das Wachstum des Candida gehemmt. Silbersulfadiazinverbände müssen täglich gewechselt werden. Eine Beimischung von Ceriumnitrat erhöht die antibakterielle Wirkungsweise vom Silber, vor allem gegen den Keim *Pseudomonas aeruginosa*. Einerseits wirkt sich das Ceriumnitrat positiv auf die Immunlage eines geschwächten Patienten aus, andererseits werden die Beurteilung der Wunde und die folgende Operation aufgrund der gerbenden Wirkung erschwert (Towfigh et al., 2011).

Wichtig ist es, Verbände an der Hand möglichst dünn anzubringen, um der Bewegungstherapie nicht hinderlich zu sein. Daumen und Finger sollten einzeln, z.B. mit Schlauchverbänden, versorgt werden (Kitzinger et al., 2009).

### **7.1.2 Operative Behandlung**

Eine operative Sanierung der Wunde ist bei tiefdermalen Verbrennungen notwendig. Der ideale Zeitpunkt zur Deckung der Verbrennungsareale ist dann, wenn die Tiefe endgültig beurteilbar ist, meist am zweiten oder dritten posttraumatischen Tag. An diesen Tagen sollte das Tieferwerden der Verbrennungswunde abgeschlossen sein, jedoch lässt sich das nicht immer genau definieren. Neben der klassischen Deckung mit Spalthaut können in manchen Fällen mit Epithelersatzmaterialien (Suprathel) ebenso gute Ergebnisse erzielt werden. Voraussetzung ist immer eine tiefengerechte Nekrektomie. Die tangentielle Nekrektomie stellt die häufigste Form der chirurgischen Therapie an der Hand dar (Kitzinger et al., 2009).

Spalthauttransplantation als Sheetgraft Transplantat gilt als Standard zur Deckung der Verbrennungsflächen an Händen. Sheetgraft Transplantate haben im Vergleich zu Meshgraft weniger Schrumpfungstendenz und ein ästhetisch besseres Ergebnis. Die Hände werden nach der Operation in entsprechend angepassten Schienen gelagert. Der erste Verbandswechsel wird am fünften postoperativen Tag durchgeführt. Je nach Anheilen des Hauttransplantates wird über den Beginn der Bewegungstherapie entschieden (Kitzinger et al., 2009).

Verbrennungen der Handfläche bedürfen nur selten eines chirurgischen Verfahrens, da die Haut dort dick und gut geschützt ist. Aufgrund der Beschaffenheit und Anatomie der Handfläche ist eine Nekrektomie schwierig und sollte sparsam durchgeführt werden. Vollhauttransplantate oder dicke Spalthauttransplantate werden zur Deckung bevorzugt. Narbenkontrakturen der Handfläche zählen zu den häufigsten Spätkomplikationen, auch nach operativer Versorgung. Wächst die Spalthaut in Bereichen freiliegender Gelenke nicht

erfolgreich ein, kann es zur Infektion mit einhergehender Gelenksversteifung führen. Transplantate mit weiteren Expansionsraten (z.B. Meshgraft oder Meek-Technik) werden dann verwendet, wenn nicht genügend Spenderareale zur Verfügung stehen oder das Überleben des Patienten im Vordergrund steht (Kitzinger et al., 2009).

### **7.1.3 Hautersatz bei Handverbrennungen**

Es besteht bei Verbrennungen der Hand auch die Möglichkeit synthetische Epidermisersatzmaterialien zu verwenden. Voraussetzung ist das Vorhandensein von Hautanhangsgebilde in der Dermis. Beim Erwachsenen kommen Materialien wie z.B. Biobrane und Suprathel zum Einsatz. Biobrane – Handschuh eignet sich gut bei 2a Verbrennungen. Es handelt sich dabei um ein semipermeables Silikonnylonnetz mit einseitiger Beschichtung mit Schweinekollagen Typ 1. Die Vorteile liegen in der geringeren Abheilungszeit, diese Therapie wird als schmerzärmer beschrieben und die Möglichkeit einer sofortigen aktiven und passiven Mobilisierung ist gegeben. Die Wundbeobachtung aufgrund des transparenten Materials wird ermöglicht und die Häufigkeit der Verbandswechsel reduziert. Nach vollständiger Epithelisierung lässt sich die Folie leicht ablösen. Mögliche Flüssigkeitsansammlungen unter der Membran sind abzupunktieren, um einer Infektion vorzubeugen (Kitzinger et al., 2009).

Suprathel wird als Folie geliefert und weist ähnliche Eigenschaften wie das Biobrane auf. Die Verwendung richtet sich auf die Behandlung von oberflächlich dermalen Verbrennungswunden. Durch den Einsatz von Suprathel werden eine schmerzfreie Wunde, eine beschleunigte Epithelisierung sowie die Möglichkeit einer posttraumatisch frühzeitigen, funktionellen Nachbehandlung beschrieben. Die Auflage löst sich nach der Epithelisierung ab (Kitzinger et al., 2009).

Zu den permanent dermalen Ersatzmaterialien gehört das Integra. Es wird heute zum Großteil nur noch im rekonstruktiven Bereich eingesetzt. Matriderm (einzeitiges Verfahren) findet in der Versorgung brandverletzter Areale an Händen

ebenfalls Verwendung. Epigard ist ein kombiniertes Hautersatzmaterial, das an der Hand nur noch zur temporären Wundabdeckung nach Escharo- oder Fasziotomie angewendet wird (Kitzinger et al., 2009).

#### **7.1.4 Deformitäten der Hand**

Das funktionelle Heilungsergebnis ist von der Versorgung der brandverletzten Hand in der Akutphase abhängig. Nach schweren Handverbrennungen kommt es häufig zu Deformitäten. Die lange Immobilität, die Defektdeckungen, falsche Lagerungen oder Wundinfektionen tragen dazu bei. Es sollte bereits unmittelbar nach dem Trauma und der Erstversorgung der Verletzung eine Lagerungsschiene angepasst werden, um jegliche Deformitäten zu verhindern. Das Prinzip der Schienenbehandlung ist, Fehlstellungen der Hand und permanente Kontrakturen zu vermeiden (Kitzinger et al., 2009).

Durch das gute Zusammenspiel eines interdisziplinären Teams und konsequenten Behandlungsstrategien kann bei bis zu 90% der Betroffenen eine normale Handfunktion wiedererlangt werden (Kitzinger et al., 2009).

## **7.2 Verbrennungen im Gesicht**

Rekonstruktionen von Verbrennungswunden in Gesichts- und Halsregionen stellen für das gesamte behandelnde Team eine große Herausforderung dar. Das Gesicht gibt dem Menschen eine persönliche Identität, ist Träger der Sinnesorgane und gilt als Kommunikationsorgan. Neben der adäquaten Wundbehandlung ist es von großer Wichtigkeit, die psychischen Aspekte mitzutherepieren. Gesichtsdeformitäten nach Abschluss der Behandlung lösen beim Betroffenen häufig psychische Beeinträchtigungen aus. Eine angesehene Gesichtsrekonstruktion bietet den Grundstein für ein erfolgreiches Zurückkehren in das private und soziale Umfeld (Pallua, Demir, 2009).

Verbrennungstraumen im Gesicht werden in Phasen gegliedert:

- Akute Phase der Rekonstruktion
- Intermediäre-rekonstruktive Phase
- Spätphase der Rekonstruktion

Nach Erhebung der Befunde wird ein therapeutischer Zeitplan der rekonstruktiven Schritte erstellt. Das Prinzip entspricht der rekonstruktiven Leiter nach Gillies. Diese beinhaltet zu Beginn den Primärverschluss der Wunde, die Hauttransplantationen und Lappenplastiken. In der akuten Phase werden Augenober- und Unterlider, Deformitäten im Mundbereich und Halsregionen behandelt, um bleibende Organschäden, aktive Funktionsdefizite und Deformitäten zu vermeiden. Augenbrauen, isolierte Narbenstränge der Ober- und Unterlippe, der Kinnregion und der Ohren können einer verzögerten chirurgischen Intervention zugeführt werden. Unter gezielter konservativer Narbentherapie kann in diesen Regionen eine Verbesserung des Ausgangsbefundes erlangt werden. Die Gefahr einer dauerhaften Organ- oder Funktionsstörung wird dabei ausgeschlossen. Ein chirurgisch-rekonstruktives Vorgehen darf nur bei ausgereiftem Narbenstatus erfolgen, es sei denn, Narben führen zu funktionellen Beeinträchtigungen (z.B. hypertrophe Narben der Augenlider) (Pallua, Demir, 2009).

#### Akute Phase der Rekonstruktion

In dieser Phase werden eine Anamnese erhoben, Begleitumstände erfasst und eine ausführliche Fotodokumentation durchgeführt. Mit Hilfe einer Bronchoskopie wird ein mögliches Inhalationstrauma diagnostiziert bzw. ausgeschlossen. Weiteres muss abgeklärt werden, ob eine Beteiligung der Augen oder des Trommelfells vorliegt. Eine primäre Nekrektomie im Gesicht ist selten erforderlich. Es erfolgt ein mechanisches Débridement mit antiseptischen Lösungen (z.B. Lavasept) und mit anschließender Wundversorgung durch Silbersulfadiazine oder Lavaseptgel. Eine genaue Evaluierung der Verbrennungstiefe kann erst im Verlauf abgeschätzt werden. Es wird abgewartet, ob eine spontane Heilungstendenz gegeben ist. Treten keine komplizierten Infekte auf, stellt auch eine tief dermale

Verbrennung keine absolute Indikation für ein chirurgisches Verfahren dar. Die Nekrektomie erfolgt erst dann, wenn nach zwei Wochen keine Heilung sichtbar ist, oder sobald eine Infektion auftritt (Pallua, Demir, 2009).

#### Intermediär-rekonstruktive Phase

Darunter versteht man den Zeitraum zwischen der Akut- und Spätversorgung der Verbrennungstraumen. Die Prävention, die Behandlung von Narben und eine mögliche frühsekundäre chirurgische Korrektur gehören dieser Phase an. Eine zeitnahe Deckung granulierender Wunden wird angestrebt, um der Entwicklung hypertropher Narben entgegenzuwirken. Sind Transplantate bereits eingeheilt, erfolgt neben der Physiotherapie das Anlegen von möglichen Heilbehelfsschienen. Lymphdrainagen, tägliche Narbenmassagen und die Versorgung der betroffenen Areale mit feuchtigkeitsspendenden Cremes gehören ebenfalls zu den Tätigkeiten in dieser Phase. Bei der Entwicklung auffälliger Narben werden Kompressionsmasken oder Silikonhartschalen dem Patienten individuell angepasst (Pallua, Demir, 2009).

#### Spätphase der Rekonstruktion

Bei der Behandlung der verletzten Areale wird mit der Wiederherstellung der aktiven Funktionen begonnen. Sekundär erfolgt die Rekonstruktion an der äußeren Nase, den Ohren und an den frontalen Bereichen im Gesicht. Es wird abgeklärt, ob es sich um einen reinen Weichteildefekt handelt oder zusätzliche knöcherne/knorpelige Defekte vorhanden sind. Eine mögliche Schleimhautschädigung muss ebenso evaluiert werden (Pallua, Demir, 2009).

Durch den Einsatz von Hauttransplantationen oder Lappenplastiken im Gesichts- und Halsbereich können ästhetisch gute Ergebnisse erzielt werden. Haut wird an Stellen transplantiert, an denen keine freiliegenden Strukturen vorhanden sind und eine Durchblutung gegeben ist. Das Transplantat sollte aus der unmittelbaren Umgebung des Defekts entnommen werden. Die Deckung der Oberlider erfolgt mittels Spalthaut als Sheetgraft (weniger Schrumpfungstendenz). Zur Wiederherstellung der Unterlider oder Wangen wird Vollhaut verwendet (Pallua, Demir, 2009).

Die Indikation einer Lappenplastik ist gegeben, wenn funktionelle Strukturen freiliegen oder wenn die oberflächliche Gesichtsfaszie nicht mehr vorhanden ist. Es gibt die Methoden der lokalen, regionalen oder freien Lappenplastiken. Zu den lokalen Lappen zählen z.B. Rotationslappen im umliegenden Gewebe. Regionale Lappen werden z.B. an der Schulterregion für die Deckung des Halses entnommen. Stehen keine lokalen oder regionalen Lappen zur Verfügung, muss ein freier Gewebetransfer durchgeführt werden. Spenderareale dafür sind z.B. der Oberarm- oder Radialislappen. Lappenplastiken zeigen keine Schrumpfungstendenzen, somit wird das Revisionsrisiko verringert und die Lebensqualität des Patienten gesteigert. Die regionalen oder lokalen Lappen bieten eine ideale Farb- und Gewebeübereinstimmung. Indikation zum Transfer von regionalen Lappen bieten großflächige Areale im Gesicht und Hals. Kontraindiziert für die Entnahme sind jedoch vernarbte Stellen sowie Regionen, deren Gefäßversorgung beeinträchtigt ist (Pallua, Demir, 2009).

Der Dermisersatz sowie die Expandertherapie gehören ebenso der rekonstruktiven Spätphase an. Der Erfolg von Hautersatzverfahren hängt von korrekter Indikationsstellung sowie von der sorgfältigen, postoperativen Verbandstechnik ab. Weiteres besteht die Möglichkeit, die Anheilung mit Hilfe von V.A.C. – Systemen zu verbessern (Pallua, Demir, 2009).

## **8 Infektionen**

Infektionen zählen zu den häufigsten Todesursachen bei Brandverletzten. In 75% der Fälle ist eine Infektion, bei brandverletzten Patienten mit einem Ausmaß von mehr als 40% der Körperoberfläche, die Todesursache. Alter des Patienten, Immunstatus, Umfang und Schwere der Verletzung sind Faktoren, die abhängig sind für die Wahrscheinlichkeit einer Infektion. Mikrobielle Faktoren, z.B. Art und Anzahl der Organismen spielen zusätzlich eine wichtige Rolle (Gauglitz et al., 2009).

Die Diagnose und die Behandlung von Infektionen bei Brandverletzten gestalten sich besonders schwierig. Die Brandverletzung stellt die extremste Form von traumatischen Verletzungen dar und ist somit Ursache für Veränderungen in den Abwehrmechanismen und der Immunfunktion der brandverletzten Patienten. Durch diese Veränderungen ist der Brandverletzte besonders anfällig für Infektionen und die Ursache für hohe Morbidität und Mortalität (Gauglitz et al., 2009)

Das aggressive und frühe chirurgische Débridement von abgestorbenem und infiziertem Gewebe bildet den Grundstein bei der Behandlung und dem Vermeiden von Infektionen. Allerdings besiedeln Keime die Brandwunden der Patienten sehr rasch und die Infektionsherde müssen schnell identifiziert und mittels einer geeigneten Therapie behandelt werden. Die Wahl der Therapie hängt davon ab, ob es sich um eine Kolonisation oder um eine Infektion handelt. Neben der Wunde können die Atemwege, die Lungen, der Magen-Darm-Trakt, die Harnwege und Zentralvenenkatheter potentielle Herde einer invasiven Infektion sein. Hat sich die Infektion auf den Blutkreislauf ausgebreitet, ist sie oft schwer einzudämmen. Brandverletzungen bedarf hier einer aggressiveren Behandlung (Gauglitz et al., 2009).

Die Diagnose und Behandlung von Infektionen basieren auf der frühen Identifizierung einer infizierten Wunde. Fokale, multifokale oder allgemein dunkelbraune, schwärzliche oder violette Färbung der Wunde sind die häufigsten lokalen Anzeichen für eine Infektion der Brandwunde. Die Änderung einer zweitgradigen Wunde zu einer drittgradigen Nekrose oder in der späteren Phase die Entwicklung einer Nekrose an einer Stelle, deren Gewebe bis dahin gut durchblutet war, ist ein weiteres verlässliches Anzeichen einer Infektion. Verfärbung der Subkutis, Ödeme und/oder violetter Färbung von unverbrannter Haut am Wundrand sind ebenfalls Anzeichen für eine Infektion der Verbrennungswunde (Gauglitz et al., 2009).

Besteht der klinische Verdacht einer Infektion, ist es unbedingt angezeigt Kulturen anzulegen. Die quantitative Bakterienanzahl in der täglichen Routine ist ein guter Indikator für das Nichtvorhandensein oder Vorhandensein einer Infektion. Eine

histologische Biopsie ist das verlässlichste und schnellste Verfahren eine Infektion in der Wunde zu diagnostizieren. Die Präsenz von Mikroorganismen in unverbranntem Gewebe ist das charakteristische histologische Anzeichen für eine Infektion. Andere Ergebnisse, die auf eine Infektion hinweisen sind:

- Thrombosen in kleinen Gefäßen
- ischämische Nekrose in unverbranntem Gewebe
- deutliche entzündliche Veränderungen im unverbranntem Gewebe
- dichte Bakterienbesiedlung in der Subkutis (Gauglitz et al., 2009).

Die Reduzierung der Häufigkeit und die Dauer von septischen Vorfällen werden erzielt, wenn die Kontamination in der Wunde niedrig gehalten werden kann. Regelmäßig, im Bedarfsfall einmal täglich, müssen die gesamte Verbrennungswunde, Stellen mit intaktem Schorf und die exzidiert wurden und Areale, die transplantiert wurden, untersucht werden (Gauglitz et al., 2009).

Wurde eine Infektion diagnostiziert wird aufgrund des mikrobiologischen Antibiogramms des einzelnen Patienten eine spezielle systemische Antibiotika-Therapie durchgeführt. Diese antimikrobielle Therapie stellt allerdings kein Ersatz für ein Débridement von großflächig infiziertem und abgestorbenem Gewebe dar. Ebenso muss die lokale Wundbehandlung dementsprechend angepasst werden (Gauglitz et al., 2009).

Weitere Infektionen:

- oberflächliche Infektionen
- Impetigo
- Katheterassoziierte Infektionen
- Harnwegsinfekte
- Tracheobronchitis
- Pneumonie
- Sepsis (Gauglitz et al., 2009).

## Ausgangspunkt der Organismen

Die Organismen stammen aus der patienteneigenen normalen Flora, von exogenen Quellen in der Umwelt und von Krankenhauspersonal. Grampositive, gramnegative, virale und Hefe- bzw. Pilzorganismen sind Organismen, die bei Patienten eine Infektion auslösen können (Gauglitz et al., 2009).

### Grampositive Organismen:

- Methicillin- resistente Staphylococcus aureus (MRSA)
- Enterokokken
- $\beta$ - hämolytische Streptokokken (Gruppe A)
- koagulase-negative Staphylokokken (Gauglitz et al., 2009).

### Gramnegative Organismen:

- Pseudomonas aeruginosa
- Acinetobacter sp. (Teil der resistenten Flora der Atemwege, der Haut sowie des Magen- Darm- und Urogenitaltraktes)
- Klebsiella- Enterobacter- Gruppe
- Proteus mirabilis und Proteus vulgaris (Gauglitz et al., 2009).

### Pilze:

- Candida
- Aspergillus

Das Einhalten von strengsten Hygienevorschriften ist die wirkungsvollste Maßnahme, den Brandverletzten vor exogenen Bakterien zu schützen (Gauglitz et al., 2009).

## 9 Narbentherapie

Nach der Abheilung von Verbrennungswunden kommt es zur Bildung einer neuen, dünnen unelastischen Hautschicht. Diese besitzt nur wenig Festigkeit und ist somit anfällig für Verletzungen. Durch die Ausscheidung von Kollagen gewinnt die Haut nach einiger Zeit wieder Stärke und Dicke. Hierbei kann es aber zur unkontrollierten Anlagerungen des Kollagens kommen. Grund dafür ist die fehlende Eigenspannung der gesunden Haut, die durch die Verbrennung zerstört wurde. Die Ansammlungen des Kollagens führen in Folge zu hartem, knotenartigem Gewebe. Ohne Gegendruck bzw. Kompression kommt es zur Bildung von hypertrophen Narben oder Keloiden (Clausmeyer et al., 2004). Zu den funktionellen Eigenschaften einer Narbe gehören ihre Derbheit, Unverschiebbarkeit und Kontraktur, subjektiv zählt man juckende, schmerzende, brennende oder andere Empfindungen dazu. Optisch irritiert die Narbe durch Wulstigkeit und Farbveränderungen (Warbanow, 2004).

Kontrakturen von Gelenken führen schon während des Heilungsprozesses zur Beeinträchtigung der funktionellen Fähigkeiten. Dieses Problem stellt auch in der anschließenden Genesung eine ständige Gefahr für den Betroffenen dar. Es wird beobachtet, dass einige Zeit nach der Entlassung des Patienten die Narbenhypertrophie einsetzen kann und sich somit schwere Entstellungen bilden. Kontrakturen und hypertrophe Narben zählen zu den häufigsten Folgeerscheinungen von Brandverletzungen (Günnewig, 2004). Der Reifungsprozess einer Verbrennungsnarbe kann sich über zehn bis 24 Monate erstrecken. Die Massagetherapie ist ein wichtiger Bestandteil in der Behandlung Brandverletzter. Zu ihr zählen die Lymph- und Bindegewebsmassagen. Die Narben werden weicher und Schmerzen somit gelindert (Ziegenthaler, 2004).

Durch manualtherapeutische und muskelrelaxierende Maßnahmen können Bewegungseinschränkungen gut therapiert werden. Um Narbengewebe geschmeidig zu halten, ist es wichtig dem Patienten Kompressionskleidung anzupassen. Diese übt einen konstanten Druck auf die Haut aus. Vor Behandlungen empfiehlt es sich, Narben mit fetten Cremes zu versorgen oder den

Patient während der Körperpflege zu therapieren, denn warmes Wasser und fetthaltige Mittel machen das Gewebe geschmeidiger und schützen trockene Haut vor Einrissen. Die Lagerung der verbrannten Körperstellen in entsprechend angepassten Schienen sowie passives Dehnen wirken der Schrumpfungstendenz der Narbe entgegen. Ein zu starkes Dehnen oder zu langes Lagern in solchen Schienen kann aufgrund des Dehnreizes im Narbengewebe jedoch zur Hypertrophie und somit zur Verstärkung der Kontraktur führen (Günnewig, 2009).

In manchen Fällen ist eine chirurgische Narbentherapie indiziert, es erfolgt eine Exzision der Narbe mit anschließender Deckung (Vollhaut, Spalthaut, Lappenplastiken). Ist die Narbe noch nicht ausgereift (geschwollen, gerötet, schmerzhaft und juckend), wird von operativen Korrekturen abgeraten, es sei denn, sie behindert wichtige funktionelle Körperaktivitäten. Die Behandlung in dieser Phase richtet sich auf die Verringerung der Narbendurchblutung bzw. der Bindegewebsbildung (z.B. mit Lasertherapien) (Hamm, 2009).

Produkte, die sich gut zur Narbenpflege eignen:

- Dexpanthenolsalbe
- Lavendelöl
- Johanniskrautöl: wird vielfach zur Regeneration von Verbrennungsnarben eingesetzt
- Ringelblume: beruhigt und pflegt spröde und trockene Haut
- Olivenöl: macht die Haut geschmeidig (Krause-Wloch, 2004).

Ätherische Öle dürfen nie unverdünnt auf die Haut aufgetragen werden und müssen vor der Anwendung kleinflächig, z.B. an Ellbeuge, auf allergische Reaktionen getestet werden.

Hautpflege mindestens zweimal täglich durchführen, denn die Narbe besitzt keine Eigenfettung mehr. Aufgrund des Verlustes von Talgdrüsen wird das Narbengewebe trocken und spröde (Kreidl, 2013).

## 10 Psychologische Betreuung von Brandverletzten

Eine Brandverletzung stellt für den Patienten ein einschneidendes Erlebnis dar und trifft den Patienten und seine Angehörigen unvorbereitet. Behandlungsteams gehen regelmäßig an persönliche und professionelle Grenzen, um dem Betreuten einen möglichst guten Weg zurück ins Leben zu ermöglichen. Neben der körperlichen Versorgung ist ein großes Maß an Menschlichkeit und emotionaler Unterstützung notwendig. Lange Zeit befindet sich der Patient in einer unsicheren, unangenehmen, schmerzhaften Situation und hat mit völliger oder teilweiser Immobilität, Einschränkungen der äußeren Sinne und einer reduzierten Kommunikationsmöglichkeit zu kämpfen. Die Zeit kann sich für den Patienten langsam und quälend dahinziehen und jegliches Zeitgefühl kann verloren gehen. Der Patient muss sich mit dem Anblick transplantierte Hautstellen und einem „zerstörten“ Körperbild auseinandersetzen (Titscher, 2009).

Funktionserhaltung – und/oder Wiederherstellung, ein möglichst gutes kosmetisches Resultat, die soziale Wiedereingliederung und das psychische Gleichgewicht wiederherstellen, gelten als oberste Ziele in der Behandlung von Brandverletzten. Letzteres ist besonders schwierig, wenn sichtbare Körperstellen, wie Gesicht, Hals, Hände, Brust, u.a. von Verbrennungen betroffen sind. Die Kooperation des Patienten und seiner Angehörigen ist unerlässlich, um all diese Ziele erreichen zu können. Die Rehabilitationsphase, welche bis zu zwei Jahre dauern kann, stellt eine Belastung für die gesamte Familie dar und erfordert Mitarbeit, Disziplin und Motivation, um mit Rückschlägen umgehen zu können. Das längerfristige Ziel darf nicht aus den Augen verloren werden und die Notwendigkeit von Korrekturoperationen erzeugt bei den meisten Patienten Verunsicherung (Titscher, 2009).

Unterschiedliche Anforderungen an die psychologische Betreuung ergeben sich aus den verschiedenen Phasen in der Behandlung von Brandverletzten.

## Akutphase

Der Patient befindet sich hier in einer lebensbedrohlichen Situation. Das Überleben des Verletzten muss sichergestellt werden. Den Patienten beherrscht in dieser Ausnahmesituation vor allem die Angst zu sterben. Brandverletzte sind zu diesem Zeitpunkt oft verwirrt und nicht ausreichend orientiert. Ist der Patient wach und ansprechbar sollte die Kontaktaufnahme erfolgen und dem Patienten sollte die zeitliche und örtliche Einordnung der eigenen Person ermöglicht werden. Ebenfalls sollte über regelmäßige Besuchszeiten eine vertrauensvolle Grundlage für die spätere psychologische Betreuung geschaffen werden (Titscher, 2009).

## Phase der Wunddeckung

In der Regel ist der Patient in dieser Phase bereits stabiler und die Kommunikation funktioniert besser. Schlafstörungen, Alpträume, depressive Verstimmungen, Angst und regressives Verhalten sind vorherrschende psychische Beeinträchtigungen in dieser Phase. Einige Patienten (zwischen acht und 45%) entwickeln nach einer Verbrennung eine posttraumatische Belastungsstörung (Titscher, 2009).

„Eine posttraumatische Belastungsreaktion bezeichnet einen Zustand, der durch sich immer wieder aufdrängende Erinnerungen an das traumatische Geschehen (Flashbacks oder Alpträume) verbunden mit unangenehmen emotionalen Reaktionen (Angst, Panik, Aggression oder auch völlige Teilnahmslosigkeit) und vegetativer Übererregtheit (z.B.: Schlaflosigkeit) gekennzeichnet ist und über einen längeren Zeitraum besteht.“ (Titscher, 2009, zit. aus WHO, 2000, S. 232).

Ob sich eine Belastungsstörung entwickelt, hängt von der individuellen Disposition, vorbestehenden psychologischen/psychiatrischen Erkrankungen und vorhandenen vorbeugenden Ressourcen ab. Patienten mit posttraumatischen Reaktionen können mit Schmerzbewältigungsstrategien und Entspannungsübungen unterstützt werden. Weitere wichtige Aspekte in dieser Phase sind Möglichkeiten zur Ablenkung und das Schaffen einer geordneten Tagesstruktur (Titscher, 2009).

Vor der Entlassung

Die Sorgen über die Reintegration in den Alltag beginnen, wenn die Entlassung greifbar wird. Strategien, die Rehabilitationsphase mit ihren Herausforderungen zu meistern und die Perspektiven, die für Zeit des Nachhausekommens bestehen, sollten noch während des stationären Aufenthalts entwickelt werden. Es wird daran gearbeitet sich mit dem neuen, veränderten Aussehen auseinanderzusetzen und wie mit den Reaktionen aus der Umwelt umgegangen werden kann (Titscher, 2009).

Ambulante Nachkontrolle

Nicht nur die regelmäßige Verlaufskontrolle zur Planung von eventuellen Korrekturoperationen, auch der Verlauf des psychosozialen Zustandes des Patienten ist weiter zu verfolgen. Ambulante Einzeltherapie oder auch Familientherapie ist angezeigt, wenn die soziale Wiedereingliederung, Gefühl der Stigmatisierung, Enttäuschungen über das kosmetische Resultat, familiäre Konflikte oder allgemeine Anpassungsschwierigkeiten für den Patienten und sein Umfeld Hindernisse darstellen (Titscher, 2009).

## **11 Praktikum an der BGU Murnau im Brandverletzten-Zentrum (vom 01.-02. August 2013)**

Patientin X, geb.: 18.5.1934

Aufnahmetag: 26.07.2013

Fr. X. wollte Ringelblumensalbe selbst herstellen. Beim Erwärmen der Substanz (Fett) fing diese an zu brennen. Die Patientin wollte den Topf hinausbringen, trug diesen aber nur mit einer Hand und das heiße Fett lief ihr über die rechte Hand sowie über den rechten Fuß.

Sie zog sich dabei eine 2b – drittgradige Verbrennung zu. Die geschätzte verbrannte Körperoberfläche lag bei ca. 8%.

- Verbrennung Grad 2b des Handgelenkes und der Hand rechts
- Verbrennung Grad 2b der Knöchelregion und des Fußes rechts

Die Patientin wurde von Rettung und Notarzt ins Brandverletzten-Zentrum an der BGU Murnau eingeliefert. Dort erfolgte eine sofortige Erstversorgung im Narkosebad. Sie wurde mit Seife abgewaschen und anschließend desinfizierte man die verbrannten Körperstellen mit Serasept®-getränkten Kompressen. Intraoperativ erfolgte ein chirurgisches Débridement mit darauffolgendem Anlegen eines V.A.C.- Systems an der rechten Hand und am rechten Fuß.

Das Narkosebad mit anschließendem Wechsel des V.A.C.-Systems im OP wird zunächst alle fünf bis sieben Tage durchgeführt.

Diagnosestellung durch den Arzt:

- rechter Unterarm und rechter Handrücken Blasenbildung mit bläulicher Verfärbung der Haut
- Unterarm zirkulär verbrannt
- Finger durchblutet und sensibel
- rechter Fußrücken mit streckseitigen Zehen und Knöchel zirkuläre Blasenbildung, Wundgrund thrombosiert, keine Rekapillarisation
- Fuß warm und durchblutet
- keine Infektionszeichen

Zweites Narkosebad am 01.08. 2013.

Fr. X. wird erneut in Narkose versetzt. Nach Entfernen aller Verbände wird eine Ganzkörperwaschung unter möglichst sterilen Bedingungen durchgeführt. Hierbei werden auch die verbrannten Areale gründlich mit Seife abgewaschen. Nach der Körperpflege erfolgt eine Abdeckung des gesamten Körpers mit seraseptgetränkten Kompressen. Die Patientin wird in Folge mit trockenen Handtüchern und darüber liegender Wärmedecke umwickelt und unter Aufsicht der Anästhesie und der Pfleger in den OP transferiert.

Dort erfolgt ein chirurgisches Débridement mit dem Versajet® Hydrochirurgie-System (Hochdruckwasserstrahl für schonendes, sauberes und präzises Arbeiten). Verbrannte Areale werden mit Spalthaut gedeckt, als Entnahmestelle dient hier der rechte Oberschenkel. Nach der Defektdeckung werden die rechte Hand sowie der rechte Fuß erneut mit einem V.A.C.- System versorgt. Unter dem Schaumstoff des V.A.C.'s wird eine Schicht Acticoat flex® angebracht. Die Spalthautentnahmestelle wird mit Xeroflo® und trockenen Kompressen verbunden. Nach Beendigung der OP kommt Fr. X. zurück auf die Intensivstation.

Der nächste Verbandwechsel der Spalthautentnahmestelle erfolgt lt. AVO täglich, wobei die Xerofloschicht belassen wird (diese fällt von selbst ab). Es werden lediglich die darüber liegenden Kompressen gewechselt. Der V.A.C.- Verband verbleibt wieder für fünf bis sieben Tage bis zum nächsten Verbandwechsel. Je nach dem Zustand der Wunde entscheidet sich der weitere Therapieverlauf.

## 12 Schlussfolgerung

Schwere Schädigungen des Organismus stellen jede Verbrennung oder Verbrühung dar, wenn mehr als 10% der Körperoberfläche betroffen sind. Viele Verbrennungsoffer könnten ohne den heutigen medizinischen Fortschritt nicht oder nur mit wesentlich schlechteren Ergebnissen überleben. (so z.B. Möglichkeit der Hautzüchtung, moderne intensivmedizinische Verfahren). Verbrennungstiefe, Ausmaß der Verbrennung, aber auch Vorerkrankungen entscheiden über die Prognose. Vorerkrankungen erschweren bei großflächigen Verbrennungen den Heilungsprozess, jedoch ist das Überleben nicht nur vom medizinischen Fortschritt abhängig. Die spätere Lebensqualität hängt auch in entscheidendem Maße von seiner eigenen Aktivität ab. Eine entscheidende Rolle spielen der Lebenswille, die Mitarbeit in einer Physiotherapie und die Wiedereingliederung in sein soziales Umfeld (Kamolz et al., 2007).

Entscheidend für die Erhaltung der Organfunktionen und der Lebensqualität des Patienten ist die professionelle Erstversorgung am Unfallort, durch Sicherung der Vitalfunktionen, die Wahl eines geeigneten Krankenhauses und die frühe lokale Therapie (Malzer, 2009). Hier steht eine Vielzahl verschiedener Produkte zur Verfügung, so z.B. Flammazine, Betaisodona oder auch Polyhexanide. Als Wundauflagen sind z.B. Suprathel oder Biobrane zu nennen.

Weiterhin entscheidend für das Überleben des Patienten ist die frühzeitige und konsequente operative Behandlung der Brandwunden. Der plastisch- chirurgische Wundverschluss mittels Auto-, Allo- und Xenografts sollte rasch gewählt werden. Als moderne Therapieoptionen kommen Dermisersatzstoffe und im Labor gezüchtete Haut (Keratinozytensuspension/-transplantate) dazu (Hartmann, Ottomann, 2009). Kultivierte Hautersatzprodukte können lebensrettend sein, müssen jedoch noch verbessert werden, um die Qualität von Spalthaut oder Vollhaut zu erreichen (Horch, Kopp, 2009).

Verbrennungen der Hand und der Gesichtsregion werden als schwere Verletzungen definiert und stellen eine große Herausforderung dar. Oberste Priorität bei der Behandlung von Handverletzungen ist neben der Escharatomie

die frühzeitige Nekrektomie und der rasche Wundverschluss innerhalb der ersten drei bis vier posttraumatischen Tage. Durch die funktionelle Rehabilitation und der Zusammenarbeit eines interdisziplinären Teams kann bei bis zu 90% der Patienten eine normale Handfunktion wiedererlangt werden (Kitzinger et al., 2009). Der Behandlung von Gesichtsverbrennungen kommt als Bestandteil der persönlichen Identität, als Kommunikationsorgan und Träger von Sinnesorganen eine große Bedeutung zu. Der Grundstein für ein erfolgreiches Zurückkehren in das Sozial- und Arbeitsleben ist eine erfolgreiche Gesichtsrekonstruktion (Pallua, Demir, 2009).

Ursache für die hohe Morbidität und Mortalität bei Brandverletzungen stellt die Infektion der Brandwunde dar. Nicht nur die Infektion der Brandwunde, auch an anderen Stellen stellt eine Infektion, vornehmlich in der Lunge, die häufigste Todesursache bei Verbrennungspatienten dar. Durch die Anwendung einer wirksamen mikrobiellen Therapie, die frühzeitige Wundexzision und durch die Verfügbarkeit von wirksamen Verbänden konnte das Auftreten von Infektionen bei Brandverletzten reduziert und die Überlebenschancen der Patienten gesteigert werden (Gauglitz et al., 2009).

Die Nachbehandlung von Brandverletzten ist unbestritten entscheidend und im Mittelpunkt steht die Wiedererlangung der Funktionsfähigkeit und der Lebensqualität. Eine möglichst frühzeitige Wiederherstellung, Folgeschäden und Einschränkungen zu minimieren und/oder zu kompensieren sind die Ziele der Nachbehandlung. Unter Umständen ist eine lebenslange Nachbetreuung notwendig. Die Phase der Narbenentwicklung und deren Behandlung, vegetative Funktionen zu stabilisieren, Kraft und Ausdauer zu trainieren und die Körperaktivitäten zu verbessern kommen einer besonderen Bedeutung zu. Es bedarf erfahrener psychologischer und psychotherapeutischer Begleitung, zur Bewältigung psychologischer Reaktionen bei Betroffenen, aber auch bei Personen aus dem sozialen Umfeld (Hold et al., 2009).

Die gesamte Rehabilitationsphase stellt eine enorme Belastung für die gesamte Familie dar und verlangt Disziplin und Motivation, um mit Rückschlägen umgehen zu können. Viele brandverletzte Patienten leben mit großen Verunsicherungen

und machen ihnen sehr schnell klar: Brandverletzt ist man sein Leben lang (Titscher, 2009).

## 13 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Verbrennungszonen nach Jackson. Jackson beschrieb 1953 die radiäre Ausbreitung thermischer Schäden im Gewebe. Am Ort maximaler Hitzeeinwirkung findet sich die avitale "Koagulationszone" (Nekrose), die von einer vital gefährdeten "Stasezone" umgeben wird, in der das Gewebe nach Trauma um das Überleben ringt. In der Peripherie schließt sich eine hyperämische entzündliche Zone an .....	6
Abb. 2: Verbrennungsgrade.....	8
Abb. 3: Epifasziale Nekrektomie am Beispiel des Unterschenkels .....	13
Abb. 4: von links nach rechts zunehmende Dicke des Hauttransplantates; die Dicke des Transplantates reicht von sog. dünnen Spalthaut- Transplantaten (0,2mm) bis hin zur Vollhaut (rechts) mit Einschluss aller Hautschichten .....	23

## 14 Literaturverzeichnis

**Bahm J. (2004).** Einführung in die plastisch- chirurgische Nachbehandlung von Verbrennungsnarben. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 203

**Clausmeyer H.J., Seidel N., Friedrich M., Hamm B. (2004).** Kompressionsware. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 195

**Fritsche A., Fritsche F. (2003).** Unfallchirurgie. Kurzlehrbuch für Ausbildung und Praxis. Stuttgart. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH

**Gauglitz G., Herndon D., Kamolz L.P., Jeschke M. (2009).** Die Pathophysiologie von Verbrennungswunden. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.).** Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 5

**Gauglitz G., Herndon D., Kamolz L.P., Jeschke M. (2009).** Die Pathophysiologie von Verbrennungswunden. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.).** Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 8

**Gauglitz G., Herndon D., Kamolz L.P., Jeschke M. (2009).** Infektionen bei Brandverletzten. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.).** Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 145- 157

**Günnewig M. (2004).** Behandlung und Pflege eines Brandverletzten auf Intensivstation. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 20- 27

**Günnewig M. (2004).** Behandlung und Pflege eines Brandverletzten auf Intensivstation. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 31

**Günnewig M. (2004).** Behandlung und Pflege eines Brandverletzten auf Intensivstation. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 34

**Günnewig M. (2004).** Behandlung und Pflege eines Brandverletzten auf Intensivstation. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 38- 41

**Günnewig M. (2004).** Behandlung und Pflege eines Brandverletzten auf Intensivstation. In: **Krause- Wloch P. (Hg.)**. Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 53

**Haller H. (2009).** Verbrennungstiefe und Ausmaß. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 159

**Hardy T. (o.J.)**. „Besser ein kleines Feuer, das dich wärmt, als ein großes, das dich verbrennt“. <http://www.indinger.de/zitate/kategorien.php?kategorie=Feuer>. (25.08.2013)

**Hartmann B., Ottomann C. (2009).** Chirurgische Therapie von Erwachsenen. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 73-85

**Hintner M., (2013).** Das thermische Trauma. Skriptum Wundmanagement. Vorgelegt am AZW West. Innsbruck.

**Hold A., Kamolz L.P., Paternostro-Sluga T., Frey M. (2009).** Nachbehandlung von Verbrennungen. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 219

**Horch R., Kopp J. (2009).** Haut und Hautersatz, Tissue Engineering. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 123- 127

**Horch R., Kopp J. (2009).** Haut und Hautersatz, Tissue Engineering. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 140

**Kamolz L.P., Andel H., Frey M. (2007).** Verbrennung und Verbrennungsbehandlung. In: **Wild T., Auböck J. (Hg.)**. Manual der Wundheilung. Chirurgisch- dermatologischer Leitfaden der modernen Wundbehandlung. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 207- 210

**Kamolz L.P., Andel H., Frey M. (2007).** Verbrennung und Verbrennungsbehandlung. In: **Wild T., Auböck J. (Hg.)**. Manual der Wundheilung. Chirurgisch- dermatologischer Leitfaden der modernen Wundbehandlung. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S 213

**Kitzinger H., Karle B., Frey M. (2009).** Verbrennungen der Hand. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 95- 103

**Kitzinger H., Karle B., Frey M. (2009).** Verbrennungen der Hand. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 108

**Kloeters O., Germann G., Megerle K. (2009).** Aufnahme und Erstversorgung von schwer Brandverletzten. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 32

**Kloeters O., Germann G., Behr B. (2009).** Lokale Therapie der Verbrennungswunde. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 41- 44

**Krause Th., Loerkroks T. (2008).** Prähospitalphase. In: **Wappler F., Spilker G. (Hg.)**. Verbrennungsmedizin. Vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Stuttgart. Georg Thieme Verlag. S. 20-21

**Krause Th., Loerkroks T. (2008).** Prähospitalphase. In: **Wappler F., Spilker G. (Hg.)**. Verbrennungsmedizin. Vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Stuttgart. Georg Thieme Verlag. S. 25

**Krause- Wloch P. (2004).** Die Narbenpflege. In: **Krause- Wloch P. (Hg.)**. Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 192

**Kreidl F. (2013).** Narben. Skriptum Wundmanagement. Vorgelegt am AZW West. Innbruck.

**Malzer R. (2009).** Erstmaßnahmen am Unfallort. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 25

**Meissl G. (2009).** Die Verbrennungsbehandlung – ein historischer Überblick. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 1

**Pallua N., Demir E. (2009).** Chirurgische Behandlung von Gesichtsverbrennungen. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.)**. Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 111-115

**Pallua N., Markowicz M. (2008).** Primär plastisch- chirurgische Therapie. In: **Wappler F., Spilker G. (Hg.)**. Verbrennungsmedizin. Vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Stuttgart. Georg Thieme Verlag. S. 41- 42

**Schumpelick V., Bleese N., Mommsen U. (Hg.) (2006).** Chirurgie. 7. korrigierte Auflage. Stuttgart, NewYork. Georg Thieme Verlag.

**Titscher A. (2009).** Psychologische Betreuung von Brandverletzten. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.).** Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S. 231- 233

**Towfigh et al. (2011).** Handchirurgie. Band 2. Berlin, Heidelberg, NewYork. Springer- Verlag.

**Voggenreiter G., Dold C. (2009).** Wundtherapie. Wunden professionell beurteilen und erfolgreich behandeln. Stuttgart, NewYork. Georg Thieme Verlag

**Wappler F., Spilker G. (Hg.) (2008).** Verbrennungsmedizin. Vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Stuttgart. Georg Thieme Verlag KG. aus Vorwort

**Warbanow K. (2004).** Narbenbehandlung mit Laser. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 209

**Ziegenthaler H. (2004).** Brandverletzt – wie geht es weiter? Konzept einer flexiblen und effizienten Rehabilitation. In: **Krause- Wloch P. (Hg.).** Brandverletzt. Ein Leitfaden. Idstein. Schulz- Kirchner Verlag GmbH. S. 129

Abb 1:

**Wappler F., Spilker G. (2008).** Verbrennungsmedizin. Vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Stuttgart. Georg Thieme Verlag

Abb 2:

Verbrennungsgrade

[http://durchs\\_feuer\\_gegangen.beepworld.de/verbrennungen.htm](http://durchs_feuer_gegangen.beepworld.de/verbrennungen.htm) (31.08.2013)

Abb. 3:

**Horch R., Kopp J. (2009).** Haut und Hautersatz, Tissue Engineering. In: **Kamolz, Herndon, Jeschke (Hg.).** Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Wien, NewYork. Springer- Verlag. S.125

Abb. 4:

**Schumpelick V., Bleese N., Mommsen U. (Hg.) (2006).** Chirurgie. 7. korrigierte Auflage. Stuttgart, NewYork. Georg Thieme Verlag.

### Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden. Diese Arbeit wurde noch nicht anderweitig eingereicht.

Innsbruck, im Oktober 2013

Madlen Werner

### Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden. Diese Arbeit wurde noch nicht anderweitig eingereicht.

Innsbruck, im Oktober 2013

Michaela Trojer