

Passt perfekt!

Gegenüberstellung
Verbrennungswunde / Unterdrucktherapie

Projektarbeit
Weiterbildung Wundmanagement 2012

Ausbildungszentrum West für Gesundheitsberufe

Eingereicht von: DGKS Andrea Pöchhacker
Eingereicht bei: DGKS Marianne Hintner
(TÜV-zertif. Wundexpertin ICW, VAC-Spezialistin)
Eingereicht am : 24.September 2012, Absam

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Gegenüberstellung Verbrennungswunde / Unterdrucktherapie	2
2.1	Zonen – Mikrozirkulationsstörungen	2
2.2	Ödem	5
2.2.1	Filtration ins Gewebe	6
2.2.2	Rückresorption.....	7
2.2.3	Verminderter Abtransport.....	7
2.2.4	Wirkmechanismen der Unterdrucktherapie auf Wundödeme	8
2.3	Infektion	8
2.4	Spalthauttransplantation	11
2.5	Wundgrundkonditionierung	14
3	Zusammenfassung	16
4	Diskussion	18
	Literaturverzeichnis	20

1 Einleitung

Die Behandlung von Verbrennungen wurde bereits im 15. Jahrhundert vor Christus von den Ägyptern erforscht und niedergeschrieben (Meissl, 2009). Seit dem besseren Verständnis der Pathophysiologie des Verbrennungstraumas wurden wesentliche Fortschritte in der chirurgischen und intensivmedizinischen Therapie erzielt. Der derzeitige Stand des Wissens dient der Behandlung von Brandverletzten (Gauglitz, 2009).

Während früher das reine Überleben im Mittelpunkt stand, spielen heute die Herstellung einer Funktionalität und die Ästhetik, somit die Erhaltung der posttraumatischen Lebensqualität eine bedeutende Rolle.

Inzwischen hat auch die Unterdrucktherapie Einzug in die Verbrennungsmedizin gefunden. In den Anfängen der Vakuumtherapie bei Verbrennungen wurde die Therapie zunächst ausschließlich zur Fixierung von Spalthaut eingesetzt, mittlerweile werden auch großflächige Verbrennungswunden bereits initial mittels Unterdrucktherapie behandelt. Mehrere Brandverletzententren, darunter Wien, Graz und Murnau, versorgen die Wunden ihrer Patienten erfolgreich mit dieser Methode. Zu dieser Therapieform gibt es inzwischen eine Vielzahl von klinischen Fallberichten, im Vergleich dazu jedoch nur wenige Studien.

In der folgenden Arbeit werden einige positive Auswirkungen der Unterdrucktherapie auf Verbrennungswunden beschrieben. Indem die Pathophysiologie der Verbrennungswunde erörtert und der dazu passende Wirkmechanismus der Vakuumtherapie gegenübergestellt wird, soll die Anwendung der Unterdrucktherapie bei Verbrennungen logisch erklärt werden.

2 Gegenüberstellung Verbrennungswunde / Unterdrucktherapie

2.1 Zonen - Mikrozirkulationsstörungen

Jackson hat bereits 1953 eine wesentliche histologische Einteilung der Verbrennungswunden vorgenommen. Er unterscheidet dabei drei Zonen, welche in Abbildung 1 schematisch dargestellt sind.

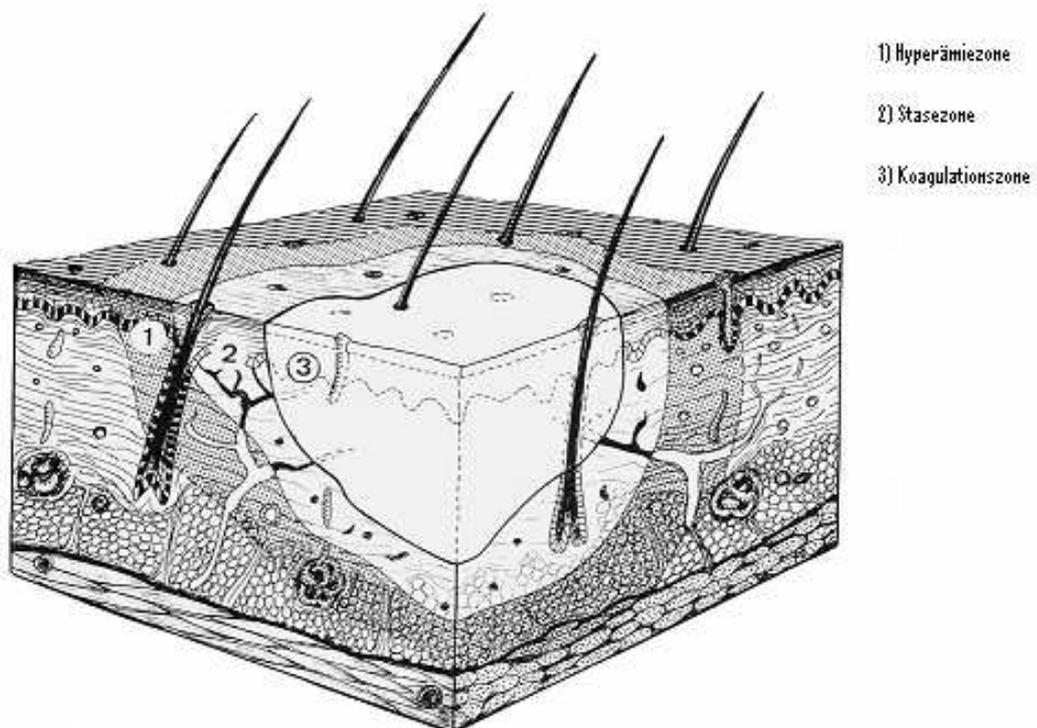


Abb.1: Verbrennungszonen nach Jackson. Schematisch dargestellt ist eine oberflächliche 2a° Verbrennung (Jackson, 1970).

Die zentrale Zone - die Zone der Koagulation - ist gekennzeichnet durch avitales Gewebe. Dieses Gewebe ist unabhängig von der weiteren Therapie nicht regenerationsfähig (Vogt et al., 2009). Hitzeeinwirkungen über 44 Grad Celsius verursachen eine Eiweißdenaturierung. Proteine werden in ihrer Struktur verändert, es entstehen Fragmente und neue Proteine sowie Lipoproteine, welche toxisch, antigen und immunmodulatorisch wirken können. Aufgrund dieser möglichen Wirkungen ist es für das Überleben des Patienten bei ausgedehnten Verbrennungen wichtig, die entstandene Nekrose so rasch wie möglich abzutragen (Rennekampff et al., 2002).

Die mittlere Zone - die Zone der Stase - ist die kritische Zone, die nicht letale Energie aufgenommen hat, sich aber im Verlauf zur Nekrose ausbilden kann. Jackson (1953) beschreibt, dass nach 24 Stunden eine komplette Stase stattfindet. Die oberflächlichen Kapillaren sind dilatiert und voll von roten Blutkörperchen. Nach drei bis sieben Tagen wird diese Zone ebenso weiß sowie die Koagulationszone. Jetzt sind nur mehr zwei Zonen (Koagulationszone und Hyperämie) sichtbar.

Durch eine andauernde Hitzeeinwirkung von 40 bis 44 Grad Celsius über Stunden kommt es zur Enzymdysfunktion und Eiweißdegeneration im Gewebe. Die gestörte Natriumpumpe kann das Natrium nicht mehr aus der Zelle transportieren und es folgt ein Anstieg der intrazellulären Natriumkonzentration. Dies zieht wiederum Wasser an und verursacht eine Zellschwellung (Rennekampff, 2009). Dieses pathophysiologische Ereignis wird „Nachbrennen“ genannt, wobei die passendere Bezeichnung „Nachtiefen“ wäre, da durch das Absinken der Temperatur im Gewebe unter 40 Grad Celsius kein „Brennen“ im eigentlichen Sinn mehr stattfindet.

Der Verlauf in dieser Zone hängt zusätzlich vom allgemeinen Krankheitsverlauf vom Gesundheitszustand des Patienten vor dem thermischen Trauma und dem therapeutischen Management nach dem Trauma ab. Zum Beispiel kann eine notwendige Vasopressortherapie die Vitalität der Zellen beeinflussen. Durch anhaltende inflammatorische Prozesse, welche eine epitheliale Apoptose aktivieren, besteht die Gefahr, dass sich die Verbrennungstiefe auch noch Tage nach der Verletzung verstärkt (Vogt et al., 2009).

Das Problem dieser Entwicklung ist die eingeschränkte Gefäßzirkulation mit vermindertem Blutfluss. Die primär vitalen Zellen werden durch Vasokonstriktion, Endothelzellschwellung, Ausbildung von Plättchenmikrothromben und Fibrinablagerungen nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt. Die Gefahr der Minderperfusion bis zur Gewebischämie besteht für 24 Stunden (Rennekampff et al., 2002).

Wie wirkt eine Unterdrucktherapie der Gefahr der Ischämie und der daraus folgenden Apoptose der betroffenen Zellen, verursacht durch eine Vielzahl von Faktoren, entgegen? Die Unterdrucktherapie reduziert das Gewebsödem, welches die Stase im Gewebe provoziert. Durch die Stase wird die Gefahr von kapillaren Thrombosen, welche die Mikrozirkulation einschränken, erhöht. Kamolz (et al., 2004) stellten in ihrer Studie den Vergleich zwischen herkömmlichen Methoden und der Unterdrucktherapie an den Händen eines Patienten dar. Während bei der herkömmlichen Therapie eine signifikante Einschränkung des Blutflusses festgestellt wurde, weist die mit Unterdruck versorgte Hand keine Durchblutungseinschränkungen auf. Es konnte sogar eine Hyperperfusion in der mit V.A.C. therapierten Hand nach dem Ableiten von 500 ml Gewebsflüssigkeit durch diese Therapie festgestellt werden.

Weiters unterscheidet Kamolz (2004) eine unmittelbare irreversible Schädigung durch das thermische Trauma von einer zweiten, späteren und zum Teil reversiblen Schädigung des Gewebes. Wie bereits erwähnt, hat Jackson (1953) ebenfalls festgestellt, dass die primär vitale, aber geschädigte Stasezone nach 24 Stunden deutliche Zeichen eines Zelltodes aufweist und nach drei bis sieben Tagen nicht mehr von der Koagulationszone zu unterscheiden ist. Mithilfe der Unterdrucktherapie kann durch Zelltod gefährdetes Gewebe geschützt werden.

Holle et al., (2007) berichten in ihrer Literaturarbeit über mehrere Studien, welche alle eine eindeutig gesteigerte Durchblutung in den mit Vakuumtherapie versorgten Wunden festgestellt haben. Unter anderem die Studie von Banwell, in der deutlich wurde, dass durch diese Therapieform signifikant weniger Nekrektomien durchzuführen waren.

Dass die Unterdrucktherapie positiv auf die Mikrozirkulation des betroffenen Gewebes wirkt, zeigt auch der Einsatz bei Erfrierungen. Die Therapie wurde bei einem 28-jährigen Mann, der sich an den Zehen drittgradige Erfrierungen zugezogen hatte, eingesetzt. Es waren schlussendlich nur die Nägel mit Teilen der Endglieder des zweiten bis vierten Zehen verloren. Auf den Zehen eins bis vier konnte sogar Resthaut erhalten werden (Ziegler 2005).

Die äußerste Zone - die Zone der Hyperämie - wird als gut durchblutet beschrieben. Stoffwechselprozesse finden in dieser Zone statt. Die Ursache der Hyperämie ist eine inflammatorisch hochgeregelte Vasodilatation. Diese Entzündungsmediatoren werden durch die Denaturierung von Proteinen und den Untergang von Zellmembranen aktiviert. Das Gewebe selbst ist kaum von Zellschäden betroffen und zeigt volle Regenerationsfähigkeit (Gauglitz, 2009).

2.2 Ödem

Im Zuge der Verbrennungsverletzung kommt es zur Extravasation von Plasma, zum einen in die Verbrennungswunde selbst und zum anderen in das umliegende Gewebe. Das entstehende Weichteilödem stellt in der Pathophysiologie des thermischen Traumas ein problematisches Ereignis für die Sauerstoffversorgung der Zellen dar. Der entstehende Druck führt zur Kompression des Gewebes. Überschreitet der mechanische Druck den Wert von 32 mmHg kommt es zur Unterbrechung der Kapillarperfusion. Zuvor besteht bereits aufgrund der verlangsamten Perfusion die Gefahr von Mikrothromben (Ottomann et al., 2004).

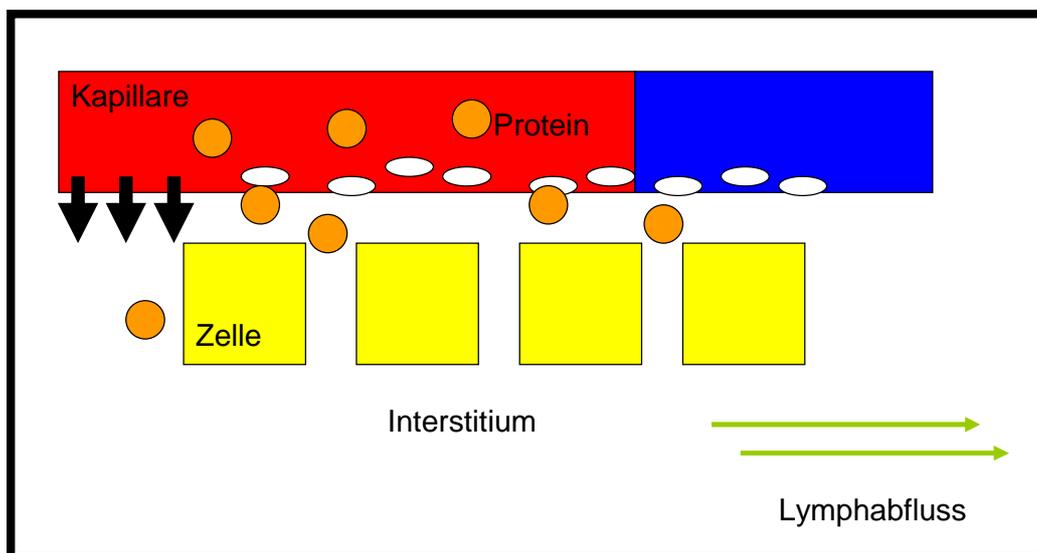


Abb. 2: Ödementstehung, eigene schematische Darstellung

Die Entstehung des Ödems beruht auf verschiedenen Mechanismen, die einerseits mehr Flüssigkeit ins Interstitium gelangen lassen, andererseits den Abtransport dieser Flüssigkeit nicht mehr ausreichend bewerkstelligen können.

Physiologisch wird Extravasat aus der Kapillare ins Interstitium filtriert und durch den kolloidosmotischen Druck wieder rückresorbiert. Der Teil, der nicht mehr von den Gefäßen aufgenommen werden kann, wird über das Lymphsystem abtransportiert.

Durch pathophysiologische Vorgänge in der Verbrennungswunde verändern sich mehrere Mechanismen, welche das Ödem verursachen und verstärken. Diese Mechanismen beeinflussen den normalen Flüssigkeitskreislauf im Bereich der Filtration ins Interstitium, im Bereich der Rückresorption sowie im Bereich des Lymphabtransportes.

2.2.1 Filtration ins Gewebe

Der kapillare Filtrationskoeffizient, ein Maß für die Permeabilität der Gefäßwände für Wasser, steigt durch das Verbrennungstrauma stark an. Zurückzuführen ist dies auf einen mediatorassoziierten Mechanismus. Diese Veränderung bedeutet, dass die Wasserdurchlässigkeit der Kapillarwände auf das bis zu Dreifache ansteigt und somit mehr Flüssigkeit ins Interstitium gelangt (Kramer et al., 2007).

Weiters führt der Anstieg des hydrostatischen Drucks in den Kapillaren zu einer verstärkten Extravasation ins Interstitium. Der im Tierexperiment gemessene hydrostatische Druck steigt bereits nach 30 Minuten bei einer Verbrühung von 25 mmHg auf 50 mmHg. Als Ursache für diese Entwicklung wird eine kapillare Vasokonstriktion beschrieben (Gauglitz, 2009). Rennekampff (2002) erklärt den Anstieg des Kapillardrucks durch eine Reduzierung des venösen Abstroms, wobei die Ursachen dafür in der Verlegung der postkapillaren Gefäße zu finden sind. Geschädigte Erythrozyten, welche durch die Hitze ihre Flexibilität verloren haben, oder eine Ansammlung von Granulozyten können den normalen Blutfluss behindern.

Als dritter Mechanismus spielt der interstitielle hydrostatische Druck eine bedeutende Rolle. Durch das Absinken des hydrostatischen Drucks des Interstitiums wird der hydrostatische Druck der Kapillaren unterstützt. Es entsteht eine „Saugkraft“ zugunsten der interstitiellen Flüssigkeit. Man vermutet, dass dieser Vorgang auch die Ursache für das Anhalten der Ödembildung in den ersten Stunden ist (Gauglitz, 2009).

2.2.2 Rückresorption

Physiologisch passiert die Rückresorption des Extravasates über den kolloidosmotischen Druck im Gefäßsystem. Bei Verbrennungen wird dieser durch das Ausbilden eines Kapillarlecks gestört. Die Gefäßwände werden durchlässiger für Eiweiße. Pathophysiologisch erklärt man sich diesen Vorgang mit einer direkten Schädigung der Zellwände, aber auch durch eine Mediatorfreisetzung auf zellulärer Ebene (Ottomann, 2004). Beschrieben wird die Durchlässigkeit der Gefäßwand für Proteine durch den osmotischen Reflexionskoeffizienten. Je kleiner dieser wird, desto besser können Proteine die Membran passieren. Die Kraft der Rückresorption ist somit deutlich eingeschränkt, mehr noch steigt der kolloidosmotische Druck im Interstitium was dort zu einer weiteren Steigerung des Ödems führt. Deutlich zu erkennen ist das Austreten von Plasmaproteinen an der daraus resultierenden Hypoproteinämie und dem Vorhandensein von Plasmaproteinen in der Lymphflüssigkeit (Kramer et al., 2007).

2.2.3 Verminderter Abtransport

Jene Flüssigkeit, die nicht mehr vom Gefäßsystem aufgenommen wird, wird über das Lymphsystem abtransportiert. Das „Capillary Leak“ lässt jedoch relativ große Proteine, zum Beispiel Fibrin, in das Interstitium. Diese werden teilweise über die Lymphgefäße abtransportiert, wobei die Gefahr besteht, ein solches zu verstopfen. Der Abfluss ist aber auch durch die rasante Geschwindigkeit der Ödementstehung und die enorme Flüssigkeitsmenge überfordert (Rennekampff et al., 2002).

Durch die Übermenge an Extravasation und das Capillary Leak, ist die Rückresorption ins Gefäßsystem nicht nur eingeschränkt, sondern die Extravasation ins Interstitium wird zusätzlich unterstützt. Auch Lymphwege sind nicht mehr in der Lage, diese Menge an Flüssigkeit abzutransportieren. Somit verstärkt sich die Ödembildung.

2.2.4 Wirkmechanismen der Unterdrucktherapie beim Wundödem

Sämtliche Literatur zum Thema Ödemreduktion durch Unterdrucktherapie bezieht sich ausschließlich auf Anwenderbeobachtungen. Schrank et al., (2004) beschreiben einen direkten Vergleich von Patienten mit Verbrennungen an beiden Händen. Sie konnten klinisch ihre Hypothese einer Verminderung beziehungsweise Prophylaxe des Gewebsödems durch die Unterdrucktherapie an elf Patienten feststellen. Diese Ödemreduktion brachte eine verbesserte Mikrozirkulation mit sich.

Ein Fallbericht von Ziegler (2005) erläutert eine Anwendung der Vakuumtherapie beim Complexen Regionären Peripheren Schmerzsyndrom (CRPS), ausgelöst durch eine Prellung. Durch das Anlegen eines Vakuums über die gesamte Hand von 125 mmHg konnte das Gewebsödem innerhalb von fünf Tagen auf eine nahezu normale Handkontur reduziert werden.

Hunter et al., (2007) zitieren in ihrer Studie zur Evidenz der Vakuumtherapie Kamolz, der feststellte, dass diese verglichen mit der Therapie mit Sulfadiazin-Silber, das Wundsekret von der Wunde abdrainiert und klinisch eine deutliche Ödemreduktion zu sehen war.

2.3 Infektion

Das Ziel der Therapie einer Verbrennungswunde ist der schnellstmögliche Verschluss des Haut- und Weichteilschadens, unter anderem um diese vor Infektionen und den dadurch bedingten Heilungsverlauf zu schützen. Dieses Ziel stellt die plastische Chirurgie vor eine Herausforderung. Die große Fläche und der daraus resultierende Mangel an Hautressourcen machen den sofortigen Verschluss meist nahezu

unmöglich. Oberflächlich zweitgradige Verbrennungen heilen spontan und narbenfrei ab, dies benötigt aber eine Dauer von zehn Tagen. Das Risiko einer Wundinfektion bei Verbrennungen ist durch die lange Dauer bis zum Wundverschluss gegeben, da die Barrierefunktion der Haut fehlt. In der Zeit bis zum Verschluss ist es wichtig, die Wunden vor Infektionen zu schützen (Künzi).

Zusätzlich zur fehlenden Barrierefunktion gehen Verbrennungstraumata auch mit einer Immunsuppression einher. Die humorale und zelluläre Abwehr ist vermindert, da ein Großteil dieser Mediatoren, Zellen und Antikörper in der Haut gebildet werden, sich dort aufhalten oder von dort aktiviert werden (Moll, 2005).

Verschiedene Stämme von Staphylokokken, Pseudomonaden, Enterokokken und anderen Erregern sind die Gefahren einer Wundinfektion. Die eingeschränkte Durchblutung, bedingt durch das Trauma, vermindert zur Abwehrfunktion auch die Wirkung von systemischen Antibiotika. Die Prophylaxe und Therapie einer Wundinfektion besteht, außer der Wiederherstellung einer Barrierefunktion gegen Erreger, in einem frühen aggressiven Debridement und einer Keimzahlreduktion auf der Wunde (Theodorou, 2009). Bereits 1975 argumentiert Levine, dass eine frühe Exzision und Defektdeckung die Letalität senkt.

Die Vakuumtherapie kann auch in diesem Bereich ihre Dienste leisten. „Die durchschnittliche bakterielle Belastung zeigte einen Rückgang während der Anwendung der Unterdrucktherapie“ (Wu et al., 2000).

Pinocy et al., (2003) untersuchten die Wirkung der Vakuumtherapie bei infizierten Prothesen in der Leiste. Wundinfektionen bei dieser Operation treten in 80% der Fälle auf, die Mortalität wird mit 10 bis 25% angegeben. In seiner Studie untersuchte er die bakterielle Belastung während einer Vakuumtherapie. Es wurde ein Abstrich zu Beginn der Therapie, nach sieben Tagen, beim ersten Wechsel des Schwammes und 14 Tage nach Beendigung der Therapie abgenommen. Am Tag des Beginns waren alle Abstriche positiv. Hauptsächlich befanden sich Enterokokken faecalis, Staphylokokkus epidermidis und Staphylokokkus aureus in der Wunde. Nach sieben Tagen der Therapie waren nur mehr sechs der Abstriche positiv, die restlichen 18 Abstriche waren frei von Bakterien. Nach 14 Tagen der Therapie waren alle Abstri-

che steril. Sie konnten feststellen, dass keiner der Patienten innerhalb eines Jahres eine wiederkehrende Infektion zeigte, sowie keiner der Patienten eine Amputation benötigte.

Fleischmann et al., (1997) konnten mithilfe der Vakuumtherapie bei Wunden mit Infekten bereits nach einer Durchschnittstragedauer von 16,7 Tagen eine zum Verschluss bereitstehende Wunde erzielen. Die Gefahr der Vakuumtherapie bei Wundinfekten sehen sie beim Verlust des Unterdrucks. Die dann entstehende okklusive Verbandsweise begünstigt das Wachstum verschiedener Erreger. Die Maßnahme, um diese Situation zu vermeiden, besteht vorerst darin, die Polyurethanfolie zu entfernen, den Schwamm dabei aber in der Wunde zu belassen.

Moues (2004) schreibt, dass er in seiner vergleichenden Studie zwischen der Wundversorgung mit Vakuumtherapie und einer konventionellen feuchten Wundbehandlung kein Unterschied in Bezug auf die Quantität der bakteriellen Besiedlung festgestellt werden konnte. Er befasste sich ebenso mit diversen Studien, welche eine Reduktion der Keimzahl aufzeigen. In seinen Überlegungen zur Ursache dieser Ergebnisse stellt er fest, dass in seinem Vergleich die Wunden mit Unterdrucktherapie ohne Antiinfektiva behandelt wurden, während bei konventionell versorgten Wunden je nach Einschätzung des Behandlers ein Antiseptikum zur Auswahl stand. Es muss zu den Methoden der Studie erwähnt werden, dass konventionelle Verbände zweimal täglich oder bei stark sezernierenden Wunden auch öfters erneuert wurden. Es geht jedoch nicht klar hervor, ob jedes Mal eine antiseptische Therapie angewendet wurde.

Eindeutig überlegen scheint die Unterdrucktherapie beim Vermeiden von Kreuzinfektionen sowie von Keimausbreitungen, da der Verband ein geschlossenes System darstellt. Bei infektiösen Wunden wird ein Verbandswechsel nach spätestens 48 Stunden empfohlen. Bei der Verwendung eines mit Silber bedampften Schwammes oder der Kombination mit Instillationstherapie kann dieser Zeitrahmen ausgeweitet werden (Hintner, 2009).

Auch zahlreiche Fallberichte lassen auf einen positiven Einfluss der Vakuumtherapie auf die Infektsituation zurückschließen. Ziegler (2005) berichtet von der Verwendung

der Therapiemethode bei 28 Patienten mit infizierten Weichteildefekten der Hand und Unterarmregion. Es gelang, diese Wunden mittels Unterdruck und Antibiotikatherapie in einer durchschnittlichen Dauer von 8,3 Tage zu beherrschen und somit zur Defektdeckung vorzubereiten.

Eine nekrotisierende Wundinfektion an der unteren Extremität einer 41-jährigen Patientin konnte konditioniert und erfolgreich mit Spalthaut gedeckt werden (Zöch, 2005). Selbst bei immunsupprimierten Patienten ist die Unterdrucktherapie erfolgreich. Fleck (2005) berichtet über vier Patienten mit einer Wundinfektion nach Doppellungen- transplantation. Nach der Eröffnung der Wunde und Entfernung des nekrotischen Gewebes konnte eine Vakuumtherapie mit 75 bis 100 mmHg kontinuierlichem Sog angelegt werden. Der Wechsel des Schwammes wurde stets nach 48 Stunden durchgeführt, bis die Wunde klinisch infektfrei und der bakterielle Befund negativ war. Mittels der Unterdrucktherapie wurde eine Reinigung der Wunde trotz Immunsuppression erzielt.

2.4 Spalthauttransplantation

Tief zweitgradige und drittgradige Verbrennungen heilen nicht mehr spontan ab und müssen chirurgisch versorgt werden. Ein sorgfältiges Debridement ist notwendig, um einen vitalen Wundgrund zu schaffen. Danach stehen drei chirurgische Techniken für einen Wundverschluss zur Verfügung: die Granulationsmethode, die tangentielle Exzision und die tiefe epifasziale Exzision.

Die tangentielle Exzision beinhaltet nach der Exzision von nekrotischen Hautanteilen den sofortigen Verschluss mittels Spalthaut. Diese wird direkt auf die Exzisionsstellen aufgelegt. Wichtig ist, dass der Verband ein Verrutschen der Transplantate verhindert und durch die Kompression einen guten Kontakt zum Wundgrund bietet. Auch die tiefe epifasziale Exzision benötigt eine weitere Versorgung mittels Spalthaut. Der Vorteil der epifaszialen Exzision ist die geringere Blutungsneigung und das bessere Einheilen von Hauttransplantaten. Da niemals die gleich guten ästhetischen und funktionellen Ergebnisse wie bei der Granulationsmethode oder der tangentialen Exzision erzielt werden können, ist diese Technik nur bei ausgedehnten drittgradigen

Verbrennungen, bei denen primär das Überleben gesichert werden muss, indiziert (Künzi).



Abb. 3: Fixierung der Polyurethanschwämme
(private Fotos)



Abb. 4: Suffizient angelegter Vakuumverband

Künzi empfiehlt besonders bei schwierigen Stellen, zum Beispiel an der Schulter oder der Axilla, die Verwendung der Vakuumtherapie zur Befestigung der Spalthaut. Der Vorteil besteht darin, dass sich die Spalthaut durch den kontinuierlichen Unterdruck gut an den Wundgrund anmodelliert. Ebenso wird Wundsekret kontinuierlich abgesaugt, was ein Verrutschen des Transplantates verhindert.

In einem Fallbeispiel von Schintler wurde bei einem 5-jährigen mit 40%, zum größten Teil drittgradiger Verbrennung an Hals, Thorax, Rücken, Axilla und der rechten oberen Extremität ein Vakuum über die transplantierte gemeshte Spalthaut angelegt. Dies erfolgte nach einer epifaszialen Nekrektomie. Bereits nach sechs Tagen war ein deutlicher Erfolg sichtbar. Sogar die Anheilungsrate in der Axilla betrug 95 %. Zudem imponierte der positive Effekt auf die systemischen folgen der Brandverletzung. Der Patient entwickelte keinerlei Symptome einer Verbrennungskrankheit und konnte nach 48 Stunden bereits extubiert werden.

„Wundunterdrucktherapie leistet bei ausgedehnten Hautübertragungen zur Spalthautfixierung exzellente Dienste“, schreibt Ölbauer (2011) in seinem Journalbeitrag. Besonders bei schwierigen anatomischen Regionen ist die Unterdrucktherapie eine

überlegene Verbandstechnik. Sie modelliert selbst auf unebenem Wundgrund perfekt an. Zusätzlich sorgt sie für eine kontinuierliche Drainage von Blut und Wundsekret sowie für eine Verminderung der Scherkräfte zwischen Wundgrund und Transplantat. Durch die Unterdrucktherapie ist sogar eine Mobilisation sofort nach der Deckung mittels Spalthaut möglich.



Abb. 4 und 5: Suffizient anliegende Wundunterdrucktherapie bei Brandverletzung von 40% der Körperoberfläche an Kopf, Schultern, Thorax, Abdomen und Rücken. (private Fotos)

Um ein Spalthauttransplantat gut zu sichern, ist die Verwendung einer Vakuumtherapie vorteilhaft. Genaue Angaben von Sogwerten für eine optimale Gewebstransplantation können nicht verifiziert werden, die Datenlage ist in diesem Bereich mangelhaft (Schintler, 2008).



Abb. 6: Stabil angeheilte Spalthaut an Thorax und Abdomen (privates Foto)

Weitere Vorteile ergeben sich im späteren Verlauf, die Spalthaut heilt unter Vakuumtherapie nicht nur besser ein, sie ist auch beanspruchbarer und zeigt meist eine bessere Qualität (Schönborn/Hartmann, 2005).

2.5 Wundgrundkonditionierung

Ölbauer (2011) begann die Vakuumtherapie bei Verbrennungen zur Befestigung von Spalthauttransplantaten. Da die Therapie jedoch in anderen Bereichen ebenfalls gute Ergebnisse brachte und man einen raschen Wundverschluss erzielte, wurde die Therapie auch bei der Primärversorgung von Verbrennungen angewendet. Sie soll bei tief zweitgradigen und drittgradigen brandverletzten Arealen dazu dienen, den Wundgrund auf die Spalthauttransplantation vorzubereiten. Oberflächlich zweitgradige Verbrennungen und Spalthautentnahmestellen heilen unter der Vakuumversiegelung rasch und narbenfrei ab.

Nach Untersuchungen von Morykwas konnte festgestellt werden, dass es unter Vakuumversiegelung zum rascheren Wachstum von Granulationsgewebe kam. Besonders unter Wechselsog war dies am stärksten zu erkennen. Die Sogstärke spielt jedoch eine bedeutende Rolle. Sogstärken über 500 mmHg führten in den Ergebnissen zu einer verminderten Granulation und zu einer Wundvertiefung. Bei zu geringem Sog, unter 25 mmHg, nahm die Granulationsgeschwindigkeit ebenso ab und es waren zu feuchte Wunden zu beobachten. Laut Statistik wurden die besten Ergebnisse bei einem Sog von 125 mmHg erreicht (Holle, 2007).

Scherer et al., (2008) führten eine vergleichende Studie durch. Dabei untersuchten sie am Mausmodell die Unterschiede zwischen einem okklusiven Verband, einer Okklusion mit Sog, einem Schaumstoffschwamm ohne Sog, einem Schaumstoffschwamm mit Kompression von 125 mmHg und der Vakuumtherapie mit 125 mmHg Sogstärke. Die Größe der Wunde verhielt sich in den ersten vier Tagen ähnlich. Nur die Wunde, welche mit dem Schwamm und der Kompression versorgt wurde, zeigte eine Größenzunahme. Jedoch bei der Untersuchung des Granulationsgewebes am siebten Tag zeigte sich, dass die Wunde unter Vakuumversiegelung doppelt so viel Granulationsgewebe aufwies wie die Wunden die mit einem okklusiven Verband, Okklusion mit Sog und einem Schaumstoff ohne Sog versorgten Wunden.

Viele Veröffentlichungen einzelner Fälle berichten über die gute und rasche Granulation in der Wunde. Nazim (2010) berichtet über einen jungen Mann, welcher sich

durch einen Elektrounfall beide Arme und das linke Bein verbrannte. Beide Hände mussten amputiert werden und am vierten Tag auch das linke Bein. Die Wunde des rechten Armstumpfes dehisierte wegen weiterer Nekrosebildung. Es wurde ein großflächiges Debridement durchgeführt und eine Unterdrucktherapie als Verband angelegt. Das Granulationsgewebe entwickelte sich rasch und bereits nach zwölf Tagen konnte die Wunde mit einem Lappen gedeckt werden.

Selbst in einem aussichtslosen Fall, bei dem die Patientin eine Amputation strikt ablehnte und die Vakuumtherapie nur als ultima ratio zum Einsatz kam, konnte ein Wundverschluss erreicht werden. Die 79-jährige multimorbide Patientin hatte nach einem Anpralltrauma einen ausgedehnten zirkulären Ulkus am linken Unterschenkel, bestehend seit 15 Monaten. Es lagen lange Strecken der Tibia, Fibula der Muskulatur, Streck- und Beugesehnen frei. Nach einem exzessiven Debridement wurde der Gewebsdefekt mit einer Unterdrucktherapie unter Verwendung des Polyurethanschwammes mit kontinuierlichem Sog von 125 mmHg versorgt. Nach sechs Tagen erfolgte der erste Verbandswechsel, dabei konnte eine deutliche Verbesserung der Wundverhältnisse mit beginnender Granulation auf bradytrophem Gewebe verzeichnet werden (Grimm et al., 2005). Diese Wundgrundkonditionierung dient dem Sicherstellen einer erfolgreichen Spalthauttransplantation.

Die Anwendung der Vakuumtherapie bringt darüber hinaus noch weitere Vorteile mit sich, auf die in der Arbeit jedoch nicht genauer eingegangen wurde. Zum Beispiel sind die reduzierte Verbandswechselhäufigkeit und die damit einhergehende Verminderung der Narkosehäufigkeit ein wesentlicher Gewinn für die Genesung. Weiters konnte eine Reduktion von Schmerzmittel beobachtet werden. Ebenso erleichtert eine exakte Bilanzierung dem Intensivmediziner die Steuerung des Flüssigkeitshaushaltes.

3 Zusammenfassung

Die Unterdrucktherapie zeigt gerade bei Anwendung bei Schwerbrandverletzten ihre großen Vorteile. Dieser Therapieform gelingt es, Verbrennungswunden schneller wiederherzustellen und dabei ein funktionelles und ästhetisch wertvolles Ergebnis zu erzielen.

Die Vakuumtherapie trifft mit ihren Wirkmechanismen exakt die Bedürfnisse einer Verbrennungswunde. Nur die wichtigsten davon wurden in dieser Arbeit behandelt. Die verminderte Durchblutung rund um die Nekrosezone einer Verbrennung bekommt durch die Unterdrucktherapie die Möglichkeit, die Perfusion zu steigern und somit das Gewebe mit ausreichend Sauerstoff und Nährstoffen zu versorgen.

Auch wenn die aktuelle Studienlage eher gering ist, scheinen unzählige Fallberichte und Anwenderbeobachtungen doch recht eindeutig aufzuzeigen, dass das entstehende Gewebsödem durch die Vakuumtherapie deutlich verringert werden kann. Dies hat ebenso den Vorteil einer verbesserten Durchblutung und vermindert die Neigung zur Mikrothrombenbildung.

Eines der größten Probleme in der Verbrennungsmedizin ist die Gefahr einer Wundinfektion mitsamt ihrer Folgen. Um vor Infektionen zu schützen steht der schnellstmögliche Verschluss einer Wunde an oberster Stelle der Ziele des Behandlers. Die Unterdrucktherapie bietet hier einen keimdichten Verband und somit Schutz vor Infektionen. Darüber hinaus ist die Therapie auch in der Lage, eine Reduktion der Keimlast bei bereits bestehender Kolonisation oder Infektion zu erzielen. Mit einer Deckung mittels Spalthaut wird dann so früh wie möglich begonnen, auch hier hat die Vakuumtherapie einschlägige Erfolge, besonders bei anatomisch schwierigen Stellen. Durch das Anpressen des Transplantats und das kontinuierliche Absaugen von Wundsekret wird ein Verrutschen der Spalthaut nahezu unmöglich. Ein Einheilen und Verheilen der Wunde kann dadurch beschleunigt werden.

Auch die Vorbereitung eines gut durchbluteten Wundgrundes dient der rascheren Einheilung des Transplantates. Somit ist die Verwendung dieser Therapie bereits

initial vorteilhaft. Die Unterdrucktherapie ist in der Lage, sogar an bradytrophem Gewebe die Granulation zu fördern. Ein sauberes, gut durchblutetes Wundbett ist die Voraussetzung für ein erfolgreiches Einheilen einer belastungsfähigen Spalthaut und bietet somit auch die Aussicht auf eine stabile und ästhetisch ansehnliche Narbe.

Die Verwendung der Unterdrucktherapie ist dabei, im Bereich der Verbrennungsmedizin einen gerechtfertigten Platz einzunehmen, die Daten- und Studienlage nimmt stetig zu.

4 Diskussion

Der Einsatz der Unterdrucktherapie bei Verbrennungen ist im Wesentlichen ein gesicherter Vorteil für die Wundheilung. Die Wirkweise der Vakuumtherapie passt perfekt zur Pathophysiologie der Verbrennungswunde. Die Verbesserung der Mikrozirkulation, vermutlich hervorgerufen durch die Reduktion des Gewebsödems scheint eindeutig darstellbar, allerdings bisher nur durch Fallberichte. Bereits diese Mechanismen alleine würden eine Unterdrucktherapie bei Verbrennungen befürworten und rechtfertigen.

Weiters ist diese Therapieform in der Lage, die Wunde vor Erregern zu schützen, und sogar von Wundinfektionen zu befreien. Die Wunde wird komplett mit einer semipermeablen Folie abgedeckt, was ein Eindringen von Erregern durch den Verband verhindert. Bis zum schnellstmöglichen Verschluss der Wunde ermöglicht dies eine schützende Funktion. Jede Wundinfektion bietet durch das zusätzlich geschwächte Immunsystem ein Sepsisrisiko. Jede Sepsis stellt ein lebensbedrohliches Ereignis für den Patienten dar, verlängert die Beatmungsdauer und den Aufenthalt auf der Intensivstation, was wiederum eine erhöhte Mortalität mit sich bringt.

Zudem lässt sich sogar vermuten, dass die Vakuumtherapie positive Einflüsse auf den Verlauf der Verbrennungskrankheit haben könnte, nicht nur ausschließlich auf den Wundheilungsprozess.

Die Transplantation von Spalthaut wird durch die Verwendung der Unterdrucktherapie ebenfalls verbessert. Es zeigen sich höhere Anheilungsraten, dies sogar an anatomisch schwierigen Stellen. Der Patient kann früher mobilisiert werden, da die Gefahr des Verrutschens eines Transplantates durch das Anpressen, bedingt durch die Unterdrucktherapie, fast ausgeschlossen ist. Weiters liegt der Vorteil nicht nur in der rascheren Anheilung und der höheren Anheilungsrate, die transplantierte Haut ist auch stabiler. Diese Tatsache hat für die Lebensqualität und die psychosoziale Situation des Patienten eine enorme Bedeutung.

Die Schwierigkeiten der Anwendung liegen augenscheinlich bei der Applikation der Unterdrucktherapie auf großflächige Verbrennungswunden. Dieses Handling erfordert viel Erfahrung, eine raffinierte Technik sowie Geduld. Ein undichter Verband zeigt keinerlei Wirkung und kann die Wundverhältnisse verschlechtern was auch bei fehlender Kontinuität in der Therapiewahl der Fall ist. Im Gespräch mit Dr. Öhlbauer äußerte dieser, dass viel Übung hinter seinen Erfolgen lag. Sie stellten fest, dass bei großflächigen Verbrennungen die Undichtheit durch die Folie bedingt war. Es lag kein Leck vor, sondern die Luft wurde durch die Folie angesaugt.

Die Indikationen und Anwendungen der Unterdrucktherapie wachsen stetig weiter, so auch im Bereich der Verbrennungsmedizin. Ihre Erfolge sind erstaunlich, zugleich wächst das Interesse der Forschung und ihrer Anwender weiterhin. Somit werden vermutlich in Zukunft immer mehr Wunden durch diese Methode versorgt, was - so scheint es - für den Patienten einen unglaublichen Lebensqualitätsgewinn mit sich bringt. Es zählt nicht mehr alleine das Überleben eines Verbrennungstraumas, sondern das Leben mit zurückgewonnener Qualität nach dem Trauma.

Literaturverzeichnis

Fleck T (2005): Wundinfektionen nach Lungentransplantation – Eine Übersicht über 4 Fälle. In: Willy C (2005) Die Vakuumtherapie – Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. Deutschland: Kösel, Altusried-Krugzell. p 277.

Fleischmann W. Lang E. Russ M. (1997): Infektbehandlung durch Vakuumversiegelung. Unfallchirurg: Vol 100. p 301 -304.

Gauglitz G (2009): Die Pathophysiologie von Verbrennungswunden. In: Kalmoz LP, Herndon DN, Jeschke MG (2009) Verbrennungen – Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas. Springer. Wien.

Grimm A. Krickhan M. Kneser U. Horch RE (2005): Extremitätenerhalt bei fortgeschrittener Durchblutungsstörung und exponiertem Unterschenkelknochen mittels Vakuumtherapie und Spalthauttransplantation. In: Willy C (2005) Die Vakuumtherapie – Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. Deutschland: Kösel, Altusried-Krugzell. p 246 - 248.

Hintner M (2009): Die infektiöse Wunde, welche Produkte wann und wie appliziert werden. Pro care: 04/2009. Springer.

Holle G et al. (2007): Vakuumtherapie, Aktueller Stand der Grundlagenforschung. Unfallchirurg: Vol. 110. p490-504.

Hunter JE et al. (2007): Evidence-based medicine: vacuum-assisted closure in wound care management. International Wound Journal: Vol. 4. p 256 -269.

Jackson MC (1953): The diagnosis of the depth of burning. The british journal of surgery: Vol. p 588-596.

Kamolz LP, Andel H, Haslik W, Winter W, Meissl G, Frey M (2004): Use of subatmospheric pressure therapy to prevent burn wound progression in human: first experiences. *Burns*: Vol. 30. p. 253-258.

Kramer GC, Lund T, Beckum OK (2007): Pathophysiology of burn shock and burn edema. In: Herndon DN (2007), *Total Burn Care*. p 93 – 102.

Künzi W, Wedler V: Wegweiser Verbrennungen Beurteilung und Behandlung von Verbrennungen bei Erwachsenen. IBSA.

Levine NS, Salisbury RE, Mason AD (1975): The effect of early surgical excision and homografting on survival of burned rats and of intraperitoneally-infected burned rats. *Plast Reconstr. Surg* 56. p 423 -429.

Meissl G (2009): Die Verbrennungsbehandlung – ein historischer Überblick. In: Kamoloz LP, Herndon DN, Jeschke MG (2009), *Verbrennungen – Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas*. Springer. Wien.

Moll I (2005): *Dermatologie 6.*, komplett überarbeitete und erweiterte Auflage. Deutschland: Thieme. p 16 – 29.

Moues CM, Vos MC, Bend van den GJ, Stijnen T, Hovius S (2004): Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: A prospective randomized trial. *Wound repair and regeneration*. *Wound Repair Regeneration*: Vol. 12. p 11- 17.

Nazim Gümüs (2010): Negative Pressure Dressing for the Treatment of High-Voltage Electrical Burn Injury. *Journal of Burn Care & Research*: Vol. 31. Issue 1. p 215.

Ölbauer M. Wallner B. Sauer Müller G (2011): Wundunterdrucktherapie bei Schwerbrandverletzten. *Trauma und Berufskrankheiten*: 13. Supplement 1. p 157-163.

Ottomann C, Hartmann B (2004): Die Pathophysiologie des Verbrennungstraumas. Intensivmed: Vol. 41. p 380 – 387.

Pinocy J. Albes JM. Wicke C. Ruck P. Ziemer G (2003): Treatment of periprosthetic soft tissue infection of the groin following vascular surgical procedures by means of a polyvinyl alcohol-vacuum sponge system. Wound repair regeneration: Vol. 11. No. 2. p 104 -109.

Rennekampff HO, Berger A (2002): Pathophysiologie der Verbrennungswunde. In: Bruck, Müller, Steen. (2002) Handbuch der Verbrennungstherapie. Landsberg: Eco-med. p 44 – 45.

Scherer SS. Pietramaggiore G. Mathews JC. Michael JP. Huang S. Orgill DP (2008): The Mechanism of Action of the Vacuum-Assisted Closure Device. Journal of Plastic and Reconstructive Surgery: Vol 122. Nr. 3. p 786-797.

Schintler MV. Prandl EC (2008): Vacuum-assisted closure – what is evidence based? European Surgery. Acta Chirurgica Austriaca: Vol. 40/1. p 11-18.

Schintler MV et al.: Spalthautfixation mit VAC-ATS nach schwerer Verbrennung im Kleinkindesalter – mehr als nur mechanische Wirkung? Klinische Abteilung für Plastische Chirurgie, Universitätsklinik für Chirurgie, Intensiv- und Brandverletzeneinheit, Universitätsklinik für Kinder und Jugendheilkunde, Medizinische Universität Graz.

Schönborn A. Hartmann B (2005): Einsatz der Vakuumtherapie im Rahmen des alloplastischen und autologen Gewebeersatzes bei Schwerstbrandverletzten. In: Willy C (2005) Die Vakuumtherapie – Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. Deutschland: Kösel, Altusried-Krugzell. p 141.

Schrank et al. (2004): Ergebnisse der Vakuumtherapie (V.A.C.®- Therapie) von oberflächlichen und tiefdermalen Verbrennungen. Zentralbl Chir: Vol.129. p 59 -61.

Theodorou P, Spilker G (2009): Wundmanagement. In Wappler F, Spilker G (2009) Verbrennungsmedizin – vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Deutschland: Thieme. p 95 – 104.

Vogt PM, Ipaktchi K (2009): Pathophysiologie der Verbrennungskrankheit. In: Wappler F. Spilker G. (2009) Verbrennungsmedizin – Vom Unfallort bis zur Rehabilitation. Stuttgart:Thieme.p. 3 – 12.

Wu SH. Zecha PJ. Feitz R. Hovius SER (2000): Vakuum therapy as an intermediate phase in wound closure: a clinical experience. European Journal of Plastic Surgery: Vol 23. p. 174 -177.

Ziegler U (2005): Fall 11 – Vakuumtherapie bei akuten Erfrierungen. in: Willy C (2005) Die Vakuumtherapie – Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. Deutschland: Kösel, Altusried-Krugzell. p 264.

Ziegler U (2005): Fall 10 - Ödemreduktion beim „Complexen Regionären Peripheren Schmerzsyndrom“. In: Willy C (2005) Die Vakuumtherapie – Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. Deutschland: Kösel, Altusried-Krugzell. p 263.

Ziegler U (2005): Vakuumtherapie bei schweren Infektionen in der Handchirurgie. In: Willy C (2005) Die Vakuumtherapie – Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. Deutschland: Kösel, Altusried-Krugzell. p 267.

Zöch G (2005): Nekrotisierende Wundinfektion an der unteren Extremität. In: Willy C (2005) Die Vakuumtherapie – Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. Deutschland: Kösel, Altusried-Krugzell. p 270.

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Andrea Pöchhacker, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Absam, 24. September 2012

(Andrea Pöchhacker)