

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und  
Gesichtschirurgie  
des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf  
Direktor Professor Dr. Dr. R. Schmelzle

## **Mediane Thoraxdefekte**

**Ein stufenorientiertes Behandlungskonzept unter besonderer  
Berücksichtigung des modernen Wundmanagements und der  
plastischen Deckung**

Promotion

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Dr. med. dent. Eva- Monika Gudewer (geb. Dürig)  
aus Hamburg

Hamburg 2006

Angenommen vom Fachbereich Medizin

der Universität Hamburg am: 24.05.2006

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs  
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Dr. R. Schmelzle

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter: PD Dr. Dr. H. Heiland

Prüfungsausschuss, 3. Gutachter: Prof. Dr. Ch. Lohmann

## Inhalt

<b>1 Arbeitshypothese und Fragestellung</b>	<b>3</b>
<b>2 Einleitung</b>	<b>4</b>
2.1 Grundlagen	4
2.1.1 Phasen der Wundheilung	4
2.1.2 Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen	5
2.1.3 Lokales Milieu chronischer Wunden	8
2.2 Modernes Wundmanagement	10
2.2.1 Wundbehandlung durch Kausaltherapie	11
2.2.2 Stufen der Lokaltherapie	12
2.2.2.1 Debridement und Antiseptik	14
2.2.2.2 Moderne Techniken und Wundauflagen	15
2.2.2.3 Defektverschluss	22
2.2.2.4 Postoperatives Management und Komplikationen	23
<b>3 Material und Methoden</b>	<b>26</b>
3.1 Patientengut	26
3.2 Datenerfassung	26
3.3 Deskriptive Darstellung	27
3.4 Modifiziertes Modell der modernen Wundversorgung	28
<b>4 Ergebnisse</b>	<b>29</b>
4.1 Spezielle Diagnosen	29
4.2 Wundmanagement bei Sternumdefekten	31
4.2.1 Behandlungsbeginn	31
4.2.2 Kausale Therapie bei Wundheilungsstörungen	33
4.2.2.1 Allgemeine Anamnese und Diagnose	33
4.2.2.2 Minimierung der Risikofaktoren	36
4.2.3 Lokaltherapie	38
4.2.3.1 Bewertung der Wunden	38
4.2.3.2 Stufen der Lokaltherapie	40
4.2.4 Komplikationen	53
4.2.4.1 Systemische Komplikationen	54
4.2.4.2 Lokale Komplikationen	55
4.3 Stufenmodell: Dynamisches Wundmanagement	58
4.4 Behandlungsdauer	60

<b>5 Diskussion</b>	63
5.1 Spezielle Diagnosen	63
5.2 Wundmanagement bei Sternumdefekten	64
5.2.1 Behandlungsbeginn	64
5.2.2 Kausale Therapie bei Wundheilungsstörungen	65
5.2.2.1 Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen	65
5.2.2.2 Systemische Therapie	67
5.2.3 Stufen der Lokaltherapie	69
5.2.3.1 Debridement und Antisepetik	70
5.2.3.2 Wundkonditionierung mit Vakuumverbänden	71
5.2.3.3 Defektverschluss	72
5.2.3.3 Reevaluation und postoperatives Management	75
5.2.4 Komplikationen	76
5.3 Stufenmodell “Dynamisches Wundmanagement“	76
5.4 Behandlungsdauer	77
5.5 Ausblicke	77
<b>6 Zusammenfassung</b>	79
<b>7 Literaturverzeichnis</b>	81
<b>8 Abkürzungen</b>	96
<b>9 Danksagung</b>	98
<b>10 Lebenslauf</b>	99
<b>11 Erklärung</b>	101

## **1 Arbeitshypothese und Fragestellung**

Die Versorgung von ausgedehnten Defekten und Wunden im Bereich des Sternums erfordert eine interdisziplinäre Zusammenarbeit. Wundheilungsstörungen nach einer Herzoperation mit Sternotomie, Sternumosteomyelitis nach einer Strahlentherapie oder die Deckung einer Fehlbildung mit medianer Körperspalte (Cantrell-Syndrom) sind Herausforderungen für die behandelnden Ärzte und das Pflorgeteam.

Die betroffenen Patienten sind meist multimorbide und somit nicht nur Risikopatienten für operative Eingriffe, sondern auch für das Auftreten von Wundheilungsstörungen. Die ausgedehnten thorakalen Defekte können nur mit Methoden der plastischen Chirurgie verschlossen werden, brauchen aber zusätzlich ein prä- und postoperatives Wundmanagement. Es sind Entscheidungskriterien erforderlich, um einen sinnvollen Einsatz moderner Lokaltherapien zu gewährleisten und den Zeitpunkt und die Art des Defektverschlusses zu bestimmen.

Auf der Basis des modernen Wundmanagements wird ein weiterführendes Therapiekonzept entwickelt. Es soll phasengerechte Behandlungsschritte ermöglichen, die Erkenntnisse des modernen Wundmanagements in allen Behandlungsphasen aufzeigen, bei Komplikationen weiterhelfen und die Lebensqualität des Patienten berücksichtigen und verbessern.

Hierzu wird einleitend auf die Physiologie der Wundheilung eingegangen, es werden Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen aufgeführt und die Möglichkeiten der modernen Wundtherapie dargestellt. Die Auswertung von vierzehn Behandlungsverläufen zeigt die spezielle Problematik dieser komplexen Wunden und Defekte auf. Es wird ein Stufenkonzept zur Versorgung von medianen Thoraxdefekten entwickelt, das die kausale Therapie neben die lokale Therapie stellt, die Dynamik im Verlauf der Wundheilung und Wundbehandlung berücksichtigt und mögliche Komplikationen und deren Management einbezieht. Dieses Modell zum Wundmanagement und die vorgestellten modernen Techniken und Materialien der Wundversorgung liefern Entscheidungshilfen für die Behandlungsmaßnahmen und die Auswahl geeigneter Therapeutika.

## 2 Einleitung

Defekten im Bereich des Sternums können unterschiedlichen Erkrankungen zu Grunde liegen. Meist sind sie Folge von Wundheilungsstörungen nach kardiochirurgischen Eingriffen mit medianer Sternotomie, sie können aber auch Spätkomplikation einer Strahlentherapie sein oder auf einer Fehlbildung beruhen, wie dem Cantrell-Syndrom mit Sternumdefekt und Ektopia cordis.

Die Behandlung dieser Patienten ist langwierig und erfordert ein umfassendes Konzept. Eine optimale Therapie der systemischen Erkrankungen ist in Hinblick auf die Minimierung der Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen als wesentlicher Teil der Therapie zu werten. Die lokale Therapie muss sich am Zustand der Wunde orientieren. Sie soll auf die plastische Deckung vorbereiten und nach der plastischen Deckung die Wunde schützen und Wundheilungsstörungen vorbeugen.

Die rasante Entwicklung des modernen Wundmanagements hat auch für die Behandlung ausgedehnter Defekte im Bereich des Sternums neue Behandlungsmöglichkeiten geschaffen. Durch phasengerechte Behandlungsschritte kann die plastische Deckung des Defektes vorbereitet, der Erfolg gesichert und der Krankenhausaufenthalt für die Patienten in vielen Punkten angenehmer gestaltet und mitunter auch erheblich verkürzt werden.

### 2.1 Grundlagen

#### 2.1.1 Phasen der Wundheilung

Die Heilung einer akuten Wunde verläuft in drei Phasen. Der Ablauf der Heilungsphasen erfolgt überlappend, so dass in einer Wunde unterschiedliche Heilungsphasen anzutreffen sind. Die Kenntnis der Phasen der Wundheilung ist für das Verständnis der Arbeit wesentlich. Sie werden kurz zusammengefasst (Münter 2005):

1. Die **exsudative Phase** beginnt mit der Blutstillung durch die Funktion der Thrombozyten. Einwandernde Granulozyten leisten das primäre Wunddebridement und wehren eine bakterielle Invasion ab. In der späteren Phase steuern Makrophagen durch Freisetzung vom Mediatoren die Funktion

der anderen Bindegewebszellen: Lymphozyten, Fibroblasten, Keratinozyten, Endothelzellen (z. B. Interleukin-1, TNF-Alpha). Außerdem werden von den Makrophagen Wachstumsfaktoren freigesetzt, die hemmend oder fördernd auf das Zellwachstum und die Proliferation wirken (z. B. PDGF, EGF, IGF-1, TGF- $\beta$ ). Die exsudative Phase endet nach ca. 72 Stunden.

2. Die **proliferative Phase** führt zur Bildung eines stark vaskularisierten Granulationsgewebes. Die Adhäsion von Zellen im Fibrinnetzwerk der Wundmatrix wird u.a. durch das Glycoprotein Fibronectin vermittelt. Zusätzlich werden durch chemotaktische Reize zielgerichtete Zellbewegungen ausgelöst. Die proliferative Phase beginnt am zweiten Tag und dauert ca. vierzehn Tage.
3. Die **reparative Phase** dient der Reifung des neuen Bindegewebes und dem Aufbau der Epidermis. Kollagenfasern werden gebildet, die Zelldichte und Vaskularisation nehmen ab. Die Epithelisierung erfolgt vom Wundrand her, die Keratinozyten wandern über das Granulationsgewebe. Erst nach Verankerung der Epithelzellen untereinander durch Desmosomen steigt allmählich die Widerstandskraft des neuen Epithels gegenüber Scherkräften beim Verbandwechsel. Diese Phase beginnt am dritten Tag und kann mehrere Monate dauern.

### 2.1.2 Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen

Wunden, die antiseptisch versorgt werden, heilen bei einem gesunden Körper innerhalb von Tagen bis Wochen. Der Ablauf der physiologischen Wundheilung kann aber durch lokale oder systemische Störfaktoren blockiert und verändert werden. Die Wunde zeigt keine Heilungstendenz und wird zur chronischen Wunde.

Ursachen für die Entstehung chronischer Wunden sind nach Lang (1996) und Smola (2001) lokale Störfaktoren und systemische Erkrankungen. Probst und Vassel-Biegans (2004) fassen wesentliche Einflussfaktoren auf die Wundheilung in einem Kapitel ihres Buches systematisch zusammen. Folgende Erkrankungen sollten bei der Risikoeinschätzung für Wundheilungsstörungen unbedingt erfasst werden:

**Gefäßberkrankungen:** Anhaltende Druckwirkung, Lymphödeme oder chronisch venöse Insuffizienz führen zu Perfusionsstörungen. Arteriosklerotische Gefäßveränderungen bedingen eine Gewebeischämie.

**Metabolische Erkrankungen:** Diabetische Stoffwechsellentgleisungen stören die proinflammatorischen Mediatorsysteme, so dass die Ausbildung von Granulationsgewebe unzureichend ist. Eine verminderte Phagozytosefähigkeit von Makrophagen und Granulozyten trägt zur erhöhten Infektanfälligkeit bei (Andreassen 1987). Bei Gicht ist die Wundheilung ebenfalls beeinträchtigt.

**Infektionen:** Jede Wunde, auch die Operationswunde ist mit Keimen kontaminiert. Je nach Menge, Art, Virulenz und Pathogenität der Keime kommt es in Abhängigkeit von der Kompetenz des Immunsystem zur erfolgreichen Abwehrreaktion oder Wundinfektion. Die Wunde zeigt die typischen Entzündungszeichen: Rötung, Schwellung, Überwärmung, Schmerzen und Funktionseinschränkung. Infektionen werden durch Nekrosen, Gewebeflüssigkeit, älteres Blut oder Fremdkörper in der Wunde begünstigt. Infizierte Wunden heilen nicht.

**Lebererkrankungen:** Leberschäden führen zu schwerwiegenden Gerinnungsstörungen. Liegen zusätzlich ein Eisen- und Eiweißmangel vor, wird die Ausbildung von Seromen und Hämatomen und damit auch von Wundinfektionen begünstigt.

**Niereninsuffizienz:** Störungen im Kalzium-Phosphat-Stoffwechsel führen zu einer Hemmung der Kalzium-Reabsorption und verminderter Vitamin D<sub>3</sub>-Synthese. Die drohende Hypokalzämie wird durch Anstieg des Parathormons und Freisetzung von Kalzium und Phosphat aus dem Knochen kompensiert. Es kann zu Kalziumeinlagerungen im Gewebe und in Gefäßwänden mit der Folge einer Gewebeischämie kommen (Niescher-Lüft 2005).

**Obstruktive Atemwegenerkrankungen:** COLD (chronic obstructive lung disease), Asthma bronchiale und andere Lungenerkrankungen mit Störung des Gasaustausches bedingen eine Hypoxämie im Gewebe. Bei Therapie der COLD

mit Glukokortikoiden kommt deren wundheilungshemmende Wirkung zum Tragen.

**Tumoren:** Bei ungesteuertem Zellwachstum in Tumoren wird die Gewebekontinuität zerstört, so dass eine Wundheilung im Tumorareal nicht möglich ist.

**Chronisch entzündliche Erkrankungen:** Vaskulitiden, wie das Pyoderma gangraenosum, haben eine erhöhte Entzündungsaktivität. Erst wenn diese durch antinflammatorische bzw. immunsupprimierende Medikamente eingedämmt wird, schreitet die Wundheilung voran.

**Ernährungsstörungen:** Mangelernährung, Fehlernährung (Zinkmangel) oder katabole Stoffwechsellage (z.B. bei Tumorkachexie) bedingen eine unzureichende Versorgung des Granulationsgewebes. Casey (1998) hebt die Bedeutung einer ausgewogenen Ernährung für die Wundheilung hervor. Adipöse Patienten sind wegen der geringen Durchblutung des Fettgewebes und häufigen Begleiterkrankungen gefährdet.

**Arzneistoffe:** Antiproliferative Medikamente (Zytostatika, Glukokortikoide) hemmen die Zellproliferation und Zelldifferenzierung in der Wunde. Die Immunkompetenz ist eingeschränkt. Infektionen sind häufiger und die Wundheilung schreitet langsamer voran als bei nicht betroffenen Patienten. Nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) bedingen einen verminderten Prostaglandinmetabolismus und beeinflussen (insbesondere die Acetylsalicylsäure) die Blutgerinnung, sie sind ebenfalls wundheilungshemmend (Stadelmann 1998). Der Mechanismus ist nicht sicher geklärt. Bei Antikoagulanzen wie Heparin und Cumarinen besteht das Risiko von Blutung und Hämatom mit nachfolgender Wundinfektion.

**Genussmittel:** Nikotin führt auf Grund seines adrenergen Effektes zu Vasokonstriktion mit Hypoxie (Jensen 1991). Das Risiko auffälliger Narbenbildungen und peripherer Ulzera ist erhöht (Karukonda 2000). Übermäßiger Alkoholkonsum geht oft mit unausgewogener Ernährung, reduziertem Allgemeinzustand und geschwächter Immunabwehr einher.

**Lebensalter:** Mit dem Lebensalter steigt die Wahrscheinlichkeit von Wundheilungsstörungen. Die Ursache scheint aber nicht eine verminderte Fähigkeit zur Reparatur, sondern eher eine höhere Inzidenz von Grunderkrankungen, Ernährungsstörungen oder reduzierter Immunkompetenz zu sein (Thomas 2001).

**Strahlentherapie:** Nach der Behandlung von retrosternalen Tumoren mit ionisierenden Strahlen können Strahlenschäden auch zu Nekrosen und Wunden im Sternumbereich führen. Die Heilung dieser Läsionen ist wegen der irreversiblen Gefäßschädigung mit Störung der Durchblutung und Atrophie der Haut nur sehr schwer zu erreichen (Howe 1995).

**Münchhausensyndrom:** Durch Manipulation am eigenen Körper werden Wunden erzeugt oder bestehende Wunden so in der Heilung gestört, dass chronische Wunden entstehen. Die chronische Wunde wird demonstriert, um den Kontakt zur Umwelt zu erhalten (Aubök 2005).

### 2.1.3 Lokales Milieu chronischer Wunden

Wunden in gut durchbluteten Körperregionen (z. B. Gesicht) heilen prinzipiell schneller als Wunden in schlechter perfundierten Körperteilen (z. B. Unterschenkel). Gut durchblutete Muskulatur heilt schneller als bradytrophes Sehnen-, Faszien- oder Knorpelgewebe. Wunden der Anal- und Genitalregion, sowie Wunden in Hautfalten sind infektanfälliger als Wunden auf glatten Körperoberflächen.

Ist die Sauerstoffversorgung z. B. aufgrund einer peripheren arteriellen Durchblutungsstörung oder einer schweren COLD unzureichend, heilt die Wunde nicht oder nur verzögert. Die Enzymsynthese ist reduziert, die Zellproliferation stagniert und

es entsteht minderwertiges Kollagen. In chronischen Wunden beträgt der Sauerstoffpartialdruck typischer Weise weniger als 20mmHg, normal ist im Wundgebiet ein Wert von über 35 mmHg. Methoden wie die Hyperbare Sauerstofftherapie sollen das Sauerstoffangebot im Wundgebiet erhöhen (Tibbles 1996).

Die chemischen Reaktionen und die Migration der Zellen benötigen ein feuchtes Milieu. Das Prinzip der feuchten Wundbehandlung wurde bereits 1963 von Winter beschrieben und der trockenen Wundbehandlung in Tierversuchen gegenübergestellt. Die Wunden unter Polyurethanfolie heilten schneller als trockene Wunden. Hinman (1963) zeigte die Wirksamkeit dieses Prinzips am Menschen. Vogt (1995) bestätigte die Vorteile der feuchten Wundbehandlung. Heute gibt es keinen Zweifel mehr, dass das Prinzip der feuchten Wundbehandlung die Heilung fördert. Durch Senken des lokalen Sauerstoffdrucks unter dem Okklusivverband wird die Angiogenese gefördert, die Epithelisierung beschleunigt und die Wunde vor Kontamination geschützt (Varghese 1986). Allerdings wird auch über Kontraindikationen bzw. Einschränkungen für die feuchte Wundtherapie berichtet. Gretener (2001) nennt Wunden mit kritischer Ischämie, die durch arterielle Perfusionsstörungen bedingt sind, sowie infizierte, fistelnde oder Wunden mit freiliegendem Knorpel und freiliegenden Sehnen als Kontraindikation. Auch vaskulitische Wunden und exulzierende Tumoren werden als nicht geeignet erwähnt.

Ein weiterer wesentlicher Milieufaktor ist die Temperatur des Wundgebietes. Chemische Reaktionen der Zellfunktionen haben ihr Temperaturoptimum nahe der Körpertemperatur. Eine kühle Wunde heilt schlecht. Bereits das Auskühlen einer Wunde beim Verbandswechsel und eine nicht auf Körpertemperatur erwärmte Spülflüssigkeit hemmen die Prozesse der Wundheilung (Neander 2002).

Eine Wunde braucht zum Heilen Ruhe und möglichst wenig mechanische Belastung. Über Gelenken haben Wunden wenig Heilungsrue, die Narben kontrahieren stärker und werden flächiger. Es ist alles zu vermeiden, was die Wundruhe stört: Häufige Verbandswechsel bei sauberer Wunde stören die fortschreitende Epithelisierung. Mechanische Belastung durch Ödeme oder die Perfusion störende Druckbelastung von außen sind ebenfalls zu vermeiden.

Im Exsudat normaler Wunden werden Zytokine mit wachstumsfördernden Eigenschaften nachgewiesen (z. B. TGF- $\beta$ , EGF, bFGF, PDGF- $\beta$ ). In der Wundflüssigkeit chronischer Wunden werden weniger oder teilweise inaktive Wachstumsfaktoren gefunden. Andererseits bilden sich erhöhte Konzentrationen von Plasminogenaktivator und Matrix-Metallo-Proteasen (MMP) (Benett 1993). Die Proteasenaktivität überwiegt zu Ungunsten der Proteaseninhibitoren mit negativen Auswirkungen auf die Wundheilung. In die lokale Applikation von Wachstumsfaktoren zur Förderung der Wundheilung wurde große Hoffnung gesetzt, ein sicherer Effekt konnte allerdings nicht nachgewiesen werden (Reutter 1999, Weber 2003).

## **2.2            Modernes Wundmanagement**

Der Begriff „modernes Wundmanagement“ steht nicht nur für die Verwendung neuer Verbandsmaterialien und Lokaltherapeutika sondern für ein ganzheitliches Konzept zur Wundversorgung. Die Diagnostik und Behandlung von systemischen Erkrankungen, sowie die Minimierung der Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen ermöglichen eine Therapie mit kausalem Ansatz. Durch interdisziplinäre Zusammenarbeit einerseits und Spezialisierung verschiedener Fachdisziplinen auf Bereiche der Wundbehandlung (z. B. Gefäßchirurgie, Diabetologie, plastische Chirurgie, Krankenpflege) andererseits, können optimale Therapiemöglichkeiten entwickelt und deren Durchführung gewährleistet werden. Die Steigerung der Lebensqualität des Patienten zur Verbesserung der Gemütslage und Compliance hat einen zentralen Stellenwert in der modernen Wundtherapie.

Coerper (2004) beschreibt das moderne Wundmanagement als ein Säulenmodell. Die erste Säule der Behandlung beinhaltet die Diagnose und Therapie der zugrunde liegenden Erkrankung. Die zweite Säule ist die Behandlung der systemischen und lokalen Störfaktoren mit dem Ziel eine saubere und aktive Wunde zu schaffen. Die dritte Säule stellt in seinem Konzept die Wundkonditionierung dar. Ihr folgt der definitive Wundverschluss.

Im Rahmen der Behandlung ausgedehnter Thoraxdefekte ist ein weiterführendes Konzept erforderlich, das die speziellen Anforderungen an eine Wundversorgung in diesem Bereich und die Erkenntnisse der modernen Wundtherapie berücksichtigt.

### **2.2.1 Wundbehandlung durch Kausaltherapie**

Die Erstbehandlung eines Patienten mit einer Wundheilungsstörung beginnt mit der Erhebung der patientenbezogenen Stammdaten, der allgemeinen Anamnese und der daraus resultierenden systemischen Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen. Im Rahmen der speziellen Anamnese werden der Zeitpunkt der Entstehung, die Ursache und die Lokalisation der Wunde dokumentiert. Wichtig ist es, die Art der bisherigen Behandlung zu erfragen und die möglichen Ursachen für den Misserfolg und lokale Störfaktoren zu erkennen. Es muss geklärt sein, ob Risikofaktoren durch die Behandlung von Grunderkrankungen, durch lokale Maßnahmen oder durch Umstellen einer Medikamententherapie minimiert werden können.

Die Wundheilung schreitet unabhängig von der Lokaltherapie allein dadurch voran, dass Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen ausgeschaltet oder so weit wie möglich minimiert werden. Andererseits sind moderne Wundtherapeutika nur dann wirtschaftlich einsetzbar, wenn die systemischen Therapiemöglichkeiten der Grunderkrankungen eingeleitet und optimiert worden sind (Stadelmann 1998).

Bei Diabetes mellitus wird durch eine Normalisierung der Blutzuckerwerte durch Insulingabe die Förderung der Wundheilung nicht mehr bezweifelt. Andreassen hat 1987 durch seine Experimente mit Ratten diese Wirkung im Tierversuch nachgewiesen. Kuroczynski (2005) berichtet, dass bei Patienten mit Diabetes mellitus durch kontinuierliche intravenöse Gaben von Insulin die Inzidenz postoperativer Sternuminfektionen nach Herzoperationen mit Sternotomie reduziert werden konnte.

Die Behandlung einer schweren COLD verbessert das Sauerstoffangebot im Gewebe und fördert dadurch die Wundheilung.

Einstellen des Nikotinkonsums ist vorrangig zu fordern.

Die chronisch venöse Insuffizienz führt durch venöse Hypertension zu einer Störung der Mikrozirkulation und Ausbildung von Unterschenkelulzera mit schlechter Heilungstendenz. Erst wenn die Lokalbehandlung durch eine Kompressionstherapie unterstützt wird, heilt das Ulkus ab (Fletcher 1997). Ausgeprägte Wundödeme oder cardial bedingte Ödeme führen ebenfalls zu einer Störung der Mikrozirkulation in der

Umgebung einer (z. B. medianen Thorax-) Wunde. Eine Entstauung verbessert die Mikrozirkulation und damit die Wundheilung.

Rheologisch wirksame Medikamente wirken bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit im gesamten Körper und können so auch bei Wundheilungsstörungen im Bereich des Rumpfes positive Effekte haben.

Infektionen mit laborchemisch nachgewiesenen erhöhten Entzündungsparametern sollten mit systemischer Antibiose nach Antibiogramm und Resistenzprüfung adäquat behandelt werden.

Eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Wundheilung hat die Beseitigung von Mangel- und Fehlernährungs Zuständen (Casey 1998) durch Umstellung der Ernährung und Zusatz entsprechender Nahrungsergänzungsmittel.

Coerper (2004) weist darauf hin, dass die Compliance und positive Einstellung des Patienten zum Therapiekonzept für den Behandlungserfolg unerlässlich sind.

## 2.2.2 Stufen der Lokalthherapie

In neueren Ausführungen zur modernen Wundversorgung wird eine phasengerechte Wundversorgung gefordert (Protz 2004, Fischer 2004, Probst und Vasel-Biergans 2004). Nur eine **Burteilung des Wundzustandes** und die Bestimmung der Wundheilungsphase erlauben die Auswahl einer angepassten Therapie (Wallenfang 2001). Nach dem vorsichtigen Entfernen des vorhandenen Verbandes werden Wundsekret, Zelltrümmer und Beläge mit körperwarmer phys. Kochsalzlösung oder Ringerlösung ausgespült (Neander 2002). Allein dadurch wird schon die Keimzahl in der Wunde reduziert. Nur eine saubere Wunde kann inspiziert und beurteilt werden.

Initial wird eine Gewebeprobe zum Ausschluss differentialdiagnostisch relevanter Wundheilungsstörungen (z. B. Hauttumoren, Vaskulitiden bei Autoimmunerkrankungen oder paraneoplastischer Prozesse) genommen. Mehrmalige Keimbestimmungen von der Wundoberfläche spiegeln das Keimspektrum der Kontamination und dessen Wandel wider. Sie können bei Verschlechterung des Befundes und Auftreten von

Entzündungszeichen Hinweise auf beteiligte Keime geben. Die Aussagekraft unter Antibiose ist eingeschränkt.

Moderne Wunddokumentationssysteme mit entsprechenden Fragebögen oder EDV-gestützten Programmen helfen bei der Einstufung der Wunde. Es erfolgen eine Fotodokumentation und die Beurteilung des Wundzustandes: Die Wundheilungsphase, die Morphologie und die Sekretion der Wunde werden bestimmt.

Die Wundheilungsphase und Störungen der Wundheilung können durch Beantwortung folgender Fragen erfasst werden (nach Probst und Vasel-Biergans 2004):

1. Ist die Wunde rötlich oder blass granulierend, rosa epithelisierend, schmierig oder dick fibrinbelegt, übel riechend, sind Nekrosen vorhanden?
2. Wie ist die Morphologie der Wunde? Wundfläche, Vorhandensein von Taschenbildungen, Wundtiefe und der Zustand der Wundränder (Mazeration, Rötung, Ödem, Ekzem) werden beurteilt.
3. Welche Exsudatmenge erzeugt die Wunde? (Wenig, mäßig, sehr viel Exsudat)

Zu jeder Wundbeurteilung gehören abschließend eine Reflexion über den bisherigen Verlauf (verschlechtert, unverändert, verbessert, geheilt) und die Bestimmung der weiteren Wundtherapie.

Die Techniken und Materialien der modernen Wundtherapie sind je nach Heilungsphase, Zustand der Wunde und Ausmaß der Wundsekretion zur Wundabdeckung geeignet und durchaus wirtschaftlich einzusetzen. Die Lokalthherapie erfolgt stufenweise in Abhängigkeit vom Zustand der Wunde:

1. **Stufe der Lokalthherapie: Debridement und Antiseptik**
2. **Stufe der Lokalthherapie: Wundkonditionierung mit modernen Wundauflagen**
3. **Stufe der Lokalthherapie: Defektverschluss**
4. **Stufe der Lokalthherapie: Reevaluation und Postoperatives Management**

### **2.2.2.1 Debridement und Antiseptik**

#### **Debridement**

Ein initiales Debridement dient der Entfernung von nicht vitalem Gewebe, Wundbelägen und Fremdkörpern aus der Wunde. Durch Anfrischen der Wunde soll die Heilung aktiviert werden (Smola 2001). Das chirurgische Debridement ist unumstritten, schnell und effektiv. Der Eingriff muss bei fortschreitenden Nekrosenbildungen gegebenenfalls mehrmals wiederholt werden. Bei größeren Wunden ist meist eine Allgemeinanästhesie erforderlich. Beim biochirurgischen Debridement werden Maden der Gattung *Lucilia sericata* als Freiläufer oder in Biobags für ca. drei Tage in die Wunde eingebracht. Im feuchten Wundmilieu werden Nekrosen verflüssigt. Zusätzlich ist eine antimikrobielle Wirkung der Maden nachgewiesen (Fleischmann 2002, Grassberger 2002). Unterstützend können Ultraschall-Geräte (Dissemond 2003) oder Geräte zur Wasserstrahldissektion (Guthke 1994) eingesetzt werden. Enzymatisches Debridement hat keinen wesentlichen Stellenwert, da es kostenintensiv ist und unzureichend und langsam wirkt. Wegen der kurzen Wirkungsdauer müssen die Präparate meist mehrmals täglich aufgetragen werden (Protz 2004). Hydrogele sollen unter feuchtigkeitserhaltenden Verbänden zu einer langsamen Verflüssigung von Nekrosen führen. Man spricht von autolytischem Debridement, weil körpereigene proteolytische Enzyme freigesetzt werden. Die Wirksamkeit ist nicht sicher nachgewiesen (Sellmer 2003).

#### **Wundantiseptik**

Jede bestehende Wunde ist bakteriell kontaminiert. Eine Infektion mit Keiminvansion führt zu sichtbaren Entzündungszeichen und veränderten entzündungsspezifischen Laborparametern. Eine Wundinfektion sollte systemisch mit Antibiotika behandelt werden. Lokale Antibiotika-Applikation wird nicht empfohlen (Sellmer 2001). Der Einsatz von Antiseptika sollte zeitlich begrenzt erfolgen und dient der Keimreduktion in Wunden. Geeignete Antiseptika im Rahmen der Wundversorgung sind Polyvinylpyrrolidon-Jod (PVP-Jod), Octenidinhydrochlorid und Polyhexanid (Konsensusempfehlung Antiseptik 2004, Heeg 2004). Bei PVP-Jod sollten wegen der Resorption aus Wunden die Anwendungsbeschränkungen für Neugeborene, schwangere und stillende Frauen und Patienten mit Schilddrüsenfunktionsstörungen und stark eingeschränkter Nierenfunktion beachtet werden. Allergien sind selten. Octenidin ist

farblos und zeichnet sich durch sehr gute Verträglichkeit aus. Da es keine Reaktion mit Polyvinylalkohol-Schwämmen (PVA) bei der Anwendung von Vakuumverbänden gibt, ist Octenidin hierbei das Mittel der Wahl. Polyhexanid ist in Deutschland nur als 2%tiges Konzentrat erhältlich, aus diesem stellt der Apotheker ein 0,1 oder 0,2%tiges Antiseptikum her.

#### **2.2.2.2 Wundkonditionierung mit modernen Techniken und Wundauflagen**

Durch die Konditionierung der Wunde wird der Defektverschluss vorbereitet. Ziel ist eine saubere Wunde mit reizfreien Wundrändern und belagsfreiem Wundgrund. In dieser Behandlungsstufe werden Wundauflagen gewählt, die die Bildung von Granulationsgewebe und die Epithelisierung unterstützen, den Wundschmerz reduzieren und die Wunde vor Infektion schützen. Bei Infektionen sind eine keimreduzierende und die körpereigene Abwehr aktivierende Wirkung wünschenswert (Mohr 1999). Die von Turner (1979) beschriebenen Kriterien eines idealen Wundverbandes sind auch heute noch aktuell. Ein moderner Verband sollte möglichst viele dieser Anforderungen erfüllen:

Er erhält das feuchte Wundmilieu, entfernt überschüssiges Exsudat und Toxine, ermöglicht den Gasaustausch mit der Umgebung, hält die Wunde warm, schützt vor Kontamination und Infektion, ist reizfrei, nicht toxisch, gibt keine Fasern ab und lässt sich ohne Trauma entfernen. Ist die Wunde gut konditioniert, kann der operative Defektverschluss durchgeführt werden. Bestehen Kontraindikationen gegen eine sofortige Operation oder ist diese aus organisatorischen Gründen nicht sofort möglich, kann die Behandlung mit Wundauflagen auf dieser Behandlungsstufe fortgesetzt werden.

#### **Vakuumverband**

Vakuumverbände haben sich in fast allen chirurgischen Disziplinen etabliert (Trautenhahn 2004). Sie werden als Vakuumversiegelung (z. B. Trautenhahn 2004, Fleischmann 1996) oder V.A.C-Therapie (z. B. Coerper 2004) bezeichnet. Ein offener vernetzporiger Schaum aus Polyurethan (PU) oder ein dichter zugfester Schwamm aus Polyvinylalkohol (KCI Medizinprodukte GmbH) wird in die Wunde eingebracht und durch Aufkleben einer Okklusiv-Folie und Anschluss eines Drainageschlauches wird

mittels einer Pumpe, Wandabsaugung oder Redonflasche ein Unterdruck von ca. 15 bis 80 kPa (125 bis 600 mmHg) erzeugt (Fleischmann 1998). An Polyurethan-Schwämme wird ein geringerer Wert, an Polyvinylalkohol ein höherer Wert angeschlossen. Die Stärke der Saugwirkung muss in Hinblick auf die benachbarten Strukturen gewählt werden, die Herstellerfirmen geben Empfehlungen für den anzuschließenden Sog. Die Absaugung erfolgt normalerweise kontinuierlich. Werden spezielle Vakuumpumpen eingesetzt, kann ein intermittierender Sog erfolgen. Der Verbandswechsel sollte bei PU-Schwämmen alle zwei Tage vorgenommen werden. Bei PVA-Schwämmen kann das Intervall bis zu fünf Tagen betragen. Vakuumverbände sind dann sowohl für akute als auch für chronische Wunden geeignet, wenn die Granulation des Wundgrundes und eine Induktion der Angiogenese erreicht werden sollen. Sie sind erste Wahl für die Konditionierung ausgedehnter, unterminierender und infizierter Wunden. Die Angiogenese und die Bildung von Granulationsgewebe werden beschleunigt (Walgenbach 2000), die lokale Durchblutung nimmt zu und das Wundödem wird reduziert (Argenta 2000). Durch Vakuumverbände können akute oder chronische Wundinfektionen hygienisch (geschlossenes System), kostengünstig (Verbandswechsel in mehrtägigem Abstand) und erfolgreich behandelt werden (Fleischmann 1997). Bei infizierten Wunden wirkt der Unterdruck keimreduzierend (Morykwas 2000). Es kann mehrmals täglich für 30 Minuten die Saugung unterbrochen und ein Antiseptikum in das System eingebracht werden. Dieses wird dann mit erneutem Beginn der Absaugung über das vorhandene Drainagesystem aus der Wunde entfernt (Fleischmann 1998).

Vakuumverbände können bei Thoraxdefekten in jeder Behandlungsphase indiziert sein. Sie eignen sich auch als temporäre Weichteildeckung nach Heben eines myokutanen Lappens, wenn ein primärer Verschluss des Heberdefektes nicht möglich ist und der Defekt später gedeckt oder sukzessive durch Hautdehnung geschlossen werden soll. Die Hautdehnung kann mit der Vakuum-Technik kombiniert werden, indem der Schwamm jeweils kleiner zugeschnitten wird. Die Kombination von Vakuumverbänden und Hautdehnung wird bereits 1996 von Fleischmann vorgestellt. Er verwendet zur Hautdehnung ein selbstentwickeltes Gerät.

Bei freiliegenden Gefäßen und erhöhter Blutungsneigung durch eine Gerinnungsstörung oder Antikoagulation besteht das Risiko einer Blutung, in diesen Fällen muss die Indikation streng gestellt werden und eventuell eine intensivmedizinische Überwachung erfolgen.

## **Hydrokolloidverband**

Hydrokolloidverbände sind selbstklebende okklusive Wundauflagen für nicht infizierte, gering bis mäßig sezernierende Wunden. Eine dünne Folie (oft aus semipermeablem Polyurethan) ist mit einer selbstklebenden und elastischen Matrixmasse aus synthetischen Kautschukarten verbunden. In dieser Matrix befinden sich stark quellfähige Partikel (z.B. aus Carboxymethylzellulose). Die Wundauflage wird so aufgelegt, dass sie mit der Wundoberfläche Kontakt hat und keine Luft einschließt. Durch Aufnahme des Wundsekretes bildet sich ein zähes gelbliches oder bräunliches, unangenehm riechendes Gel, das nicht als entzündliches Geschehen zu werten ist. Dieses Gel hält die Wunde feucht und verhindert ein Verkleben des Verbandes mit der Wundoberfläche. Das Wundsekret wird in die Quellpartikel eingeschlossen (Probst und Vasel-Biergans 2004). Bei großen Sekretmengen lassen sich diese Wundauflagen mit Flüssigkeits-Absorbern (Alginat, Hydrofasern, Polyurethan-Schaum) kombinieren. Hydrokolloidverbände mit Psyllium husk (gewonnen aus Samen von *Plantago psyllium*) als Wirksubstanz der hydroaktiven Partikel bilden ein formstabiles Gel, das beim Verbandswechsel nicht ausläuft.

Durch die Okklusion entsteht auf der Wundoberfläche ein relativer Sauerstoffmangel (Riedel 1995), dies führt zu Freisetzung von Wachstumsfaktoren mit Steigerung der Angiogenese und Keratinozytenproliferation. Unter Hydrokolloidverbänden wird eine beschleunigte Epithelisierung (Agren 1997, Agren 2001), gute Granulation auch bei freiliegenden Knochenoberflächen (Lindern 2002) und beschleunigte Heilung und Schmerzreduktion bei Spalthaut-Entnahmewunden (Terren 1993) beschrieben. Gelegentliche Hypergranulation stellt kein Problem für die Wundheilung dar und kann abgetragen werden. Die Verbandswechsel müssen sehr vorsichtig erfolgen, da die Gefahr besteht, dass neu gebildetes Gewebe abgerissen oder verletzt wird. Der Verband kann bis zu 7 Tagen auf der Wunde belassen werden und sollte erst entfernt werden, kurz bevor das Gel seitlich aus der Wundauflage austritt. Reaktionen der Haut auf Inhaltsstoffe hydrokolloider Wundauflagen sind selten. Grange-Prunier (2002) beschreibt eine allergische Reaktion auf eine derartige Wundauflage am Unterschenkel. Mitunter ist die Klebewirkung des Hydrokolloids trotz Anwärmen des Verbandes und Entfetten der Wundränder zu schwach. Dies kann z. B. bei stark schuppiger oder reichhaltig gepflegter Haut auftreten. Bei ausgeprägter Mazeration des Wundrandes kann das Auftragen eines Schutzfilms hilfreich sein (z. B. Cavilon®).

Hydrokolloidverbände sind bei ausgedehnten Thoraxdefektwunden in der letzten Heilungsphase indiziert, wenn die Wunde nicht infiziert und nach der plastischen Deckung noch kleinere, wenig sezernierende Wundrandläsionen bestehen.

Hydrokolloide Wundauflagen können sehr hilfreich sein, wenn sie kombiniert eingesetzt werden: Kleine Läsionen in der Umgebung einer großen Defektwunde können bei Anlage eines Vakuumverbandes unter der Vakuumfolie mit hydrokolloiden Wundauflagen geschützt werden. Das Risiko, dass der Vakuumverband undicht wird, ist dann viel geringer.

### **Hydropolymerverband/Schaumverband**

Hydropolymer- oder Schaumverbände sind die am häufigsten verwendeten modernen Wundauflagen (Carter 2003). Sie bestehen aus einem feinporigen Polyurethan-Schaum, der an einer Trägerfolie fixiert ist und keine klebenden Eigenschaften hat. Es gibt sie mit und ohne Kleberand. Da sie mehr Wundsekret aufnehmen als Hydrokolloidverbände und sich Niveauunterschieden der Wunde anpassen, sind sie für mäßig stark sezernierende, nicht infizierte Wunden geeignet (Protz 2004). Das Wundsekret wird in der dreidimensionalen Schaumstruktur über der Wunde eingeschlossen. Dadurch wird bis zur Sättigung eine seitliche Befeuchtung der Wundränder vermieden. Die Wundränder mazerieren nicht so stark (Probst und Vassel-Biergans 2004). Der Verbandswechsel ist atraumatisch, da das Schaumstoffkissen nicht mit der Wunde verklebt. Durch wechselnde Druck- und Sogwirkung auf den Wundrand wird ein starker Granulationsreiz gesetzt. Auch für diese Verbände werden eine beschleunigte Epithelisierung und Angiogenese beschrieben. Der Wundschmerz ist geringer als unter herkömmlichen Verbänden (Mohr 1999). Für Hydropolymerverbände wird eine gute Patienten- und Anwenderzufriedenheit beschrieben. Auch die im Vergleich zu anderen Verbänden längere Verweildauer auf der Wunde ist vorteilhaft (Schulze 2001).

Diese Verbände sind bei Thoraxdefektwunden für kleine mittelstark sezernierende Restwunden nach der plastischen Deckung geeignete Wundauflagen. Ist ein Vakuumverband nicht möglich oder muss die Zeit bis zur Neuanlage eines Vakuumverbandes überbrückt werden, können hydropolymerische Kissen, die speziell für das Einbringen in tiefe und unterminierende Wunden von verschiedenen

Herstellerfirmen erhältlich sind, für die Versorgung einer Thoraxdefektwunde verwendet werden. In diesem Fall wird ein zusätzlicher Sekundärverband aufgebracht: Z. B. eine Polyurethanfolie oder eine andere Wundauflage, die sich an den Wundrändern adaptieren lässt und den Austritt von Wundsekret verhindert. Eine weitere Möglichkeit ist es, Schaumverbände als temporäre Weichteildeckung über einem Lappenheberdefekt oder bei teilweiser Defektdeckung am Primärdefekt als Schutzverband und zu Förderung der Granulation zu fixieren.

### **Hydrokapillarverband**

Hydrokapillarverbände nehmen in einem stark hydrokapillaren Verbandskissen Wundexsudat mit Zelltrümmern und Bakterien auf und schließen diese in Superabsorberpartikeln (meist Acrylsäure) ein. Die große Absorptionsleistung macht sie für stark sezernierende Wunden geeignet und ermöglicht (z. B. in der häuslichen Pflege) Liegezeiten bis zu 7 Tage (Morris 2003).

Für großflächige und zerklüftete Wunden im Bereich des Sternums sind diese sehr teuren Verbände in der anfänglichen Konditionierungsphase selten indiziert. Nach der Krankenhausentlassung können sie bei stark sezernierenden Restdefekten die Periode bis zum nächsten professionellen Verbandswechsel auf mehrere Tage oder eine Woche ausdehnen. Dieses ist wirtschaftlich und ein Vorteil, wenn kein professionelles Wundmanagement für die häusliche Pflege zur Verfügung steht.

### **Hydrogelverband**

Hydrogelverbände enthalten ein transparentes, wasserhaltiges Gelkissen (bis 95% Wasseranteil), das auf oberflächlich granulierenden und epithelisierenden Wunden mit schwacher Sekretion durch Abgabe von Wasser das feuchte Milieu erhält. Schorf und Beläge werden aufgeweicht, das autolytische Debridement soll so unterstützt werden. Die Fähigkeit Wundsekret aufzunehmen ist gering und erfolgt unter Quellung des Gels. Der kühlende Effekt des Gelkissens kann bei oberflächlichen Schürf-, Verbrennungs- oder Spalthautentnahme-Wunden als angenehm empfunden werden. Vorteilhaft ist, dass die Wunde durch den Verband beurteilt werden kann (Münter 2005). Die Indikation dieser Wundauflagen ist für Thoraxdefekt-Wunden nur selten zu stellen.

## **Zusätzliche Therapeutika**

### **Alginat und Hydrofasern**

Alginat und Hydrofasern dienen als Sekretabsorber bei stark sezernierende Wunden. Alginat werden aus Braunalgen gewonnen. Ein wesentlicher Bestandteil ist die lineare Polysaccharid Alginsäure. Aufgrund der hohen Saugkapazität wird viel Wundsekret aufgenommen. Durch Ionenaustausch mit Abgabe von Kalziumionen und Aufnahme von Natriumionen aus dem Wundsekret kommt es zur Gelbildung. Alginat können als Kompressen oder Tamponaden zur Steigerung der Sekretbindung in stark sezernierende Wunden eingebracht und mit einem Sekundärverband fixiert werden. Wegen Unverträglichkeitsreaktionen, Geruchsbildung und Mazeration der Wundumgebung wurde die Bedeutung der Alginat als Wundfüller zugunsten der komfortableren Hydropolymerkissen zurückgedrängt (Münter 2005).

Hydrofaser-Wundkissen oder – Tamponaden bestehen hauptsächlich aus Natrium-Carboxymethylzellulose und zeichnen sich ebenfalls durch sehr hohe Sekretbindungskapazität aus. Sie werden unter einen fixierenden Verband in die Wunde eingelegt. Durch die vertikale Aufnahme von Wundsekret entsteht im Bereich der Wunde ein transparentes formstabiles Gel, der Wundrand bleibt trocken. Das Sekret wird bei Kompression im Gegensatz zu den Alginaten nicht wieder freigegeben (Probst und Vasel-Biergans 2004).

### **Silber in Wundauflagen**

Durch das kontinuierliche Freisetzen von Silber-Kationen aus Hydropolymer- oder Hydrokolloidverbänden wird eine breite antibakterielle Wirkung erzielt und der Anwendungsbereich dieser Wundauflagen auf infizierte Wunden ausgedehnt. Auch einige Wundfüller aus Alginat oder Hydrofasern sind mit Silber angereichert. Die Freisetzung erfolgt z. B. durch Austausch von Natrium aus dem Wundsekret oder Dissoziation von Silberkomplexen. Silberkationen töten Bakterien ab, indem sie Komplexe mit Proteinen der Bakterien bilden und deren DNA-Synthese stören (Russel 1994). Die Effektivität der silberhaltigen Wundtherapeutika wurde z. B. von Wright (1998) untersucht und bestätigt. Die Toxizität wird als gering bewertet (Landsdown 2004). Landsdown stuft 1997 in Tierversuchen mit Ratten lokale Silberapplikation als wundheilungsfördernd ein. Der hohe Preis fordert eine strenge Indikationsstellung.

### **Hyaluronsäure**

Hyaluronsäure ist ein wasserbindendes Polysaccharid und, an Proteine gebunden, ein wesentlicher Bestandteil der extrazellulären Matrix. Die Halbwertszeit im Gewebe beträgt zwei bis vier Tage. Hyaluronsäure stabilisiert das Fibrin in der Wunde und erhält durch seine Wasserbindungskapazität das feuchte Milieu. Es wurde der Einfluss auf die Fibroblasten-proliferation, Epithelzellenmigration und Angiogenese nachgewiesen und eine Förderung der Wundheilung postuliert. (Siebenschuh 1998, Chen 1999, Mekkes 2001).

Präparate für die Wundheilung enthalten veresterte Hyaluronsäure in Pulverform, da diese langsamer abgebaut wird. Das Pulver wird in der Wunde zu einem Gel umgebaut. Hyaluronsäure ist auch für die Behandlung von Narben in injizierbarer Form erhältlich. Die sehr hohen Kosten schränken eine breite Anwendung bei der Wundtherapie ein (Pobst und Vassel-Biergans 2004).

### **Proteasenregulatoren, Wachstumsfaktoren**

Ein spezielles Kollagen-Zellulose Flies (Promogran®) bindet in chronischen nicht infizierten Wunden überschüssige Proteasen des Wundsekretes und schützt so die Wachstumsfaktoren vor Abbau (Veves 2002). Dadurch behalten die Wachstumsfaktoren ihre Aktivität. Die Proteasen zerlegen das Kollagen in chemotaktisch wirkende Peptide. Fibroblasten wandern in die Wunde ein und synthetisieren Kollagen, die Heilung schreitet voran. Das Flies wird in der Wunde resorbiert. Es werden z.B. über Behandlungen bei venösen Beinulcera, diabetischen Fußulcera oder zur Förderung der Granulation bei freiliegendem Knochen nach Tumorentfernung berichtet (Tausche 2005, Vin 2002, Veves 2002). Es konnten Trends zugunsten der Wundheilung herausgearbeitet werden. Die teure Behandlung ist für saubere Wunden ohne fortschreitende Heilungstendenz eine zusätzliche Option. Für sternale Thorax-Defektwunden ist nur in Ausnahmefällen die Applikation von Protease-Inhibitoren sinnvoll.

Van den Berg (2003) berichtet von in vitro Ergebnissen mit einem milieumodulierenden Präparat (Dermax®), das Metallionen und Zitronensäure enthält. Sauerstoffradikale sollen weggefangen und die Synthese der spezifischen MMP verringert werden.

## **Hautschutz**

Bei Mazeration der Wundränder oder Kontaktdermatitis muss die lokale Therapie überdacht und angepasst werden. Feuchte Wundränder können vermieden werden, wenn eine Wundaufgabe gewählt wird, die das Wundsekret nur in senkrechter Richtung aufnimmt oder mehr Wundsekret aufnehmen kann. Mitunter wird der Verband auch nur zu lange belassen und es reicht, die Intervalle zum Wechseln des Verbandes zu verkürzen. Eine zusätzliche Möglichkeit ist das Auftragen eines Polyacrylat-Hautschutzfilms (z. B. Cavilon®).

Bei allergischer oder toxischer Kontaktdermatitis, einem häufigen Problem bei chronischen Wunden, muss das verdächtige Produkt abgesetzt werden. Ursächlich sind oft lokale Antibiotika, Antiseptika, Salben mit Wollfettgrundlage und Konservierungsmitteln, Latex u.a.. Zur Identifizierung der Substanz wird eine Epikutantestung empfohlen. Auch in diesem Fall ist ein Hautschutz der Wundumgebung hilfreich. Bei Bedarf kann eine kurzzeitige lokale Kortikoid-Therapie helfen, die ursächliche Substanz ist selbstverständlich nicht mehr anzuwenden.

### **2.2.2.3 Defektverschluss**

Der Defektverschluss ist auch in neueren Ausführungen zum modernen Wundmanagement meist kein zentrales Thema (Münter 2005, Probst und Vassel-Biergans 2004, Neander 2002, Smola 2001). Die Untersuchungen zu diesem Thema versuchen Wirkungen verschiedener Wundtherapeutika nachzuweisen oder erstellen für bestimmte Wundarten (z. B. Ulkus cruris venosum, Dekubitalulcera, Ulkus bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit (pAVK), diabetische Fußulcera) Behandlungsempfehlungen. Der Defektverschluss gehört in die Hand eines erfahrenen Chirurgen, viele Patienten mit chronischen Wunden werden aber z. B. im Rahmen ihrer Diabetes-Versorgung von Hausärzten oder Internisten betreut, die selbst keine chirurgischen Eingriffe durchführen. Erst durch die Organisation in Arbeitsgemeinschaften oder so genannten Wundzentren konnten mit teilnehmenden Chirurgen interdisziplinäre Behandlungskonzepte erarbeitet werden (z. B.: Wundzentrum Hamburg e. V., Wundnetz Deutschland e. V., ICE: Initiative chronische Wunden e. V., AGW: Arbeitsgemeinschaft Wundheilung e. V.). Durch die Beteiligung verschiedener chirurgischer Fachdisziplinen wird verstärkt die Bedeutung des

chirurgischen Defektverschlusses gegenüber der sehr langsamen, sekundären Wundheilung hervorgehoben (Kaulen 2004).

Bei ausgedehnten medianen Thoraxdefektwunden mit Verlust von Knorpel und Knochen im Bereich des Sternums oder auch bei einer medianen Körperspalte mit Sternumdefekt und Ektopia cordis ist eine operative Defektdeckung bzw. Korrektur mit Methoden der plastischen Chirurgie erforderlich. Für tief greifende Defekte und bei rezidivierenden Komplikationen sind meist myokutane Lappen oder eine Omentumplastik indiziert. Diese Verfahren können modifiziert, kombiniert oder ergänzt werden. Die möglichen Operationsverfahren werden in diversen Untersuchungen (einige Beispiele werden genannt) beschrieben:

1. Pectoralis Lappen (Sano 2005, Castello 1999, Jongen 1995, Tobin 1989)
2. Latissimus dorsi Lappen (Katoh 1998, Banic 1995)
3. Rectus abdominis Lappen (Castello 1999, Neale 1981)
4. Omentum Transposition (Moor 1999, Kenzo 1998, Omura 1994, Liotta 1991, Hellmann 1989)
5. Haut-(Muskel-) Dehnung (Hauben 2001, Fleischmann 1996)

#### **2.2.2.4 Postoperatives Management und Komplikationen**

Wundheilungsstörungen können auch nach dem chirurgischen Defektverschluss auftreten. Gerade in der postoperativen Phase kann das Fortschreiten der Geweberegeneration durch geringe lokale oder systemische Störfaktoren verzögert oder sogar verhindert werden.

Systemische Komplikationen können zu jeder Zeit auftreten. Die Behandlung sollte durch Kollegen der entsprechenden Fachdisziplinen erfolgen. Wichtig ist es, möglichst frühzeitig eine Diagnose zu stellen. Durch aufmerksame Visiten mit einem Patientengespräch, regelmäßige körperliche Untersuchungen und Bestimmung entsprechender Laborparameter kann eine Diagnose im Anfangsstadium erfolgen und die Therapie frühzeitig eingeleitet werden. Zacharias (1996) hat während der

Behandlung der tiefen sternalen Wundinfektionen in seinem Patientenkollektiv folgende Komplikationen beschrieben:

1. Cerebraler Insult
2. Gastrointestinale Blutung
3. Acute respiratory distress syndrome (ARDS) bei Sepsis
4. Niereninsuffizienz
5. Lungenembolie
6. Tiefe Venenthrombose
7. Kardiale Störungen: Herzrhythmusstörungen, Herzinfarkt
8. Komplikationen im Bereich des Lappenheber-Defektes

Die tägliche Visite sollte sehr aufmerksam erfolgen. Durch gezielte Befragung, körperliche Untersuchung und Analyse der Laborparameter im Rahmen der täglichen Visite sollten eine Pneumonie, die Entwicklung einer Allergie (z. B. Hautreaktion nach Antibiotika-Gabe), die Ursache möglicher Diarrhoen (z. B. pseudomembranöse Antibiotika-assoziierte Colitis), diabetische Stoffwechsellentgleisungen und eine depressive Stimmungslage des Patienten möglichst sofort erkannt und behandelt werden.

Die systematische Wundbehandlung muss auch während der Therapie systemischer Komplikationen gewährleistet und interdisziplinär weitergeführt werden (z.B. auf der Intensivstation).

Lokale Komplikationen sind in jeder Phase der Wundbehandlung möglich. Sie erfordern eine aktuelle Wundbeurteilung und Therapie. Das Behandlungskonzept muss angepasst werden. Folgende lokale Komplikationen können auftreten und die Wundheilung erneut verzögern:

1. Blutung
2. Wundinfektion, Abszess
3. Serom
4. Hämatom
5. Wunddehiszenz
6. Wundrandnekrosen, Lappennekrose
7. Gestörte Bindegewebsneubildung
8. Herniation
9. Hypertrophe Narben, Keloide, Narbenkontraktion
10. Allergische oder toxische Kontaktdermatitis

Für die Behandlung von Problemwunden bei Patienten mit diversen Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen und mögliche Komplikationen ist ein Wundbehandlungskonzept erforderlich, das auch mögliche systemische und lokale Komplikationen berücksichtigt. Auch beim Auftreten von Komplikationen muss nach der akuten Intervention die Wunde neu beurteilt und nach einem Gesamtkonzept weiterbehandelt werden.

## **3 Material und Methoden**

### **3.1 Patientengut**

In die Untersuchung wurden vierzehn Patienten einbezogen. Diese Patienten wurden unserer Klinik im Zeitraum von 10.10.2001 bis 22.12.2005 zur stationären Weiterversorgung und plastischen Deckung aus anderen Kliniken zugewiesen bzw. zwei der vierzehn Patienten waren in anderen Abteilungen des Klinikums in stationärer Behandlung und wurden konsiliarisch betreut.

Kriterien für die Patientenauswahl bestanden bei folgenden Diagnosen:

1. Schwerste postoperative Wundheilungsstörung nach medianer Sternotomie mit Sternumosteomyelitis und Mediastinitis. Die bisherige Behandlung im Kardiochirurgischen Zentrum oder in einer anderen Folgeklinik war ohne Erfolg.
2. Osteoradionekrose im Bereich des Sternums nach Strahlentherapie. Chirurgisches Debridement und konservative Lokalthherapie waren ohne Erfolg.
3. Angeborene Sternumspalte mit Ektopia Cordis. Die plastische Deckung des außerhalb des Brustkorbes verlagerten Herzens war erforderlich.

### **3.2 Datenerfassung**

Die stationären Behandlungsverläufe sind in den Krankenakten dokumentiert. Nach der stationären Aufnahme mit Erheben der allgemeinen und speziellen Anamnese und einer eingehenden körperlichen Untersuchung wurden möglichst umfassend alle Vorbefunde zusammengetragen (Arztbriefe, Röntgenbilder und CT-Bilder mit zugehörigen Befunden, Befunde und Ergebnisse anderer Untersuchungen, EKG, Laborbefunde usw.). Die Patientenakten beinhalten ebenfalls alle aktuellen Befunde und Dokumente (mikrobiologische Ergebnisse, OP-Berichte, Anästhesie-Protokolle, Berichte konsiliarischer Visiten usw.).

Eine Inspektion der Thoraxwunde mit Fotodokumentation, Abstrichnahme und Bewertung des Wundzustandes (Wundränder, Wundgrund, Zustand von freiliegendem Knorpel und Knochen, unterminierende Wundbereiche, Sekretionsmenge, Sekretart) war Voraussetzung für die Festlegung der ersten Behandlungsschritte. Die Befunde gehörten zur Dokumentation in die Krankenakte.

Die poststationäre Weiterbehandlung im Rahmen der Wundsprechstunde wurde in der ambulanten Patientenkarte erfasst. Eine EDV-gestützte Dokumentation stand nicht zur Verfügung. Zusätzlich erfolgten bei Verbandswechseln und Operationen Fotodokumentationen.

### **3.3 Deskriptive Darstellung der Daten:**

1. Alter
2. Geschlecht
3. Ursache des Sternumdefektes:
  - Spezielle Diagnose und Operation
  - Strahlentherapie
  - Fehlbildung
4. Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen
5. Zustand des Sternumdefektes bei Übernahme/Einleitung der Behandlung
6. Modernes Wundmanagement:
  - Kausaltherapie
  - Lokalthherapie:
    - Debridement (chirurgisch, Ultraschall mit 25 kHz: Gerät der Firma Söring)
    - Konditionierung mit Vakuumtherapie (PVA-Schwamm, Redonflasche)
    - Plastische Operation: Defektverschluss
    - postoperatives Management

## 7. Komplikationen

- Systemische Komplikationen
- Lokale Komplikationen

## 8. Zeiten:

- Zeitraum bis zum Beginn der Behandlung und Behandlungsdauer
- Dauer des stationären Aufenthaltes
- Dauer der Behandlung bis zum Wundverschluss

Auf eine statistische Auswertung der Daten wurde verzichtet, da die geringe Anzahl der betroffenen Patienten keine statistische Analyse zulässt. Die deskriptive Darstellung der Behandlungsverläufe soll anhand der oben aufgeführten Parameter die Bausteine für ein ganzheitliches Wundmanagement-Konzept bei Thoraxdefekten liefern.

Bezogen auf das in der Einleitung vorgestellte Konzept des modernen Wundmanagements wird für die Behandlung der Thoraxdefekte eine phasenadaptierte Auswertung der Daten erfolgen und auf die Einsatzmöglichkeiten und Spezifitäten moderner Wundtherapeutika eingegangen.

### **3.4 Modifiziertes Modell der modernen Wundversorgung**

Als Leitfaden für relevante Behandlungsschritte wird ein Fluss-Diagramm erstellt, in das die wesentlichen Merkmale einer ganzheitlichen Wundtherapie integriert sind. Die „kausale Wundtherapie“ steht neben der Lokalthherapie und hat wesentlichen Einfluss auf den Erfolg der lokalen Therapie. Die Lokalthherapie erfolgt auf Behandlungsstufen, diese werden bei jedem Verbandswechsel durch eine Neubewertung der Wunde bestätigt oder korrigiert.

## 4 Ergebnisse

Die patientenbezogenen Stammdaten ergeben eine sehr heterogen zusammengesetzte Patientengruppe:

Das Alter zu Behandlungsbeginn zeigt eine große Spannbreite von Neugeborenen bis zum Alter von 76 Jahren. Bei den beiden Kindern handelt es sich um ein männliches Neugeborenes und einen weiblichen sechs Wochen alten Säugling. Die erwachsenen Patienten sind zu Behandlungsbeginn zwischen 49 und 76 Jahre alt, das Durchschnittsalter beträgt 64 Jahre. Von den Patienten waren fünf Frauen und neun Männer.

### 4.1 Spezielle Diagnosen

Die Ursachen für die Sternumdefekte ergeben sich aus der jeweiligen speziellen Diagnose und der konsekutiv durchgeführten Therapie dieser Erkrankung:

Bei elf der erwachsenen Patienten erfolgte eine mediane Sternotomie im Rahmen einer Herzoperation: Neun Patienten erhielten eine arteriokoronare Bypass Operation (ACB) aufgrund einer fortgeschrittenen koronaren Herzkrankheit (KHK). Acht dieser Patienten hatten eine Drei-Gefäßerkrankung, eine Patientin eine Zwei-Gefäßerkrankung mit Hauptstammstenose. Ein Patient erhielt zusätzlich, im gleichen Eingriff, einen Aortenklappenersatz bei Aortenvitium (AV) und wegen eines Aorta ascendens Aneurysma (AAA) einen Aorta ascendens Ersatz (AAE). Eine weitere Patientin erhielt bei einem kombinierten Aortenvitium (AV) einen Aortenklappenersatz (AE). Bei einem anderen Patienten wurden Thromben (T) an einer künstlichen Aortenklappe (AE) entfernt. 20 Jahre nach einer Strahlentherapie (RT) wegen eines unklaren retrosternalen Tumors zeigte ein Patient jetzt eine Osteoradionekrose (ORN) des Sternums mit chronischem Ulkus.

Bei dem weiblichen Säugling lag ein hypoplastisches Linksherzsyndrom (hypopl LHS) mit einer Membran im linken Vorhof und einem muskulären Septumdefekt vor. Diese schwere Herzfehlbildung beruht auf einer Hypoplasie des linken Ventrikels mit Stenosierungen der linksseitigen Ostien. Meist ist das Foramen ovale offen oder es besteht ein Vorhof-Septum-Defekt, der Ductus arteriosus persistiert (Adler 1996). Es

war eine Norwood I Operation (Nw) durchgeführt worden (Anlage eines aortopulmonalen Shunts sowie eine Erweiterung der Aorta ascendens und des Aortenbogens mittels einer Patch-Plastik (Pschyrembel 2004)). Nach der Herzoperation mit medianer Sternotomie waren am Operations-Tag und am Folgetag wegen hämodynamischer Verschlechterung Revisionseingriffe erforderlich.

Das männliche neugeborene Kind litt an einer Cantrell-Sequenz (Sternumspalte, Ektopia cordis, Pericarddefekt, Herzfehlbildung, Rektusdiastase bis Omphalozele und fakultativ Hirnfehlbildungen oder Gaumenspalte (Pschyrembel 2004)). E mussten mehrere Operationen zur plastischen Deckung des ektopen Herzens (pl DH) durchgeführt werden.

Die Diagnosen sind im folgenden Diagramm dargestellt:

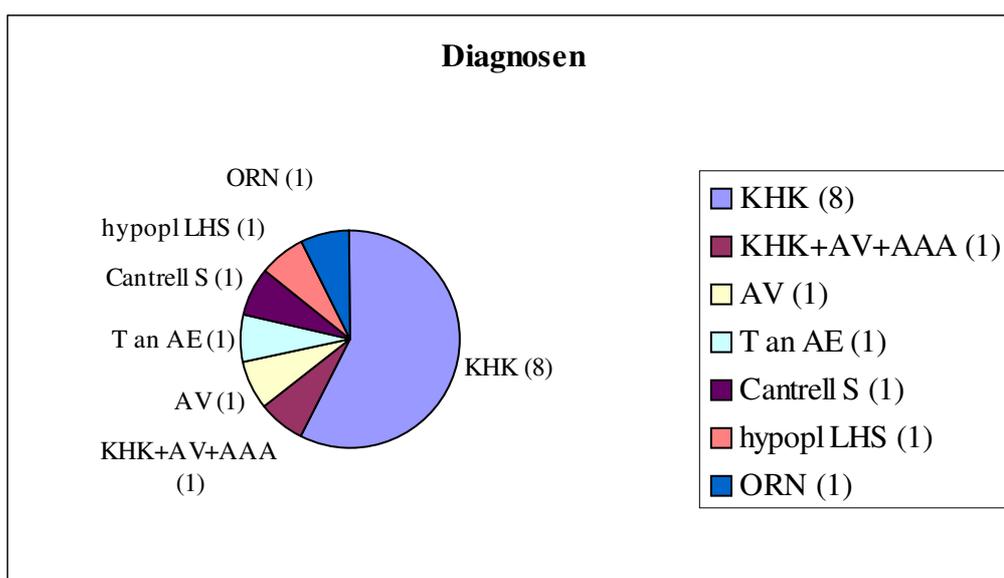


Diagramm 1: Spezielle Diagnosen

Das Verteilungsmuster der durchgeführten Eingriffe ergibt sich aus den Diagnosen. Bei den vierzehn betreffenden Patienten hatten **zwölf eine Operation mit medianer Sternotomie** erhalten, ein Patient hatte nach einer Strahlentherapie und jahrelanger Latenz eine Osteoradionekrose des Sternums mit Ulzeration entwickelt und bei dem angeborenen Defekt war das Sternum durch die Fehlbildung primär offen. Abgesehen von der Fehlbildung lag bei allen Patienten eine Wundheilungsstörung mit Sternumosteomyelitis und begleitender Mediastinitis vor.

Das folgende Diagramm stellt die vorausgegangenen Operationen zusammen:

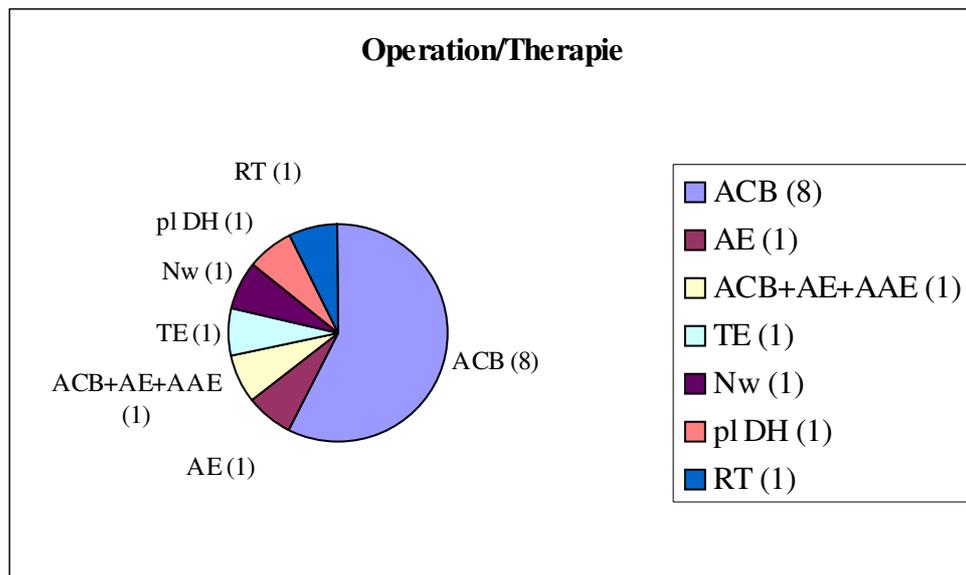


Diagramm 2: Spezielle Anamnese

Es wurden insgesamt neun ACB-Operationen durchgeführt. Bei allen Operationen wurde die linke A. mammaria intera (LIMA) verwendet, bei zwei Patienten beide Arterien (BIMA). Alle Patienten hatten auch eine Venenentnahme (V. saphena), bei drei Patienten wurde zusätzlich eine A. radialis gehoben. Die beiden ersetzten Aortenklappen waren Bioklappen.

## 4.2 Wundmanagement bei Sternumdefekten

### 4.2.1 Behandlungsbeginn

Die Zeitspanne bis zum Beginn einer systematischen Wundtherapie mit plastischer Defektdeckung war sehr unterschiedlich.

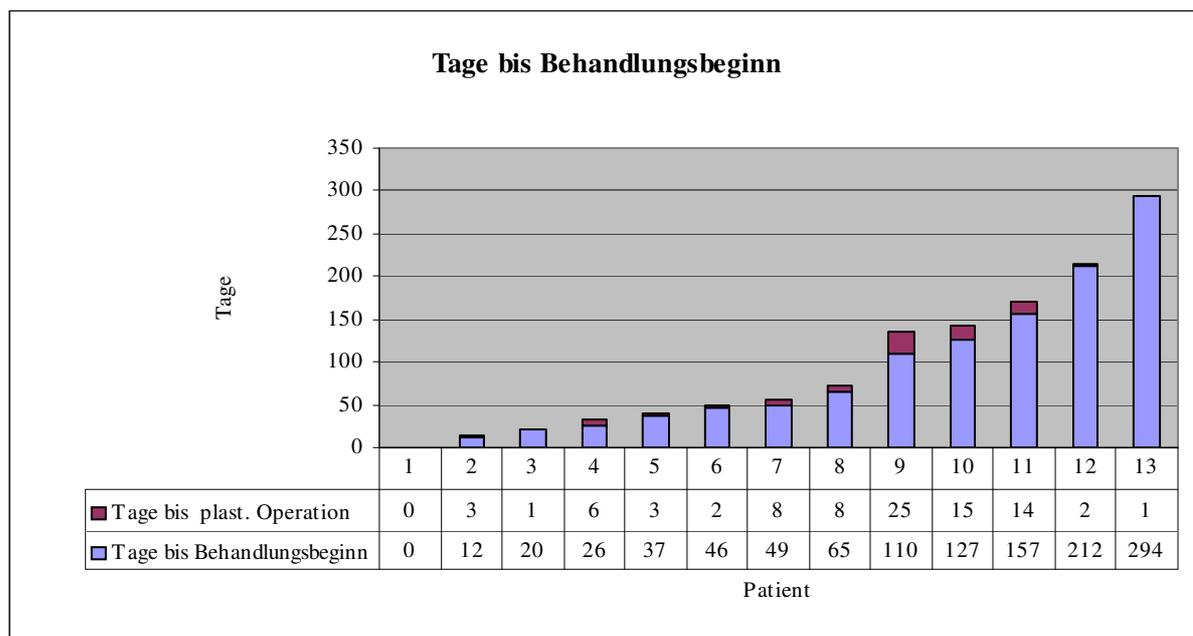


Diagramm 3: Tage bis Behandlungsbeginn und Tage bis zur plastischen Deckung

Ein Patient konnte in die Wertung nicht einbezogen werden: Nach der ca. 20 Jahre zuvor erfolgten Strahlentherapie im Bereich des Sternums war eine genauere Angabe zum Beginn der Osteoradionekrose nicht möglich. Es ist lediglich bekannt, dass mehrmonatige konservative Therapieversuche vorausgegangen waren. Der Säugling mit Sternumfehlbildung und Ektopia cordis wurde dem Befund entsprechend unmittelbar nach der Geburt operiert.

Bei den anderen zwölf Patienten betrug die Zeitspanne zwischen der Sternotomie und dem Einbinden in eine systematische Therapie mit Wundmanagement und plastischer Deckung zwölf Tage (bei dem Säugling mit hypoplastischem Linksherzsyndrom) bis 294 Tage (bei einem Patienten, der in mehreren Kliniken vorstellig war und fünf erfolglose stationäre Behandlungsversuche hinter sich hatte). Bei fünf Patienten waren seit der Operation über 100 Tage vergangen. Durchschnittlich lagen 96 Tage zwischen der Operation mit medianer Sternotomie und dem Behandlungsbeginn. Bis zum Behandlungsbeginn in unserer Klinik waren sowohl erfolglose stationäre als auch ambulante Behandlungsversuche durchgeführt worden. Rezidivierende Spätkomplikation sind ebenfalls zu erwähnen. Wegen Verschlechterung des Befundes und auch des Allgemeinzustandes war dann schließlich dringend die Indikation zu einer stationären Behandlung und zu einem systematischen Therapiekonzept gegeben. Die

ambulanten Patienten stellten sich in der Wundsprechstunde vor, die stationären Patienten wurden konsiliarisch gesehen. Die Behandlung konnte in allen Fällen unverzüglich beginnen.

Nach der stationären Aufnahme wurde der Patient sofort in das ganzheitliche Konzept der modernen Wundtherapie eingebunden. Das erste Ziel war, durch ein umfassendes Behandlungskonzept, den Thoraxdefekt zügig für eine plastische Deckung vorzubereiten. Zwischen Behandlungsbeginn und plastischer Deckung vergingen null bis 25 Tage, durchschnittlich waren es acht Tage. Der Säugling mit Cantrell-Syndrom wurde noch am ersten Lebenstag operiert. Es erfolgte unmittelbar der erste Schritt der plastischen Deckung. Bei sechs anderen Patienten zeigten sich nach einem umfassenden Debridement sichere Vitalitätszeichen der abgesetzten Knorpel- und Knochenanteile und eine gute Perfusion der angefrischten Wundränder. Da die niedrigen Entzündungsparameter (CRP, IL6, Leukozyten) nicht auf eine Infektion deuteten, begann man unverzüglich mit der Defektdeckung und deren Komplettierung. Bei allen anderen Patienten konnte der Defektverschluss erst nach einer längeren Vorbehandlung und mehrmaligem Debridement durchgeführt werden (sechs bis 25 Tage).

## **4.2.2 Kausale Therapie bei Wundheilungsstörungen**

### **4.2.2.1 Allgemeine Anamnese und Diagnosen**

#### **1. Zwölf erwachsene Patienten**

Aus den vorliegenden Dokumenten waren folgende Allgemeinerkrankungen zu ermitteln: Elf Patienten wurden wegen einer arteriellen Hypertonie behandelt, vier Patienten hatten einen Herzinfarkt überlebt und bei zwei Patienten war wegen eines kardiochirurgischen Eingriffs einige Jahre zuvor bereits eine mediane Sternotomie erfolgt (ACB-Operation vor dem Aortenklappenersatz, Aortenklappenersatz vor der Thrombenentfernung an der Klappe). Unter Diabetes mellitus litten fünf Patienten, zwei Diabetiker waren insulinpflichtig. Eine Hyperlipoproteinämie wurde bei sechs Patienten mit Lipidsenkern behandelt. Eine COLD war bei vier Patienten bekannt, sechs Patienten gaben an, in früheren Jahren geraucht zu haben. Arteriosklerose mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit oder bekannter Karotis-Sklerose waren bei sieben Patienten beschrieben. Ein Patient wies einen cerebralen Insult in der Anamnese auf.

Eine Patientin hatte bereits eine Lungenembolie und eine weitere Patientin eine Beinvenenthrombose erlitten. Rheumatische Erkrankungen (rheumatoide Arthritis, Fibromyalgia rheumatica) wurden bei drei Patienten erwähnt. Skelett- und Gelenkerkrankungen (Osteoporose, degeneratives Wirbelsäulenleiden, Coxarthrose, Schuldersyndrom) sind bei sieben Patienten dokumentiert. Zwei Patienten hatten im Bereich des Thorax eine Strahlentherapie erhalten (wegen eines unklaren retrosternalen Tumors und wegen eines Mamma-Karzinoms). Zwei Patienten zeigten ausgeprägte Vernarbungen im Bereich des Sternums (ein Patient hatte eine schwere Kriegsverletzung erlitten; eine Patientin hatte nach Ablatio Mammae links, Lungensegmentresektion links und nach vorausgegangener medianer Sternotomie ausgeprägte postoperative Vernarbungen). Drei Patienten litten an therapiedürftigen Hauterkrankungen (Psoriasis vulgaris, seborrhoisches Ekzem, Erythrasma). Zwei Patienten nahmen seit Jahren niedrig dosierte Steroide-Präparate ein (Decortin H 5). Alle Patienten bekamen ein oder mehrere Medikamente zur Antikoagulation (Acetylsalicylsäure (neun Patienten), Clopidogrel plus Acetylsalicylsäure (zwei Patienten) nur Clopidogrel (eine Patientin)). Während des stationären Aufenthaltes wurde entsprechend der Empfehlung der Abteilung für Gerinnungsmedizin individuell ein niedermolekulares Heparinpräparat subcutan indiziert. In der Patientengruppe sind Allergien gegen Penicillin, Clindamycin und Cefazolin erwähnt, bei einer Patientin war eine Allergie gegen Acetylsalicylsäure und Heparin bekannt.

Eine Adipositas lag bei einem der Patienten vor (110 Kg Körpergewicht bei 190 cm Körpergröße). Für vier weitere Patienten ist dokumentiert, dass während des langen vorausgegangenen Krankenhausaufenthaltes eine Gewichtsabnahme von über zehn Kilogramm Körpergewicht erfolgt war. Ein Patient wies zusätzlich eine dilatative Kardiomyopathie als Folge einer durchgeführten Strahlentherapie auf. Ein weiterer Patient litt seit Jahren unter einer Colitis ulcerosa und hatte als Folgeerkrankung eine chronische mikrozytäre Anämie. Die psychische Situation der Patienten war objektiv nicht zu bewerten, so dass auf diesbezügliche Aussagen verzichtet wird. Aus den Krankenakten geht allerdings hervor, dass bei drei Patienten seit längerem psychisch stabilisierende Medikamente verordnet wurden und ein Patient zusätzlich ein chronisches Schmerzsyndrom angab.

Diagnosen	Anzahl Patienten
Arterielle Hypertonie	11
Arteriosklerose (Carotiden, pAVK)	7
Skelett- und degenerative Gelenkerkrankungen	7
Hyperlipoproteinämie	6
Raucheranamnese	6
Diabetes mellitus	5
Z. n. Herzinfarkt	4
COLD	4
Allergie/Unverträglichkeit Antibiotika	4
Rheumatoide Erkrankungen	3
Hauterkrankungen	3
Z.n. Medianer Sternotomie	2
Z.n. Strahlentherapie im Thoraxbereich	2
Vernarbungen im Bereich des Sternums	2
Medikation mit Steroiden	2
Z. n. cerebralem Insult	1
Z.n. tiefer Beinvenenthrombose	1
Z.n. Lungenembolie	1
Colitis ulcerosa	1
Adipositas	1
Dilatative Cardiomyopathie	1
chronisches Schmerzsyndrom	1

Tabelle 1: Allgemeine Erkrankungen in der Gruppe der zwölf erwachsenen Patienten

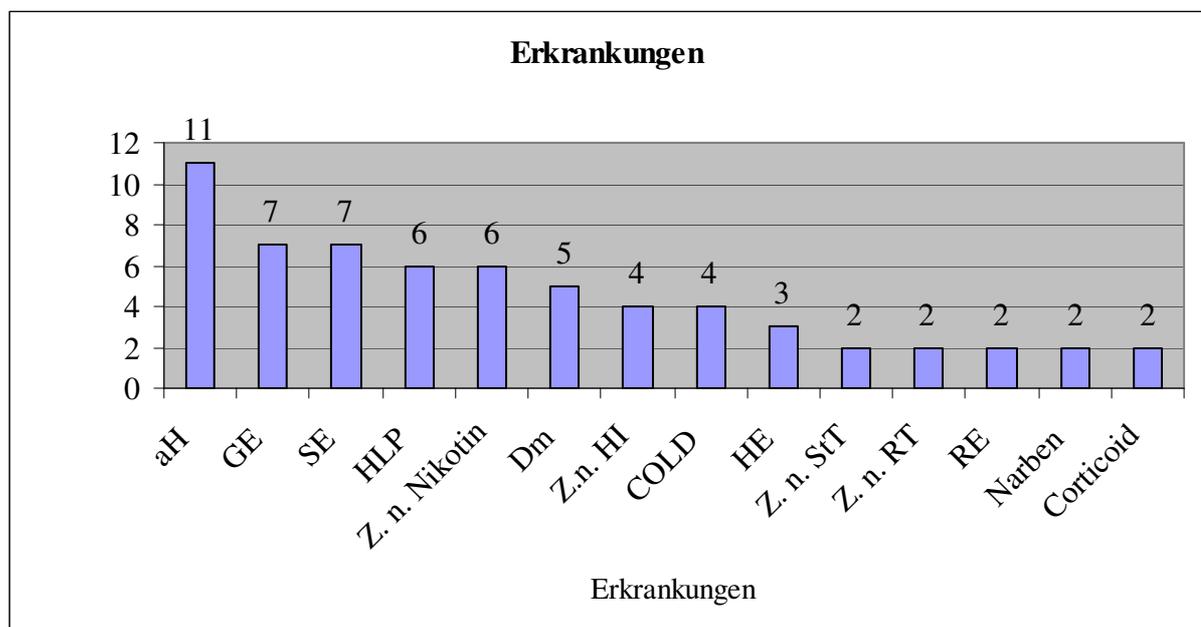


Diagramm 4: Erkrankungen

## 2. Zwei Säuglinge

Bei dem weiblichen Säugling mit hypoplastischem Linksherzsyndrom bestand zusätzlich eine nekrotisierende Colitis mit multiplen Colonperforationen und Peritonitis, so dass 3 Tage nach der Geburt eine Kolektomie mit Resektion der Ileozökalklappe und endständiger Ileostomaanlage erfolgte. Es kam zu einer eitrigen Wundinfektion.

Das männliche neugeborene Kind hatte aufgrund der Cantrell Sequenz neben der Ektopia Cordis bei medianer Sternumspalte eine Omphalozele, einen Zwerchfelldefekt, eine bilateral angelegte Leber und eine submuköse Gaumenspalte. Es traten Neugeborenenkrämpfe auf und bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung kam es zu rezidivierenden akuten Infekten der oberen Luftwege. Es wird eine somatomotorische Entwicklungsverzögerung beschrieben.

Für jeden Patienten wurden die bestehenden **Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen** ermittelt, um durch eine individuelle Therapie der zugrunde liegenden Erkrankungen die Reaktionsbereitschaft des gesamten Körpers zu unterstützen.

### 4.2.2.2 Kausaler Therapieansatz : Minimierung der Risikofaktoren

Im Rahmen der allgemeinen Pflege erfolgten tägliche Kontrollen der Blutdruckwerte, der Herzfrequenz, der Blutzuckerwerte und der Körpertemperatur. Ein- bis zweimal wöchentlich wurden die Patienten gewogen und die Laborwerte (Elektrolyte, CRP, Blutbild, Nierenwerte, Gerinnung, individuell weitere Werte) bestimmt. So konnten Abweichungen von Normalwerten und Veränderungen im Verlauf erkannt werden. In diesen Fällen wurde durch die Kollegen entsprechender Fachdisziplinen weitere Diagnostik und die erforderliche Therapie eingeleitet. Für jeden Patienten wurden möglichst viele der bestehenden Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen ermittelt. Durch konsiliarische Beurteilungen optimierte man die Therapien der zugrunde liegenden Erkrankungen: Einstellung des Blutzuckerwertes (Insulin), Einstellung des Blutdrucks, Therapie mit Antirheumatika, rheologische Therapiemöglichkeiten bei Arteriosklerose, antiobstruktive Therapie bei COPD, Therapie mit Lipidsenkern, Anpassen der Antikoagulation. Durch Behandlung der Hautleiden mit entsprechenden Externa wurde ein störender Juck- oder Irritationsreiz beseitigt und das Wohlbefinden

gesteigert. Alle Patienten hatten eine positive Schmerzanamnese. Die Schmerzmedikation war meist nicht ausreichend, so dass zusätzlich von einem Schmerztherapeuten für jeden Patienten die bedarfsgerechte Medikation verordnet wurde.

Die bakteriologischen Untersuchungen haben aus den Wundabstrichen meist zwei oder drei der folgenden Erreger nachgewiesen:

1. Staphylococcus aureus (5)
2. Enterobacter cloacae (4)
3. Klebsiella pneumoniae (2)
4. Escherichia coli (2)
5. Enterococcus ssp. (2)
6. Staphylococcus epidermidis (1)
7. Streptococcus ssp. (1)
8. Corynebacterium ssp. (1)
9. Candida albicans (1)

Eine bereits bestehende Antibiose akzeptierte man bis zum Vorliegen des Antibiogramms. Patienten, die keine Antibiose erhielten, aber erhöhte Entzündungsparameter und Zeichen der Wundinfektion aufwiesen, erhielten nach Abstrichnahme zunächst Clindamycin. Alternativ wurde initial das Kombinationspräparat Ampicillin und Sulbactam (Unacid®) gegeben. Von zwei Patienten standen die bakteriologischen Untersuchungsergebnisse nicht zur Verfügung. Bei dem Säugling mit Ektopia cordis gab es keinen positiven Erregernachweis.

Die Antibiose erhielten die Patienten entsprechend der Resistenzprüfung und individuellen Verträglichkeit möglichst intravenös. Die Antibiotika-Gabe erfolgte während der Phase des Debridements und perioperativ bei der plastischen Defektdeckung.

Da kein Patient angab, weiterhin zu rauchen, wurde im Sinne eines positiven feed-back und aufklärend auf die wundheilungshemmende Wirkung von Nikotin hingewiesen. Ein wesentlicher Punkt in der Patientenführung war auch die Ernährung. Es erfolgten

Gespräche mit den Patienten und bei Gewichtsabnahme wurde beratend eine Diätberatung angeboten. Die Patienten konnten vitamin- und mineralstoffreiche Ergänzungskost ordern und bei Zustimmung erhielten sie (zeitweise) Vitamin- und Mineralstoffpräparate. Eine Kaliumgabe erfolgte in Anlehnung an die aktuellen Laborbefunde.

Das Angebot einer psychologischen Beratung nahm nur ein Patient an. Eine positive Einstellung, mit Zuversicht und Bereitschaft aktiv mitzuarbeiten, ist Basis einer erfolgreichen Behandlung. Eine quantitative oder objektive Ermittlung der Compliance ist nicht gegeben.

Die für jeden Patienten erfassten Erkrankungen und Risikofaktoren wurden auf mögliche Therapieverbesserungen überprüft. Es ergingen Anweisungen für weitere diagnostische Untersuchungen (z. B. aktuelles Thorax-Röntgen, aktuelles EKG, Lungenfunktions-Untersuchung, spezielle Laborbestimmungen) und das Hinzuziehen anderer Fachkollegen zur fachspezifischen Untersuchung und Therapievorschlüsse.

### **4.2.3 Lokalthherapie**

#### **4.2.3.1 Bewertung der Wunden**

Der männliche Säugling mit Sternumspalte und Ektopia cordis brauchte am Geburtstag kein Debridement und keine Wundkonditionierung, hier war sofort die Einleitung des Defektverschlusses indiziert (3. Stufe der Lokalthherapie). Der Verschluss erfolgte nur in Etappen, so dass nach jeder Operation ein postoperatives Management mit neuer Wundbewertung und Festlegung des weiteren Konzeptes zu erstellen war.



Bild 1: Mediane Körperspalte mit Ektopia cordis

Alle anderen dreizehn Patienten kamen mit offenen, belegten Thoraxwunden: Von den dreizehn Patienten hatten acht eine weit offene Wunde mit freiliegendem nekrotischen Knorpel und Knochen. Teilweise waren gelockerte freiliegende Drahtcerclagen sichtbar. Einige Wunden waren ohne ausreichendes vorheriges Debridement mit Vakuumverbänden behandelt worden.



Bild 2: Rechts: Weit offene Thoraxwunden mit freiliegendem Knorpel und Knochen.

Links: Vorbehandlung mit Vakuumverband

Fünf Patienten waren wegen rezidivierender Abszesse oder Dehiszenzen ambulant behandelt worden und kamen mit kleinerer Wundoberfläche als die der ersten Gruppe zur Aufnahme. Die Wunden zeigten im Randbereich ausgeprägte Vernarbungen und waren bis auf den darunter liegenden nekrotischen Knorpel und Knochen sondierbar. Diese Wundflächen zeigten durch die unterminierenden Anteile eine viel größere Ausdehnung als die sichtbare Wunde aufwies.

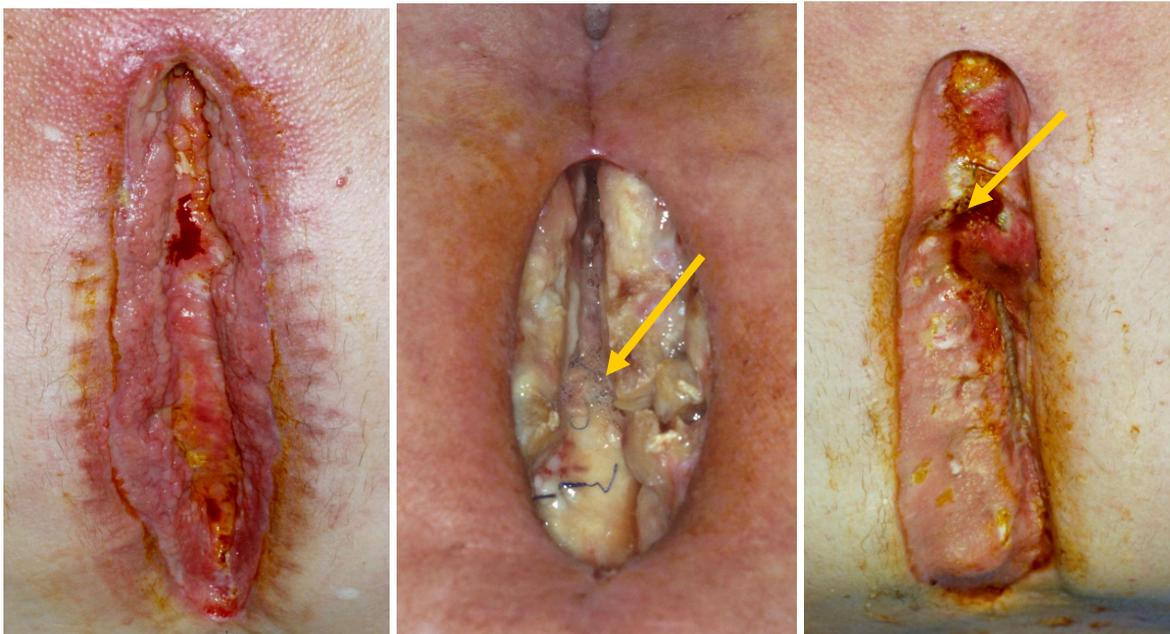


Bild 3: Unterminierende Thorax-Wunden

#### 4.2.3.2 Stufen der Lokaltherapie

Die Lokaltherapie wurde jeweils nach Bewertung der Wunde den Stufen des modernen Wundmanagements zugeordnet:

1. **Debridement und Antiseptik**
2. **Wundkonditionierung mit modernen Techniken und Wundauflagen**
3. **Defektverschluss**
4. **Reevaluation und postoperatives Management**

### **Debridement und Antiseptik**

Der Versuch, die Wunden therapiebegleitend auszumessen scheiterte, weil unterminierende Wundbereiche in der Ausdehnung nicht sicher erfasst werden konnten und sich die Wundgröße allein durch das Debridement unabhängig vom Heilungsverlauf änderte. Auch ist die Fläche von Thoraxwunden, je nach Mobilität der Wundränder, sehr von der Körperhaltung und den einwirkenden Zugkräften (Mammae bei Frauen) abhängig und variiert ebenfalls unabhängig vom Heilungsverlauf.

Die betreffenden infizierten Wunden zeigten keine Heilungstendenz, da nekrotische Knorpel- und Knochenanteile des Sternums und der Rippen den entzündlichen Prozess unterhielten. Die Wundbehandlung begann auf der Stufe des Debridements. Wegen der großen Ausdehnung der Befunde, konnte dieses nur in Allgemeinanästhesie stattfinden. Es erfolgte begleitend zur Allgemeintherapie innerhalb der ersten drei stationären Tage. Verzögerungen gab es, da von anästhesiologischer Seite mitunter Zusatzuntersuchungen erforderlich waren: Herzkatheter, Herzschonographie, Lungenfunktionstest u.a.).

Die Antiseptik für die Eingriffe erfolgte mit PVP-Jod- oder Octenidin-Lösung. Farbloses Octenisept® wurde bevorzugt, da es sicher wirkt und die Wunde und die Wundumgebung sicher beurteilt werden können. Ein weiterer Vorteil ist die gute Kompatibilität mit PVA-Schwämmen für die Anlage eines Vakuumverbandes.

Intraoperativ wurden Gewebeproben zur feingeweblichen Untersuchung entnommen (Beurteilung des Weichteilgewebes, Diagnose einer Knorpel und Knochenentzündung, Bestimmung der Ausdehnung der Nekrose, Ausschluss einer Tumorerkrankung oder eines Pyoderma gangraenosum).

Das Debridement erfolgte bei allen Patienten chirurgisch, bei zwei Patienten zusätzlich mit Ultraschall. Es wurden nekrotische Weichteile sowie nekrotische Knorpel- und Knochenanteile und freiliegendes gelockertes Osteosynthesematerial entfernt. Das Debridement galt als ausreichend, wenn eine Gewebeblutung als Zeichen der Vitalität auftrat. Die gesamte Wunde wurde angefrischt und stark vernarbte und verwachsene Wundränder wurden gelöst, bei starker Kontraktion auch excidiert. Wenn noch Osteosynthesematerial vorhanden und gelockert war, musste dieses entfernt werden. Die Entfernung erfolgte in Anwesenheit eines Kardiochirurgen.

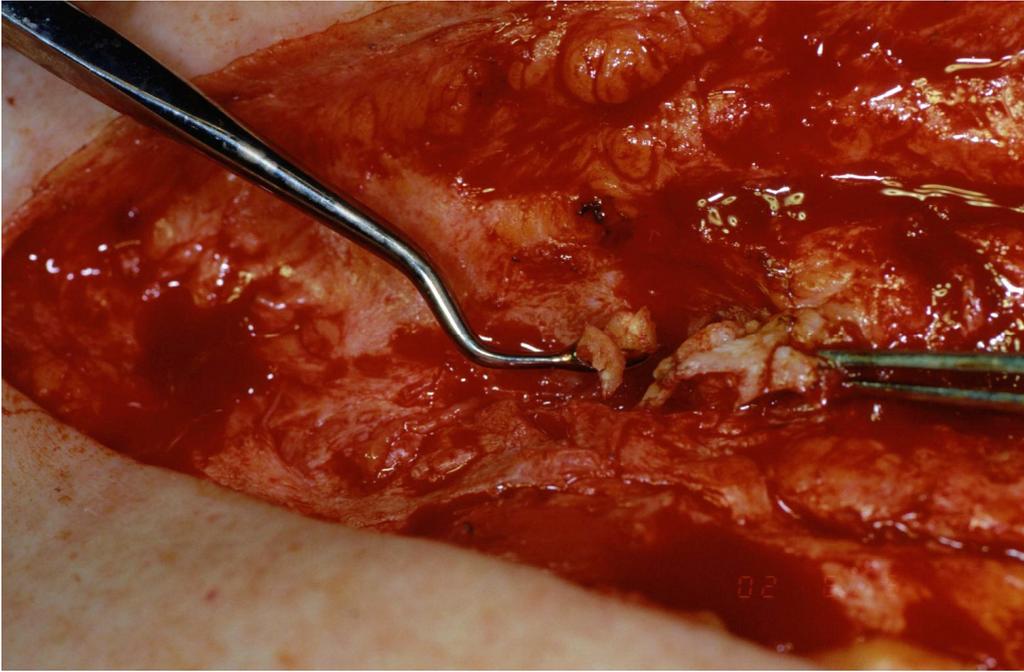


Bild 4: Chirurgisches Debridement



Bild 5: Debridement: Entfernung von Osteosynthesematerial (Cerclagen)

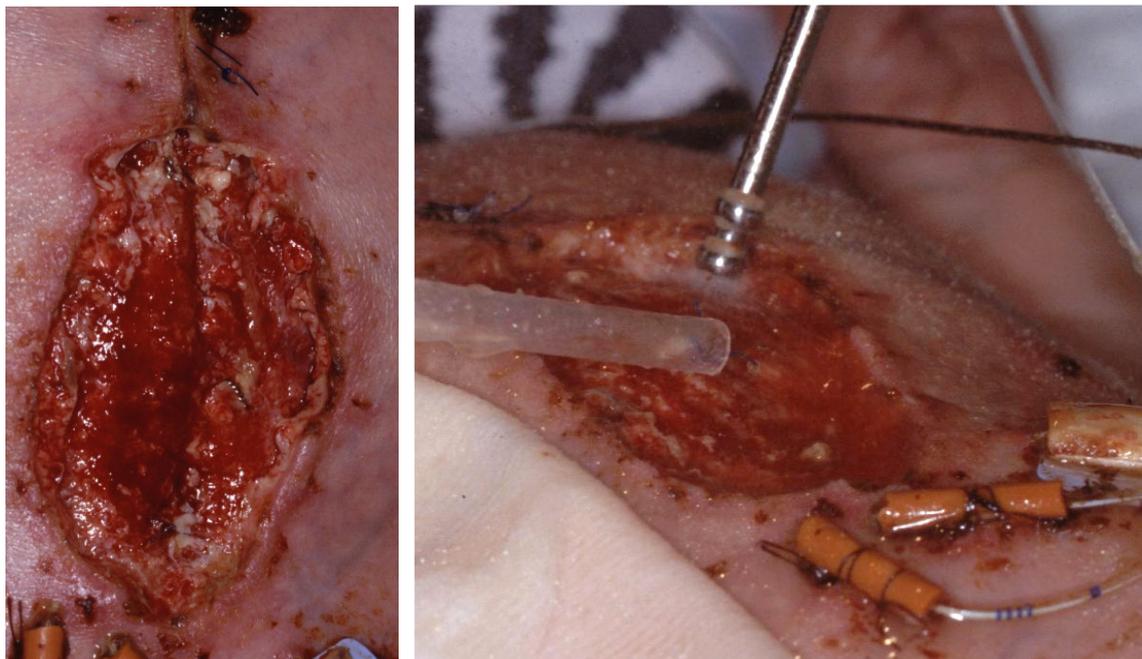


Bild 6: Debridement mit Ultraschall

Wenn das Ergebnis des Debridements bei ausgedehnten Knorpel- und Knochennekrosen nicht sicher einzuschätzen war, resezierte man schrittweise in mehreren Eingriffen. Zwischenzeitlich wurde ein Vakuumverband angelegt. Von den dreizehn Patienten, die ein Debridement erhielten, wurde es bei acht Patienten in zwei bis vier Schritten durchgeführt. Fünf Patienten erhielten ein einmaliges Debridement.

### **Wundkonditionierung**

Nach dem Debridement erhielten die o.a. acht Patienten einen Vakuumverband, da sie aufgrund der ausgedehnten Nekrosen, einer unzureichenden Granulation des Wundgrundes oder ödematös geröteter Wundränder eine weitere Konditionierung brauchten. Als Schwamm wurde der feine PVA-Schwamm gewählt. Zur Fixierung im Wundbett haben sich Hautklammern bewährt. Um die Mobilität der Patienten zu gewährleisten, wurde eine Redonflasche als kostengünstige „Saugquelle“ konnektiert. Die Wichtigkeit der dauerhaften Saugung wurde den Patienten und dem Pflegepersonal erklärt. Bei defekter Abdichtung wurde unverzüglich eine neue Redonflasche oder die Wandabsaugung im Patientenzimmer angeschlossen. Da die Wundränder mit Modellierstreifen umschlossen waren, gab es nur selten Probleme mit diesen Verbänden. Bei Irritation der Wundränder z. B. durch Spannungsblasen oder Mazeration durch die vorausgegangene Behandlung war die großzügige Abdeckung

dieser Bereiche mit einer selbstklebenden Hydrokolloid-Auflage hilfreich. Die Vakuumfolie kann problemlos übergeklebt werden.

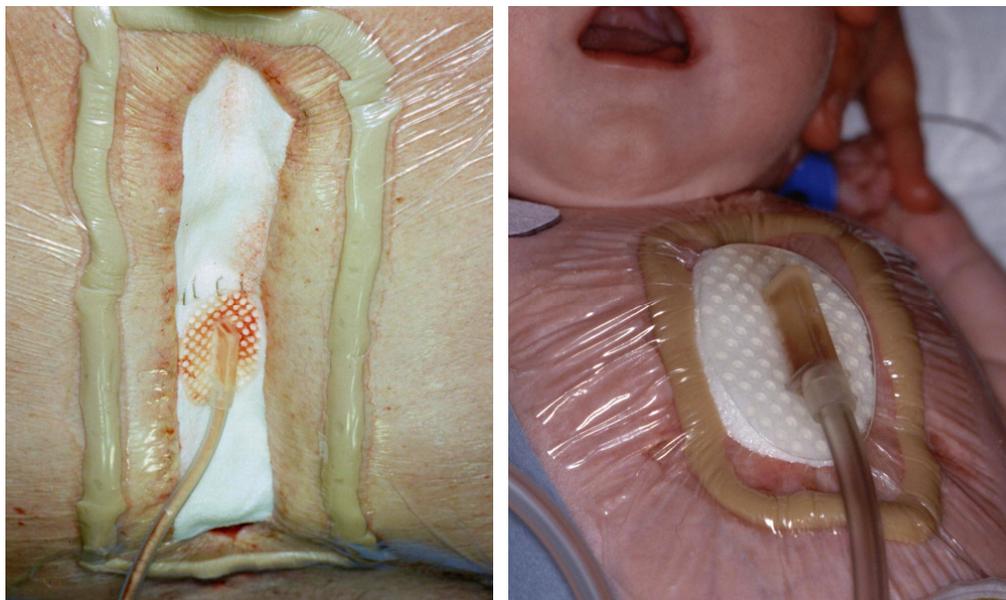


Bild 7: Vakuumverbände

Die Phase der Wundkonditionierung dauerte minimal zwei Tage (ein Vakuumverband) und maximal 25 Tage (vier Vakuumverbände), durchschnittlich elf Tage mit zwei Vakuumverbänden.

### **Defektverschluss**

Die ausgedehnten medianen Thoraxdefekte der vierzehn Patienten wurden durch myokutane Lappentechniken (dreizehn Patienten) und Hautdehnung (ein Patient) gedeckt.

Die Maßnahmen zur plastischen Deckung sind im folgenden Diagramm zusammengefasst:

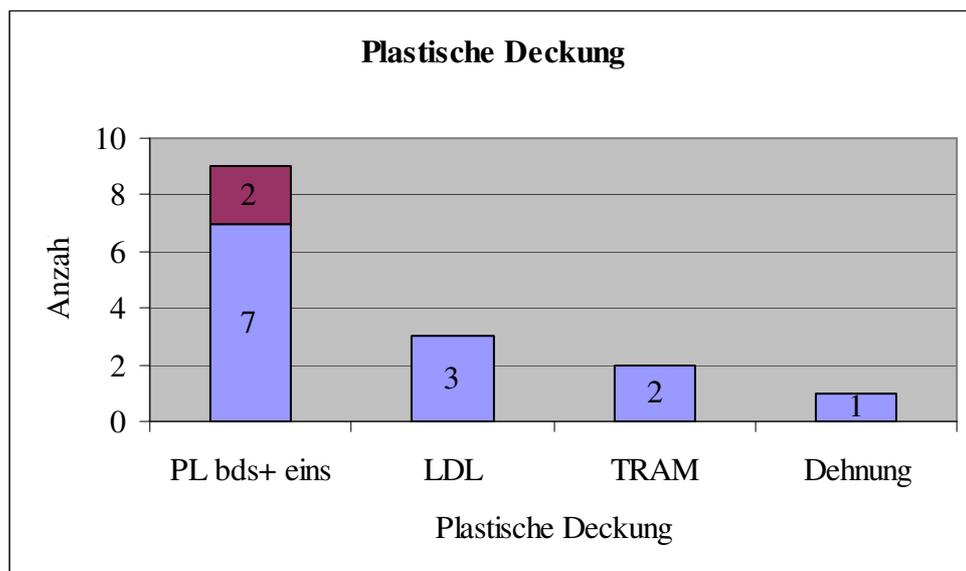


Diagramm 5: Plastische Deckung

Da ein Patient zwei Lappen erhielt, betrug die Summe der Defektverschlüsse fünfzehn. Spätere Korrekturoperationen gehen in diese Auflistung nicht ein.

Bei dem weiblichen Säugling konnte nach der Wundkonditionierung der sukzessive Wundverschluss durch viermalige Hautdehnung in drei- bis fünftägigem Abstand erreicht werden. Bei sauberen Wundverhältnissen wurde die schrittweise Deckung durch die jeweilige Verkleinerung des Vakuumverbandes und Näherung der Wundränder fortgeführt. Mit dem Hautklammergerät ließ sich der PVA-Schwamm an den Wundrändern fixieren. Der definitive Defektverschluss erfolgte 34 Tage nach Behandlungsbeginn mit Sekundärnähten.



Bild 8: Wundverschluss sukzessive durch Hautdehnung

Die dreizehn anderen Patienten hatten so ausgedehnte und tief greifende Defekte, dass ein Verschluss mit lokalen Lappen oder Hautdehnung nicht möglich war. Bei neun Patienten konnte die Defektdeckung durch Pectoralis Lappen erfolgen. Sieben Defekte wurden mit einem beidseitigen und zwei Defekte mit einem einseitigen Pectoralis Lappen gedeckt (bei einem Patienten links und bei dem zweiten Patienten wegen Vernarbungen rechts). Der Musculus pectoralis major wurde bei der doppelseitigen Defektdeckung auf beiden Seiten bis zum Gefäßstiel präpariert. Um beide Muskeln spannungsfrei nach medial über den Defekt schwenken und die beiden medianen Muskelränder vernähen zu können, waren caudale Entlastungsinzisionen erforderlich. Die einseitige Pectoralisplastik war möglich, wenn der Defekt nicht allzu breit war und der präparierte Muskel spannungsfrei über die Mittellinie mobilisiert werden konnte. Bei einem Patienten bestand nach der Pectoralisplastik ein Restdefekt, der mit einem Vakuumverband versorgt wurde. Bei drei Patienten war bereits von einer erfolglosen

Pectoralisplastik berichtet worden. Der Muskel ließ sich aber für die plastische Deckung noch ausreichend mobilisieren.

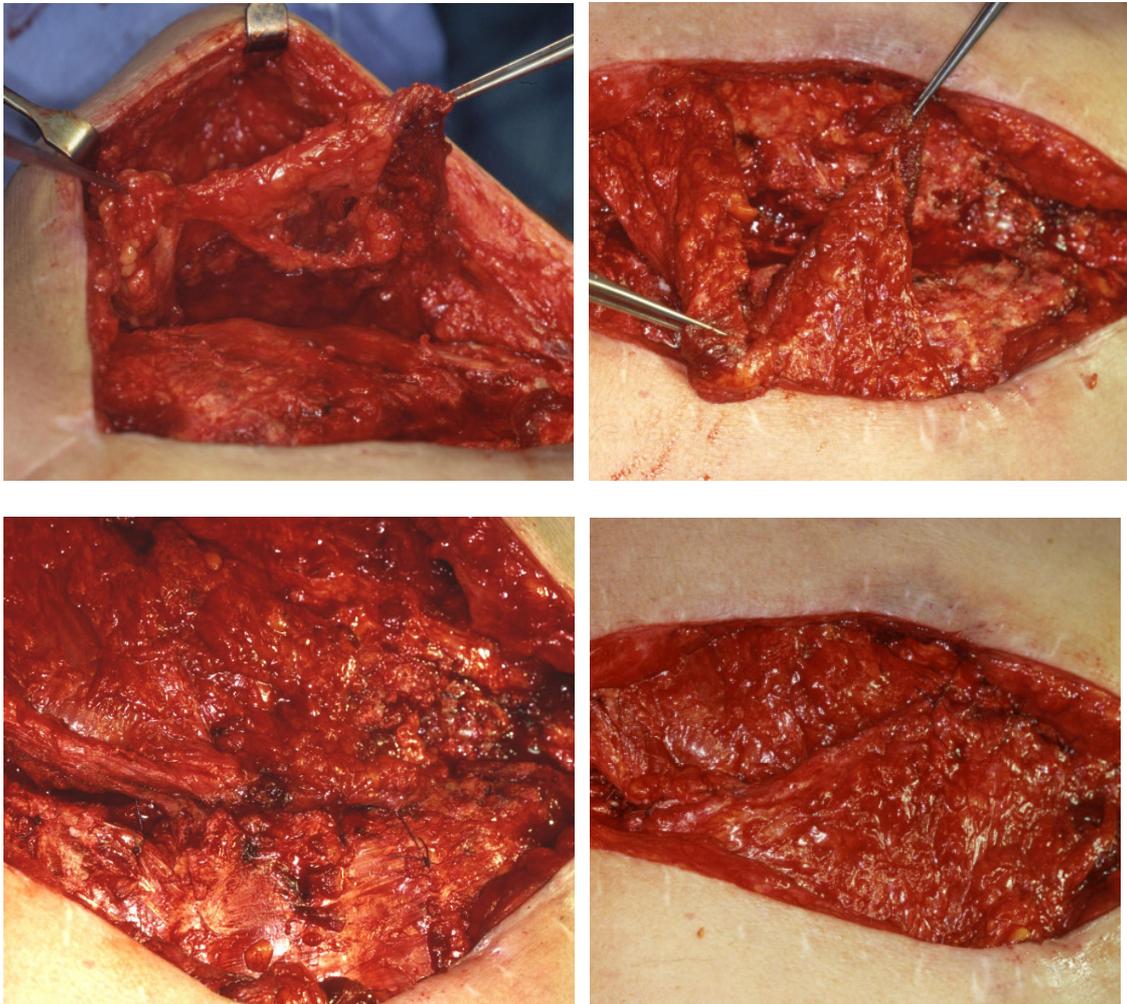


Bild 9: Wundverschluss durch Pectoralisplastik

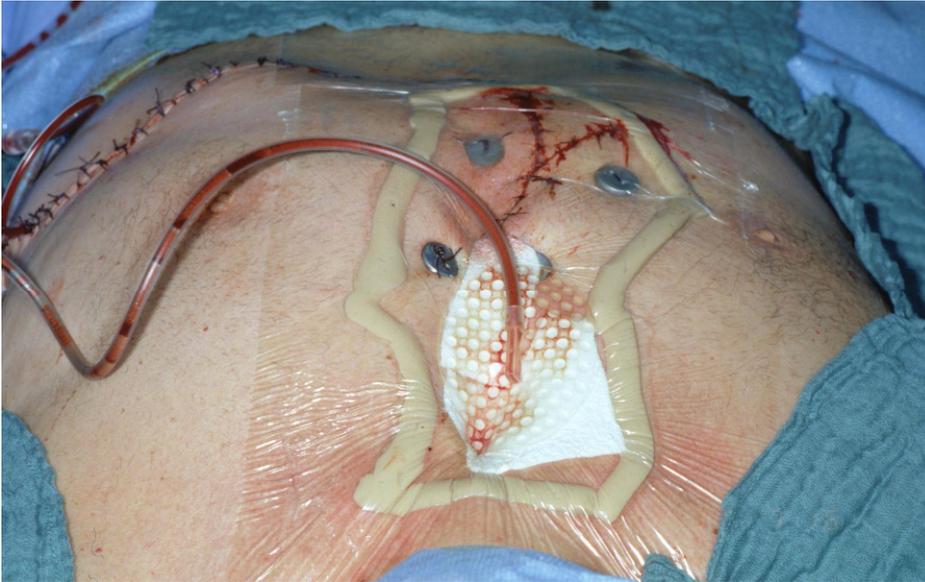


Bild 10: Wundverschluss durch Pectoralisplastik und zusätzliche Drainage über einen Vakuumverband

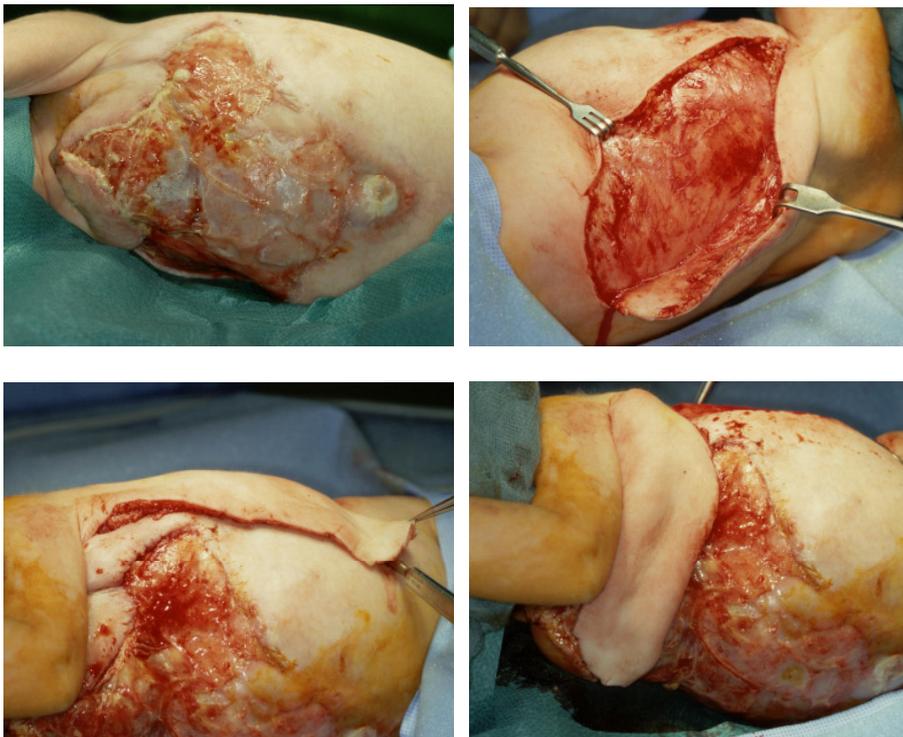
Zwei Patienten erhielten zur Defektdeckung einen transversen Rectus Abdominis Myokutanlappen von rechts. Bei diesen Patienten war vor der Operation sichergestellt, dass die ipsilaterale Arteria mammaria interna als versorgendes Gefäß vorhanden war (Berichte der kardiochirurgischen Operation und Rücksprache mit den Operateuren). Bei unsicherer Aussage wäre eine Angiographie möglich gewesen. Dieser Lappen war für zwei sehr ausgedehnte und tief greifende Defekte gewählt worden, weil er sehr großzügig dimensioniert werden und durch den Bauchfettanteil auch tiefere Defekthöhlen ausfüllen kann. Die Vasa epigastricae wurden präpariert, um die Möglichkeit einer mikrovaskulären Anastomosierung zu sichern. Sie war aber in beiden Fällen nicht erforderlich.



Bild 11: Wundverschluss durch transversen Rectus abdominis Myokutanlappen

Auch der Latissimus dorsi Lappen hat sich als Lappen für die Defektdeckung im Sternumbereich durch seine gute Dimensionierbarkeit und den langen Gefäßstiel angeboten. Er konnte zweimal als gestielter Schwenklappen zum Sternum geführt werden und einmal als mikrovaskuläres freies Transplantat mit cervikalen Gefäßanastomosen den eher cranial lokalisierten Defekt decken. Eines der gestielten Latissimus dorsi Transplantate war als zweites Transplantat nach Teilverlust des Rectus abdominis Lappens in einem Folgeeingriff positioniert worden. Die Sternumspalte bei dem Neugeborenen wurde mehrzeitig durch lokale Hautlappen und einen gestielten

Latissimus dorsi Lappen von links gedeckt. Der Heberdefekt konnte bei zwei Patienten primär mit Dehnungsnähten verschlossen werden. Bei dem Säugling erfolgte eine temporäre Deckung mit Kunsthaut. Später wurde der Defekt durch Hautdehnung mit Sekundärnähten verschlossen. Die Bilderabfolge (Bild 12) zeigt die Präparation, Mobilisierung und Einlagerung des Latissimus dorsi Lappens über das freiliegende Herz und die primäre Versorgung des Heberdefektes mit Vessel Loops als Vorbereitung für die mehrmalige Hautdehnung zum Verschluss des Heberdefektes. Bereiche, die durch den Lappen nicht direkt gedeckt werden konnten, wurden mit einer Polyurethanschaum-Auflage zur temporären Deckung versorgt. Restdefekte erhielten dann nach der Granulation des Wundgrundes ein Spalthaut-Meshgraft. Nach einer Herzoperation und dem Wundverschluss erfolgte nochmals die Konditionierung eines Restedefektes durch Anlage eines Vakuumverbandes. Zu diesem Zeitpunkt ist das Kind sechs Monate alt. Für das Kind wurde ein Thorax-Schutz-Korsett angefertigt. Das letzte Bild zeigt den Jungen im Alter von vier Jahren.



Zu Bild 12

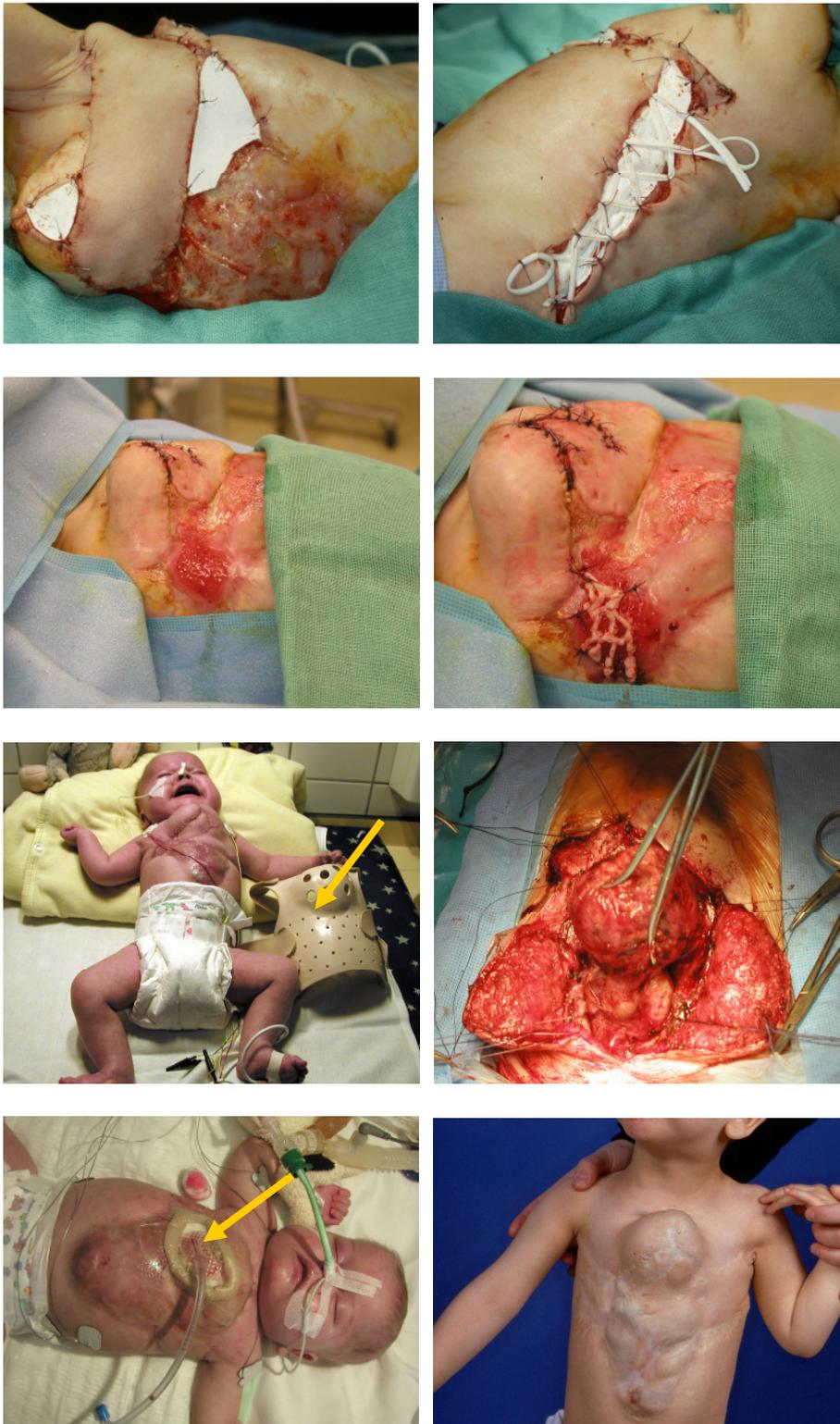


Bild 12: Plastische Deckung bei Ektopia cordis durch einen Latissimus dorsi Lappen, lokale Lappentechnik und Spalthaut Transplantationen

Alle Patienten wurden nach den Operationen intensivmedizinisch oder auf einer chirurgischen Intermediate Care Station (IMC) betreut. Die Dauer des

Intensivaufenthaltes war sehr unterschiedlich und nicht direkt vergleichbar. Er musste teilweise wegen der kardialen Situation oder bei den beiden Säuglingen wegen des Allgemeinzustandes längerfristig durchgeführt werden. Nach einer plastischen Lappen-Deckung wurden die Patienten routinemäßig ein bis zwei Tage zur Transplantatkontrolle intensivmedizinisch überwacht (Intensivstation, IMC).

### **Reevaluation und Postoperatives Management**

Bei jedem postoperativen Verbandswechsel (Stufe 4) wurden Wundzustand und Heilungsverlauf beurteilt und dokumentiert. Es musste dann die Entscheidung getroffen werden, ob die Wunde nach dem Defektverschluss geschlossen und unauffällig war oder Zeichen einer Komplikation zeigte. Bei gutem Verlauf wurde mit der Therapie nach individuellem Konzept fortgefahren. Eine normale Reinigung mit phys. NaCl Lösung war ausreichend. Antiseptische Wundspülungen erfolgten nur bei Verdacht auf eine Wundinfektion.

Die Bereiche der Hautnähte wurden mit Hydropolymerschaum-Wundauflagen (kein Verkleben mit der Wunde) oder nicht haftenden Schutzauflagen (z. B. mit Silikonbeschichtung) bedeckt.

Bei postoperativer Wundbehandlung war zu eruieren, ob die Wunde weiterhin sauber, oder belegt bzw. geschlossen oder dehiszent erschien. Eine belegte Wunde wurde wieder einem Debridement zugeführt (Stufe 1). Nach erneuter Konditionierung erfolgte ein weiterer Defektverschluss (z.B. Sekundärnähte, Hauttransplantation).

Bei einem Patienten war mit der plastischen Deckung ein Restdefekt mit einem Vakuumverband versorgt worden (kombinierte Therapie). Dieser Vakuumverband wurde in fünf bis siebentägigen Abständen verkleinert, so dass der Defekt nach drei Wochen mit einer saugenden Wundauflage (Hydropolymerschaum) ausreichend versorgt werden konnte.

Zunächst waren alle Operationswunden mit Saugdrainagen versehen. Im Verlauf hat sich gezeigt, dass Wundsekret über zehn bis vierzehn Tage abfloss. Waren die Drainagen früher entfernt worden, kam es zum Sekretverhalt und es musste eine langwierige Nachbehandlung mit nochmaliger Drainage unter Vakuumverbänden

erfolgen, wobei der PVA-Schwamm in die Wundhöhle eingelegt und sukzessive verkleinert wurde. Erst in der Endphase war dann ein sekretaufsaugender Hydrokapillarverband, danach ein etwas geringer absorbierender Polyurethan-Schaumverband und abschließend, wenn nur noch geringe Sekretion vorhanden war, ein Hydrokolloidverband, eventuell mit zusätzlicher Alginateinlage nötig.

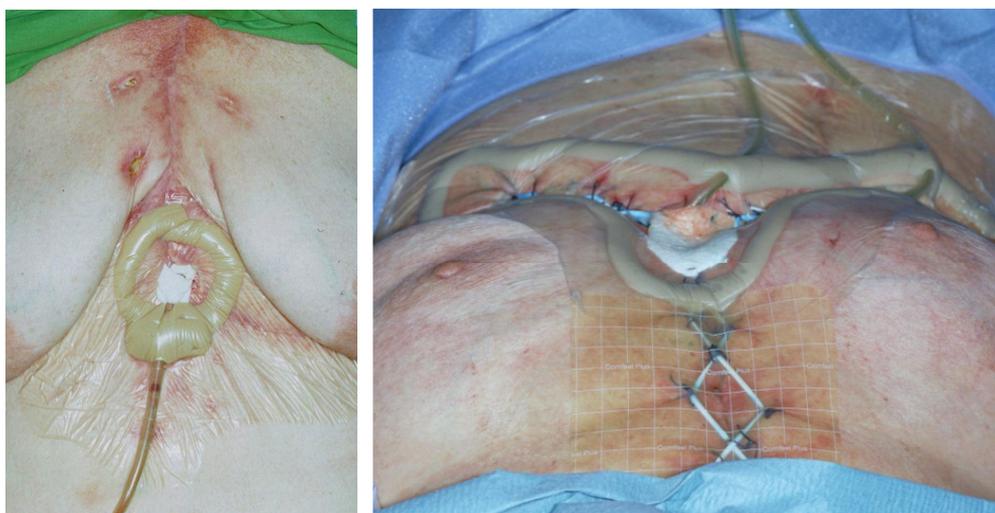


Bild 13: Nachbehandlung mit Vakuumverbänden und kombinierter Technik

Bei voranschreitender unauffälliger Wundheilung und kleinen Restdefekten wurde mit modernen Wundauflagen behandelt (Hydrokapillarverband bei stärkster Sekretion, alternativ Vakuumverband, Hydropolymerverband bei mäßiger Sekretion, Hydrokolloidverband bei geringer Sekretion oder voranschreitender Epithelisierung). In der Phase der Epithelisierung sind die Verbandswechsel sehr vorsichtig (Dermasol®) erfolgt, um das junge Epithel nicht zu zerstören.

#### 4.2.4 **Komplikationen**

Die dem Defektverschluss folgende vierte Behandlungsstufe stellt die labilste Phase der stufenorientierten Wundbehandlung dar. Schwere Allgemeinerkrankungen und Antikoagulation bedeuten ein hohes Operationsrisiko und im postoperativen Verlauf sind systemische und lokale Komplikationen zu befürchten. Somit waren Störungen der Wundheilung bei den Patienten dieser Untersuchung aufgrund der beschriebenen Risikofaktoren zu erwarten. Durch das Auftreten systemischer Komplikationen ergab

sich die Notwendigkeit zusätzlicher Behandlungen und mitunter waren vorübergehende Verlegungen in andere Krankenhausabteilungen vorzunehmen. Der gesamte Heilungsprozess verlangsamte sich, auch der Heilungsverlauf der Wunde spiegelte diesen „Einbruch“ wieder. Derartige Zusammenhänge konnten aber in dem kleinen Patientenkollektiv dieser Untersuchung nicht wissenschaftlich belegt werden.

#### **4.2.4.1 Systemische Komplikationen**

Ein Patient erlitt einen cerebralen Insult und wurde zwischenzeitlich auf die Stroke Unit des Klinikums verlegt. Bei einer anderen Patientin verlängerte sich der postoperative Aufenthalt auf der Intermediate Care Station, weil Herzrhythmusstörungen auftraten.

Ein weiterer Patient entwickelte nach der Gabe von Ampicillin/Sulbactam. eine schwere Antibiotika assoziierte pseudomembranöse Colitis mit extremen Elektrolytentgleisungen. Die Therapie war sehr langwierig und der Patient durch diese Erkrankung wochenlang geschwächt.

Nach einem Blutungsereignis mit ausgedehnten Hämatomen kam es bei einem Patienten zu einen septischem Verlauf. mit siebentägiger intensivpflichtiger Interimsbehandlung. Er erholte sich aber unter erweiterter Antibiose und der intensivierten Allgemeinthherapie.

Die depressive Gemütslage einer Patientin war so schwerwiegend, dass trotz psychologischer Begleitung und unterstützender Medikation keine Besserung zu erzielen war. Diese Patientin wurde nach sehr langsamem Heilungsverlauf bei unsicheren Wundverhältnissen aus der stationären Behandlung entlassen. In einer langwierige ambulanten Behandlung konnte dann schließlich die Therapie mit gutem kosmetischen Ergebnis, psychischer Stabilisierung und unter großer Dankbarkeit der Patientin abgeschlossen werden.

Bei dem männlichen Säugling mit der Spaltfehlbildung des Sternums verzögerte sich der Heilungsverlauf durch schwerwiegende Bronchoobstruktion.

Während des stationären Aufenthaltes für einen Revisionseingriff verstärkte sich das bestehende chronische Schmerzsyndrom des Patienten mit retrosternalem Tumor. Eine weiterführende Diagnostik zum Ausschluss organischer Schmerzursachen und eines erneuten Tumorwachstums ergab keine richtungsweisenden Befunde. Es war schwierig eine suffiziente und verträgliche Schmerztherapie zu gewährleisten.

<b>Systemische Komplikationen</b>	<b>Patienten</b>
Cerebraler Insult	1
Herzrhythmusstörungen	1
Pseudomembranöse Colitis	1
Depressive Gemütslage	1
Sepsis	1
Bronchoobstruktion	1
Chronisches Schmerzsyndrom	1

Diagramm 8: Systemische Komplikationen

#### **4.2.4.2 Lokale Komplikationen**

Zweimal machten akute Nachblutungen innerhalb von zwei Tagen postoperativ eine operative Revision erforderlich.

Drei weitere Patienten entwickelten nach der plastischen Deckung durch einen Pectoralis Lappen Wundrandnekrosen. Bei zwei Patienten war ein einmaliges Debridement mit einer Vakuum-Nachbehandlung ausreichend. Im dritten Fall zeigte die Nekrotisierung über Wochen fortschreitende Tendenz und es waren über zehn Revisionen mit Nekrosenabtragungen und intermittierender Vakuumkonditionierung erforderlich, bis sich die Wunde stabilisierte. Der Wundverschluss erfolgte schließlich schrittweise durch Dehnungsplastiken mit Vakuumverbänden. Die Behandlung mit diesen Verbänden wurde auch ambulant fortgeführt. In der Endphase optimierten hydrokapilläre Wundaufgaben mit Kleberand den Heilungserfolg.



Bild 14: Wundrand-Nekrosen: Zwei Beispiele

Bei zwei Patienten musste ein Serom entlastet werden. Auch in diesen Fällen erfolgte zunächst ein Revisionseingriff mit anschließenden Vakuumverbänden.

Wegen erneuter Abszedierungen wurden zwei Patienten zur Revision wieder stationär aufgenommen. Diese Infektionen waren durch Entlastung und anschließende Vakuumtherapie sowie gezielte systemische Antibiose gut zu beherrschen und heilten problemlos aus.



Bild 15: Serom als frühe Komplikation. Entlastung und Drainage mit einem „inneren“ Vakuumverband



Bild 16: Serom als späte Komplikation

Ein Patient hatte bei starkem Narbenzug erhebliche Schmerzen im Bereich des Sternum. Es war eine Narbenkorrektur unter stationären Bedingungen erforderlich.



Bild 17: Beschwerden durch Narbenkontraktion (Prä- und postoperativ)

#### **Lokale Komplikationen Patienten**

Wundrandnekrosen	3
Blutung	2
Serom	2
Abszess	2
Schmerzhaftes Narben	1

#### Diagramm 9: Lokale Komplikationen

Alle behandelten Patienten befanden sich in einer extrem schwierigen Ausgangssituationen und Ihr Überleben war nicht sicher. Allein diese Tatsache erklärt

lange Therapieverläufe, lange Krankenhausaufenthalte und die Häufung von Komplikationen.

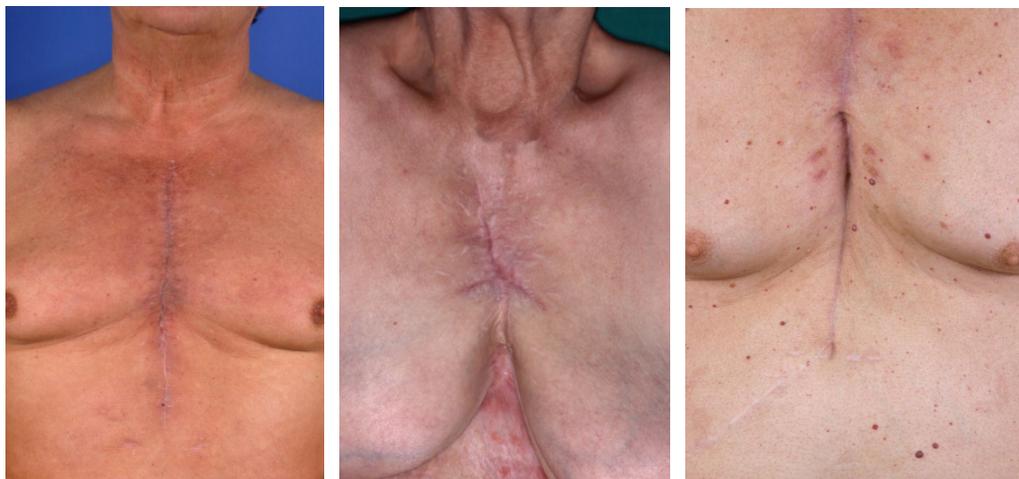


Bild 18: Heilung

#### **4.3 Stufenmodell: Dynamisches Wundmanagement**

Die erfolgreiche Behandlung ausgedehnter Wunden bei Patienten mit schwersten Allgemeinerkrankungen und Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen ist nur durch ein konsequentes Wundmanagement mit engmaschigen Wundkontrollen und Überprüfung der stattfindenden Therapie möglich. Bei jedem Verbandwechsel erfolgt eine aktuelle Beurteilung des Wundzustandes und die Entscheidung für die Einordnung in das System der Therapiestufen. Daraus ergeben sich erforderliche Maßnahmen wie Debridement, Antiseptik, Konditionierung, Defektverschluss oder Management von Komplikationen. Die Entscheidung für die optimale Wundauflage erfordert eine sichere Einstufung des Wundzustandes in das System der Therapiestufen und Kenntnisse der Techniken und Indikationen bzw. Kontraindikationen der Materialgruppen. Aus diesen Erfahrungen wurde das Stufenmodell „Dynamisches Wundmanagement“ entwickelt.

Es ist der Leitfaden für das ganzheitliche Konzept eines modernen Wundmanagements.

### Stufenmodell „Dynamisches Wundmanagement“

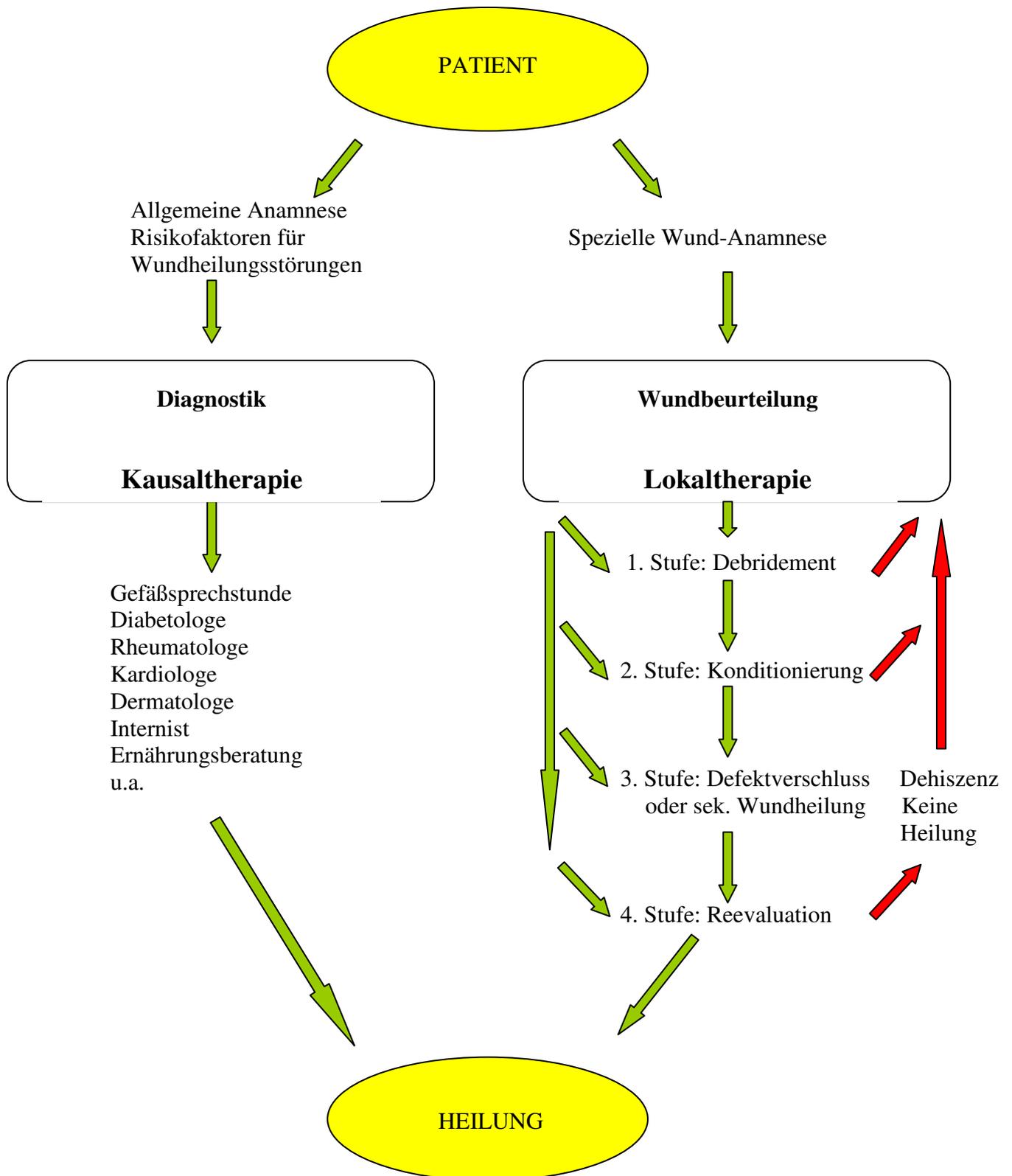


Diagramm 7: Dynamisches Wundmanagement

#### 4.4 Behandlungsdauer

Die Dauer der stationären Behandlung war sehr unterschiedlich: Der kürzeste stationäre Aufenthalt betrug acht Tage, der längste lag bei 155 Tagen, durchschnittlich waren es 62 Tage. Lange stationäre Behandlungszeiten sind auf systemische oder lokale Komplikationen zurückzuführen.

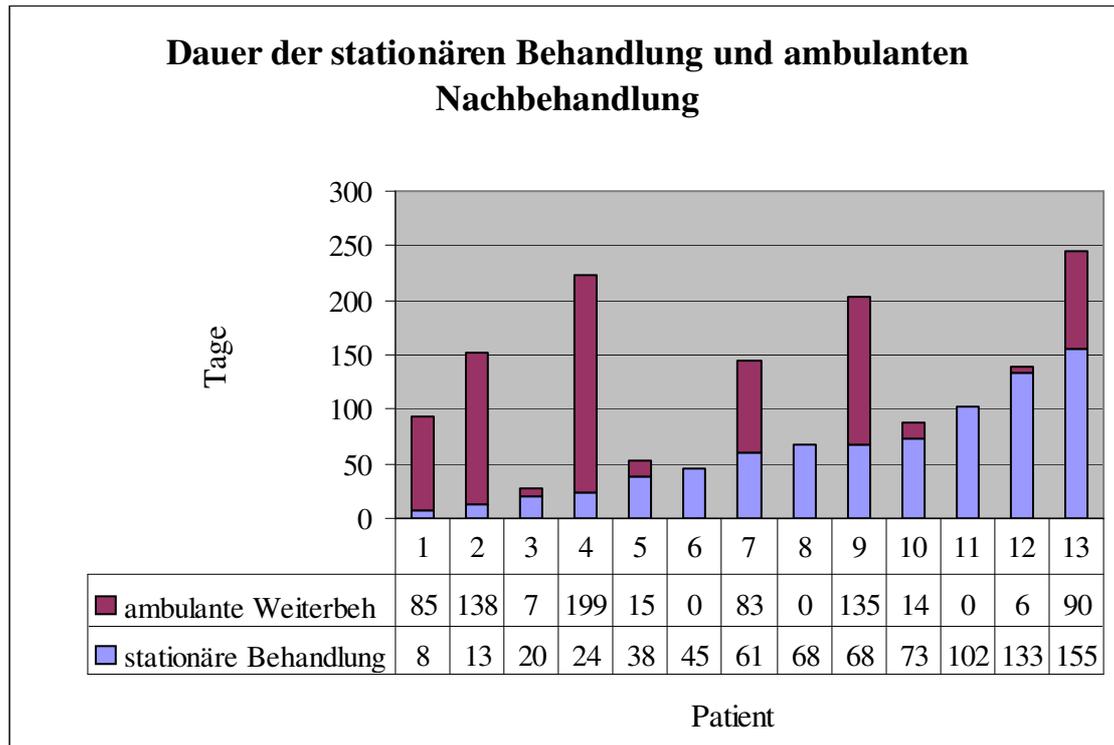


Diagramm 6a: Tage der stationären Behandlung (aufsteigend)

Tage der ambulanten Nachbehandlung

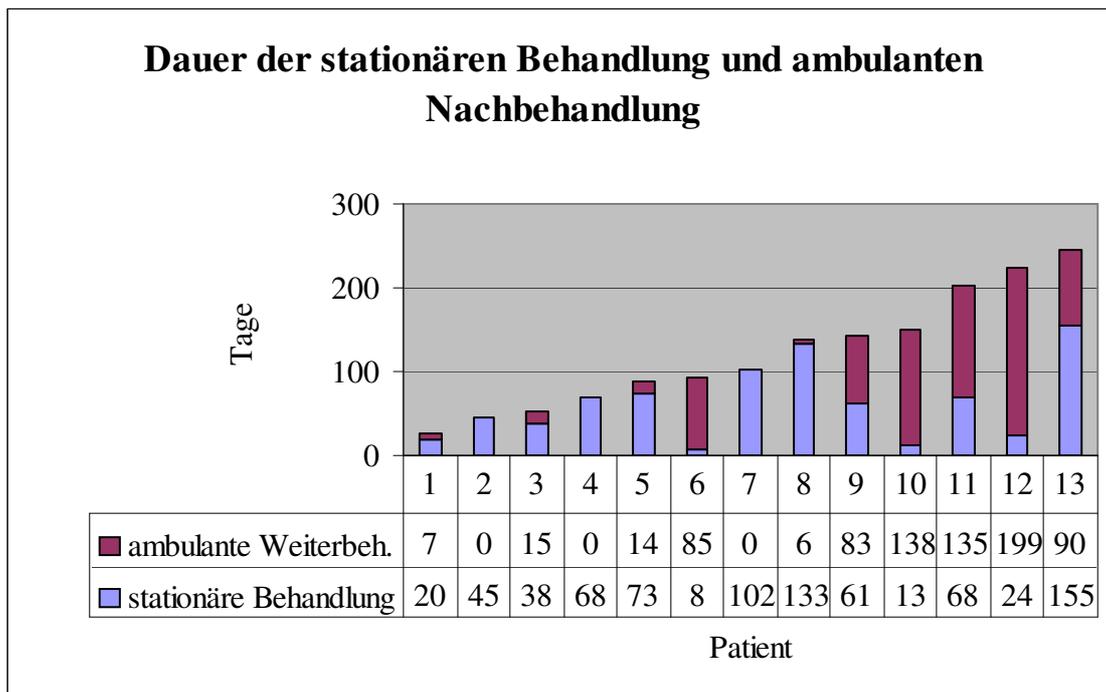


Diagramm 6b: Tage der stationären und ambulanten Behandlung  
(aufsteigend gesamte Behandlungsdauer)

Bei einer Patientin trat nach der plastischen Deckung eine akute Aortenblutung auf (das Risiko einer derartigen Blutung war bekannt, denn die plastische Deckung war mit dem Ziel erfolgt, die erodierte und fragile Gefäßwand der Aorta ascendens zu festigen). Nach einer ausgedehnten kardiochirurgischen Revision mit Ersatz der Aorta ascendens erfolgte ein primärer Wundverschluss. Die Patientin wurde auf eine kardiologische Intensiv-Station verlegt. Die weitere stationäre Betreuung erfolgte wegen der komplexen kardialen Erkrankung auf einer peripheren kardiochirurgischen Station und war bis zum 31.12.2005 nicht beendet. Erneute Wundheilungsstörungen sind bislang nicht aufgetreten.

Beide Säuglinge wurden in mehreren Behandlungsschritten operativ versorgt. Der männliche Säugling mit Ektopia cordis hatte im Zeitraum vom 10.10.2001 (Geburtstag) bis 23.11.2001 fünf Operationen zur plastischen Defektdeckung. Die ersten beiden Eingriffe kurz nach der Geburt waren vorbereitend für die definitive Deckung der Omphalozele und des Herzens. Nach der Latissimus dorsi Lappenplastik erfolgten noch eine Lappen-Mobilisierung und Umlagerung, sowie eine Spalthautdeckung rechts thorakal. Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes ist in der Primärerkrankung begründet. Der weibliche Säugling hatte nach der Kolektomie eine infizierte

abdominale Wunde und nach der Sternotomie im Rahmen der Norwood I Operation war es zu einer Ausbreitung der Infektion auf die Thoraxwunde gekommen. Die Wunde wurde in mehreren Etappen gereinigt und dabei schrittweise verschlossen. Diese Behandlungsphase dauerte 34 Tage, der Krankenhausaufenthalt war insgesamt wegen der kardialen Erkrankung länger als die Dauer für den Defektverschluss erforderte. Die nachstationäre ambulante Behandlung wurde, wenn möglich im Rahmen der Wundsprechstunde durchgeführt. Sie betrug null bis 199 Tage. Die ambulante Nachbehandlungsdauer lag bei null Tagen, wenn die Patienten von weit außerhalb kamen und ihnen eine Anreise zur Nachsorge nicht möglich war. Dies traf für drei Patienten zu.

Patienten, die während der ambulanten Nachsorge wieder Wundprobleme entwickelten, hatten eine längere Nachsorgeperiode. Vier Patienten mussten wegen Fistelung oder subkutaner Abszedierung in den folgenden Monaten erneut stationär behandelt werden. Die erforderlichen Krankenhausaufenthalte dauerten zwei bis zehn Tage.

Aus der Länge des stationären Krankenhausaufenthaltes ergaben sich keine möglichen Rückschlüsse auf die Dauer der ambulanten Nachsorge (siehe Diagramm 6a)

## 5 Diskussion

### 5.1 Spezielle Diagnosen

In dieser Arbeit wurde der Heilungsverlauf von vierzehn Patienten mit Sternumdehiszenzen analysiert. Diese Patientengruppe setzt sich aus zwölf postoperativen Verläufen nach Sternotomie, einem Kind mit einer Cantrell-Fehlbildungssequenz und einem Patienten mit Strahlentherapiefolge zusammen. Alle Patienten wurden uns aus anderen Kliniken, Krankenhausabteilungen oder Ambulanzen zugewiesen, weil das Komplikationsmanagement dieser Kliniken keine weitere Möglichkeit einer erfolgreichen Therapie bot. Es handelte sich um schwerste Krankheitsverläufe ohne Heilungstendenz. Zwölf der Patienten hatten nach einem kardiochirurgischen Eingriff mit medianer Sternotomie eine schwere Wundheilungsstörung mit Sternumosteomyelitis entwickelt. In dieser Patientengruppe war auch ein weiblicher Säugling, der eine Korrekturoperation nach Norwood I erhalten hatte.

Die Häufigkeit von Wundheilungsstörungen nach kardiochirurgischen Eingriffen wurde in vielen Patientenkollektiven kardiochirurgischer Kliniken untersucht. In neueren Untersuchungen wird die Komplikationsrate mit postoperativer Sternuminfektion z.B. mit 0,97 % (Immer 2005), 1,1 % (Toumpulis 2005) oder 1,6 % (Hofmann 2004) angegeben. Für diese Auswertungen wurden Patienten, die zur Weiterbehandlung in andere Kliniken verlegt oder erst Monate nach der ersten Operation mit schwersten Komplikationen stationär aufgenommen wurden, nicht einbezogen. Auch bei Kindern sind tiefe Wundinfektionen nach medianer Sternotomie bekannt. Die Häufigkeit sternaler Wundinfektionen nach kinderchirurgischen Eingriffen wird von Mehta (2000) mit 5 % angegeben, Erez (2000) ermittelt 1,25 % tiefe sternale Wundinfektionen.

Die Cantrell-Sequenz ist eine seltene thorako-abdominale Fehlbildung. Die Ätiologie ist unklar. Da das betroffene Kind neben anderen typischen Kriterien eine breite mediane Sternumspalte mit Pericarddefekt und Ektopia cordis aufwies, war die lebensrettende plastische Deckung des Herzens Therapie der Wahl. Die Fehlbildungs-Sequenz wurde 1958 ausführlich von Cantrell beschrieben (Cantrell 1958). Es gibt Berichte über

erfolgreiche chirurgische Korrekturen (Hornberger 1996). Der überaus glückliche Behandlungsverlauf dieses Kindes war durch eine interdisziplinäre und unbürokratische Zusammenarbeit mehrerer Kliniken an einem Zentrum möglich.

Folgeschäden nach Strahlentherapie im Thoraxbereich sind gravierend. Bostwick (1984) nennt radiogene Nekrosen der Brustwand, Strahlenulzera, beschleunigte Atherosklerose der Koronararterien, Schmerzen und Paresen im Bereich des Plexus brachialis, axilläres Lymphödem, Radioderm und radiogene Neoplasie als Komplikationen einer Strahlentherapie im Bereich des Thorax.

## **5.2 Wundmanagement bei Sternumdefekten**

### **5.2.1 Behandlungsbeginn**

Bei zwölf der vierzehn Patienten hatte sich nach der medianen Sternotomie eine schwerste Wundheilungsstörung entwickelt. Diese Komplikation wurde zunächst in den Zentren behandelt, die die Operation durchgeführt hatten. Alle Patienten hatten mehrmals ein chirurgisches Debridement erhalten und es wurde von mehreren Patienten berichtet, dass zwischenzeitlich Vakuumverbände angelegt worden waren. Auch das Prinzip der feuchten Wundbehandlung mit feuchten NaCl-Kompressen oder speziellen anzufeuchtenden Wundauflagen wurde zeitweise angewendet, aber nicht fortgeführt. Die Behandlungen mit gutem Ansatz mussten erfolglos abgebrochen werden, z. B. wegen mehrfacher defekter Abdichtung des Vakuumverbandes, Fortschreiten der Entzündung mit starker Wundsekretion oder fehlender Heilungstendenz. Die Zeitspanne bis zum Beginn einer systematischen Wundtherapie war sehr lang (bei vier Patienten über 100 Tage). Die systematische Behandlung begann erst dann, wenn es nach anfänglich guter Wundheilung während der Anschluss-Heilbehandlung oder im häuslichen Milieu zu Komplikationen gekommen war (Dehiszenz, Abszedierung, Fistelung im Bereich des Sternums oder nach mehrfache erfolglose Vorbehandlungsversuche).

Entsprechend der teilweise langen und frustrierten Vorbehandlungen betrug die Zeitspanne bis zum Behandlungsbeginn maximal 294 Tage. Das Kind mit Omphalozele, angeborenem Thoraxdefekt und Ektopia cordis (Cantrell-Syndrom) musste unverzüglich eine plastische Deckung erhalten. Die operative Korrektur erfolgte

schrittweise durch ein interdisziplinäres Ärzteteam unterschiedlicher Fachrichtungen. Der weibliche Säugling mit einem hypoplastischen Linksherzsyndrom wurde bereits im Alter von fünf Wochen am Herzen operiert. Dieses Kind stellte man uns bereits zwölf Tage nach Behandlungsbeginn vor.

Die Zeitspannen bis zum Behandlungsbeginn in unserer Klinik ergeben sich aus den individuellen Krankheitsverläufen und sind nicht mit Patientenkollektiven anderer Untersuchungen zu vergleichen.

## **5.2.2 Kausale Therapie bei Wundheilungsstörungen**

Wundheilungsstörung haben eine oder mehrer Ursachen. Die zugrunde liegenden Erkrankungen müssen behandelt, die beeinflussbaren Risikofaktoren ausgeschaltet oder minimiert werden (Coerper 2004, Werni 2002).

### **5.2.2.1 Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen**

Risikofaktoren für postoperative Wundheilungsstörungen ergeben sich aus der allgemeinen Anamnese. Alle erwachsenen Patienten hatten mehrere systemische Erkrankungen, die den Kategorien (s. Einleitung) der Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen zugeordnet werden können. In zahlreichen Untersuchungen werden Risikofaktoren für die Entwicklung einer postoperativen Wundheilungsstörung nach Sternotomie ermittelt. Golosow (1999) nennt u. a. Nikotinkonsum, COLD, Medikation mit Steroiden, Diabetes mellitus, hohes Alter als Korrelationsparameter. Auch Gummert (2002) hat ein großes Patientenkollektiv ausgewertet. Er identifiziert Diabetes mellitus, periphere arterielle Verschlusskrankheit und Adipositas als Risikofaktoren. Von Immer (2005) werden COLD, beidseitige Arteria mammaria interna als Bypass-graft, Adipositas und Diabetes mellitus als kumulative Risikofaktoren bezeichnet. Bei Toumpolis (2005) werden Niereninsuffizienz mit Dialysepflicht, präoperativer hämodynamische Instabilität, beidseitige Arteria mammaria interna als Bypass graft und postoperative Sepsis oder Endokarditis als Risikofaktoren für eine tiefe sternale Wundinfektion ermittelt. Diese Kategorien entsprechen den Nennungen bzw. Erkrankungen in der untersuchten Patientengruppe.

Eine Strahlentherapie im Thoraxbereich ist in der Anamnese der kardiologischen Patienten selten. Zwei Patienten der untersuchten Patientengruppe hatten aufgrund eines Tumorleidens eine Strahlentherapie im Bereich des Thorax erhalten (Mamma-Karzinom, retrosternaler Tumor). Bei einem Patienten war eine Schädigung des Sternums und der angrenzenden Weichteile als Spätkomplikation (ohne Herzoperation) aufgetreten und bei einer Patientin war die Strahlentherapie wegen eines Mamma-Karzinoms erfolgt. Eine vorausgegangene Strahlentherapie erhöht das Risiko einer Wundheilungsstörung (Howe 1995)

Böning (2001) hat insbesondere die Risikogruppe der Diabetiker in Bezug auf die Indikation zur und das Outcome nach Koronarrevaskularisation ausgewertet. Danach wird bei Diabetikern nicht nur häufiger die Indikation zu einer Bypass-Operation als bei Nicht-Diabetikern gestellt, sondern bei Diabetikern ist auch die Letalitätsrate höher, Komplikationen sind häufiger und die Langzeitergebnisse sind schlechter.

Operationsspezifische Kriterien wie z. B die Operationszeit, Art der Herzoperation, Dauer der Beatmung oder Notfalloperation werden ebenfalls als Risikofaktoren genannt (Golosov 1999). Intraoperative Charakteristika wie die postoperative Beatmungszeit, Operations-Dauer über 180 min, Reexploration und beidseitige Arteria mammaria interna als Bypass graft wurden auch von Gummert (2002) als Risikofaktoren für tiefe sternale postoperative Wundinfektion ermittelt. Bezüglich der intraoperativen Kriterien standen für diese Arbeit keine einheitlichen Daten zur Verfügung.

Der Nachweis von Bakterien ist dann prognostisch ungünstig, wenn in Kulturen eine polymikrobielle Besiedlung vorgefunden wird (Loop 1990). Ein rasche Diagnose und Therapie durch Debridement und systemische Antibiose nach Resistenzprüfung ist Voraussetzung für einen günstigen Verlauf (Grossi 1985). Bakterien-Kulturen aus infizierten Sternumwunden konnten Staphylococcus aureus als häufigsten Keim nachweisen (50%). In abnehmenden Reihenfolge hat Zacharias (1996) als weitere Erreger Streptococcus epidermidis, Streptokokken sp., Serratia marcescens, Enterobacter, Klebsiella oxytoca und pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa, Haemophilus influenza, Escherichia coli, Proteus mirabilis, Morganella morganii und Candida albicans nachgewiesen. Bei 8 % der Wundinfektionen lag eine polymikrobielle Infektion vor. In einer anderen Untersuchung aus dem Jahr 2005 werden

Staphylococcus aureus und epidermidis als häufigste Keime bei Sternumdehiszenz nachgewiesen (73%), es folgen mit 8% Enterokokken und mit 7% Pseudomonas aeruginosa (Kuroszynski 2005).

Die bakteriologischen Untersuchungen dieser Arbeit sind statistisch nicht relevant. Es bestätigt sich aber der häufige Nachweis von Staphylokokken in den Wunden.

Bakteriologische Untersuchungen haben nur bei einem Patienten einen einzigen Keim nachgewiesen, es lag meist eine Mischinfektion mit zwei bis drei nachgewiesenen Erregern vor. Auch der Wechsel der Erreger im Verlauf der Behandlung kam vor. Die Aussagekraft von Keimbestimmungen unter Antibiose ist eingeschränkt.

Bei den Säuglingen war die Situation anders. Das Mädchen mit hypoplastischem Linksherzsyndrom wurde bereits drei Tage nach der Geburt laparotomiert. Wegen einer Ileozoekalkklappe war es zu einer Colonperforation und Peritonitis gekommen, so dass eine Colektomie mit Anlage eines endständigen Ileostomas erforderlich war. Die Wundheilung nach diesem Eingriff war durch die Infektion verzögert. Als dann im Alter von 5 Wochen die Herzoperation folgte, war die Situation noch nicht stabil. Die Norwood I Operation brachte zunächst nicht den gewünschten Erfolg. Wegen unzureichender Hämodynamik wurde am gleichen und am darauf folgenden Tag eine Revisionsoperation durchgeführt. Die kardiale Situation stabilisierte sich, aber wegen zunehmender Infektionsparameter (CRP, IL6) und Wunddehiszenz mit Entzündungszeichen wurde bereits zwölf Tage nach der Operation mit einer systematischen Wundtherapie begonnen. Der Junge mit Cantrell-Syndrom brauchte unverzüglich eine operative Therapie. Die Gesamtkonstitution war wegen der zusätzlich bestehenden Omphalozele schwierig, aber die Operationsfolge verlief ohne größere Komplikationen.

### **5.2.2.2 Systemische Therapie**

Kausale Therapie im modernen Wundmanagement bedeutet, dass systemische Erkrankungen konsequent und bestmöglich behandelt werden. In der Einleitung wurde bereits darauf eingegangen, dass z. B. eine optimale Einstellung der Blutzuckerwerte die Wundheilung bei Diabetikern positiv beeinflusst. Kuroszynski (2005) konnte in einer Patientengruppe mit Sternumdehiszenz durch die Optimierung der

Blutzuckereinstellung mit kontinuierlicher bedarfsadaptierter Insulingabe die Inzidenz postoperativer Sternuminfektionen senken.

Durch ein ausreichendes Angebot an Nährstoffen, Vitaminen und Mineralien und aufklärende Gespräche wurde eine gute Compliance erzielt. Das Gefühl selbst und aktiv etwas für den Fortgang der Heilung tun zu können, hatte einen positiven psychologischen Effekt auf die Stimmungslage der Patienten. Weitere wichtige Ansätze der kausalen Therapie waren die Abklärung von atherosklerotischen Veränderungen und die Ausschöpfung aller mögliche therapeutischen Maßnahmen, die medikamentöse Regulierung von Fettstoffwechselstörungen und Störungen des Harnsäurestoffwechsels, sowie die Optimierung der antihypertensiven Medikation. Bei bekannter COLD wurde die antiobstruktive Therapie kontrolliert und bei rheumatologischen Erkrankungen wurde Rücksprache gehalten, um eine möglichst geringe Steroidedosis zu ermitteln. Hauterkrankungen bedeuten Hautirritation und erzeugen oft belastende Missempfindungen (z. B. Juckreiz oder Spannungsgefühl). Eine erfolgreiche Therapie besserte das Hautbild und hatte einen positiven Einfluss auf das Allgemeinbefinden. Großer Wert wurde auf eine adäquate Schmerztherapie gelegt. Für jeden Patienten konnte ein individuelles Therapieschema erstellt werden. Mit einer Ausnahme hatten alle Patienten bei Fortschreiten der Heilung einen abnehmenden Schmerzmittelbedarf. Lediglich der Patient mit retrosternalem Tumor litt unter zunehmenden Schmerzen im Bereich des Thorax und der Schultern. Er benötigte eine Steigerung und Umstellung der Schmerzmedikation.

Die Erhebung der Anamnese ist der Schlüssel zum Patienten. Durch eine ruhige Gesprächsatmosphäre bekommt der Patient die Gelegenheit, stressfrei seine neue Umgebung kennen zu lernen und Vertrauen zu gewinnen und der Arzt erfährt wichtige Details. Informationen über Zusammenhänge der gestörten Wundheilung haben alle Patienten dankbar aufgenommen. Auch kurze Gespräche mit den Patienten, das Interesse am Fortschreiten der Wundheilung und das gemeinsame Besprechen der weiteren Schritte wurden als wesentliche Motivationsimpulse gesehen. Andererseits konnten kleinste Negativerlebnisse im Stationsalltag eine depressive Verstimmung auslösen. Zu Zeiten erheblicher Stimmungswechsel war die Bereitschaft zur Mitarbeit bei älteren Patienten immer wieder „anzukurbeln“. Sehr wichtig war das Einbinden der Angehörigen durch häufige Besuche, kleine Spaziergänge und Gespräche über das eigene Zuhause und die Familie. Es gibt zahlreiche Untersuchungen über Compliance

und Non-Compliance. Sonnenmoser (2005) betont, dass eine Therapie dann erfolgreich durchgeführt werden kann, wenn eine Arzt-Patienten-Beziehung mit gegenseitigem Vertrauen besteht. Als wesentliche Voraussetzung nennt Sonnenmoser (2005) eine positive und interessierte Grundhaltung des Arztes und Zeit für Gespräche. Für eine kooperative Pharmakotherapie wird die aktive Einbeziehung des Patienten betont (z. B. adäquate Motivation durch Bestimmung des Blutzuckerwertes oder des Blutdruckes und durch Mitbestimmung bei der Dosis-Regulierung von Schmerzmedikamenten) (Hornung 1996).

### 5.2.3 Stufen der Lokalthherapie

Der Therapieerfolg war bei den Thoraxdefekten nicht von der äußerlich sichtbaren Wundgröße abhängig. Auch Wunden, die zunächst klein erschienen, waren durch unterminierende Areale und Fistelgänge bis zum nekrotischen Knorpel und Knochen weit ausgedehnt. Durch die Beurteilung der Wunde bei jedem Verbandswechsel wird der nächste Therapieschritt bestimmt. Dieser kann auf gleicher Stufe erfolgen, eine Stufe weiter oder eine Stufe zurück sein. Für den Erfolg der Behandlung ist ein systematisches Vorgehen Voraussetzung.

Am Anfang der Lokalthherapie steht das Debridement (**1. Stufe der Lokalthherapie**). Dieses erfolgt am besten in Allgemeinanästhesie. Reida (1996) betont, dass dabei nicht zurückhaltend vorgegangen werden soll und Fremdmaterial (insbesondere freiliegendes Osteosynthesematerial) aus der Thoraxwunde zu entfernen ist. Zeigt die Wunde nach vorausgegangenem Debridement erneut Wundrand-, Knorpel- oder Knochennekrosen, so muss erneut ein Debridement erfolgen (weiterhin 1. Stufe). Die Kern-Frage auf dieser Stufe lautet: Ist die Wunde sauber und frei von Nekrosen? Erst wenn die Wunde sauber bleibt, kann die nächste Stufe erklommen werden. Auf der Stufe der Konditionierung (**2. Stufe der Lokalthherapie**) wird ebenfalls bei jedem Verbandwechsel die Wunde neu inspiziert und beurteilt. Sie soll sauber sein und die Bildung von Granulationsgewebe zeigen. Auf dieser Stufe lautet die Kern-Frage: Bildet sich Granulationsgewebe? In dieser Phase kann die Art der plastischen Deckung entschieden werden. Ist die Wunde vorbereitet, und die Art des Defektverschlusses entschieden, sollte die Operation unverzüglich durchgeführt werden. Der Defektverschluss ist die **3. Stufe der Lokalthherapie**. Lange Wartezeiten auf die

Operation verlängern den Krankenhausaufenthalt unnötig (Losanoff 2002). Wenn ein direkter Wundverschluss nicht möglich ist, ist bei großen Thoraxdefekten die zügige plastische Defektdeckung mit Muskel-Lappen Therapie der Wahl (Jones 1997). In der untersuchten Patientengruppe war kein direkter Wundverschluss möglich. Die folgende Behandlungsphase erfordert besondere Aufmerksamkeit des behandelnden Arztes. Auf der **4. Stufe der Lokalthherapie** muss die Wundbeurteilung bei jedem Verbandswechsel sehr gewissenhaft erfolgen. Sowohl Störungen der Lappeneinheilung (z. B. Lappenteilnekrosen oder Hämatome) als auch Heilungsstörungen der Thoraxwunde (z. B. Infektion mit Belagsbildung mit putriden Sekretion oder Wundrandnekrosen) können zu einer tieferen Behandlungsstufe weisen. Die Wunde muss jeweils entsprechend ihres Zustandes eingestuft und behandelt werden. Die Stufentherapie ist kein kontinuierlich aufsteigender Prozess. In jedem Stadium der Wundheilung können kleinste Störungen auf vorhergehende Stufen zurückweisen.

#### **5.2.3.1 Debridement und Antiseptik**

Für die ausgedehnten Thoraxdefekte mit nekrotischem Knorpel und Knochen, sowie gelockertem Osteosynthesematerial war das mechanisch chirurgische Debridement das Debridement der Wahl. Es ist schnell, effektiv und die Vitalität von Knorpel- und Knochengewebe ist durch Blutungszeichen bestimmbar. Die Wunde wird durch das Debridement zunächst größer (Braun 2003). Wegen des Blutungsrisikos ist eine postoperative Überwachung wichtig.

Biochirurgisches Madendebridement war bei den tiefen, unterminierenden und sehr ausgedehnten Thoraxwunden nicht Mittel der Wahl. Gegen eine Madentherapie sprachen bei Sternumdefekten die Nähe zu großen Gefäßen und dem Herzen, die ausgedehnten Knorpel- und Knochennekrosen, die Größe der Defekte und der Zeitfaktor (Contreras-Ruiz 2005, Courtenay 2000).

Das Ultraschall-Debridement stand für drei Patienten zur Verfügung und wurde als eine zusätzliche Maßnahme zur Wundreinigung eingesetzt. Wissenschaftliche Aussagen lassen sich von dieser geringen Anwendungszahl nicht ableiten. Es ließ sich aber feststellen, dass bei den Patienten eine hohe Akzeptanz für dieses Debridement bestand. Durch Ultraschall-Wundreinigungen werden eine selektive Nekrosektomie,

Keimreduktion und Förderung der Granulation bei chronischen Wunden erreicht (Dissemond 2003, Braun 2003). Die Anwendung ist leicht zu erlernen. Wegen des Aerosols sollte allerdings Schutzkleidung getragen werden, neuere Handstücke haben die Möglichkeit, eine Absaugung anzuschließen.

Die Wundantiseptik mit Octenidin hat den Vorteil, dass das Präparat Octenisept® (0,1% Octenidin und Phenoxyethanol) als Fertigprodukt (farblos und blau) zur Verfügung steht. Es ist schmerzlos und gut verträglich. Für die Wirksamkeit sollte die Einwirkzeit ein bis zwei Minuten betragen. Es gibt keine Interferenzen mit Polyvinyl-Alkohol-Schwämmen oder anderen modernen Verbandsmaterialien (Heeg 2004, Probst und Vasel-Biegans 2004). In vitro Untersuchungen haben eine Hemmung des Zellwachstums ergeben (Kramer 1998). Die klinischen Erfahrungen können dies nicht bestätigen. In Standardwerken zur modernen Wundtherapie werden Octenidin und Polyhexanid empfohlen; Polyhexanid muss von einem Apotheker aus einem 20 % tigen Wirkstoffkonzentrat (Lavasept®) hergestellt werden. Auch das bewährte PVP-Jod ist zur kurzfristigen Antiseptik bei chronischen Wunden geeignet (Münter 2005, Probst und Vasel-Biergans 2004).

### **5.2.3.2 Wundkonditionierung mit Vakuumverbänden**

Für die Behandlung von sternalen Thoraxdefektwunden oder im Rahmen mehrzeitiger operativer Rekonstruktionen im Bereich des Sternums haben Vakuumversiegelungen einen hohen Stellenwert (Maiwald 2000). Erfolgt das Debridement mehrzeitig und ist eine Förderung der Granulation erwünscht, sind bei großen, unterminierenden Wunden Vakuumverbände erste Wahl. Die Wundkonditionierung wird bei Maiwald (2000) differenziert: Für kavitätäre Defekte werden Vakuumverbände und für flache Läsionen Aktivkohleauflagen mit Silber und Polymer-Schaumauflagen verwendet. Die in dieser Arbeit untersuchte Patientengruppe hatte einheitlich tiefgreifende unterminierende Defekte, so dass nur Vakuumverbände sinnvoll waren. Die starke Sekretion konnte abgeleitet und die Wunde gleichzeitig geschützt werden. Durch den Vakuumverband wurde der Thorax stabilisiert und die antiinfektiöse und granulationsfördernde Wirkung der Vakuumverbände wurde genutzt. Wesentliche hämodynamische Wirkungen im Thoraxbereich sind unter Vakuumtherapie nicht zu befürchten (Sjörgen 2004). Bei tiefen Defekten und nach Resektion des Sternums sollte der Schwamm wegen der engen

Nachbarschaft zu großen Blutgefäßen und dem Herzen nicht unter das Niveau des Sternums eingebracht werden (Gustafsson 2003). Fleck (2002) beschreibt die Möglichkeit der Ruptur des rechten Ventrikels. Almodóvar (2005) empfiehlt, den rechten Ventrikel z. B. durch eine Fett-Gaze zu schützen. Um die Dichtheit des Verbandes für mehrer Tage zu gewährleisten, hat es sich bewährt, die Wundränder mit Modellierstreifen aus der Stomatherapie abzudichten. Ein Abkleben der Wundränder mit Folie oder einer transparenten Hydrokolloid-Wundauflage schützt vor Mazeration durch die Feuchtigkeit des Schwammes. Häufiger entstanden kleinere Hautläsionen im Bereich des Wundrandes. Wenn diese durch eine Hydrokolloid- oder bei stärkerer Sekretion durch eine Hydropolymer-Wundauflage geschützt wurden, blieb der Vakuumverband dicht. Eine weitere Möglichkeit die Wundränder vor Mazeration zu schützen ist das Auftragen eines polyarcylathaltigen Hautschutzfilmes (z. B. Cavilon®). Die Vakuumverbände wurden bis zu einer Woche belassen. Aus der teilweise langen Liegedauer haben sich keine Probleme ergeben. Es war kostensparend und die Planung der folgenden Verbandswechsel oder der plastische Deckung war einfacher. Auch Song (2003) beschreibt die Vakuumtherapie als Brücke zwischen Debridement und definitivem Defektverschluss.

Maiwald (2000) belegt, dass durch die Anwendung von Vakuumverbänden bei postoperativen thorakalen Infekt-Wunden die Wundreinigungszeiträume auf ein bis acht Tage verkürzt werden konnten. Agarwal (2005) nennt ebenfalls die kürzere Zeit zwischen Debridement und definitivem Wundverschluss bei Thoraxdefekten als Vorteil der Vakuumversiegelung. Zusätzlich wird auf Kostenersparnis durch weniger häufige Verbandswechsel hingewiesen. Bei unseren Patienten wurde ebenfalls durch Vakuumverbände eine zügige Defektdeckung angestrebt: Es vergingen durchschnittlich 96 Tage bis die Patienten in die moderne Wundtherapie eingebunden wurden. In dieser Zeit war weder ein erfolgreiches Debridement noch eine ausreichende Konditionierung erreicht worden. Nach Beginn der Behandlung mit mechanischem Debridement und Konditionierung durch Vakuumverbände konnte durchschnittlich nach acht Tagen mit der plastischen Deckung begonnen werden.

### 5.2.3.3 Defektverschluss

Die ausgedehnten medianen Thoraxdefekte, die in dieser Arbeit vorgestellt werden, waren nicht durch direkte Vereinigung der Wundränder zu verschließen. Dreizehn Defekte wurden mit Hilfe von Lappentechniken gedeckt. Eine Wunde heilte nach Hautdehnung in mehreren Etappen und endgültigem Nahtverschluss. Für diese Technik hat sich die zwischenzeitige Anlage eines Vakuumverbandes als sehr günstig erwiesen. Der Schwamm wird kleiner als die Wunde geschnitten und unter leichter Dehnung mit einem Hautklammergerät (schnell und einfach in der Handhabung) an den Wundrändern fixiert. Dabei kann der Schwamm auch über adaptierende Nähte oder Vessel Loops appliziert werden. Diese Möglichkeit des Wundverschlusses kommt ohne Heberdefekt aus. Die Möglichkeit einer Hautdehnung mit Vakuumverbänden zu kombinieren wurde von Fleischmann bereits 1996 beschrieben. In der Literatur sind verschiedene Hilfsmittel für die Dermatotraktion an unterschiedlichen Körperteilen beschrieben worden: Z. B. SpaceMaker Ballon (Hauben 2001), Sure-Closure-System (Ley 2001), Fixateur externe (Müller 2002), Haut-Approximator-System, Vessel Loops und intrakutane Nahttechniken werden von Janzing (2001) erwähnt.

Ein Pectoralis Lappen war für neun Defekte zur Deckung geeignet. Auch Castello (1999) und Tobin (1989) beschreiben den Pectoralis Muskel- oder Muskel-Haut Lappen als gute Möglichkeit der Deckung von Brustwanddefekten. Die versorgenden thoracoacromialen Gefäße können sicher dargestellt werden (Jongen 1995). Der Pectoralis major Lappen war auch bei drei Patienten erfolgreich, bei denen bereits eine Pectoralis-Mobilisierung erfolgt war. Es ist anzunehmen, dass in diesen Fällen nur die wundrandnahen Muskelanteile gelöst worden waren und so der eigentliche Muskel auf beiden Seiten noch für eine Lappenplastik zur Verfügung stand. Bei einem Patienten war die Defektdeckung nicht komplett möglich und es wurde zusätzlich ein Vakuumverband im Bereich eines kleinen Restdefektes am Wundrand angelegt. Auch diese Möglichkeit der Anwendung eines Vakuumverbandes war erfolgreich und unterstreicht die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten dieser Technik als alleinige oder kombinierte Maßnahme auf allen Stufen der Wundtherapie. Bei kleineren Thoraxdefekten kann ein Segment des Musculus pectoralis major zur Defektdeckung präpariert werden (Sano 2005).

Die transverse Rectus abdominis Plastik ist aus anatomischen Gründen nur indiziert, wenn die mitversorgende Arteria mammaria interna vorhanden ist und nicht als Bypassgraft verwendet wurde (Neale 1981, Fransa 1998). Der rechtsseitige transverse Rectus abdominis Myocutanlappen war bei zwei Patienten für die Deckung von sehr tief greifenden und ausgedehnten Defekten geeignet. Beide Patienten hatten die rechte Arteria mammaria interna sicher intakt. Dies konnte durch die kardiochirurgischen Operationsberichte gesichert werden. Zur sicheren Operationsplanung kann eine Angiographie durchgeführt werden. Neale hat bereits 1981 erfolgreich drei mediane Thoraxdefekte nach Sternektomie wegen Osteomyelitis mit einem Rectus abdominis Myocutanlappen gedeckt. Er nennt als Vorteil dieser Technik, dass Muskel, Subkutangewebe und Haut in einer Prozedur den gesamten Defekt ausfüllen können. Für Defekte mit weit cranialer Ausdehnung empfiehlt Maiwald (2000) zusätzlich eine bilaterale Pectoralis-Plastik.

Der Latissimus dorsi Lappen ist unabhängig von der lokalen Gefäßversorgung und ermöglicht bei sehr ausgedehnten Defekten gute ästhetische und funktionelle Ergebnisse (Fransa 1998). Die Deckung von Sternumdefekten ist ebenfalls mit einem freien oder gestielten Latissimus dorsi Transplantat möglich. Dieses myokutane Transplantat kann der Defektgröße sehr gut angepasst werden und ist unabhängig von der Arteria mammaria interna (Fransa 1998). Der Gefäßstiel ist ausreichend lang und gut präparierbar. Der Heberdefekt ist meist primär zu verschließen oder kann sekundär gut versorgt werden und verursacht kaum funktionelle Beeinträchtigungen.

Die Defektdeckung mit einer Omentumplastik wurde in der untersuchten Patientengruppe nicht durchgeführt. In der Literatur wird für die Deckung medianer Sternumdefekte auch die Omentumplastik beschrieben (z. B. Moor 1999, Kenzo 1998, Omura 1994, Liotta 1991). Die Omentum-Transposition erfordert eine Laparotomie zur Lappenhebung und eine Spalthautdeckung der freiliegenden Transplantatoberfläche, da eine deckende Hautschicht fehlt. Die Patienten müssen über das Risiko einer postoperativen Peritonitis aufgeklärt werden. Die Indikation wird bei Moor (1999) für Sternumdefekte angegeben, bei denen ein Pectoralis oder Rectus abdominis Lappen nicht erfolgreich war (Moor 1999) Bei Patienten mit abdominalen Vernarbungen ist die Omentumplastik problematisch (Hellmann 1989). Die Verbindung zur Unterlage ist unsicher (Liotta 1991), im Bereich des Sternums aber erwünscht. Die Omentumplastik

erfordert ein zusätzliches Meshgraft, da bedeckende Haut am Lappen nicht zur Verfügung steht. Abdominale Adhäsionen bei vorausgegangen Bauchoperationen lassen nur ein kleines Transplantat zu und eine unterschiedliche Entwicklung des Fettgehaltes ist ein Unsicherheitsfaktor für die Operationsplanung (Liotta 1999).

Eine Defektdeckung allein durch lokale Verschiebe-Rotationsplastiken, Spalt- bzw. Vollhaut-Transplantate oder autologe Keratinozytentransplantation war bei den sehr ausgedehnten Befunden nicht indiziert.

Defektwunden nach Lappenhebung können alternativ zur Dehnungsplastik mit Hauttransplantaten gedeckt werden, wenn ein primärer Wundverschluss nicht möglich ist.

Die Deckung des ektopen Herzens erforderte mehrere Methoden der plastischen Chirurgie: Neben lokalen Lappen-Transplantaten, einem Latissimus dorsi Lappen und Vakuumverbänden mit schrittweiser Dermatodistraktion wurde ein Restdefekt mit einem Spalthaut-Transplantat versorgt.

#### **5.2.3.4 Reevaluation und postoperatives Management**

Coerper (2004) stellt den chirurgischen Defektverschluss als dritte und letzte Säule an das Ende seines Säulen-Modells. Bei „schwierigen“ Wunden zeigt sich aber, dass die Wunden auch nach dem operativen Defektverschluss „schwierig“ bleiben. Die Wunden müssen auf der vierten Stufe der Lokaltherapie weiterhin intensiv beobachtet, immer wieder neu bewertet und „modern“ behandelt werden: Z.B. mit Vakuumtherapie nach Spalthautdeckung, modernen nicht klebenden Wundauflagen in der Phase der Epithelisierung, Drainage und Vakuumtherapie zur Behandlung von Komplikationen, wie z. B. Abszedierung oder Seromverhalt. War die Deckung nur teilweise erfolgreich, kann ein zweiter oder dritter Eingriff folgen und ist gegenüber der langwierigen sekundären Heilung doch ein Erfolg. Auf dieser Behandlungsstufe wird aus dem gesamten Spektrum der modernen Techniken und Wundauflagen eine geeignete Wundauflage ausgewählt (s. Einleitung: Moderne Techniken und Wundauflagen). Das moderne Wundmanagement begleitet den Patienten bis zum Abschluss der Wundheilung und mündet dann idealer Weise in ein Recall-System.

Die Einrichtung einer Wundprechstunde im Rahmen der ambulanten Patientenversorgung ermöglicht nicht nur die einleitende Diagnostik und Festlegung des Behandlungskonzeptes durch geschulte Ärzte, sondern auch eine ambulante nachstationäre Weiterbehandlung entsprechend der Richtlinien des modernen Wundmanagements. Spätkomplikationen werden erkannt und einer Therapie zugeführt. Durch regelmäßige Wiedervorstellungen können Defizite in der häuslichen Wundversorgung besprochen und korrigiert werden.

#### **5.2.4 Komplikationen**

Die beschriebenen systemischen und lokalen Komplikationen sind auch in diversen Arbeiten zur Versorgung sternaler Defekte aufgeführt. Zacharias (1996) ermittelt den cerebralen Insult, gastrointestinale Blutung, ARDS, Nierenfunktionsstörungen und Lungenembolie als häufigste systemische Komplikationen. Die in dieser Arbeit genannten systemischen Komplikationen lassen sich statistisch nicht auswerten, sind aber durch die Allgemeinerkrankungen der Patienten erklärbar. Die Behandlung erfolgte immer fachspezifisch.

Die lokalen Komplikationen wie Blutung, Seromverhalt, Lappen- und Wundrandnekrosen, und störender Narbenzug erforderten eine operative Revision. Die Patienten wurden auch in dieser Behandlungsphase nach dem Prinzip des modernen Wundmanagements betreut. Die Wunden waren nach erneuten Eingriffen weiterhin bei jedem Verbandswechsel zu beurteilen und dann entsprechend des Wundzustandes den Stufen der Lokalbehandlung zuzuordnen. Je nach Bewertung der Wunde wurden die therapeutischen Maßnahmen bestimmt und Wundaufgaben ausgewählt.

#### **5.3 Stufenmodell „Dynamisches Wundmanagement“**

Das Nebeneinander von Kausaltherapie und Lokaltherapie ist wesentliches Prinzip des modernen Wundmanagements. Die Wunde wird bei jedem Verbandswechsel beurteilt und eingestuft. In einer Wunde liegen häufig verschiedene Heilungsstadien nebeneinander vor, so dass für einzelne Wundareale unterschiedliche oder ergänzende therapeutische Maßnahmen indiziert sein können. Diese Wunden sind mehrstufig zu

bewerten und erfordern eine Behandlung, die alle Aspekte der Wunde berücksichtigt. Bei Problemwunden können nur frühzeitiges Erkennen von Komplikationen und die rasche Therapie ein Fortschreiten der Wundheilung gewährleisten. Andererseits sollte nicht zu lange gezögert und auf einer Stufe verharret werden. Eine saubere Wunde kann für den Defektverschluss vorbereitet werden und dieser sollte dann auch zügig erfolgen. Ein „Vor- und Zurück“ ist auf jeder Stufe der Lokalthherapie möglich. Das Ziel: ist die Heilung der Wunde in optimaler Zeit.

#### **5.4 Behandlungsdauer**

Aufgrund der Schwere der Allgemeinerkrankungen und der großen Anzahl von Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen war bei keinem der untersuchten Patienten mit einem glatten Heilungsverlauf zu rechnen. So war auch nur bei vier Patienten die gesamte Behandlung (stationär und ambulante Nachbetreuung) nach weniger als 70 Tagen beendet. Die kürzeste Behandlungsdauer von 27 Tagen hatte das kleine Mädchen mit hypoplastischen Linksherzsyndrom. Der Wundverschluss durch Hautdehnung war erfolgreich. Drei Patienten waren, weil sich immer wieder kleine Abszesse oder Serome bildeten und behandelt werden mussten, insgesamt über 200 Tage in Behandlung. Die Dauer der stationären Behandlung lässt keine Rückschlüsse auf die Dauer der ambulanten Weiterbehandlung zu.

#### **5.5 Ausblicke**

##### **Proteasenregulatoren, Wachstumsfaktoren**

Die Vorstellung, dass Wachstumsfaktoren in der chronischen Wunde durch das Überangebot an Proteasen inaktiviert werden, hat zu der Hypothese geführt, dass mit extern eingebrachte Wachstumsfaktoren dieses Defizit ausgeglichen und die Heilung gefördert werden können. Es gibt zahlreiche Arbeiten zu diesem Thema. Eine übersichtliche Darstellung der Wachstumsfaktoren, MMP und deren Inhibitoren in chronischen Wunden und die Wirkungsweisen wurden von Lobmann (2005) zusammengestellt. Für die klinische Anwendung hat sich der Erfolg dieser Präparate nicht als sicher erwiesen (Weber 2003) und die hohen Kosten verhindern eine breite Anwendung. In chronischen Wunden ergibt sich das Problem, dass die zugeführten

Wachstumsfaktoren durch die erhöhte Proteasenaktivität zerstört werden (Debus 2000). Allerdings berichtet Iwakura (2000), dass die lokale Applikation des Wachstumsfaktors bFGF (basic fibroblast growth factor) nach beidseitiger Entnahme der A. mammaria interna und medianer Sternotomie bei Ratten die Wundheilung beschleunigt. In einer vergleichenden Studie wies er damit eine Aktivierung der Osteoblasten und Förderung der Angiogenese nach. Versuchsreihen an Tieren haben den Nachteil, dass die Komplexität der Störfaktoren für die Wundheilung nicht reproduziert werden können. Auf diesem Gebiet werden erst zukünftige Studien den Stellenwert von Wachstumsfaktoren und deren Modulatoren in der Wundbehandlung klären.

### **Spezialisierung und Vernetzung**

Durch Zusatzqualifikationen für Pflegepersonal stehen in vielen Krankenhäusern und Pflegediensten bereits spezialisierte Fachkräfte für die Verbandswechsel bei Problemwunden zur Verfügung. Diese Untersuchung zeigt aber, dass die ärztliche Behandlung der systemischen Erkrankungen, die Beurteilung der Wunden und eine fachgerechte Therapie durch einen Arzt mit Kenntnissen des modernen Wundmanagements Voraussetzungen für eine erfolgreiche Wundversorgung sind. Das chirurgische Debridement, die Methoden der Defektdeckung und die Therapie der Komplikationen müssen fachgerecht und zeitoptimiert vom qualifizierten Arzt durchgeführt werden. Neben der Spezialisierung auf Wundtherapie ist die interdisziplinäre ärztliche Patientenbetreuung der Schlüssel zum Erfolg. Hier gibt es noch einen erheblichen organisatorischen Bedarf. Anfänge sind durch die Bildung von Wundzentren und die Einrichtung von Wundsprechstunden erfolgt. Leider setzt die niedrige und unsichere Vergütung der erbrachten Leistungen den behandelnden Ärzten enge Grenzen. Der Wundtherapie bleibt so noch die adäquate Anerkennung vorenthalten.

Erst die Zusammenführung verschiedener Fachdisziplinen und die phasengerechte Behandlung nach dem Stufenmodell zum „Dynamischen Wundmanagement“ hat den Erfolg der Behandlungen ermöglicht. Alle vierzehn Patienten kamen mit extrem schwierigen Ausgangssituationen in die Behandlung und ein Überleben war nicht sicher. Die Patienten haben überlebt und die Voraussetzung für eine gute Lebensqualität in ihrem Alltag erreicht.

## 6 Zusammenfassung

Vierzehn Patienten mit ausgedehnten medianen Thoraxdefekten konnten durch systematische und interdisziplinäre Behandlung nach Erkenntnissen des modernen Wundmanagements erfolgreich therapiert werden. Fortgeschrittene Sternumosteomyelitis nach einer kardiochirurgischen Operation mit medianer Sternotomie oder nach Strahlentherapie des Thorax sowie die plastische Deckung einer medianen Körperspalte mit Ektopia cordis (Cantrell Sequenz) erforderten ein umfassendes Konzept:

Anhand der vierzehn sehr unterschiedlichen Defekte werden die Heilungsprozesse analysiert. Als Leitfaden für die phasengerechte Behandlung wird das „Dynamische Wundmanagement“ als Stufenmodell entwickelt: Die Behandlung beginnt mit einer umfangreichen Diagnostik und erfolgt als Kausal- und Lokaltherapie.

Viele systemische Grunderkrankungen sind als Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen bekannt. Die Therapie der systemischen Erkrankungen beseitigt oder reduziert Risikofaktoren für Wundheilungsstörungen und fördert als Kausaltherapie die Wundheilung.

Neben der Kausaltherapie steht die Lokaltherapie. Die lokale Wundbehandlung wird nach den Erkenntnissen des modernen Wundmanagements phasengerecht durchgeführt. Von zentraler Bedeutung ist die Beurteilung des Zustandes der Wunde zu jedem Zeitpunkt des Heilungsprozesses. Bei jedem Verbandswechsel wird die Wunde einer Stufe des dynamischen Wundmanagements zugeordnet (1. Stufe: Debridement und Antiseptik, 2. Stufe: Konditionierung, 3. Stufe: Defektverschluss, 4. Stufe: Reevaluation und postoperatives Management) und entsprechend versorgt.

Die Behandlungsstufen bereiten eine plastische Deckung vor und sichern den Erfolg nach der Defektdeckung. Ein „Vorán und Zurück“ ist auf jeder Stufe der Wundtherapie möglich, ist das Behandlungsziel der jeweiligen Stufe erreicht wird zur nächsten Stufe aufgestiegen.. Das Ziel ist ein zügiges Vorgehen zur Heilung der Wunde. In diesem Modell hat die chirurgische Therapie mit Debridement und allen Möglichkeiten der plastischen Deckung einen hohen Stellenwert.

Diese Arbeit stellt verschiedene Anwendungsbereiche der Vakuumtherapie vor und erörtert die Indikationen für Hydrokolloid-, Hydropolymer-, Hydrokapillar und Hydrogel-Wundauflagen.

Der Defektverschluss erfolgt durch Hautdehnung oder verschiedene Lappenplastiken: Pectoralis-, TRAM- oder Latissimus dorsi Lappen. Im Anschluss an die Defektdeckung wird die Wunde weiterhin nach den Aspekten des dynamischen Stufenmodells beurteilt, eingestuft und behandelt. So können Störfaktoren und Komplikationen frühzeitig erkannt und begrenzt werden .

Die Einrichtung einer Wundsprechstunde für ambulante Patienten sichert eine fachspezifische nachstationäre Weiterversorgung und ermöglicht ein Recall- System zur Sicherung des Behandlungsergebnisses.

## 7 Literaturverzeichnis

Adler G, Burg G, Kunze J, Pongratz D, Schinzel A, Spranger J (Hrsg).  
Die klinischen Syndrome: Syndrome, Sequenzen und Symptomkomplexe / Leiber.  
Urban und Scharzenberg München, Wien, Baltimore 1996; Bd I (8. Aufl): 477-478

Agarwal JP, Ogilvie M, Wu LC, Lohmann RF, Gottlieb LJ, Franczyk M, Song PD,  
Song H.

Vacuum-assisted closure for sternal wounds: A first- line therapeutic management  
approach., *Plast Reconstr Surg* 2005; 116(4): 1035-1043

Agren MS, Everland H.

Two hydrocolloid dressings evaluated in experimental full- thickness wounds in the  
skin., *Acta Derm Venerol* 1997; 77(2): 127-131

Agren MS, Karlsmark T, Hansen JB, Rygaard J.

Occlusion versus air exposure on full- thickness biopsy wounds., *J Wound Care* 2001;  
10(8): 301-304

Almodóvar, LFL, Cañas AC, Cañadas PPL, Hernández MC.

Vacuum- assisted therapy with a handcraft system for the treatment of wound infection  
after median sternotomy., *Interact Cardio Vasc Thorac Surg* 2005; 4: 412-414

Andreassen TT, Oxlund H.

The influence of experimental diabetes and insulin treatment on the biochemical  
properties of rat skin incisional wounds., *Acta Chir Scand* 1987; 153: 405-407

Argenta LC, Morykwas MJ.

Vacuum assisted closure: A new method for wound control and treatment: Clinical  
experience, *Ann Plast Surg* 2000; 45(3): 332-334

Auböck J.

Das Münchhausensyndrom. *Z f W* 2005; 4: 178-179

Banic A, Ris HB, Erni D, Striffeler H.

Free latissimus dorsi flap for chest wall repair after complete resection of infected sternum. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 1028-1032

Benett NT, Schultz GS.

Groth factors and wound healing: Biochemical properties of growth factors and their receptors. *Am J Surg* 1993; 165: 728-737

Benett NT, Schultz GS.

Groth factors and wound healing: Part II.. Role in normal and chronic wound healing. *Am J Surg* 1993; 166: 74-81

Böning A, Herrmann G, Fraund S, Möller F, Rahimi A, Rüdiger S, Cremer J.

Chirurgische und interventionelle Koronarrevaskularisation bei Diabetikern. *Dt Arztebl* 2001; 98(14): A919-923

Bostwick J, Stevenson TR, Nahai F, Hester TR, Coleman JJ, Jurkiewicz MJ.

Radiation to the breast. Complications amenable to surgical treatment. *Ann Surg* 1984; 200(4): 543-553

Braun S, Jünger M.

Methoden des Wunddebridements bei venösem Ulcus cruris. *Phlebologie* 2003; 6: 152-156

Cantrell JR, Haller JA, Ravitch MM.

A syndrome of congenital defects involving the abdominal wall, sternum, diaphragm, pericardium and heart. *Surg Gynec Obstet* 1958; 107: 602-614

Carter K.

Hydropolymer dressings in the management of wound exudates. *Br J Community Nurs* 2003; 8(9 Suppl): 10-16

Casey G.

The importance of nutrition in wound healing. *Nurs Stand* 1998; 13 (3): 51-54, 56

Castello JR, Centella T, Garro L, Barros J, Oliva E, Sanchez-Olaso A, Epeldegui A.  
Muscle flap reconstruction for the treatment of major sternal wound infections after  
cardiac surgery: A 10-year analysis. *Scand J Plast Surg Hand Surg* 1999; 33(1): 17-24

Chen WYJ, Abatangelo G.

Functions of hyaluronan in wound repair. *Wound Rep Reg* 1999; 7: 79-89

Coerper S, Beckert S, Becker HD.

Korrekturmöglichkeiten der gestörten Wundheilung. *Chirurg* 2004; 75 (5): 471-476

Contreras-Ruiz J, Fuentes- Suarez A, Karam- Orantes M, de Lourdes Escamilla- Mares  
M, Dominguez- Cherit J.

Larval debridement therapy in Mexico. *Wound Care Can* 2005 ; 3(1): 42-46

Courtenay M, Church JC, Ryan TJ.

Larva therapy in wound management. *J R Soc Med* 2000; 93: 72-74

Debus ES, Schmidt K, Ziegler UE, Thiele A.

Wachstumsfaktoren in der Wundheilung. *ZfW* 2000;12 (1): 14-33

Dissemond J, Fitz G, Goos M.

Konditionierung chronischer Wunden mittels Ultraschall. *Hautarzt* 2003; 54 (6): 524-  
529

El Oakley RM, Wright JE.

Postoperative Mediastinitis: Classification and Management. *Ann Thorac Surg* 1996;  
61: 1030-1036

Erez E, Katz M, Sharoni E, Katz Y, Leviav A, Vidne BA, Dagan O.

Pectoralis major muscle flap for deep sternal wound infection in neonates. *Ann Thorac  
Surg* 2000; 69: 572-577

Fansa H, Handstein F, Schneider W.

Treatment of infected median sternotomy wounds with a myocutaneous latissimus dorsi  
muscle flap. *Scand Cardiovasc J* 1998; 32 (1): 33-39

Fischer B.

Wundfibel. Johnson und Johnson Norderstedt.2004; 50-68

Fleck TM, Fleck M, Moidl R, Czerny M, Koller R, Giovanoli P, Hiesmayer MJ, Zimpfer D, Wolner E, Grabenwoger M.

The vacuum- assisted closure system for the treatment of deep sternal wound infections after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1596-1600

Fleischmann W, Russ M, Marquardt C.

Defektverschluss durch Kombination van Vakuumversiegelung mit instrumenteller Hautdehnung. *Unfallchir* 1996; 99(12): 970-974

Fleischmann W, Russ M.

Die Vakuumversiegelungstechnik zur Behandlung chronischer Wunden. *Klinikerarzt* 1996;6: 25

Fleischmann W, Lang E, Russ M.

Infektbehandlung durch Vakuumversiegelung. *Unfallchir* 1997; 100(4): 301-304

Fleischmann W, Russ M, Westhauser A, Stampehl M.

Vacuum- sealing- technique used as drug release system for topical treatment of wound infections. *Unfallchir* 1998; 101(8): 649-654

Fleischmann W. Grassberger M.

Erfolgreiche Wundbehandlung durch Madentherapie. Trias Verlag Stuttgart 2002

Fletcher A, Cullum N, Sheldon TA.

A systematic review of compression treatment for venous leg ulcers. *B M J* 1997;315: 576-580

Fransa H, Handstein S, Schneider W.

Treatment of infected median sternotomy wounds with a myocutaneous latissimus dorsi muscle flap. *Scand Cardiovasc J* 1998; 32(1): 33-39

Golosov LM, Wagner JD, Feeley M, Sharp T, Havlik R, Sood R, Coleman JJ.  
Risk factors for predicting surgical salvage of sternal wound- healing complications.  
Ann Plast Surg 1999. 43(1): 30-35

Grange- Prunier A, Couillet D, Grange F, Guillaume JC.  
Allergic contact dermatitis to the Comfeel hydrocolloid dressing. Ann Dermatol  
Venerol 2002. 129(5): 725-727

Grassberger M, Fleischmann W.  
The biobag- A new device for the application of medical maggots. Dermatology 2002;  
204: 306

Gretener SB, Siebenthal vD, Huber T, Rüede P.  
Die Lokalthherapie chronischer Wunden: Auswahlhilfe moderner Wundauflagen.  
Schweiz Med Forum 2001; 10: 237-242

Grossi EA, Culliford AT, Krieger KH, Kloth D, Press R, Baumann FG, Spencer FC.  
A survey of 77 major infectious complications of median sternotomy: a review of 7949  
consecutive operative procedures. Ann Thorac Surg 1985;40:214-223

Gummert JF, Barten MJ, Hans C, Kluge M, Doll N, Walther T, Hentschel B, Schmitt  
DV, Mohr FW, Diegeler A.  
Mediastinitis and cardiac surgery\_ An analysis in 10,373 consecutive adult patients.  
Thorac Cardiovasc Surg 2002; 50: 87-91

Gustafsson RI, Sjögren J, Ingemansson R.  
Deep sternal wound infection: A sternal- sparing technique with vacuum- assisted  
closure therapy. Ann Thorac Surg 2003; 76: 2048-2053

Guthke R, Jage G, Wendekamm U, Kühne KH.  
Wundreinigung bei Ulkus cruris- eine Indikation für den Hochdruckwasserdissektor?  
Zbl Haut 1994; 164: 181-182

Hauben DJ, Shulman O, Levi Y, Sulkes J, Amir A, Silfen R.

Use of space maker balloon in sternal wound closure: Comparison with other techniques. *Plast Reconstr Surg* 2001; 108 (6): 1582-1588

Heeg P.

Empfehlung zur Wirkstoffauswahl für die Wundantiseptik. Bearbeitung eines Konsensus- Papiers. *Akt Traumatol* 2004; 34: 225-228

Hellmann AA, Lammermeier DE, Cooley DA.

Management of the complicated sternotomy incision: Results of omentopexy with primary skin graft. *Tex Heart Inst J* 1989; 16: 11-14

Hinman SD, Maibach H.

Effect of air exposure and occlusion on experimental human skin wounds. *Nature* 1963; 200: 377-379

Hofmann HS, Herrmann M, Reitze JR, Silber RE, Krohe K.

Sternale Wundinfektionen nach herzchirurgischer Operation unter extrakorporaler Zirkulation Inzidenz, Verlauf und Risikofaktoren. *Z Herz Thorax Gefäßchir* 2004; 18(3): 141-147

Hornberger LK, Colan SD, Lock JE, Wessel DL, Mayer JE Jr.

Outcome of Patients with ectopia cordis and significant intracardiac defects. *Circulation* 1996; 94(9 Suppl): II32-37

Hornung P.

Kooperative Pharmakotherapie. *Dt Ärztebl* 1996; 93(22): A1465-1468

Howe M, Germann G.

Die Behandlung von Strahlenschäden der Haut. *Wundforum* 1995; 4: 10-14

Immer FF, Durrer M, Mühlemann KS, Erni D, Gahl B, Carrel TP.

Deep sternal wound infection after cardiac surgery: Modality of treatment an outcome. *Ann Thorac Surg* 2005; 80: 957-961

Iwakura A, Tabata Y, Miyao M, Ozeki M, Tamura N, Ikai A, Nishimura K, Nakamura T, Shimizu Iwakura A, Tabata Y, Miyao M, Ozeki M, Tamura N, Ikai A, Nishimura K, Nakamura T, Shimizu Y, Fujita N, Komeda M.

Novel method to enhance sternal healing after harvesting arteries with use of basic fibroblast growth factor. *Circulation* 2000; 102: 296-307

Janzing H, Broos P.

Dermatotraction: An effective technique for the closure of fasciotomy wounds: a preliminary report of fifteen patients. *J Orth Trauma* 2001; 15(6): 438-441

Jensen JA, Goodson WH, Hopf HW, Hunt TK.

Cigarette smoking decreases tissue oxygen. *Arch Surg* 1991; 126: 1131-1134

Jones G, Jurkiewicz MJ, Bostwick J, Wood R, Bried JT, Culbertson J, Howell R, Eaves F, Carlson G, Nahai F.

Management of the infected median sternotomy wound with muscle flaps: The emory 20- Year Experience. *Ann Surg* 1997; 225 (6): 766-778

Jongen SJM, Egmond van DB, Specken TFJM, Morshius WJ, Carpentier Alting MP.

Pectoralis major muscle transposition for treatment of infected median sternotomy wounds. *E J Plast Surg* 1995; 18: 103-107

Karukonda SRK, Flynn TC, Boh EE, McBurney EI, Russo GG, Milikan LE.

The effect of drugs on wound healing. Part I. *Int J Dermal* 2000; 39(4): 250-257

Karukonda SRK, Flynn TC, Boh EE, McBurney EI, Russo GG, Milikan LE.

The effect of drugs on wound healing. Part II. Specific classes of drugs and their effect of healing wounds. *Int J Dermal* 2000; 39 (5): 321-333

Katoh N, Hatano Y, Sasamoto S, Shimatani S, Okuyama N, Takagi K, Yamazaki S, Ohsaki M, Sawaizumi M, Maruyama Y.

Resection and reconstruction of sternum. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 1998. 46 (4): 338-343

Kaulen H.

Schlecht heilende Wunden sind eine Sache für den Chirurgen. FAZ 05.05.2004; 104:  
N2

Kenzo Y, Hiroshi O, Shin M, Yutaka O, Masaru S, Akira S, Hiroshi M, Akio M,  
Takashi M, Shuhei T.

Results of omental flap transposition for deep sternal wound infection after  
cardiovascular surgery. Ann Surg 1998; 227(3):455-459

Konsensusempfehlung zur Auswahl von Wirkstoffen für die Wundantiseptik. Z f W  
2004; 3: 110-120

Kramer A., Adrian V, Rudolfph P, Wurster S, Lippert H.

Explantationstest mit Haut und Peritoneum der neonatalen Ratten als Voraussagetest  
zur Verträglichkeit lokaler Antiinfektiva für Wunden und Körperhöhlen. Chirurg  
1998;69,8: 840 -845

Kuroczynski W, Peivandi A, Pruefer D, Dahm M, Oelert H.

Präoperative Risikofaktoren und sternale Wundheilungsstörungen nach Herzoperationen  
mit Sternotomie im Erwachsenenalter. Z Herz Thorax Gefäßchir 2005; 19 (1): 32-36

Landsdown AB, Williams A.

How safe os silver in wound care? J Wound Care 2004; 13(4): 131-136

Lang F, Lippert H, Piatek S, Vanscheidt W, Winter H.

Häufige Probleme bei chronischen Wunden. Wundforum 1996; 1: 27-32

Losanoff JE, Richman BW, Jones WJ.

Disruption and infection of median sternotomy: A comprehensive review. Eur  
Cardiothorac Surg 2002; 21: 831-839

Ley J, Mader K, Gausepohl Th, Pennig D.

Der graduelle Wundverschluss durch Dermatotraktion an der Hand. Handchir Mikrochir  
Plast Chir 2001; 33: 35-37

Lindern v JJ, Niederhagen B, Appel T, Berge S.

Treatment of soft tissue defects with exposed bone in the head and face region with alginate and hydrocolloid dressings. *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60(10) : 1126-1130

Liotta DS, Frank LG.

Routine application of the omental pedicle graft. *Tex Heart Inst J* 1991; 18: 8-12

Lobmann R, Schultz G, Lehnert H.

Proteases and the diabetic foot syndrome: Mechanisms and therapeutic implications.

*Diabetes Care* 2005; 28(2): 461-471

Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Mahfood S, McHenry MC, Goormastic M, Stewart RW, Golding LA, Taylor PC.

Sternal wound complications after isolated coronary artery bypass grafting: Early and late mortality, morbidity and cost of care. *Ann Thorac Surg* 1990; 49: 179-186

Maiwald G, Müller C, Fürst H, Arbogast S, Baumeister RGH.

Einsatz der gestielten Omentum- majus- Plastik als thoracoabdomineller Defektersatz nach großflächiger Tumorresektion. *Chirurg* 1999; 70: 566

Maiwald G, Horser S, Baumeister RGH.

Infektconditionierung der chronischen Sternumosteomyelitis durch

Vakuumversiegelung nach kardiochirurgischen Eingriffen. *ZfW* 2000; 12(2): 34-37

Mehta PA, Cunningham CK, Colella C, Alferis G, Weiner L.

Risk factors for sternal wound and other infections in pediatric cardiac surgery patients.

*Ped Inf Dis J* 2000,19(10): 1000-1004

Mekkes JR, Nahuys M.

Induction of granulation tissue formation in chronic wounds by hyaluronic acid.

*Wounds* 2001; 13(4): 159-164

Mohr VD Spelter H, Schmidt J, Zirngibl H.

Wound dressings in chronic wounds. *Zentralbl Chir* 1999; 124 (Suppl 1): 56-64

Moor EV, Neumann RA, Weinberg A, Wexler MR.

Transposition of the omentum for infected sternotomy wounds in cardiac surgery. Report of 16 cases and review of published reports. Scand J Plast Surg Hand Surg 1999; 33(1): 25-29

Morris L

Descriptive evaluation of Alione hydrocapillary dressing. Br J Nurs 2003; 12(10): 630-635

Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton- Brown EI, McGuirt W.

Vacuum- assisted closure: A new method for wound control and treatment: Animal studies and basic foundation. Ann Plast Surg 2000; 45(3): 332-334

Müller CA, Strohm PC, Boll T, Pfister U.

Dynamische Weichteildistraktion mit Hilfe des Fixateur externe zur Deckung großer Weichteildefekte. Akt Traumatol 2002; 32: 82-86

Münter, KC.

Fortschritte in der modernen Wundversorgung. Uni-Med Verlag AG Bremen 2005; 12-14

Neale HW, Kreilein JG, Schreiber JT, Gregory RO.

Complete sternectomy for chronic osteomyelitis with reconstruction using a rectus abdominis myocutaneous island flap. Ann Plast Surg 1981; 6(4): 305-314

Neander KD, Hesse F.

Einfluss der Temperatur der Spülflüssigkeit auf die Wundheilung. Z f W 2002; 7 (1): 9-12

Neander KD.

Zeitgemäße Wundversorgung bei chronischen Wunden. Wund- MAGSI 2002; 30 (12): 3-5

Niescher-Lüftl K.

Schmerzhaftes Ulkus bei Niereninsuffizienz. Z f W 2005; 4:2

Omura K, Misaki T, Takahashi H, Kobayashi K, Watanabe Y.

Omental transfer for the treatment of sternal infection after cardiac surgery: Report of three cases. *Surgery Today* 1994; 24(1): 67-71

Probst W, Vassel-Biergans A.

Wundmanagement. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart 2004; 28-41, 211-218

Protz K.

Moderne Wundversorgung. Urban und Fischer Verlag München 2004; 5-18

Pschyrembel Klinisches Wörterbuch. CD-Rom Version 2004. Verlag Walter de Gruyter Berlin 2004.

Reida M, Wright JE.

Postoperative Mediastinitis: Classification and Management. *Ann Thorac Surg* 1996;61: 1030-1036

Reutter H, Bort S, Jung MF, Klysz T, Schippert W, Zuder D, Jünger M.

Fragliche Wirksamkeit autologer thrombozytärer Wachstumsfaktoren (PDW-HF) in der Behandlung venöser Beinulzera. *Hautarzt* 1999; 50: 859-865

Riedel E, Triebisch W, Sedlarik K.

Verbandstoff-Fibel. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart 1995

Russel AD, Hugo WB.

Antimicrobial activity and action of silver. *Prog Med Chem* 1994; 31: 351-370

Sano K, Hyakusoku H, Tanuma K.

Clinical reappraisal of the segmental pectoralis major transverse flap for coverage of the local mediastinal wound. *Scand J Plast Surg Hand Surg* 2005; 39: 290-294

Schulze HJ, Lane C, Charles H, Ballard K, Hampton S, Moll I. J

*Wound Care* 2001 ; 10(1): 511-518

Sellmer W.

Lokalthapeutika, speziell Antiseptika in der Behandlung chronischer Wunden – eine aktuelle Bewertung. *Med Praxis* 2001; 2: 20-30

Sellmer W.

Die zeitgemäße Versorgung chronischer Wunden. Handout 2003; 1-18

Siebenschuh I, Rosken F, Koschnik M, Rakers H, Arfors KE, Mutschler W, Menger MD.

Local administration of hyaluronic acid for improving wound healing in diabetes. *Langenbecks Arch Chir Suppl* 1998;115(1): 467-468

Sjörögen J, Gustafsson R, Wackenfors A, Malmsjö M, Algotsson L, Ingemansson R. Effects of assisted closure on central hemodynamics in a sternotomy wound model. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 2004; 3: 666-671

Smola H, Eming S, Hess S, Werner S, Krieg T.

Wundheilung und Wundheilungsstörungen: Moderne Konzepte zur Pathophysiologie und Therapie. *Dt Ärtel* 2001; 98: A2802-2909

Song DH, Wu LC, Lohmann RF, Gottlieb LJ, Franczyk M.

Vacuum assisted closure for the treatment of sternal wounds: The bridge between debridement and definitive closure. *Plast Reconstr Surg* 2003; 111 (1): 92-97

Sonnenmoser M.

Fehlende Compliance: Patienten, die dem Arzt etwas vorgaukeln. *Dt Ärzteblatt* 2005. 102(10): A704

Stadelmann WK, Digenis AG, Tabin GR.

Impediments to wound healing. *Am J Surg* 1998; 176 (Suppl 2A): 39S-47S

Tausche AK, Sebastian G.

Wound conditioning of a deep tissue defect including exposed bone after tumour excision using Promogran® Matrix, a protease- modulating matrix. *I Wound J* 2005; 2: 253

Terren J, Serna C, Tejerina C, Reig A, Codina J, Baena P, Mirabet V.

A comparative study of three new occlusive dressings for healing of graft donor sites versus conventional therapy. *E J Plast Surg* 1993, 16: 98-103

Thomas DR.

Wound Management and Dressings. The Pharmaceutical Press London 2001; 9-19

Tibbles PM, Edelsberg JS.

Hyperbaric oxygen therapy. *N Engl J Med* 1996;334: 1642-1648

Tobin GR.

Pectoralis major muscle- musculocutaneous flap for chest- wall reconstruction. *Surg Clin North Am* 1989. 69(5): 991-1006

Toumpolis IK, Anagnostopoulos CE, DeRose JJ, Swistel DG.

The impact of deep sternal wound infection on long-term survival after coronary artery bypass grafting. *Chest* 2005; 127: 464-471

Trautenhahn J, Bürger T, Lippert H.

Der Stand der Vakuumversiegelung. *Chirurg* 2004; 75: 492-497

Turner TD.

Hospital usage of absorbent dressings. *Pharm J* 1979; 222: 421-426

Van den Berg AJ, Halkes SB, van Ufford HC, Hoekstra MJ, Beukelmann CJ.

A novel formulation of metal ions and citric acid reduces reactive oxygen species in vitro. *J Wound Care* 2003; 12: 413-418

Varghese MC, Balin AK, Carter DM, Caldwell D.

Local environment of chronic wounds under synthetic dressings. *Arch Dermatol* 1986; 122: 52-57

Veves A, Sheehan P, Pham HT.

A randomised, controlled trial of Promogran® (a collagen/oxidized regenerated cellulose dressing) vs standard treatment in the management of diabetic foot ulcers.

Arch Surg 2002; 137: 822-827

Vin F, Teot L, Meaume S.

The healing properties of Promogran® in venous leg ulcers. J Wound Care 2002; 11(9): 335-341

Vogt PM, Andree C, Breuing K, Liu PY, Slama J, Helo G, Eriksson E.

Dry, moist and et skin wound repair. Am Plast Surg 1995; 34(5): 493-399

Walgenbach, KJ, Riabikhin C AW, Andree C, Galla TJ, Schaefer DJ, Kopp J, Bannasch H, Voigt M, Horch RE, Stark GB.

ZfW 2000; 13(2): 9-10

Wallenfang K, Westenberger-Treumann M, Stadler R.

Wound Management with currently available wound dressing for phase adapted treatment. Akt Dermatol 2001; 27: 343-350

Weber RM.

Untersuchung zur Herstellung und Anwendung autologer thrombozytärer Wachstumsfaktoren bei chronischen therapierefraktären Wunden. Med Dissertation Universität Tübingen 2003

Werni R.

Wundprobleme in der Geriatrie. K Z 2002; 4: 26-32

Winter GD, Scales JT.

Effect of air drying and dressings on the surface of a wound. Nature 1963; 197: 91-92

Wright JB, Burrell RE.

Wound management in an era of increasing antibiotic resistance: A role for topical silver treatment. Am J Infect Control 1998; 26(6): 572-577

Zacharias A, Habib RH.

Delayed primary closure of deep sternal wound infections. *Tex Heart Inst J* 1996; 23:  
211-216

## 8

## Abkürzungen

AAA	Aorta ascendens Aneurysma
AAE	Aorta ascendens Ersatz
ACB	Arterio coronarer Bypass
AE	Aortenklappenersatz
AE	Aortenklappenersatz
aH	Arterielle Hypertonie
ARDS	Acute respiratory distress syndrome
AV	Aortenklappenitium
bds	beiderseits
BIMA	Rechte und linke Arteria mammaria interna (beiderseits)
Cantrell S	Cantrell Sequenz
COLD	Chronic obstructive lung disease
Dehnung	Hautdehnung (mehrmalig)
Dm	Diabetes mellitus
EGF	Epidermal growth factor
eins	einseitig
GE	Gefäßerkrankung
HE	Hauterkrankungen
HI	Herzinfarkt
HLP	Hyperlipoproteinämie
hypopl LHS	hypoplastisches Linksherzsyndrom
IGF- 1	Insulin- like growth factor- 1
IMC	Intermediate Care Station
KHK	Koronare Herzkrankheit
LDL	Latissimus dorsi Lappen
LIMA	Linke Arteria mammaria interna
MMP	Matrix- Metallo- Proteasen
NSAR	Nicht-steroidale Antirheumatika
Nw	Norwood I Operation
ORN	Osteoradionekrose
pAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit

PDGF	Plated derived growth factor
PL	Pectoralis Lappen
pl DH	Plastische Deckung des ektopen Herzens
PVP- Jod	Polyvinylpyrrolidon-Jod
RE	Rheumatoide Erkrankungen
RT	Strahlentherapie
SE	Skelett Erkrankungen
StT	Sternotomie
T	Thrombenbildung
TE	Thrombektomie an einer ersetzten Aortenklappe
TGF - $\beta$	Transformin growth factor- $\beta$
TNF	Tumor- necrosis- factor
TRAM	transversaler Rectus abdominis Myokutanlappen

## 9 Danksagung

Herr Professor Dr. Dr. R. Schmelzle hat mir das moderne Wundmanagement als Arbeitsgebiet eröffnet. Durch den Besuch zahlreicher Fortbildungsveranstaltungen und Kongresse konnte ich mich intensiv mit den modernen Erkenntnissen und Techniken dieser Behandlungsmethoden befassen. Das Fachwissen zum modernen Wundmanagement ist inzwischen umfangreich und die Sicherheit in der Anwendung wächst erst über Jahre. Herr Professor Dr. Dr. R. Schmelzle hat mich zu diesem umfangreichen Thema der Dissertation mehrmals ermutigt und ideenreich und mit adäquatem Fachwissen beraten.

Weiter gilt mein Dank Herrn Dr. Dr. Siegert, der mich mit seinem sehr persönlichen Engagement in die Anwendung der neuen Techniken und Materialien eingearbeitet hat.

Ich danke Herrn Dr. Dr. Li, der mir Einblick in die Chirurgie der mikrovaskulären und gestielten Lappenplastiken vermittelt hat.

Die umfangreichen Operationen zur plastischen Deckung der Thorax- Defekte wurden von den Operateuren Prof. Dr. Dr. R. Schmelze, Prof. Dr. Dr. R. Friedrich, PD Dr. Dr. Heiland und Dr. Dr. Li durchgeführt.

Den Mitarbeiterinnen der Fotoabteilung Frau Meyer, Frau Lutz und Frau von Fehrenteil danke ich für ihre umfangreichen Fotodokumentationen.

Diese Dissertation ist das Ergebnis jahrelanger Arbeit auf dem Gebiet der Wundtherapie, der Plastischen und Wiederherstellungschirurgie. Durch das Engagement und die gute Zusammenarbeit im Kollegenkreis konnte die zeitgemäße Wundtherapie in alle Bereiche unserer chirurgischen Fachdisziplin einbezogen werden.

## 10                    Lebenslauf

**Dr. med. dent. Eva- Monika Gudewer, geb. Dürig**

Geburtstag/-ort 08.06.1957 in Hamburg

Werdegang	28.08.2003	Fachkunde im Strahlenschutz bei der Anwendung von Röntgenstrahlen in der Medizin
	21.08.2003	Zahnärztin, Oralchirurgie
	04.06.2003	Fachärztin für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
	01.07.2000	Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Hamburg- Eppendorf, Direktor Herr Professor Dr. Dr. R. Schmelzle
	01.07.2000	Approbation als Ärztin
	01.01.1999 bis 30.06.2000	Ärztin im Praktikum an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum Hamburg- Eppendorf, Direktor Herr Professor Dr. Dr. R. Schmelzle
	01.12.1998	Berufserlaubnis als Ärztin im Praktikum
	Von 1992 bis 1998	Studiengang Medizin, Universität Hamburg
	18.09.1992	Promotion zum Doktor der Zahnmedizin (Risiken und Komplikationen nach chirurgischer Parodontitis- Behandlung)
	14.06.1989	Fachkunde im Strahlenschutz bei der Anwendung von Röntgenstrahlen in der Zahnmedizin
	August 1988 bis Oktober 1992	Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Universitätsklinikum Hamburg- Eppendorf, Direktorin Frau Professor Dr. U. Platzer

- Von März 1988  
bis April 1988 Hospitation im St. Apollinaris Hospital Creighton,  
Rep. Süd- Afrika (Vorträge und Demonstrationen zu  
Schwerpunktthemen der Zahnerhaltungskunde und  
Techniken der Zahnextraktion)
- 04.02.1988 Approbation als Zahnärztin
- Von 1982  
bis 1988 Studiengang Zahnmedizin, Universität Hamburg
- Von 1976  
bis 1982 Studiengang Höheres Lehramt,  
Universität Hamburg
- Juni 1976 Allgemeine Hochschulreife,  
Sophie-Barat-Schule, Hamburg

## 11 Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift:

