

Zur Schulterbelastung durch externe
Brustprothesen – ein experimenteller Vergleich
verschiedener Formen der epikutanen Versorgung
nach Ablatio mammae

Inaugural Dissertation zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Medizin des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Vorgelegt von Klaus Jörgen Dimde
aus Biberach a. d. Riss

Gießen 2004

Aus dem medizinischen Zentrum für Frauenheilkunde und Geburtshilfe des
Universitätsklinikums Gießen.

Geschäftsführender Direktor Prof. Dr. Hans-Rudolf Tinneberg

Gutachter: Prof. Dr. Karsten Münstedt

Gutachter: Prof. Dr. Ch. Melzer

Tag der Disputation: 1.2.2006

1	EINLEITUNG	5
1.1	ANATOMIE UND PHYSIK DER GESUNDEN BRUST	5
1.2	EVOLUTION DER WEIBLICHEN BRUST	5
1.3	AKTUELLE BEDEUTUNG VON BRUSTKREBS	7
1.4	HISTORIE DER CHIRURGIE BEI MAMMAKARZINOM	8
1.5	DIE BRUSTERHALTENDE THERAPIE	9
1.6	BRUSTREKONSTRUKTION	10
1.7	EPIKUTANPROTHETIK.....	12
1.7.1	<i>Materialien</i>	<i>12</i>
1.7.2	<i>Brustprothetik und Lebensqualität</i>	<i>14</i>
2	FRAGESTELLUNG	16
3	METHODEN UND MATERIALIEN.....	17
3.1	PLANUNG.....	17
3.2	VERSUCHSREIHEN.....	17
3.3	VERSUCHSAUFBAU	19
3.4	DATENAUFARBEITUNG VOR ORT UND ROHDATEN	20
3.5	EINTEILUNG DER DREI PHASEN.....	20
3.6	WEITERVERARBEITUNG DER ROHDATEN	21
3.7	VERGLEICH DER PROTHESENTYPEN UNTEREINANDER	22
3.8	ABSCHÄTZUNG DES SCHWINGUNGSVERHALTENS	23
3.9	GRUNDSÄTZLICHE PROBLEMATIK	23
3.9.1	<i>Gestrichene Messungen.....</i>	<i>23</i>
3.9.2	<i>Auswertung des Basaldrucks</i>	<i>23</i>
3.9.3	<i>Auswertung der Stehphase</i>	<i>24</i>
3.9.4	<i>Abschätzung des Schwingungsverhaltens.....</i>	<i>24</i>
3.10	QUALITÄT DER MESSUNGEN.....	25
3.10.1	<i>Verlauf der Druckamplitude während der Geh- und der Laufphase</i>	<i>25</i>
3.10.2	<i>Vergleich der rechten und linken Messreihen in M1–M5 sowie M12–M16.....</i>	<i>25</i>
3.10.3	<i>Vergleich der Messpunkte nach Prothesen getrennt</i>	<i>26</i>

3.11	STATISTIK	27
4	ERGEBNISSE	28
4.1	ERGEBNISSE DER MESSUNGEN M1–M5 SOWIE M12–M16	28
4.2	DIREKTER VERGLEICH EINZELNER PROTHESEN MITEINANDER	32
4.2.1	<i>Normalprothesen im Vergleich zu Lightprothesen</i>	<i>32</i>
4.2.2	<i>Normalprothesen gegen Kontaktprothesen.....</i>	<i>35</i>
4.2.3	<i>1-Schicht-Prothesen gegen 2-Schicht-Prothesen</i>	<i>38</i>
5	DISKUSSION	41
5.1	DARSTELLUNG DER WESENTLICHEN ERGEBNISSE	41
5.1.1	<i>Normal- im Vergleich zu Lightprothesen</i>	<i>41</i>
5.1.2	<i>Normal- im Vergleich zu Kontaktprothesen.....</i>	<i>41</i>
5.1.3	<i>Einschichtige im Vergleich zu zweischichtigen Prothesen.....</i>	<i>42</i>
5.2	PROBLEMATIK DER MESSUNGEN	42
5.3	BEDEUTUNG DER ERGEBNISSE FÜR PATIENTIN UND KLINIK.....	43
6	LITERATURVERZEICHNIS	45
7	ZUSAMMENFASSUNG	54
8	SUMMARY	55
9	ANHANG	55
9.1	STATISTISCHE KENNWERTE DER ROHDATEN.....	56
9.2	QUALITÄT DER MESSUNGEN.....	61
	DANKSAGUNG	62
	LEBENS LAUF	63
	ERKLÄRUNG.....	64

1 Einleitung

1.1 Anatomie und Physik der gesunden Brust

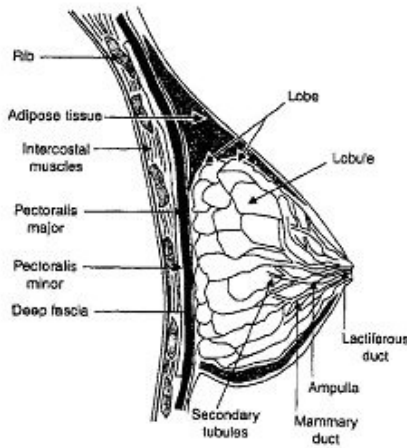


Abbildung 1: Anatomie der weiblichen Brust (Page et al. 1999)

Anatomisch liegt die Brust der erwachsenen Frau auf der Brustwand ungefähr zwischen der 3(2).–6. Rippe und reicht medial bis zum Brustbein und lateral bis zur vorderen Axillarlinie. Sie liegt auf der Faszie des M. pectoralis major und des M. serratus lateralis. Die Größe variiert von Frau zu Frau, durchschnittlich beträgt der Durchmesser 10–12 cm und die zentrale Dicke 5–7 cm.

Das Gewicht einer einzelnen Brust hängt natürlich von deren Größe ab und variiert entsprechend stark. Als Durchschnitt kann man 200 g nennen. Es besteht oftmals ein natürlicher Größenunterschied zwischen der etwas größeren linken und der rechten Brust, dessen Ursache jedoch nicht geklärt ist. Das Bruststroma ist durchzogen von Bindegewebe, welches auch als Cooper'sche Bänder bezeichnet wird. Obwohl diese Bindegewebsstränge an der Pektoralisfaszie fixiert sind, bieten sie aufgrund ihrer schwachen Struktur nur eine eingeschränkte Haltemöglichkeit der Brust. Die Hauptaufgabe des Haltes scheint der Haut zuzukommen (nach Page et al. 1999; Mason et al. 1999; Ludwig et al. 2000).

1.2 Evolution der weiblichen Brust

Ein entscheidendes Kriterium für Säugetiere ist die Tatsache, dass die Jungen nach der Geburt vom Muttertier gesäugt, also mit von der Mutter produzierter Milch versorgt werden (Hofmann 2004). Bei den meisten Säugetieren und auch den höheren Primaten ist die Brustdrüse nur während der Laktation geschwollen, da in dieser Zeit vor allem das Drüsengewebe aufgrund der Beanspruchung der Milchproduktion hypertrophiert. Bei der Frau ist das

hingegen von der Pubertät an bis zum Tode ständig der Fall, unabhängig von der sexuellen Aktivität und von Schwangerschaften. Dies gilt in unseren Breiten als attraktiv und ist für die Frauen ein wichtiges Merkmal ihrer Weiblichkeit (Brooks et al. 1988). Anzumerken ist dabei aber auch, dass das nicht in allen Kulturen gilt. In Afrika z. B. dient die Brust nur als Werkzeug zum Stillen der Kinder. Über den evolutionsbiologischen Sinn der Brust ist sich die Wissenschaft derzeit nicht einig. Zwei Thesen werden diskutiert:

- Die weibliche Brust entwickelte sich, um dem Männchen ein sexuelles Signal zu geben. So ist bei Primaten das weibliche Gesäß als primärer Indikator für die Empfängnisbereitschaft des Weibchens anzusehen. Entsprechend wird die Paarung a tergo vollzogen. Wenn beim Menschen hingegen die Brust ebenfalls sexuell anziehend ist, erfolgt das Signal auch von Angesicht zu Angesicht und führt daher zu einer intimeren und festeren Paarbindung. Weiterhin benötigte der Mann wegen des aufrechten Ganges einen Reiz in Augenhöhe, und dazu diente ebenfalls die weibliche Brust (Duncker 1998).
- Die britische Anthropologin Gillian Bentley vertritt die These, dass sich im Laufe der Evolution zunehmend das Gesicht des Menschen verflachte. Es fiel damit den Säuglingen schwer, an der Mutterbrust zu saugen und gleichzeitig Luft zu holen, da die Nase dann direkt auf der Haut anlag. Aus diesem Grund hat die Frau eine gewölbte Brust entwickelt, um dem Nachwuchs gleichzeitiges Trinken und Atmen zu ermöglichen (Bentley 2001).

Beide Thesen haben ihr Für und Wider. Möglicherweise trugen beide Faktoren zur Entwicklung der weiblichen Brust bei (Fischer 2004).

1.3 Aktuelle Bedeutung von Brustkrebs

Das Karzinom der weiblichen Brustdrüse steht in Deutschland an erster Stelle der Krebsneuerkrankungen. Etwa jede zehnte Frau wird im Laufe ihres Lebens daran erkranken. Die Inzidenz betrug im Jahr 2000 51.710 Fälle, die Mortalität 19.149 Fälle (aus Engel et al. 2003).

Die Mortalität stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an; einige Quellen (z. B. Jonat 2000) berichten jedoch über einen Rückgang in den hoch industrialisierten Staaten, der auf verbesserte Früherkennungsprogramme und Therapiemöglichkeiten zurückzuführen ist.

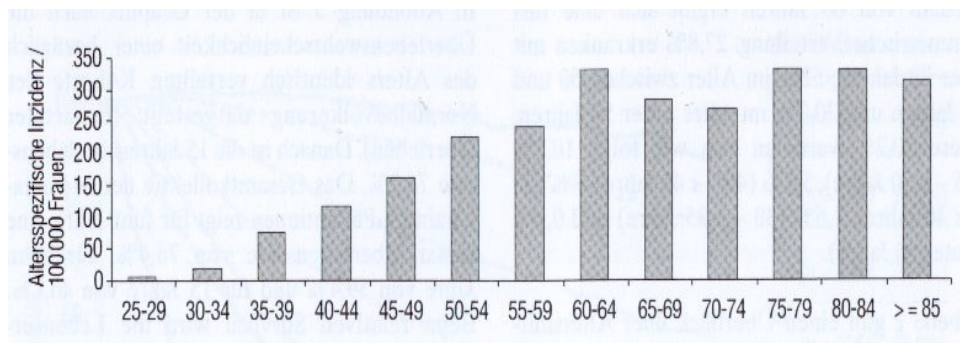


Abbildung 2: Altersspezifische Inzidenz im Tumorregister München (aus Engel et al. 2003)

Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Altersverteilung der Krankheit (auch in Fontaine 1990). Mit höherem Lebensalter steigt dabei das Risiko der Erkrankung. Ferner erkennt man einen zweigipfeligen Verlauf mit einer Klimax nach der Menopause und einer weiteren im fortgeschrittenen Alter.

Die frühzeitige Erkennung des Tumors ist nach dem derzeitigen Verständnis entscheidend für den weiteren Verlauf. Zu diesem Zweck sollten zum einen von den Frauen regelmäßige Selbstuntersuchungen vorgenommen werden, um einen verdächtigen Befund vom Arzt überprüfen zu lassen. Zum anderen sollte aber auch an Vorsorgeprogrammen teilgenommen werden, die mit apparativer Hilfe auch nicht palpable Tumore aufzuspüren vermögen. Dazu gehören die Mammografie und die Mammasonografie. Andere Methoden, wie die Kernspintomografie, sind derzeit in der Diskussion, werden daher noch nicht

regelmäßig durchgeführt und stellen keine Regelleistung der Krankenkassen dar (Jonat 2000).

Als Standardtherapie gilt zurzeit die chirurgische Tumorentfernung. Je nach Alter der Patientin, Stadium, Histologie, Grading, Steroidrezeptorexpression und nach Operationsart (brusterhaltend oder Ablatio) erfolgen nach der OP oftmals adjuvante Therapien als Chemotherapie, Hormontherapie und Strahlentherapie. Diese Maßnahmen erfolgen einzeln, in Kombination oder aber sequenziell (Bauerfeind et al. 2003; Jonat 2000).

1.4 Historie der Chirurgie bei Mammakarzinom

Von den Anfängen der Brustkrebschirurgie bis heute hat sich ein umfassender Wandel von der Radikalität zum schonenden Eingriff vollzogen (Cotlar et al. 2003). Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts führten Rotter und Halstedt unter der Vorstellung einer möglichst umfassenden Tumorausäumung die radikale Mastektomie ein. Bei dieser wurden neben der totalen Entfernung des Brustdrüsenkörpers auch die darunter liegende Pektoralismuskulatur mitsamt ihrer Faszien sowie sämtliche axillären, supra-/infraklavikulären und retrosternalen Lymphknoten entfernt. Wegen der Radikalität war dieser Eingriff mit einer entsprechend hohen Morbidität und Mortalität verbunden. Er setzte sich jedoch durch, weil im beeindruckenden Maße die Zahl der Lokalrezidive bei den damals meist fortgeschrittenen Tumoren abnahm.

Unter der Erkenntnis, dass die Freiheit von Lokalrezidiven nicht mit einer Verbesserung des Gesamtüberlebens einhergeht, führten Patey, Madden und Kinné die modifiziert radikale Mastektomie ein, die von den 60er bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts als Standardtherapie galt. Dabei wurden die Brustdrüse, die Pektoralisfaszie und die axillären Lymphabflusswege bis zum Eintritt der V. axillaris in den Thoraxraum entfernt. Studien zeigten stadienabhängig gleiche Überlebensraten im Vergleich mit der radikalen Methode nach Rotter-Halstedt.

Die Grundlage für den nächsten entscheidenden Schritt in der Mammachirurgie stellten die Arbeiten von Veronesi und Fischer dar, die zeigen konnten, dass es sich bei Brustkrebs um eine primär lokale Erkrankung handelt, die frühzeitig

systemisch werden kann. Basierend auf dieser Erkenntnis schlugen beide vor, die Brust unter bestimmten Bedingungen zu erhalten und postoperativ eine lokale Bestrahlung anzuschließen (nach Jonat 2000). Alle nachher durchgeführten Studien zeigten, dass bei richtiger Indikationsstellung die brusterhaltende Therapie dem radikalen bzw. modifiziert radikalen Vorgehen gleichwertig bzw. sogar überlegen war (z. B. Cotlar et al. 2004; Kroman et al. 2003; Kubista 1989; Wolff et al. 1989).

Die neueren Entwicklungen gehen dahin, die radikale Lymphonodektomie der Axilla infrage zu stellen, da ca. 50 % der Patientinnen in Deutschland nodal-negativ sind (Eiermann et al. 2003). Bei diesem Konzept wird ein vorher markierter Wächter- oder Sentinel-Lymphknoten entfernt und pathologisch untersucht. Nur bei Tumorbefall werden die übrigen Axilla-Lymphknoten ebenfalls entfernt (Köchli et al. 2001).

1.5 Die brusterhaltende Therapie

Angesichts nahe liegender Gründe wird heute meist die brusterhaltende Therapie (BET) bevorzugt, die jedoch nicht immer möglich ist. Entscheidend, ob eine brusterhaltende Therapie durchgeführt werden kann, ist zum einen, ob eine chirurgische Tumorfreiheit erreicht werden kann. Zum anderen muss ein kosmetisch befriedigendes Ergebnis erreicht werden. Die Kontraindikationen sind im Einzelnen (nach Eiermann et al. 2003; Bostwick 1995):

- ungünstige Relation von Tumorgröße zu Brustvolumen
- nicht ausreichender Sicherheitsabstand bei der Resektion des Tumors
- Tumorreste nach mehrmaligen Versuchen der Tumorentfernung
- Multizentrische Karzinome (entweder in verschiedenen Quadranten auftretend oder mit einem Abstand der Herde von mehr als 4 cm)
- inflammatorisches Karzinom
- ausgedehnte peritumorale Lymphangiosis carcinomatosa
- fehlende Möglichkeiten, ein ästhetisch ansprechendes Ergebnis zu erreichen (siehe dazu auch George 1989)

- Weigerung der Patientin, nachfolgend eine Strahlentherapie durchführen zu lassen (obligate Vorbedingung zur BET)
- Makromastie, wegen der Schwierigkeiten der nachfolgenden Bestrahlung (laut Newman et al. 2001 jedoch nur eine relative Kontraindikation)

Außerdem entscheiden sich manche Patientinnen explizit gegen eine brusterhaltende Therapie (Ward et al. 1989).

1.6 Brustrekonstruktion

Ist aus o. g. Gründen eine brusterhaltende Therapie nicht möglich oder gewünscht, wird der gesamte Brustdrüsenkörper entfernt. Dies stellt oft einen schweren Eingriff in das Körperbild der Frau dar und kann mit entsprechend negativen psychologischen Reaktionen (Depression, Angst) verbunden sein (Bahnsen 1986; Bloom et al. 1986; Perrez et al. 1987; Wolberg et al. 1989). Der entfernte Brustdrüsenkörper sollte neben psychologischen auch aus statischen Gründen ersetzt werden. Dazu bieten sich folgende Möglichkeiten an (nach Wickman 1994):

- **Lappenplastiken**

Bei Lappenplastiken wird das fehlende Brustgewebe durch körpereigenes Muskelgewebe (meist M. latissimus dorsi oder M. rectus abdominis) ersetzt. Der Vorteil hierbei ist, dass kein Fremdmaterial in den Körper eingebracht wird sowie Konsistenz und Gefühl der rekonstruierten Brust ähnlich der verbliebenen ist. Der Nachteil ist der sehr großflächige Eingriff mit den damit verbundenen Beschwerden und Gefahren. Außerdem entspricht das kosmetische Ergebnis nicht immer den Erwartungen (Kroll et al. 1994).

- **Brustimplantate**

Hierbei werden Silikon- oder Kochsalzkissen meist submuskulär eingebracht und ersetzen das verlorene Volumen. Je nach Größe der verwendeten Prothese und Umfang der Ablation (insbesondere wie viel Haut entfernt wurde) muss gegebenenfalls die Haut über dem betroffenen Gebiet vorher mittels eines Hautexpanders gedehnt werden

(d'Angelo et al. 1989). Die verwendeten Prothesen sind dabei die gleichen, die auch bei Augmentationen eingesetzt werden. Gerade deren Einsatz ist in den letzten Jahren kontrovers diskutiert worden. Dabei geht es zum einen um die Sicherheit der Silikonkissen bezüglich Ruptur (Cook et al. 2002) und zum anderen um die gehäuft nach Implantateinlage auftretenden Kapselkontrakturen (Asplund 1984; Gabriel et al. 1994; Gylbert et al. 1990). Auch stellen Brustimplantate ein Problem dar, wenn das Operationsgebiet anschließend bestrahlt werden muss (Evans et al. 1994).

➤ Externe Brustprothesen

Sind die beiden erstgenannten Möglichkeiten der Brustrekonstruktion nicht möglich bzw. gewünscht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt geplant, steht noch die Möglichkeit einer externen Brustprothese zur Verfügung. Hierbei werden Silikonkissen, die die Form und Konsistenz einer natürlichen Brust nachbilden, in das BH-Körbchen eingelegt oder an der Brustwand fixiert, sodass nach außen der Anschein eines intakten Körperbildes geweckt wird.

In die Entscheidung, welche Art der Therapie umgesetzt wird, sollte die Patientin eingebunden werden. Dazu muss sie ausführlich über die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methode aufgeklärt werden (Black et al. 1995; Valanis et al. 1985; Neuhaus et al. 1985; Schain et al. 1985).

Weiterhin gibt es kein Alterslimit für chirurgisch-rekonstruktive Methoden (August et al. 1994). Verschiedene plastisch-rekonstruktive Maßnahmen können zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden.

Unabhängig von der gewählten Methode des Wiederaufbaus kann es bei Patientinnen zu Problemen im Schultergelenk, wie z. B. Armlymphödeme, Bewegungseinschränkungen, Schulterkontraktur, Schulterschmerzen und Schulterschwäche, kommen. Dies ist hauptsächlich eine Folge der axillären Lymphonodektomie, die immer noch den operativen Standard in der Mammakarzinomchirurgie darstellt. Auch die Bestrahlung der Restbrust bei BET und die seltener durchgeführte Bestrahlung der Thoraxwand und Axilla

können zu den o. g. Problemen führen (Eiermann et al. 2003; Hussain et al. 2003). Schonende Präparation der Axilla und Einsatz der Sentinel-Lymphonodektomie (siehe Kapitel 1.4) können dazu beitragen, die Beschwerden zu mindern.

1.7 Epikutanprothetik

1.7.1 Materialien

Seit den Anfängen der Mastektomie bemühen sich betroffene Frauen, das verlorene Organ zu ersetzen. Zunächst wurde der Volumendefekt mit Stoff ausgestopft, erst später nahm sich die Industrie dem Problem an: 1874 wurde in den USA das erste Patent auf das Design und die Herstellung einer Brustprothese vergeben, 1999 waren es in den USA bereits 178 Patente. Die ersten Silikonprothesen wurden in den späten 1960er Jahren entwickelt (Healey 2003), vorher benutzte man zumeist wassergefüllte Gummiformen oder Stoffprothesen.

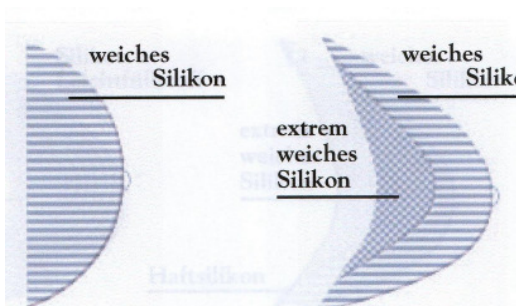


Abbildung 3: einschichtige und zweischichtige Prothesen (aus Bieringer et al. 2002)

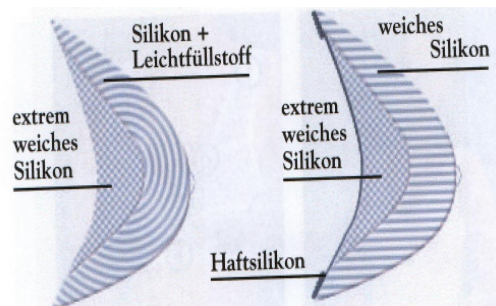


Abbildung 4: Light- und Haftprothesen (aus Bieringer et al. 2002)

Die Entwicklung der modernen Silikonbrustprothesen verlief in folgenden Schritten (nach Bieringer et al. 2002; Information der Firma Amoena, Raubling):

- Die einfachen Prothesen (Abbildung 3 links) bestehen aus zwei verschweißten Kunststofffolien, die eine mit Silikon gefüllte Kammer bilden. Der Nachteil dieser Prothesen ist ein manchmal unnatürlich wirkendes Bewegungsverhalten und ein verminderter Tragekomfort.

- Eine Weiterentwicklung stellten die zweischichtigen Prothesen (Abbildung 3 rechts) dar. Sie wurden von der Firma Amoena im Jahr 1982 entwickelt und bilden mit drei Folien zwei Kammern, die mit unterschiedlichem Silikon gefüllt werden. Die körperzugewandte Seite wird dabei mit einem sehr weichen Silikon gefüllt, welches sich an die Körperkontur anschmiegt, während die andere Kammer das normale Silikon enthält. Der Vorteil ist ein verbesserter Tragekomfort.
- Beide genannten Prothesen haben das Problem, dass sie nur in die BH-Mulde eingelegt werden und keine zusätzliche Fixierung am Körper besitzen. In der Praxis können sie z. B. beim Bücken herausfallen. Außerdem schränken sie die modischen Auswahlmöglichkeiten der Patientinnen ein, was von vielen betroffenen Frauen als Einschränkung der Lebensqualität gewertet wird. Ein weiterer Nachteil ist das relativ hohe Gewicht der Prothesen. Da es allein vom Träger des Brustmieders gehalten werden muss, führen große Prothesen oft zu Problemen, z. B. zu Lymphödemen und Schulterschmerzen. Aus diesem Grund wurden die Prothesen dahingehend weiterentwickelt, dass eine Befestigungsmöglichkeit am Brustkorb gegeben war, was zunächst mit Haftstreifen bewerkstelligt wurde, die auf der einen Seite auf die Haut geklebt wurden und auf der anderen Seite an der Prothese hafteten (erste Prothese dieses Typs 1992 von der Firma Amoena). Heutige Kontaktprothesen haften direkt mit einer speziell präparierten Rückseite auf dem Brustkorb. Die Kontaktprothesen führten nachweislich zu einer gesteigerten Lebensqualität der Patientinnen (Thijsboer et al. 2001; Münstedt et al. 1998; Korvenoja et al. 1998).

- Unabhängig von der Anzahl der Schichten und der Befestigungsmöglichkeiten haben alle Prothesen das Problem, dass sie relativ schwer sind. Durch ihr Gewicht können Schulterbelastungen und Lymphödeme entstehen, die wiederum die Lebensqualität einschränken. Deshalb war 1996 ein weiterer Ansatz der Entwickler, das Gewicht der Prothesen zu reduzieren, indem der Silikonmasse Füllstoffe beigegeben wurden. Das Gewicht konnte dabei um bis zu 25 % vermindert werden. Dieses Vorgehen ist bei allen vorgenannten Prothesentypen möglich.

1.7.2 Brustprothetik und Lebensqualität

In den Entscheidungsprozess der Patientin, welche Art der Wiederherstellung sie wünscht, wirken mehrere Faktoren. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Erwartung der Patientin. Chirurgische onkoplastische Eingriffe ergeben nicht immer das gewünschte Ergebnis. Gerade deshalb ist eine ausführliche Information über die Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden sehr bedeutsam. Wichtig für die Krankheitsverarbeitung ist die Sichtweise der Patientin. Wenn, wie derzeit üblich, einseitig die brusterhaltende Therapie propagiert wird, ist das wissenschaftlich nicht zu rechtfertigen.

Frauen, die sich gegen eine chirurgische Brustrekonstruktion entschieden hatten und stattdessen externe Brustprothesen erhielten, zeigten sogar eine bessere psychologische Verarbeitung des Krankheitsgeschehens (Reaby et al. 1995).

Im Hinblick auf die prothetische Versorgung wiederum konnte eine größere Zufriedenheit bei den Frauen nachgewiesen werden, die Kontaktprothesen erhielten, gegenüber denjenigen, die mit Normalprothesen versorgt wurden (Münstedt et al. 1998; Thijs-Boer et al. 2001).

Objektive Parameter der Beeinflussung der Lebensqualität einzelner Prothesentypen wurden bisher nicht untersucht. Dennoch lassen sich einige Studien auf dieses Thema anwenden, auch wenn sie sich nicht direkt mit Brustprothesen beschäftigen.

Das Bewegungsverhalten gesunder Brüste wurde von Mason et al. 1999 untersucht. In dieser Studie wurde die Brustwarze als idealer Indikator für die Brustbewegung während verschiedener sportlicher Übungen identifiziert. Mit einem zum übrigen Körper feststehenden Punkt auf dem Brustbein konnten die Brustbewegungen als Differenz der beiden Punkte berechnet werden.

In Lee et al. 2000 sowie Miyatsuji et al. 2002 wurde untersucht, welche Auswirkungen der von BHs erzeugte Hautdruck auf das vegetative Nervensystem hat. Während Lee et al. dabei die Auswirkungen auf die Stuhlfrequenz untersuchten und keine direkten Messungen des durch den BH erzeugten Drucks vornahmen, benutzten Miyatsuji et al. Luftkissen-Oberflächen-Drucksensoren, die an mehreren Stellen angebracht wurden, um die Auswirkungen des Drucks auf die Herzfrequenz zu untersuchen. Die beiden Studien zeigten, dass die Wahl des BHs die Auswirkungen auf das vegetative Nervensystem beeinflussten.

Studien über den Effekt von Reduktionsplastiken lassen indirekte Rückschlüsse auf die Probleme zu, die durch zu schwere Brüste entstehen. Eine entsprechende Meta-Analyse führten Chadbourne et al. 2001 durch. Sie konnten nach einer Reduktion deutlich rückläufige Schulter-, Rücken- und Nackenschmerzen, geringere Schmerzen unter dem BH-Träger und eine erheblich verbesserte Lebensqualität feststellen.

Sood et al. 2003 zeigten in ihrer Studie auch positive Auswirkungen auf die Lungenfunktion nach Reduktionsplastik.

Letztere Studien lassen Rückschlüsse auf externe Brustprothesen zu, wenn man davon ausgeht, dass eine zusätzliche Gewichtsbelastung auf den Schultergürtel entsteht, die durch die fehlende Anhaftung auf dem Brustkorb zustande kommt. Da genaue Zusammenhänge bisher nicht untersucht wurden, wurde im Rahmen dieser Studie die Auswirkung verschiedener Brustprothesen auf die Schulterbelastung geprüft.

2 Fragestellung

Für alle Patientinnen stellt sich nach Ablatio mammae das Problem des Ersatzes für das verlorene Körperteil. So müssen optische, statische und psychologische Überlegungen abgewogen werden. Dabei ist die Versorgung mit Epikutanprothetik eine schonende Alternative. Unter den angebotenen Prothesen stellt sich die Frage nach der besten Versorgung. Da Druck und Schmerzen in der Schulter besondere Beschwerden darstellen, sollte im Rahmen dieser Pilotstudie untersucht werden, welcher Zusammenhang zwischen der verwendeten Brustprothese und der Schulterbelastung besteht.

Im Einzelnen sollten folgende Fragen geklärt werden:

- Welchen Einfluss hat der Typ der Prothese (Einschicht-, Light- und Haftprothese) auf die durchschnittliche Druckamplitude sowie auf den Basaldruck, der unter dem BH-Träger erzeugt wird?
- Welchen Einfluss hat das Gewicht der Prothese auf die durchschnittliche Druckamplitude sowie auf den Basaldruck?
- Welche Rückschlüsse ergeben sich auf das Schwingungsverhalten der Prothesen?

3 Methoden und Materialien

3.1 Planung

Nach Vorplanungen wurden im November 2003 die Analysen zur Schulterbelastung unterschiedlicher Brustprothesen begonnen. Die Messung des Drucks unter dem BH-Träger erfolgte mit den Sensoren 9800 der Firma Tekscan, South Boston, USA. Die Daten wurden mit der ebenfalls von Tekscan stammenden Software I-Scan computertechnisch erfasst und weiterverarbeitet. Die Kalibrierung der Sensoren und Bedienung der Software erfolgte durch Herrn Taj, CMV Hoven GmbH, Mönchengladbach.

Um einen direkten Vergleich von unterschiedlichen Prothesen zu ermöglichen, wurden Männer – als quasi beidseits brustabladierte Personen – gewählt.

3.2 Versuchsreihen

Bei Proband 1 (178 cm, 82 kg, sportliche Statur) wurde mit einem BH in Größe 90B der Marke Virginia von der Firma Amoena, Raubling, ausgestattet und testete die Prothesen der Größe 7. Bei Proband 2 (185 cm, 78 kg, sportliche Statur) wurde der BH in Größe 90D der gleichen Marke und Prothesen der Größe 10 verwendet (siehe Tabelle 1).

Jeder Proband durchlief zunächst 5 Messungen, bei denen in beiden BH-Mulden der gleiche Prothesentyp eingelegt wurde. Diese Untersuchungen dienten unter anderem der Abgleichung der Systeme. Anschließend erfolgten 4 Messungen, bei denen in der rechten und der linken Mulde eine unterschiedliche Prothese eingelegt wurde (siehe Tabelle 2).

Folgende Prothesen wurden verwendet (alle Firma Amoena, Raubling):

Tabelle 1: Charakterisierung der getesteten Prothesen

Name	Art	Gewicht Gr. 7	Gewicht Gr. 10
Tria II	2-Schicht-Prothese	456 g	732 g
Tria basic	1-Schicht-Prothese	448 g	710 g
Tria II light	Gewichtsreduzierte 2-Schicht-Prothese	346 g	552 g
Tria basic light	Gewichtsreduzierte 1-Schicht-Prothese	309 g	511 g
Tria contact	Normalgewichtige Kontaktprothese	490 g	751 g
Tria contact light	Gewichtsreduzierte Kontaktprothese	372 g	585 g

Tabelle 2: Versuchsplan

Proband 1		Proband 2	
M1	Tria II bds., Gr. 7	M12	Tria II bds., Gr. 10
M2	Tria basic bds., Gr. 7	M13	Tria basic bds., Gr. 10
M3	Tria basic light bds., Gr. 7	M14	Tria basic light bds., Gr. 10
M4	Tria contact bds., Gr. 7	M15	Tria contact bds., Gr. 10
M5	Tria II light bds., Gr. 7	M16	Tria II light bds., Gr. 10
M6	Tria II li., Tria II light re., Gr.7	M17	Tria II li., Tria II light re., Gr.10
M7	Tria II li., Tria basic re., Gr. 7	M18	Tria II li., Tria basic re., Gr. 10
M8	Tria II li., Tria contact re., Gr. 7	M19	Tria II li., Tria contact re., Gr. 10
M9	Tria contact light li., Tria II re., Gr.7	M20	Tria contact light li., Tria II re., Gr.10

Die fehlenden Versuchsnummern kamen durch Versuche zustande, die in dieser Studie nicht ausgewertet wurden. Hier wurden Prothesen anderer Hersteller in diesem System geprüft. Sie waren ausschließlich für die Entwicklungsarbeit der Firma Amoena relevant und sind daher nicht Gegenstand dieser Dissertation.

3.3 Versuchsaufbau



Abbildung 5: Versuchsaufbau (Foto: Amoena)



Abbildung 6: Platzierung der Messsensoren (Foto: Amoena)

Vorbereitend zu jeder Messung wurden unter dem linken und dem rechten BH-Träger jeweils Messsensoren platziert (siehe Abbildung 6).

Jede Messreihe bestand aus drei Phasen: Zunächst wurden auf einem Laufband (Trimline 7150.3E, D F Hebb Industries INC, 12032 Hwy 155 N, Tyler, Tx, USA, siehe Abbildung 5) die Druckwerte beim Stehen (ca. 10 s) gemessen, anschließend beim Gehen (ca. 20 s) und schließlich beim zügigen Laufen (ca. 20 s). Die Anweisungen zum Übergang in die nächste Phase kamen dabei von einer Versuchsleiterin (siehe Abbildung 5 links) und wurden nach der erreichten Framezahl (siehe Kapitel 3.4) festgelegt.

3.4 Datenaufarbeitung vor Ort und Rohdaten

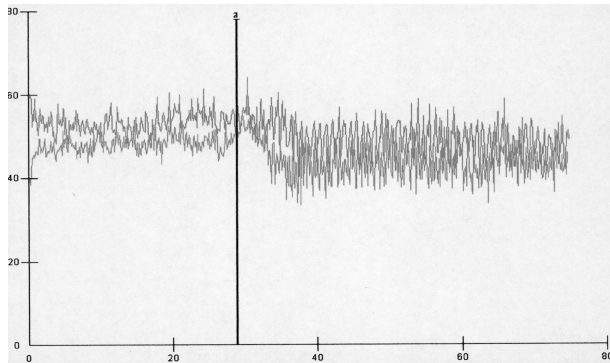


Abbildung 7: Exemplarische Messreihe (hier M1) mit Druckverlauf unter den wertgebenden Sensoren

Die Messdaten der 8 x 16 Messfelder des Drucksensors wurden digitalisiert und über die I-Scan Software der Firma Tekscan erfasst. Dabei wurde die gesamte Versuchsdauer in insgesamt 600 Frames unterteilt (Dauer eines Frames betrug ca. 0.125 Sekunden). Diejenigen Messsensoren, die sich direkt

unter dem BH-Träger befanden, wurden zuvor identifiziert und ein entsprechendes Messfenster, welches nur diese Messsensoren auswertete, gesetzt. Die nicht wertgebenden Messsensoren wurden ignoriert, auch wenn es hier aufgrund von Querspannungen zu Messereignissen kam.

3.5 Einteilung der drei Phasen

Die Messungen sollten für die drei untersuchten Phasen (Stehen, Gehen, Laufen) getrennt ausgewertet werden. Laut Versuchsprotokoll dauerte die Stehphase 10 Sekunden, die Gehphase 20 Sekunden und die Laufphase bis zum Ende. Da zwischen den einzelnen Phasen eine Übergangsphase angenommen werden kann (besonders wegen des Versuchsaufbaus, bei dem das Kommando für die nächste Phase aufgrund der Framezahl gegeben wurde), wurden die Phasen folgendermaßen festgelegt:

- **Phase 1:** von 2 s bis 10 s
- **Phase 2:** von 15 s bis 25 s
- **Phase 3:** von 40 s bis 65 s

Diese Zeitpunkte stellen einen Kompromiss aus möglichst vielen Messwerten und möglichst konsistentem Bewegungszustand dar.

3.6 Weiterverarbeitung der Rohdaten

Die 18 Messreihen wurden erfasst und standen als Rohdaten zur Verfügung. Aus diesen Rohdaten wurden nun für jede Seite getrennt die Maximal- und

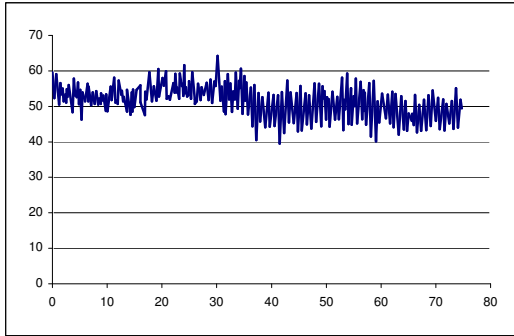


Abbildung 8: Nur Maximal und Minimalwerte gegen Sekunden aufgetragen. (M1 links)

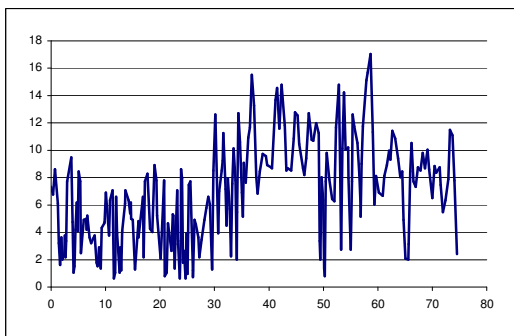


Abbildung 9: Amplituden gegen die Zeit

wurden in einem anschließenden Schritt die Amplituden berechnet, indem benachbarte Minimalwerte von entsprechenden Maximalwerten abgezogen wurden. Einen exemplarischen Werteverlauf zeigt Abbildung 9. Diese Amplitudenwerte wurden nun nach den oben angegebenen Zeitpunkten in die drei Phasen eingeteilt und standen zur weiteren Auswertung als einfache Wertereihe (ohne Zeitkomponente) zur Verfügung.

Minimalwerte herausgefiltert. Dabei wurden kleinere lokale Maxima bzw. Minima ignoriert (mit einer Toleranz von ca. $0,2 \text{ g/cm}^2$), um Messungenauigkeiten zu unterdrücken (Grund: Es wären sonst zu viele kleine, nicht relevante Amplituden in die endgültigen Daten mit eingeflossen.). Um die Zeitkomponente nicht zu verlieren, wurden zusätzlich noch die Framenummern in Sekunden umgerechnet und mit den Maximal- und Minimalwerten zusammen abgespeichert. Abbildung 8 zeigt einen typischen Werteverlauf nach dieser Prozedur.

Ausgehend von diesen Extremwerten

Da die Werte für die rechte und linke Seite getrennt ermittelt waren, wurde in einem weiteren Schritt überprüft, ob die statistischen Kennwerte der beiden Seiten (bei den Messungen M1–M5 sowie M12–M16) den Schluss zulassen, dass sie beide aus der gleichen Grundgesamtheit stammen.

Dazu wurden sie dem T-Test unterzogen.

Zusätzlich wurden in einer weiteren Berechnung Mittelwerte der Minimal- und Maximalwerte über die drei Phasen gebildet, um einen Wert für den Basaldruck zu erhalten, der ebenfalls ausgewertet wurde.

3.7 Vergleich der Prothesentypen untereinander

Die Prothesen sollten bezüglich eines bestimmten Merkmals gegeneinander verglichen werden. Aus diesem Grund wurden Paare gebildet, bei denen eine Prothese das gewünschte Merkmal (z. B. ‚Lightprothese‘) aufwies und die andere entsprechend nicht. Bis auf dieses untersuchte Merkmal waren die Prothesenpaare praktisch gleich.

Zusätzlich zum grafischen Vergleich wurden die gefundenen Unterschiede in den Paar-Vergleichen anschließend noch mittels eines T-Testes auf Signifikanz untersucht.

Als Ausgangsdaten dienten die asymmetrischen Versuche, in denen entsprechende Prothesen direkt miteinander verglichen wurden, oder die Daten aus den symmetrischen Messungen, sofern kein direkter Vergleich durchgeführt wurde. Folgende Prothesentypen wurden miteinander verglichen:

- **Normalprothesen gegen Lightprothesen** – Hierbei wurden, jeweils paarweise, die Prothesen Tria II, Tria basic und Tria contact mit der entsprechenden Lightprothese Tria II light, Tria basic light und Tria contact light verglichen.
- **Normalprothesen gegen Kontaktprothesen** – Hierbei wurden die Prothesen Tria II mit Tria contact, sowie Tria II light und Tria contact light verglichen.
- **1-Schicht- gegen 2-Schicht-Prothesen** – Hierbei wurden die Prothesen Tria basic mit Tria II, sowie Tria basic light mit Tria II light verglichen.

3.8 Abschätzung des Schwingungsverhaltens

Da im Versuchsaufbau keine direkte Messung des Schwingungsverhaltens vorgesehen war, wurde geprüft, ob die Frequenz der Schwingung gegebenenfalls als grobes Maß herangezogen werden könnte. Die Frequenz wurde dabei berechnet, indem die Anzahl der Maximalwerte einer Phase durch deren Dauer geteilt wurde.

3.9 Grundsätzliche Problematik

3.9.1 Gestrichene Messungen

Von den insgesamt 18 Messungen konnte die Messung M20 wegen zu vieler Störungen nicht ausgewertet werden. Alle anderen Messungen zeigten einen guten Verlauf.

Beim Vergleich der einschichtigen und zweischichtigen Prothesen der Größe 10 (M18) wurde, abweichend vom Versuchprotokoll, für den Messpunkt der Prothese Tria II der Messpunkt aus M12 verwendet, da der Messwert aus M18 offensichtlich von den übrigen Messungen abwich. Hier muss von einer unklaren Funktionsstörung des Messstreifens der rechten Seite ausgegangen werden.

Der direkte Vergleich der Größe 10 der Prothese Tria contact mit der entsprechenden Lightprothese sowie Tria II light mit Tria contact light war aufgrund des fehlenden zweiten Messpunktes (M20) für Tria contact light nicht möglich.

3.9.2 Auswertung des Basaldrucks

Es stellte sich bei der Auswertung heraus, dass die Werte für den Basaldruck, der unter dem BH-Träger erzeugt wird, nicht reproduzierbar waren. Jeder Versuch mit den gleichen Prothesen und sogar die beiden Seiten in den symmetrischen Versuchen lieferten signifikant unterschiedliche Ergebnisse. Ein möglicher Grund dafür ist, dass es sich nicht um ein freischwingendes System handelt, denn anders als eine Masse, die an einer Feder angebracht ist, werden die Kräfte nicht alleinig durch das Gewicht des schwingenden Objektes

bestimmt. Neben der Reibung kommt es bei einem BH sicherlich noch zu einem Kraftabfluss zum Rückenverschluss, der zwischen einzelnen Versuchen an einer anderen Stelle zu liegen kommt. Auch wurden vor allem die BH-Träger nach dem Platzieren der Messsensoren in verschiedenen Vorspannungszuständen gelassen. Für diese These spricht besonders, dass die Amplituden wiederum reproduzierbare Werte geliefert haben, da das System auf gleiche Art und Weise schwingen konnte, nur eben auf einem anderen Grundniveau. Auch innerhalb eines Versuches verhielt sich der Basaldruck zwischen den Bewegungsphasen nicht wie erwartet, weswegen er nicht weiter ausgewertet wurde.

3.9.3 Auswertung der Stehphase

Die Stehphase (Phase 1) wurde im Weiteren ebenfalls nicht ausgewertet, da sie eher einer Vergleichbarkeit des Basaldrucks dienen sollte, der aus den o. g. Gründen nicht ausgewertet wurde.

3.9.4 Abschätzung des Schwingungsverhaltens

Eine Abschätzung, ob Aussagen über das Schwingungsverhalten gemacht werden können, sollte über die Frequenz erfolgen. Sie müsste im Idealfall reproduzierbar konstant sein. In diesem Fall wäre es möglich gewesen, Messungen miteinander zu vergleichen. Da bei der Auswertung jedoch die Frequenz nicht reproduzierbar war, wurden die Ergebnisse auch nicht weiter verfolgt. Der Grund hierfür dürfte in der großen Empfindlichkeit der Werte liegen, da bereits eine zusätzlich gemessene Schwingung einen starken Einfluss auf die resultierende Frequenz hat.

3.10 Qualität der Messungen

Zunächst sollte untersucht werden, ob die Messergebnisse in sich konsistent und logisch sind.

3.10.1 Verlauf der Druckamplitude während der Geh- und der Laufphase

Es wurde untersucht, wie sich die mittlere Druckamplitude im Verlauf der Geh- und Laufphase entwickelt. Dabei zeigte sich, dass in allen Versuchen die mittlere Druckamplitude wie erwartet zwischen den beiden Phasen anstieg.

3.10.2 Vergleich der rechten und linken Messreihen in M1–M5 sowie M12–M16

Da in den Messungen M1–M5 sowie M12–M16 auf der rechten und der linken Seite jeweils die gleiche Prothese eingesetzt wurde, konnte man davon ausgehen, dass sich die Messergebnisse der beiden Seiten nicht signifikant voneinander unterscheiden. Abgesehen von einer gegebenenfalls leichten Asymmetrie des Schultergürtels aufgrund der Händigkeit (Rechtshänder dürften ein etwas muskulöseres rechtes Schultergelenk besitzen als links) ist der gesamte Versuchsaufbau symmetrisch.

Die mittleren Amplituden der beiden Seiten wurden mittels eines T-Testes untersucht. In einigen Fällen kam es dabei zu Diskrepanzen zwischen den rechten und linken Messwerten. Dabei wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Die Werte der rechten und linken Seite wurden jeweils mit anderen Messungen der gleichen Prothese mittels T-Test verglichen. Konnte bei entweder dem linken oder dem rechten Messwert eine Übereinstimmung mit anderen Messungen gefunden werden, wurde dieser Wert zusammen mit den übrigen statistischen Parametern als Ausgangswert für weitere Berechnungen benutzt und der andere Wert jeweils verworfen.
- Konnte im letzten Schritt auch keine passende Messung gefunden werden, weil entweder auch die übrigen Werte abwichen oder es keine vergleichbare Messung gab, wurden beide Messungen trotzdem zusammengefasst und ein Mittelwert über alle Messpunkte gebildet.

Tabelle 3: Diskrepanzen in den symmetrischen Versuchen und deren Lösung

Messung/Phase	Lösung
M2, Gehen	Die linke Messreihe wurde verworfen, die rechte weiterbenutzt.
M3, Laufen	Mittelwert aus beiden Messreihen.
M12, Gehen	Die linke Messreihe wurde verworfen, die rechte weiterbenutzt.
M13, Laufen	Die linke Messreihe wurde verworfen, die rechte weiterbenutzt.
M14, Gehen	Mittelwert aus beiden Messreihen.
M15, Gehen	Die linke Messreihe wurde verworfen, die rechte weiterbenutzt.
M16, Laufen	Mittelwert aus beiden Messreihen.

3.10.3 Vergleich der Messpunkte nach Prothesen getrennt

Die Versuche sind in symmetrische (auf beiden Seiten die gleiche Prothese) und asymmetrische (unterschiedliche Prothesen) aufgeteilt. Da die beiden BH-Mulden keine im physikalischen Sinne unabhängigen Systeme sind, sollten die Ergebnisse aus den beiden Versuchsarten nur unter Vorbehalt miteinander verglichen werden. So kann man z. B. annehmen, dass eine schwere Prothese auf der einen Seite durch quer verlaufende Kräfte auch die Druckwerte einer leichteren Prothese auf der anderen Seite beeinflussen könnte. Die Anzahl der Messungen reicht aber nicht aus, um diese These zu bestätigen oder zu widerlegen.

Um dennoch die Qualität der Messungen abschätzen zu können, wurde im Folgenden davon ausgegangen, dass sich die beiden Seiten nicht gegenseitig beeinflussen und gleichartige Prothesen gleichartige Messergebnisse erzeugen, unabhängig davon, welche Prothese auf der anderen Körperseite eingesetzt wird. Es wurden für jede Prothese getrennt die Messpunkte aller Messungen der mittleren Druckamplitude gegen das Prothesengewicht aufgetragen. Zusätzlich wurde noch der Mittelwert aus allen Werten

eingetragen. Die Ergebnisse wurden grafisch beurteilt (siehe Qualität der Messungen, Kapitel 9.2). Dabei zeigte der Verlauf der Kurven, dass bis auf ein paar „Ausreißer“ die Werte gut beieinander liegen. Dies spricht für eine Reproduzierbarkeit und prinzipiell gegen die o. g. These der gegenseitigen Beeinflussung.

3.11 Statistik

Die aufbereiteten Daten lagen als Excel-2000-Datei vor. Die statistischen Kenndaten Mittelwert und Standardabweichung wurden mit den Funktionen von Excel ermittelt. Der Test auf Signifikanz erfolgte über den T-Test für unverbundene Stichproben. Das Signifikanzniveau wurde auf 0.01 festgelegt.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Messungen M1–M5 sowie M12–M16

Nachdem die Daten eine gewisse innere Konsistenz aufweisen, können die Messwerte der einzelnen Prothesen miteinander verglichen werden. Dies erfolgt zunächst für die symmetrischen Messungen M1–M5 sowie M12–M16. Dazu werden die mittleren Druckamplituden in Relation zum Prothesengewicht aufgetragen:

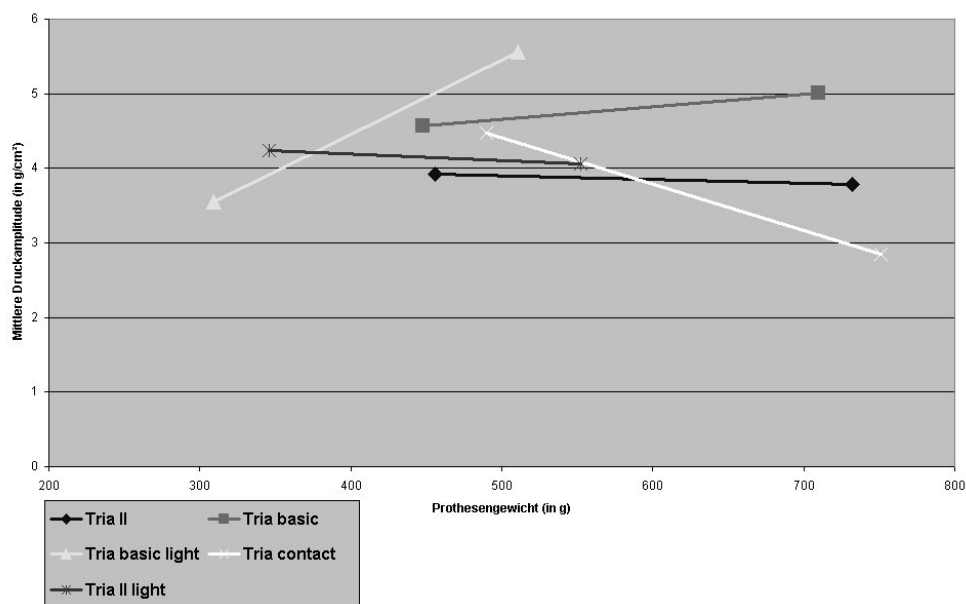


Abbildung 10: Mittlere Druckamplitude in Relation zum Prothesengewicht in der Phase ‚Gehen‘

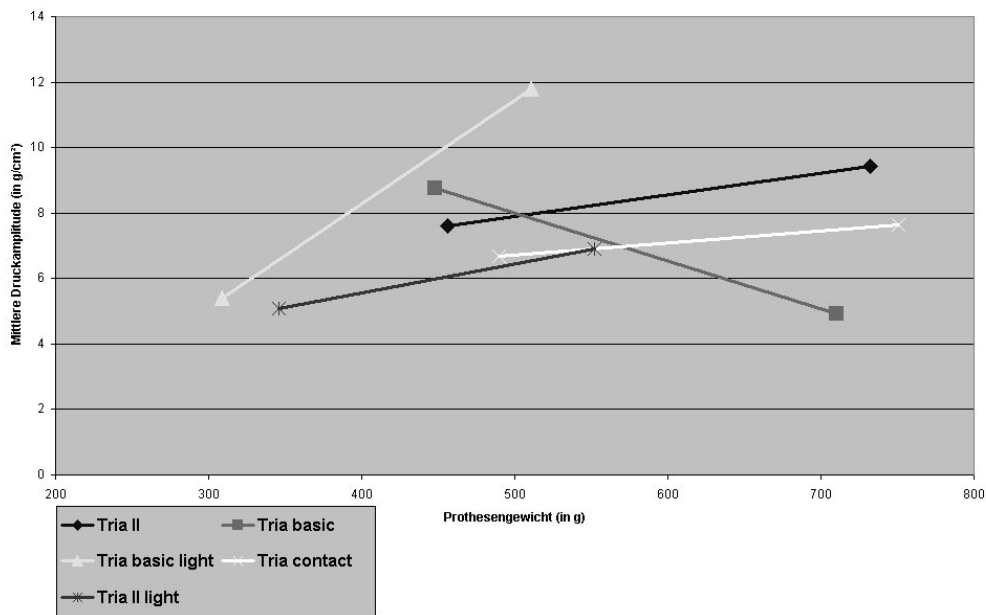


Abbildung 11: Mittlere Druckamplitude in Relation zum Prothesengewicht in der Phase ‚Laufen‘

Da Patientinnen die Prothesen in der Regel nicht nach dem Gewicht, sondern optisch nach der Größe der nicht entfernten Brust bzw. der Größe der Brüste vor der Amputation auswählen, wurde die mittlere Druckamplitude noch einmal in Relation zur Prothesengröße gesetzt:

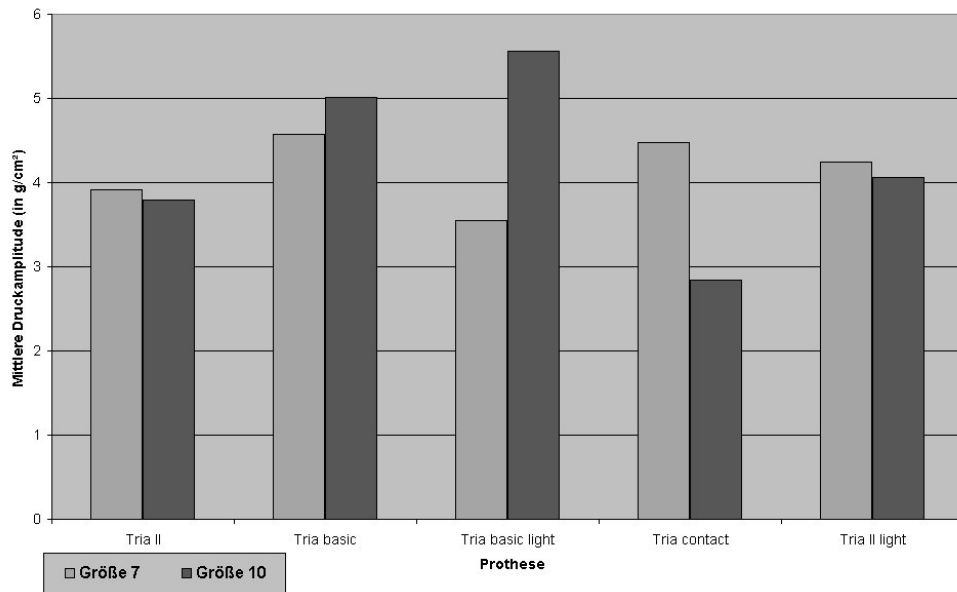


Abbildung 12: Mittlere Druckamplitude in Relation zur Prothesengröße in der Phase ‚Gehen‘

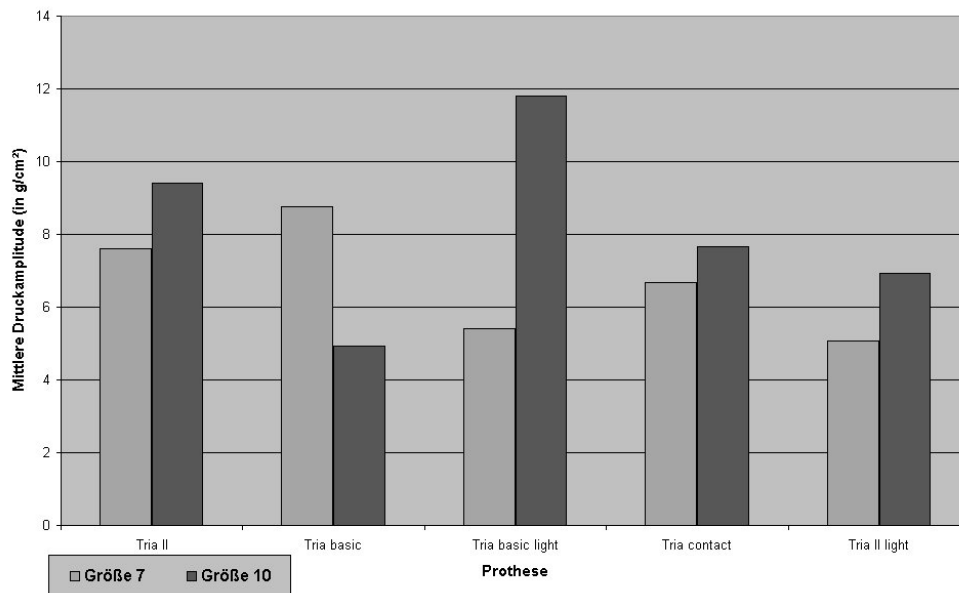


Abbildung 13: Mittlere Druckamplitude in Relation zur Prothesengröße in der Phase ‚Laufen‘

Nimmt man an, dass die mittlere Druckamplitude linear mit dem Prothesengewicht korreliert, würden einige der Kurven (z. B. Tria Basic in Phase ‚Laufen‘) unlogisch, nämlich mit zunehmenden Gewicht fallend verlaufen. Tatsächlich ist ein linearer Verlauf nur eine Annahme, die auf der Vermutung beruht, dass eine größere Masse in Schwingung auch größere Amplituden erzeugt. Denkbar wären auch andere Verläufe der Amplitudenkurve, da eine Schwingung nicht nur von der schwingenden Masse, sondern auch von anderen Faktoren wie Dämpfung und Resonanz abhängen. Zumal einige der Kurvenverläufe in der obigen Qualitätsanalyse bestätigt wurden, sollten abfallende Verläufe nicht per se als Messfehler abgetan werden.

Zieht man jetzt die Ergebnisse aus der Qualitätsanalyse und der Amplitudenanalyse zusammen, kommt man zu folgenden Resultaten:

- **Tria II** – Qualität der Messpunkte bis auf eine Ausnahme (M18) gut. Die Kurve verläuft bei zunehmendem Gewicht sehr flach. Im Vergleich zu den anderen Prothesen in Phase ‚Gehen‘ günstigerer (d. h. niedrigerer) Verlauf, in Phase ‚Laufen‘ hingegen schlechter als fast alle anderen Prothesen.
- **Tria basic** – Qualität der Messpunkte in Phase ‚Laufen‘ gut. In Phase ‚Gehen‘ hingegen deutliche Unterschiede bei den Messpunkten der Größe 10. Aufgrund des abfallenden Verlaufs in Phase ‚Laufen‘ ist man versucht, den Messpunkt M13 zu verwerfen und stattdessen denjenigen von M18 heranzuziehen. Eine Entscheidung hierüber ist jedoch bei nur zwei Messpunkten nicht zu treffen. Allerdings ist anzumerken, dass es sich bei den Unterschieden der beiden Punkte auch relativ gesehen nur um wenige Prozent handelt (5 g/cm² zu 4,3 g/cm²). Im Vergleich zu den anderen Prothesen verläuft die Kurve ungünstiger (= höher) in der Phase ‚Gehen‘. In der Phase ‚Laufen‘ gibt es einen deutlichen Unterschied zwischen dem Messpunkt der Größe 7 (schlechtester Wert von allen) und demjenigen der Größe 10 (bester Wert von allen).
- **Tria contact** – Qualität der Messpunkte in Phase ‚Gehen‘ und Phase ‚Laufen‘ gut. Im Vergleich zu den anderen Prothesen hat die Prothese

einen günstigeren Verlauf auf das Prothesengewicht bezogen. Da aber die Kontaktprothesen verhältnismäßig schwer sind, relativiert sich dieses Ergebnis im Vergleich der Prothesengrößen. Hierbei schneidet die Prothese in Phase ‚Gehen‘ bei schweren Prothesen zwar sehr gut ab (bestes Ergebnis), ist aber in den übrigen Messpunkten eher durchschnittlich.

- **Tria II light** – Die Qualität der Messungen ist in beiden Phasen gut. Die Punkte liegen dicht beieinander. Der Verlauf ist in der Phase ‚Laufen‘ ansteigend, in der Phase ‚Gehen‘ flach abfallend. Im Vergleich zu den anderen Prothesen in der Phase ‚Gehen‘ durchschnittlich, in Phase ‚Laufen‘ sogar sehr gut.
- **Tria basic light** – Der Verlauf der Kurve ist in beiden Phasen deutlich ansteigend. Im Vergleich zu den anderen Prothesen scheint die Tria basic light einen großen Vorteil bei kleinen Größen zu haben (bestes Ergebnis von allen). Bei den größeren Prothesen zeigt sich jedoch ein ungünstigeres Ergebnis.

4.2 Direkter Vergleich einzelner Prothesen miteinander

Nachdem in einer ersten Übersicht das Verhalten der Prothesen bei zunehmendem Gewicht dargestellt wurde, sollen in einem zweiten Schritt die einzelnen Prothesentypen miteinander verglichen werden.

4.2.1 Normalprothesen im Vergleich zu Lightprothesen

Ein Ansatz der Prothesenentwickler war es, das Gewicht der Prothese zu reduzieren, um damit die Belastungen im Schultergürtel zu verringern. Ob dieses Vorgehen einen Einfluss auf die durchschnittliche Druckamplitude hat, soll im Folgenden untersucht werden:

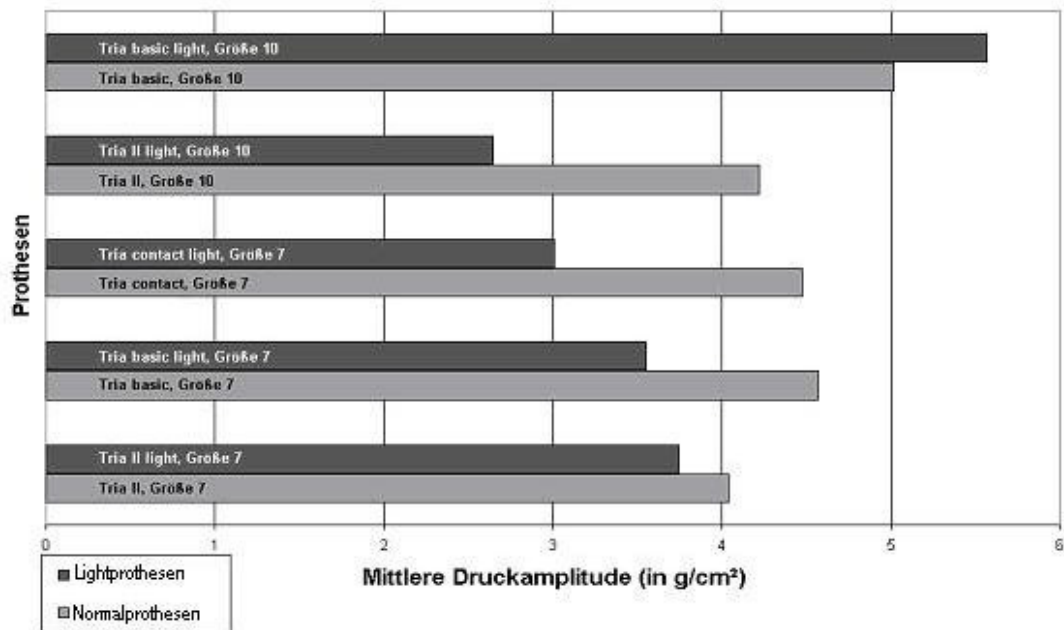


Abbildung 14: Vergleich Normal- zu Lightprothesen in der Phase ‚Gehen‘

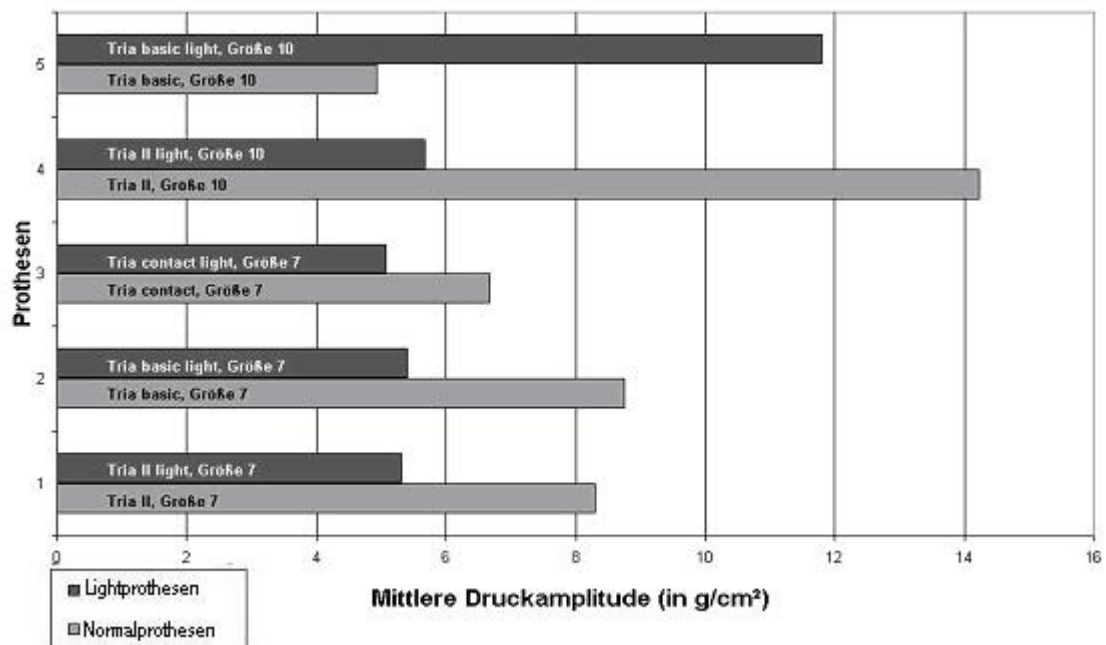


Abbildung 15: Vergleich Normal- zu Lightprothesen in der Phase ‚Laufen‘

Die in der grafischen Darstellung sichtbaren Unterschiede wurden nun noch mittels T-Test auf Signifikanz untersucht:

➤ **Tria II gegen Tria II light**

○ *Prothesengröße 7*

- Phase ‚Gehen‘: Tria II ($\chi = 4,0$; $s = 0,8$; $N = 13$) und Tria II light ($\chi = 3,7$; $s = 1,4$; $N = 28$) $\rightarrow t = -0,80 \rightarrow$ nicht signifikant
- Phase ‚Laufen‘: Tria II ($\chi = 8,3$; $s = 2,0$; $N = 60$) und Tria II light ($\chi = 5,3$; $s = 2,6$; $N = 73$) $\rightarrow t = 7,18 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria II light gegenüber Tria II**

○ *Prothesengröße 10*

- Phase ‚Gehen‘: Tria II ($\chi = 4,2$; $s = 1,9$; $N = 20$) und Tria II light ($\chi = 2,6$; $s = 1,1$; $N = 25$) $\rightarrow t = 3,45 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria II light gegenüber Tria II**
- Phase ‚Laufen‘: Tria II ($\chi = 14,2$; $s = 11,3$; $N = 72$) und Tria II light ($\chi = 5,7$; $s = 2,3$; $N = 87$) $\rightarrow t = 6,86 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria II light gegenüber Tria II**

➤ **Tria basic gegen Tria basic light**

○ *Prothesengröße 7*

- Phase ‚Gehen‘: Tria basic ($\chi = 4,6$; $s = 1,8$; $N = 28$) und Tria basic light ($\chi = 3,5$; $s = 1,5$; $N = 41$) $\rightarrow t = 2,45 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria basic light gegenüber Tria basic**
- Phase ‚Laufen‘: Tria basic ($\chi = 8,8$; $s = 3,9$; $N = 170$) und Tria basic light ($\chi = 5,4$; $s = 2,4$; $N = 136$) $\rightarrow t = 8,76 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria basic light gegenüber Tria basic**

- *Prothesengröße 10*

- Phase ‚Gehen‘: Tria basic ($\chi = 5,0$; $s = 3,8$; $N = 48$) und Tria basic light ($\chi = 5,6$; $s = 3,4$; $N = 40$) $\rightarrow t = -0,70 \rightarrow$ nicht signifikant
- Phase ‚Laufen‘: Tria basic ($\chi = 4,9$; $s = 1,8$; $N = 90$) und Tria basic light ($\chi = 11,8$; $s = 7,4$; $N = 172$) $\rightarrow t = -8,65 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria basic gegenüber Tria basic light**

- **Tria contact gegen Tria contact light**

- *Prothesengröße 7*

- Phase ‚Gehen‘: Tria contact ($\chi = 4,5$; $s = 2,4$; $N = 57$) und Tria contact light ($\chi = 3,0$; $s = 1,5$; $N = 26$) $\rightarrow t = 2,85 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria contact light gegenüber Tria contact**
- Phase ‚Laufen‘: Tria contact ($\chi = 6,7$; $s = 2,9$; $N = 161$) und Tria contact light ($\chi = 5,1$; $s = 3,2$; $N = 96$) $\rightarrow t = 4,09 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria contact light gegenüber Tria contact**

- *Prothesengröße 10*

Vergleich wurde nicht durchgeführt (siehe Kapitel 3.9.1)

4.2.2 Normalprothesen gegen Kontaktprothesen

Ein anderer Ansatz, den Tragekomfort von Prothesen zu verbessern, stellen die Haftprothesen dar. Dabei wird die Prothese mittels Haftstreifen oder Haftfläche auf der Haut festgeklebt.

Ergebnisse

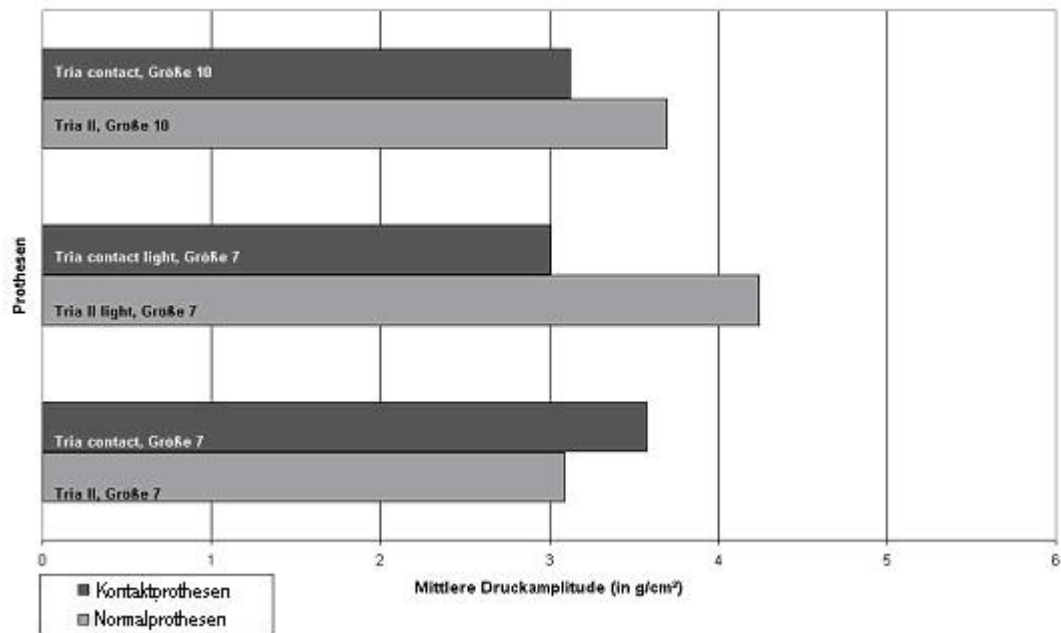


Abbildung 16: Vergleich Normal zu Kontaktprothesen in der Phase ‚Gehen‘

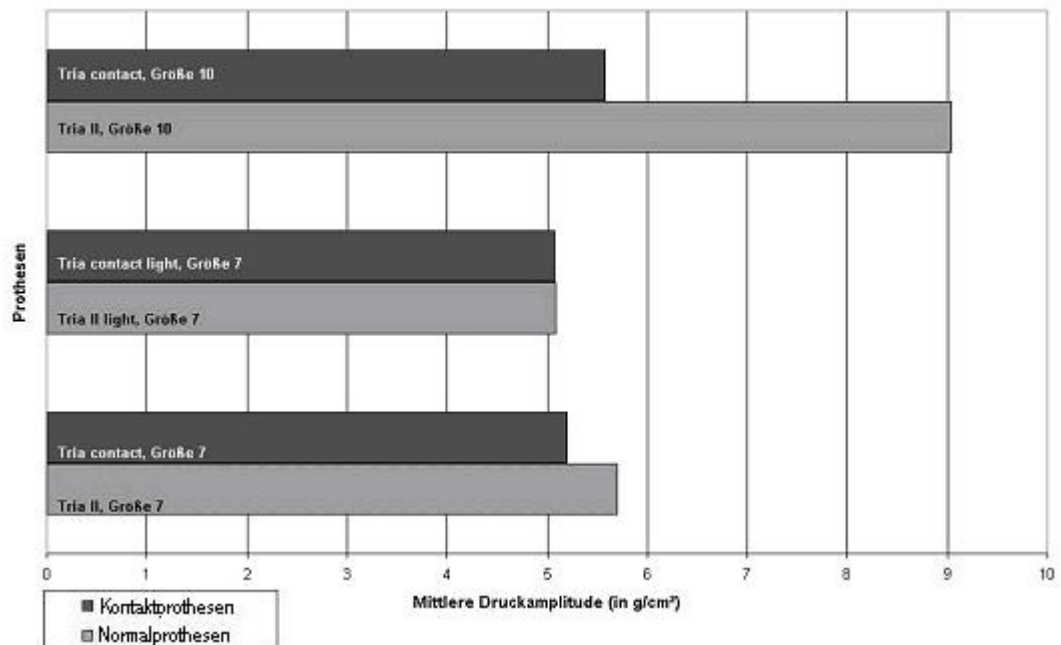


Abbildung 17: Vergleich Normal- zu Kontaktprothesen in der Phase ‚Laufen‘

➤ **Tria II gegen Tria contact**

○ *Prothesengröße 7*

- Phase ‚Gehen‘: Tria II ($\chi = 3,1$; $s = 2,0$; $N = 24$) und Tria contact ($\chi = 3,6$; $s = 1,8$; $N = 29$) $\rightarrow t = -0,92 \rightarrow$ nicht signifikant
- Phase ‚Laufen‘: Tria II ($\chi = 5,7$; $s = 2,7$; $N = 80$) und Tria contact ($\chi = 5,2$; $s = 2,5$; $N = 85$) $\rightarrow t = 1,24 \rightarrow$ nicht signifikant

○ *Prothesengröße 10*

- Phase ‚Gehen‘: Tria II ($\chi = 3,7$; $s = 1,7$; $N = 25$) und Tria contact ($\chi = 3,1$; $s = 1,5$; $N = 18$) $\rightarrow t = 1,13 \rightarrow$ nicht signifikant
- Phase ‚Laufen‘: Tria II ($\chi = 9,0$; $s = 7,4$; $N = 93$) und Tria contact ($\chi = 5,6$; $s = 2,3$; $N = 67$) $\rightarrow t = 3,67 \rightarrow$
signifikanter Vorteil von Tria contact gegenüber Tria II

➤ **Tria II light gegen Tria contact light**

○ *Prothesengröße 7*

- Phase ‚Gehen‘: Tria II light ($\chi = 4,2$; $s = 1,7$; $N = 36$) und Tria contact light ($\chi = 3,0$; $s = 1,5$; $N = 26$) $\rightarrow t = 1,38 \rightarrow$ nicht signifikant
- Phase ‚Laufen‘: Tria II light ($\chi = 5,1$; $s = 2,3$; $N = 148$) und Tria contact light ($\chi = 5,0$; $s = 3,1$; $N = 96$) $\rightarrow t = 0,87 \rightarrow$ nicht signifikant

○ *Prothesengröße 10*

Vergleich wurde nicht durchgeführt (siehe Kapitel 3.9.1)

4.2.3 1-Schicht-Prothesen gegen 2-Schicht-Prothesen

Eine Weiterentwicklung der Prothesenhersteller stellt die Herstellung zweischichtiger Prothesen dar, die subjektiv angenehmer zu tragen sind. Ob die Zweischichtigkeit auch einen Einfluss auf die durchschnittliche Druckamplitude hat, soll im Folgenden untersucht werden:

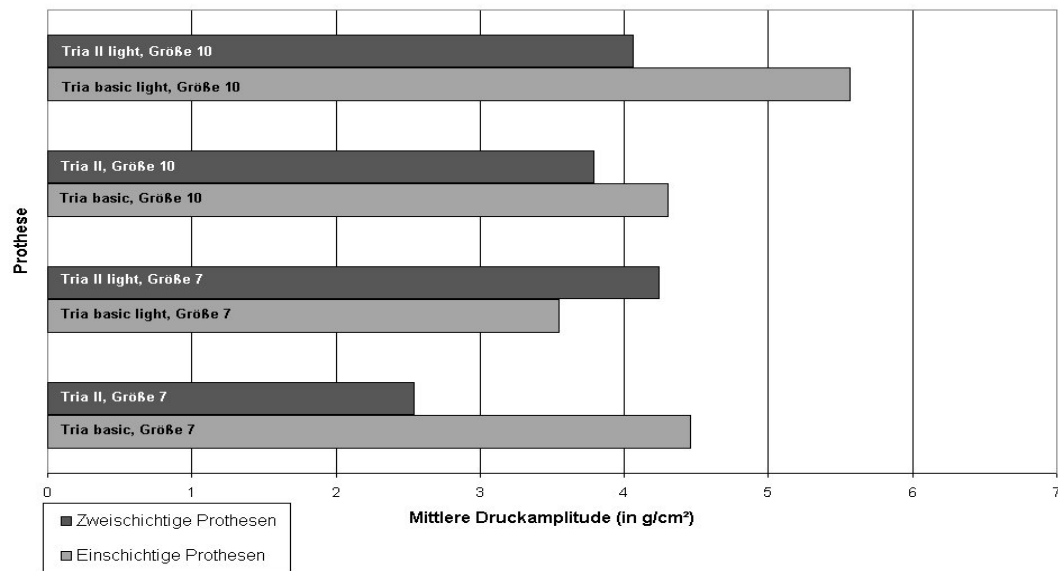


Abbildung 18: Vergleich einschichtiger mit zweischichtigen Prothesen in der Phase ‚Gehen‘

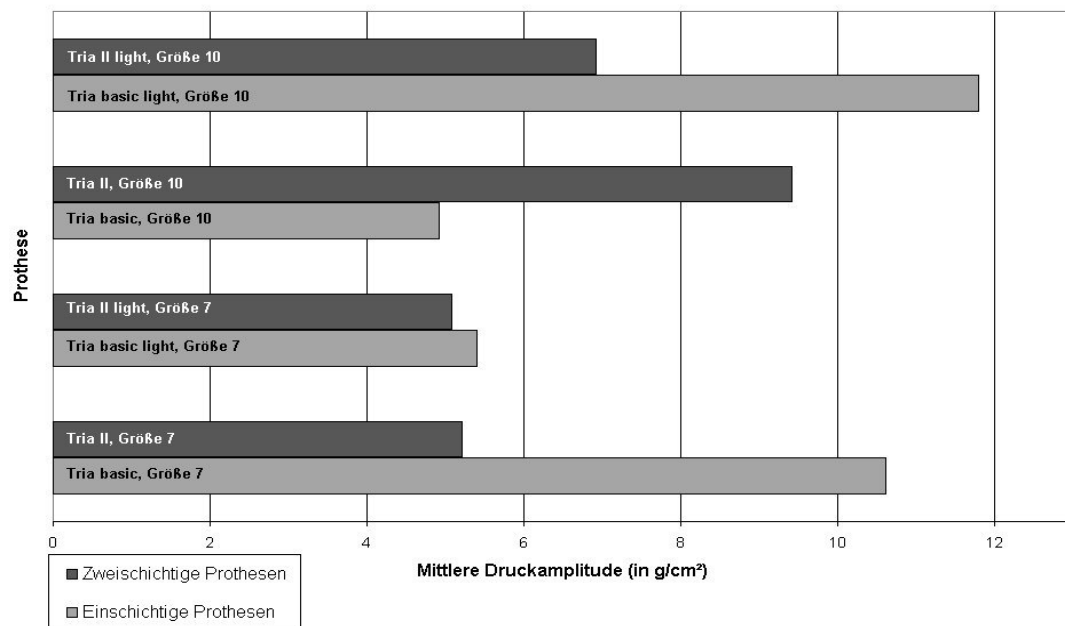


Abbildung 19: Vergleich einschichtiger mit zweischichtigen Prothesen in der Phase ‚Laufen‘

➤ **Tria II gegen Tria basic**

○ *Prothesengröße 7*

- Phase 2: Tria II ($\chi = 2,5$; $s = 1,4$; $N = 21$) und Tria basic ($\chi = 4,5$; $s = 1,9$; $N = 32$) $\rightarrow t = -3,86 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil für Tria II gegenüber Tria basic**
- Phase 3: Tria II ($\chi = 5,2$; $s = 2,1$; $N = 81$) und Tria basic ($\chi = 10,6$; $s = 7,4$; $N = 95$) $\rightarrow t = -6,30 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil für Tria II gegenüber Tria basic**

Prothesengröße 10

- Phase 2: Tria II ($\chi = 3,8$; $s = 1,9$; $N = 32$) und Tria basic ($\chi = 4,3$; $s = 1,3$; $N = 21$) $\rightarrow t = -1,07 \rightarrow$ nicht signifikant
- Phase 3: Tria II ($\chi = 9,4$; $s = 5,8$; $N = 201$) und Tria basic ($\chi = 4,9$; $s = 1,7$; $N = 92$) $\rightarrow t = 7,21 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria basic gegenüber Tria II**

➤ **Tria II light gegen Tria basic light**

○ *Prothesengröße 7*

- Phase 2: Tria II light ($\chi = 4,2$; $s = 1,7$; $N = 36$) und Tria basic light ($\chi = 3,5$; $s = 1,5$; $N = 41$) $\rightarrow t = 1,83 \rightarrow$ nicht signifikant
- Phase 3: Tria II light ($\chi = 5,1$; $s = 2,3$; $N = 148$) und Tria basic light ($\chi = 5,4$; $s = 2,4$; $N = 136$) $\rightarrow t = -1,13 \rightarrow$ nicht signifikant

- *Prothesengröße 10*
 - Phase 2: Tria II light ($\chi = 4,1$; $s = 1,9$; $N = 34$) und Tria basic light ($\chi = 5,6$; $s = 3,4$; $N = 40$) $\rightarrow t = -2,24 \rightarrow$ nicht signifikant
 - Phase 3: Tria II light ($\chi = 6,9$; $s = 6,3$; $N = 151$) und Tria basic light ($\chi = 11,8$; $s = 7,4$; $N = 172$) $\rightarrow t = -6,30 \rightarrow$ **signifikanter Vorteil von Tria II light gegenüber Tria basic light**

5 Diskussion

5.1 Darstellung der wesentlichen Ergebnisse

Der Verlust der Brust stellt für die Patientin einen schweren Eingriff in das Körperbild dar, der mit entsprechenden psychischen Reaktionen verbunden ist. Die Versorgung mit Epikutanprothetik stellt eine Alternative zur Wiederherstellung des verlorenen Organs dar. Aufgrund der Natur der meisten Prothesen leiten diese ihr gesamtes Gewicht über den BH ab. Daraus resultiert, dass sie bei einigen Frauen zu Problemen wie Schmerzen im Schulterbereich führen.

Da bisher keine Untersuchungen durchgeführt wurden, mit denen die Beschwerden von Patientinnen mit objektiviert werden konnten, wurde in diesem Pilotprojekt der Versuch unternommen, die Problematik der epikutanen Brustprothetik messtechnisch zu erfassen. Es können Zusammenhänge aufgezeigt werden, dass die Messungen der durchschnittlichen Druckamplituden reproduzierbar sind und so der Ansatz der Messung richtig war. Damit ergeben sich neue Untersuchungsmöglichkeiten.

Die Ergebnisse der einzelnen Vergleiche werden im Folgenden diskutiert.

5.1.1 Normal- im Vergleich zu Lightprothesen

Der positive Effekt der Gewichtsreduktion der Prothesen auf die durchschnittliche Druckamplitude konnte in fast allen Vergleichen gezeigt werden (einzige Ausnahme stellte der Vergleich der einschichtigen Prothese Tria basic mit dem entsprechenden gewichtsreduzierten Modell der Größe 10 dar). Im Übrigen lässt sich schließen, dass die Gewichtsreduktion der Prothesen die unter dem BH-Träger entstehenden Druckamplituden als ein Maß der Schulterbelastung deutlich reduzieren können.

5.1.2 Normal- im Vergleich zu Kontaktprothesen

Die Ergebnisse sprechen dafür, dass Kontaktprothesen, die auf der Brustwand haften, vor allem mit größeren Ausmaßen und damit höherem Gewicht im

Vergleich zu entsprechenden Normalprothesen ebenfalls zu einer Reduktion der durchschnittlichen Druckbelastung führen könnten. Dies war zwar nur in der Phase ‚Laufen‘ der Größe 10 signifikant ($p < 0.01$) nachzuweisen, in der übrigen Messung jedoch grenzwertig nicht signifikant oder zumindest gleichwertig.

5.1.3 Einschichtige im Vergleich zu zweischichtigen Prothesen

In diesem Vergleich sind die Ergebnisse nicht eindeutig. So stellt sich in beiden Phasen ein signifikanter Vorteil für die Prothesen Tria II der Größe 7 im Vergleich zu den Prothesen Tria basic der gleichen Größe dar, während die Prothese Tria basic Größe 10 der Prothese Tria II gleicher Größe bezüglich der durchschnittlichen Schulterbelastung überlegen ist. Daraus ist zu schließen, dass die Anzahl der Schichten keinen generell verallgemeinbaren Einfluss auf den Zielparameter hat.

5.2 Problematik der Messungen

Es hat sich beim Auswerten der Daten gezeigt, dass sich einige der Werte nicht so verhalten haben, wie es im Vorfeld angenommen wurde. Insbesondere ist der Verlauf der Gewichtsamplitudenkurve zwar in den meisten, allerdings nicht in allen Fällen ansteigend. Außerdem ist bei zwei untersuchten Prothesengrößen keine Aussage möglich, ob die Kurve linear verläuft oder gar einen anderen Verlauf (z. B. U-förmig) hat. Hier wäre es ratsam, die Messungen mit zusätzlichen Prothesengrößen und damit Messpunkten zu überprüfen, welchen Verlauf die Gewichtsamplitudenkurve tatsächlich hat.

Ein weiterer Punkt betrifft den Basaldruck. Ein entscheidender Parameter für die Schulterbelastung und den damit verbundenen Problemen scheint die Kraft zu sein, mit welcher die BH-Träger an der Schulter ziehen (z. B. Chadbourne et al. 2001). Da diese Daten in der vorliegenden Studie nicht ausgewertet werden konnten, sollten sie auf eine andere Weise erhoben werden. Möglicherweise könnte der Ansatz von Miyatsuji et al. 2002, mit mehreren Drucksensoren zu arbeiten, weiterhelfen.

Zuletzt sollten in einer weiteren Versuchsreihe auch Aussagen über das Schwingungsverhalten gemacht werden können. Zu diesem Zweck könnte man dem Ansatz von Mason et al. 1999 folgen und mittels Kamera und Markierungen auf dem BH die Bewegung der Brüste bzw. der Prothesen computertechnisch erfassen und anschließend auswerten. Zu diesem Zweck sollten auch gesunde Frauen als Referenz untersucht werden. Letzteres würde auch zu einer besseren Relativierbarkeit der Druckkurven und Amplitudenkurven führen.

5.3 Bedeutung der Ergebnisse für Patientin und Klinik

Die Versorgung mit epikutaner Brustprothetik behält trotz der Möglichkeiten der brusterhaltenden Therapie und der Rekonstruktionschirurgie ihren Platz in der Brustkrebsnachsorge. Deshalb ist es wichtig, die betroffenen Patientinnen optimal zu beraten und ihnen die bestmögliche Prothese anzubieten. Die Entscheidung der Patientin für eine bestimmte Prothese ist von mehreren Faktoren abhängig, viele dieser Faktoren (z. B. Tragekomfort, Natürlichkeit) sind rein subjektiv. Die Ergebnisse dieser Studie ermöglichen eine Objektivierbarkeit bezüglich eines dieser Größen, nämlich die alternierende Druckbelastung am Schultergürtel, welche – neben Operationsfolgen der Axilladisektion und psychosomatischen Gründen – für Beschwerden wie Verspannungen sowie Rücken- und Nackenschmerzen verantwortlich gemacht wird.

Trotz des experimentellen Ansatzes, Männer statt betroffener Frauen zu testen, und verbesserungsfähiger Methodologie der Versuchsreihe ist herauszustellen, dass die Verwendung von Lightprothesen zu einer deutlichen Reduktion der Druckamplitudenkurve führt. Auch Kontaktprothesen, gerade größere und schwerere Modelle, haben einen positiven Einfluss auf diesen Parameter.

Angeichts dieser Erkenntnis ist es möglich, interessierte Patientinnen zu beraten und ihnen zusätzliche Informationen zu geben.

Andere Faktoren, die Patientinnen in die Bewertung einfließen lassen, sind der Tragekomfort und die Akzeptanz der Prothese als einen Teil des eigenen Körpers. Hierbei konnte nachgewiesen werden, dass Kontaktprothesen den

herkömmlichen Prothesen deutlich überlegen sind (Münstedt et al. 1998; Thijsboer et al. 2001). In Synopsis diverser Arbeiten im Zusammenhang mit den Ergebnissen dieser Studie kann betroffenen Frauen die Empfehlung zu gewichtsreduzierten Kontaktprothesen gegeben werden. Sie stellen aus derzeitiger Sicht die optimale Versorgung insbesondere bei großen Brüsten dar.

6 Literaturverzeichnis

Aaronson NK, Bartelink H, van Dongen JA, van Dam FSAM: Evaluation of breast conserving therapy: clinical, methodological and psychosocial perspectives. Eur J Surg Oncol 1988;14: 133–140

Andersen BL, Jochimsen PR: Sexual functioning among breast cancer, gynecologic cancer, and healthy women. J Consult Clin Psychol 1985;1: 25–32

Asplund O: Capsular contracture in silicone gel and saline-filled breast implantats after reconstruction. Plast Reconstr Surg 1984;14: 549

Atwood D, Bates R, Beckman JS, Bise RN, Franz PF, Goodman RC, Lehmborg RW, McCutcheon FB, Moffet TR, Pope NA, Pullman NK, Shewmake KB, Still EF, Stuckey JG, Talbert GE, Walley LR, Yuen JC: The silicone gel breast implant controversy: Current status and clinical implications. J Ark Med Soc 1994;9: 427–434

August DA, Wilkins E, Rea T, Arbor A: Breast reconstruction in older women. Surgery 1994;6: 662–668

Bahnson CB: Trennungs- und Verlusterlebnisse bei Frauen mit Mastektomie. Psychother Med Psychol (Stuttg) 1986;36: 25–31

Bauerfeind I, v. Bismarck F, Eiermann W, Harbeck N, v. Koch F, Kuchenbauer F, Lebeau A, Raab G, Rutke S, Salat C, Untch M: Primär Systemische Therapie. In: Manual Mammakarzinome, 9. Auflage, hg: W. Zuckschwerdt Verlag München, 2003

Bentley GR: The evolution of the human breast. Am J Phys Anthropol Supp. 2001;32: 38

Bieringer S, Schombert P, Wünschmann B: Bundesinnungsverband für Orthopädie-Technik (BIV): Brustprothesen – Aufbau und Funktion, Informationsbroschüre, 2002

Birtchnell S, Whitfield P, Lacey JH: Motivational factors in women requesting augmentation and reduction mammoplasty. *J Psychosom Res* 1990;5: 509–513

Black W, Pilowsky L, Gill PG: Patient-related factors influence treatment choice in operable breast cancer. *Breast* 1995;4: 196–199

Blichert-Toft M: Breast-conserving therapy for mammary carcinoma: Psychosocial aspects, indications and limitations. *Ann Med* 1992;24: 445–451

Bloom JR, Cook M, Fotopoulis S, Flamer D, Gates C, Bent P, Holland JC, Muenz LR, Murawski B, Pennman D, Ross RD: Psychological response to mastectomy. *Cancer* 1987;59: 189–196

Bostwick J: Breast reconstruction following mastectomy. *CA Cancer J Clin* 1995;45: 289–304

Brooks-Gunn J, Warren MP: The psychological significance of secondary sexual characteristics in nine- to eleven-year-old girls. *Child Dev* 1988;59: 1061–1069

Chadbourne EB, Zhang S, Gordon MJ, Ro EY, Ross SD, Schnur PL; Scheider-Redden PR: Clinical outcomes in reduction mammoplasty: A systematic review and meta-analysis of published studies. *Mayo Clin Proc* 2001;5: 503–510

Cook RR, Bowlin SJ, Curtis JM, Hosgaw SJ, Klein PJ, Perkins LL, Austad ED: Silicone gel breast implants rupture rates: Research issues. *Ann Plast Surg* 2002;1: 92–101

Cotlar AM, Dubose JJ, Rose DM: History of surgery for breast cancer: Radical to the sublime. *Curr Surg* 2003;3: 329–337

d'Angelo TM, Gorrell CR: Breast reconstruction using tissue expanders. *Oncol Nurs Forum* 1989;1: 23–27

Duncker HR: Evolutionsbiologische Neubewertung der stammesgeschichtlichen Entwicklung des Menschen und seiner Ontogenese. Sitzungsberichte der Wissenschaftlichen Gesellschaft Frankfurt a. M. 1998;5: 202–327

Duncker HR: Die Kulturfähigkeit des Menschen. Spiegel der Forschung, Wissenschaftsmagazin der Justus-Liebig-Universität Gießen 2002;2: 22–39

Ebeling KS: Geschlechterstudien in den Naturwissenschaften. Schweizerische Ärztezeitung 2004;28: 1497–1502

Eiermann W, Bauerfeind I, Baumeister RGH, de Waal JC, Füger T, Funke I, Gabka C, Höß C, Lebeau A, Plattner B, Raab G, Untch M: Operative Therapie des primären Mammakarzinoms. In: Manual Mammakarzinome, W. Zuckschwerdt Verlag München, 9. Auflage, 2003

Engel J, Hölzel D, Kerr J, Schubert-Fritschle, G: Epidemiologie. In: Manual Mammakarzinome, W. Zuckschwerdt Verlag München, 9. Auflage, 2003

Evans GRD, Schusterman MA, Kroll SS, Miller MJ, Reece GP, Robb GL, Ainslie N: Reconstruction and radiated breast: Is there a role for implants. Plast Reconstr Surg 1995;5: 1111–1115

Fischer F: Der evolutionäre Sinn des Busens, Online-Publikation, www2.t-online.ch/c/10/60/42/1060428.html, Stand: 24.10.2004

Fontaine F: Prothese Auto-Adherente Discrene. Institut Gustave Roussy (Villejuif), 1990

Gabriel SE, O'Fallon WM, Kurland LT, Beard CM, Woods JE, Melton LJ: Risk of connective-tissue diseases and other disorders after breast implantation. N Engl J Med 1994;24: 1697–1702

George CA: Mammakarzinom: Brusterhaltende Therapie und kosmetisches Resultat. Schweiz Rundsch Med Prax 1989;22: 638–642

- Geyer S: Life events prior to manifestation of breast cancer: A limited prospective study covering eight years before diagnosis. *J Psychosom Res* 1991;2/3: 355–363
- Granetzny A, Peek U, Komin R: Chirurgische und adjuvante Therapie des Mammakarzinoms. *Zentralbl Chir* 1991;19: 1111–1123
- Gylbert L, Asplund O, Jurell G: Capsular contracture after breast reconstruction with silicone and saline-filled implants - 6 year follow-up. *Plast Reconstr Surg* 1990;85: 373
- Healey IR: External breast prostheses: Misinformation and false beliefs. *MedGenMed* 2003;3: 36
- Hofmann A: Säugetiere. Artikel in: Microsoft Encarta Enzyklopädie Professional 2004
- Holley DT, Toursarkissian B, Váscenez H, Wells MD, Kenady DE, Sloan DA, McGrath PC: The ramifications of immediate reconstruction in the management of breast cancer. *Am Surg* 1995;1: 60–65
- Huber J: Östrogen – Hormon der Schönheit IV; Online-Publikation, www.drhuber.at/kosmetik/hormone/oestrogen/4.html, Stand: 20.10.2004
- Hudson DA: Submuscle saline breast augmentation: Are we making sense in the new millenium? *Aesthetic Plast Surg* 2002;4: 287–290
- Hussain M, Baumeister RGH: Physikalisch-therapeutische Maßnahmen nach Brustkrebsoperation inklusive Behandlung von Lymphödemen. In: *Manual Mammakarzinome*, W. Zuckschwerdt Verlag München, 9. Auflage, 2003
- Jonat W: Gut- und bösartige Neubildungen der Mamma. In: *Gynäkologie und Geburtshilfe*, Springer Verlag Berlin-Heidelberg; 1. Auflage, 2000
- Jozwik M, Rouanet P, Sobierajski J, Pujol H: Immediate breast reconstruction revised. *Ann Chir Gynaecol* 1995;84: 11–16

Keeton S, McAloon L: The supply and fitting of a temporary breast prosthesis. Nurs Stand 2002;41: 43–46

Köchli OS: Entwicklung der minimal-invasiven Mammachirurgie – Übersicht und eigene Erfahrungen. Gynäkologisch-geburtshilfliche Rundschau 2000;40: 3–12

Korvenoja ML, Smitten K, Asko-Seljavaara S: Problems in wearing external prosthesis after mastectomy and patient's desire for breast reconstruction. Ann Chir Gynaecol 1998;7: 34–34

Kroll SS, Coffey JA, Winn RJ, Schustermann MA: A comparison of factors affecting aesthetic outcomes of TRAM flap breast reconstructions. Plast Reconstr Surg 1995;4: 840–864

Kroman N, Holtveg H, Wohlfahrt J, Jensen MB, Mouridsen HT, Blichert-Toft M, Melbye M: Effect of breast-conserving therapy versus radical mastectomy on prognosis for young women with breast carcinoma. Cancer 2004;4: 688–693

Kubista E: Ablative versus konservative Therapie des Mammakarzinoms. Therapeutische Rundschau 1989;12: 905–911

Lee Y-A, Kikufuji N, Tokura H: Field studies of inhibitory influence of skin pressure exerted by a body compensatory brassiere on the amount of feces. J Physiol Anthropol Appl Human Sci 2000;4: 191–194

Ludwig M, Pfisterer J, Vollersen E: Funktionelle Anatomie der weiblichen Genitalorgane. In: Gynäkologie und Geburtshilfe, Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 1. Auflage, 2000

Mason BR, Page KA, Fallon K: An analysis of movement and discomfort of the female breast during exercise and the effects of breast support in three cases. J Sci Med Sport 1999;2: 134–144

Miyatsuji A, Matsumoto T, Mitarai S, Kotabe T, Takeshima T, Watanuki S: Effects of clothing pressure caused by different types of brassieres on

autonomic nervous system activity evaluated by heart rate variability power spectral analysis. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2002;1: 67–74

Morris T, Greer HS, White P: Psychological and social adjustment to mastectomy. *Cancer* 1977;5: 2381–2387

Muti E, Triacca L, Varetto H, Balocco P, Nicoli D: Modifications in the psychological and behavioural structure of women after mastectomy. *Eur J Gynaecol Oncol.* 1992;2: 177–182

Münstedt K, Schüttler B, Milch W, Sachsse S, Zygmunt M, Kullmer U, Vahrson H: Epicutaneous breast forms. A new system promises to improve body image after mastectomy. *Support Care Cancer* 1998;6: 295–299

Münstedt K, Milch W, Reimer C: Breast forms after mastectomy--patient's issues. *Support Care Cancer* 1995;3: 428–31

Münstedt K, Milch W, Reimer C: Epicutaneous breast prosthesis after breast ablation. *Geburtshilfe Frauenheilkd* 1996;56: 8–12

Neises M, Strittmatter HJ: Does reconstructive breast surgery and breast-conserving therapie improve the quality of life? *Onkologie* 1997;20: 118–121

Neuhaus W, Nasse S, Kusche M: Ist die Sofortrekonstruktion der Mamma hilfreich? *Sexualmedizin* 1991;10: 492–498

Newman LA, Kuerer HM, McNeese MD, Hunt KK, Gurtner GC, Vlastos GS, Robb G, Singletary SE: Reduction mammoplasty improves breast conservation therapie in patients with macromastia. *Am J Surg* 2001;3: 215–220

Omne-Pontén M, Holmberg L, Burns T, Adami HO, Bergström R: Determinants of the psycho-social outcome after operation for breast cancer. Results of a prospective comparative interview study following mastectomy and breast conservation. *Eur J Cancer* 1992;6/7: 1062–1067

Paepke S, de Waal JC, Georges B, Heywang-Köbrunner S, Kiechlse M, Untch M: Mammakarzinom-Prävention. In: Manual Mammakarzinome, W. Zuckschwerdt Verlag München; 9. Auflage, 2003

Page KA, Steele JR: Breast motion and sports brassiere design. Sports med 1999;4, 205–211

Perrez M, Wittig R, Tschopp C: Stimmung und Körperbefinden von Frauen nach der Mammakarzinomoperation. Psychotherapie, Psychosomatik und medizinische Psychologie 1991;41: 6–10

Reaby LL, Hort LK: Postmastectomy attitudes in women who wear external breast prostheses compared to those who have undergone breast reconstructions. J Behav Med 1995;1: 55–67

Roberts S, Livingston P, White V, Gibbs A: External breast prosthesis use: Experiences and views of women with breast cancer, breast care nurses, and prosthesis fitters. Cancer Nurs 2003;3: 179–186

Sanger CK, Reznikoff M: A comparison of the psychological effects of breast-saving procedures with the modified radical mastectomy. Cancer 1981;10: 2341–2346

Schain WS, Wellisch DK, Pasnau RO, Ladsverk J: The sooner the better: A study of psychological factors in women undergoing immediate versus delayed breast reconstruction. Am J Psychiatry 1985;1: 40–46

Schain WS, Fetting JH: Modified radical mastectomy versus breast conservation: Psychosocial considerations. Semin Oncol 1992;3: 239–243

van Smitten K: Breast reconstruction. Acta Oncol 1995;5: 685–688

Sood R, Mount DL, Coleman JJ, Ranieri J, Sauter S, Mathur P, Thurston B: Effects of reduction mammoplasty on pulmonary function and symptoms of macromastia. Plast Reconstr Surg 2003;2: 688–693

- Spicer J: Criteria for Breast Reconstruction Surgery: Another Viewpoint. *Ann Plast Surg* 1995;34: 660–668
- Spiegel D, Bloom JR, Kraemer HC, Gottheil E: Effect of psychosocial treatment on survival of patients with metastatic breast cancer. *Lancet* 1989;14: 888–891
- Steinberg MD, Juliano MA, Wise L: Psychological outcome of lumpectomy versus mastectomy in the treatment of breast cancer. *Am J Psychiatry* 1985;1: 34–39
- Thijs-Boer FM, Thijs JT, van de Wiel HB: Conventional or adhesive external breast prosthesis? A prospective study of the patient's preference after mastectomy. *Cancer Nurs* 2001;3: 227–230
- Valanis BG, Rumpler CH: Helping women to choose breast cancer treatment alternatives. *Cancer Nurs* 1985;3: 167–175
- Vásconez HC, Holley DT: Use of the tram and latissimus dorsi flaps in autogenous breast reconstruction. *Clin Plast Surg* 1995;1: 153–166
- Wapnir IL, Rabinowitz B, Greco R: A reappraisal of prophylactic mastectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1990;171: 171–184
- Ward S, Heidrich S, Wolberg W: Factors women take into account when deciding upon type of surgery for breast cancer. *Cancer Nurs* 1989;6: 344–351
- Wickman M: Breast reconstruction – Past achievements, current status and future goals. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1995;29: 80–100
- De Wilde R, Heßeling M, Hirschberg M, Mohr B, Strunk C: Psychosoziale Aspekte der beidseitigen subakuten Reduktionsmastektomie bei Mammakarzinom. *Zentralbl Gynakol* 1989;111: 604–608
- Wolberg WH, Romsaas EP, Tanner MA, Malec JF: Psychosexual Adaptation to Breast Cancer Surgery. *Cancer* 1989;63: 1645–1655

Wolff H, Winzer KJ.: Welche Operationsmethoden sind beim Mammakarzinom berechtigt. Zentralbl Chir 1989;144: 1–10

7 Zusammenfassung

Brustkrebs ist die häufigste Krebserkrankung bei Frauen. Nicht immer ist eine brusterhaltende Therapie möglich. Neben operativen Methoden der Brustrekonstruktion nach einer Mamma-Amputation besteht vor allem die Möglichkeit, die betroffenen Frauen vorübergehend oder dauerhaft mit epikutanen Brustprothesen zu versorgen. Jedoch klagen Patientinnen dann über Beschwerden wie Schulterschmerzen und Verspannungen. Diese werden auf die Gewichtsbelastung im Schultergürtel zurückgeführt. Daher werden heute auch gewichtsreduzierte Lightprothesen und Kontaktprothesen angeboten. Die Probleme der Schulterbelastung wurden bisher kaum untersucht und auf eine messtechnisch objektivierbare Basis gestellt.

In der vorliegenden Pilotstudie wurden verschiedene Prothesentypen und -größen an männlichen Probanden als quasi beidseitig abladierte Personen getestet. Die durch die Prothesen entstehenden Gewichtskräfte, die über die BH-Träger zur Schulter abgeleitet werden, wurden dort mittels eines elektronischen Drucksensors erfasst und ausgewertet. Als Zielparameter dienten dabei die entstehenden Druckamplituden, die durch das Schwingen der Prothesen an dieser Stelle erzeugt wurden.

Die Auswertung erfolgte paarweise zwischen zwei Prothesen, die bis auf das zu untersuchende Merkmal bezüglich des Materials möglichst gleichartig waren.

Dabei konnte zum einen gezeigt werden, dass gewichtsreduzierte Lightprothesen die entstehende mittlere Druckamplitude signifikant ($p < 0.01$) gegenüber dem normalgewichtigen Modell vermindern.

Bei Kontaktprothesen, also Prothesen, die durch einen Haftstreifen oder einer Haftfläche auf der Haut fixiert sind, konnte für schwere Prothesen ein signifikanter ($p < 0.01$) Vorteil gegenüber entsprechenden Normalprothesen gefunden werden. Außerdem fanden sich Anzeichen dafür, dass Kontaktprothesen einen Vorteil beim zügigen Laufen haben.

Gewichtsreduzierte Kontaktprothesen stellen derzeit die optimale Versorgung nach Ablatio mammae dar.

8 Summary

Breast cancer is the most frequent cause of cancer in women, whereby breast removal can not always be avoided in its treatment. Besides operative methods of breast reconstruction after breast amputation, there is the possibility to further treat the affected women either transitionally or permanently using epicutaneous breast prostheses. The use of prostheses however can result in discomfort for the patients through pains in the shoulder and muscle hardening. It can be assumed that this is caused by pressure on the shoulder due to the weight of the prostheses. In response, weight reduced light prostheses and contact prostheses are currently available. Until now however there has been little research to gauge their effects in a quantifiable way.

In this pilot study varying types and sizes of prostheses were tested on male experimenters, quasi as if they were women amputated on both sides. The pressures caused by the prostheses and dissipated via the straps of the brassiere were measured by electronic pressure sensors and evaluated. The parameter under investigation was the pressure amplitudes caused by the oscillation of the prostheses.

The tests were performed by comparing two different prostheses at a time, each of which had similar characteristics other than the examined parameter.

It was shown that the weight reduced prostheses significantly decreased the resulting average pressure amplitude ($p < 0.01$) compared to normal weight prostheses.

Further, it was shown that heavy contact prostheses which are fixed on the chest via an adherence strip or surface have a significant advantage ($p < 0.01$) compared to normal prostheses of the same size. Also, some evidence was found that contact prostheses could have advantages during physical exercise e.g. running.

Currently, weight reduced contact prostheses present optimal treatment after breast amputation.

9 Anhang

9.1 Statistische Kennwerte der Rohdaten

		Amplitude					Baseline									
Messung	Seite	Phase	MW	STABW	N	Min	Max	MW	STABW	N	Min	Max	Freq.	Gewicht	Größe	Prothese
1	links	1	3,98	2,15	31	1,05	9,49	52,67	2,55	32	46,23	57,81	2,00	456	7	Tria II
		2	4,24	2,60	34	0,64	8,92	54,86	3,14	35	47,52	61,59	1,75			
		3	7,57	3,24	69	1,29	15,20	49,77	5,30	70	39,48	59,26	1,40			
	rechts	1	3,68	1,22	24	1,05	5,63	47,53	2,23	25	43,82	51,62	1,56			
		2	3,60	1,54	42	0,48	7,16	48,91	2,42	43	43,50	53,71	2,15			
		3	7,63	3,26	120	1,29	16,64	43,61	4,80	121	34,17	16,64	2,42			
	beide	1	3,83	1,80	55	1,05	9,49	50,10	3,52	57	43,82	57,81	1,78			
		2	3,92	2,09	76	0,48	8,92	51,89	4,05	78	43,50	61,59	1,95			
		3	7,60	3,25	189	1,29	16,64	46,69	5,80	191	34,17	59,26	1,91			
2	links	1	6,20	3,64	20	1,33	12,54	57,61	4,13	21	50,83	64,51	1,31	448	7	Tria basic
		2	6,85	2,38	26	1,62	11,40	62,12	4,09	27	56,15	68,50	1,35			
		3	8,40	2,67	70	1,81	14,92	49,34	4,67	71	39,90	56,82	1,42			
	rechts	1	5,60	2,47	22	2,28	10,26	48,11	3,67	22	42,66	53,68	1,38			
		2	4,57	1,83	28	1,05	7,51	50,54	2,87	28	43,71	54,63	1,40			
		3	9,12	4,55	100	0,10	19,76	43,31	5,82	101	35,25	56,06	2,02			
	beide	1	5,90	3,04	42	1,33	12,54	52,86	5,92	43	42,66	64,51	1,34			
		2	4,57	1,83	28	1,05	11,40	56,33	6,81	55	43,71	68,50	1,38			
		3	8,76	3,89	170	0,10	19,76	46,33	6,13	172	35,25	56,82	1,72			
3	links	1	3,40	1,33	17	1,02	5,04	46,71	2,18	18	43,15	50,39	1,13	309	7	Tria basic light
		2	3,82	1,69	19	1,57	9,06	45,22	2,68	20	39,76	49,45	1,00			
		3	4,77	1,98	68	0,08	10,31	43,32	2,82	69	38,90	50,87	1,38			
	rechts	1	3,53	0,85	17	2,52	5,28	43,70	2,05	18	40,24	46,46	1,13			
		2	3,28	1,41	22	1,02	6,77	44,21	2,14	20	39,76	49,45	1,15			
		3	6,03	2,67	68	0,71	12,20	43,98	3,56	69	37,32	51,42	1,38			
	beide	1	3,46	1,10	34	1,02	5,28	45,20	2,59	36	40,24	50,39	1,13			
		2	3,55	1,55	41	1,02	9,06	44,72	2,43	40	39,76	49,45	1,08			
		3	5,40	2,43	136	0,08	12,20	43,65	3,22	138	37,32	51,42	1,38			

Anhang: Statistische Kennwerte der Rohdaten

4	links	1	2,28	1,49	9	0,67	5,33	41,22	1,79	10	39,28	45,02	0,63	490	7	Tria contact
		2	4,45	1,85	22	1,58	9,15	41,99	2,90	23	36,95	48,18	1,15			
		3	6,61	2,78	65	1,08	13,48	42,80	3,80	66	37,12	51,60	1,32			
	rechts	1	1,88	1,16	16	0,50	4,33	46,13	1,29	17	43,86	49,35	1,06			
		2	4,50	2,67	35	0,17	9,65	47,70	3,23	36	42,36	53,09	1,80			
		3	6,73	3,02	96	0,25	15,81	48,53	4,05	97	40,86	59,17	1,94			
	beide	1	2,08	1,28	25	0,50	5,33	43,67	2,82	27	39,28	49,35	0,84			
		2	4,47	2,37	57	0,17	9,65	44,85	4,17	59	36,95	53,09	1,48			
		3	6,67	2,92	161	0,25	15,81	45,66	4,84	163	37,12	59,17	1,63			
5	links	1	3,66	1,82	24	0,95	7,46	42,26	2,46	25	38,12	47,93	1,56	346	7	Tria II light
		2	4,75	1,61	21	1,54	7,32	41,36	2,75	22	37,17	46,10	1,10			
		3	5,14	2,32	63	0,07	11,63	43,50	5,01	64	36,37	53,56	1,28			
	rechts	1	2,95	1,52	18	0,07	5,27	39,21	2,48	19	34,61	43,39	1,19			
		2	3,73	1,75	15	0,07	6,66	41,56	2,59	16	37,02	46,10	0,80			
		3	5,03	2,25	85	0,07	11,63	37,55	3,11	85	31,76	45,07	1,72			
	beide	1	3,31	1,72	42	0,07	7,46	40,74	2,88	44	34,61	47,93	1,38			
		2	4,24	1,72	36	0,07	7,32	41,46	2,65	38	37,02	46,10	0,95			
		3	5,08	2,28	148	0,07	11,63	40,52	4,99	149	31,76	53,56	1,50			
6	links	1	2,75	1,10	13	0,97	4,86	38,93	2,10	14	34,64	41,97	0,88	456	7	Tria II
		2	4,04	0,78	18	2,99	5,46	40,72	2,38	19	36,81	44,06	0,95			
		3	8,29	2,01	60	4,49	12,72	38,38	4,59	61	31,95	46,83	1,22			
	rechts	1	3,88	2,14	14	1,05	8,83	37,97	2,55	15	35,31	44,36	0,94	346	7	Tria II light
		2	3,74	1,42	28	1,65	7,18	39,66	2,26	29	35,24	44,66	1,45			
		3	5,32	2,61	73	0,15	12,79	37,08	3,49	74	30,67	47,81	1,48			
7	links	1	2,19	0,99	10	1,16	4,14	33,75	1,32	11	31,04	4,14	0,69	456	7	Tria II
		2	2,54	1,37	21	0,96	6,55	34,29	1,62	22	31,61	38,17	1,10			
		3	5,22	2,12	81	1,25	10,89	35,74	3,36	82	29,20	44,24	1,64			
	rechts	1	5,16	2,81	24	0,58	12,05	39,95	3,62	25	34,41	46,65	1,56	448	7	Tria basic
		2	4,46	1,94	32	0,67	7,90	38,96	2,87	33	34,41	44,63	1,65			
		3	10,62	7,42	95	0,19	36,92	39,04	8,27	96	29,40	68,05	1,92			
8	links	1	2,80	1,43	23	1,15	5,76	38,72	1,91	24	34,04	41,99	1,50	456	7	Tria II
		2	3,09	2,04	24	0,79	9,16	38,77	2,30	25	32,40	42,42	1,25			

Anhang: Statistische Kennwerte der Rohdaten

	3	5,70	2,72	80	0,30	13,11	34,36	3,52	81	28,22	43,08	1,62	490	7	Tria contact
	1	3,25	1,34	22	1,70	6,49	37,39	2,11	23	33,98	41,69	1,44			
	rechts 2	3,58	1,76	29	0,49	7,22	39,28	3,17	30	33,31	43,75	1,50			
	3	5,20	2,51	85	0,55	12,01	35,48	3,24	86	28,94	42,72	1,72			
9	links 1	4,94	2,29	18	1,60	9,34	39,67	4,06	19	33,48	46,25	1,19	372	7	Tria contact light
	2	3,01	1,54	26	0,06	6,63	35,75	1,94	27	30,96	39,13	1,35			
	3	5,08	3,16	96	0,74	14,62	33,81	3,52	97	27,33	44,35	1,94			
	rechts 1	6,08	2,14	19	0,80	8,85	37,96	3,38	20	32,80	42,20	1,25	456	7	Tria II
	2	3,56	2,04	29	0,55	10,26	34,87	2,31	30	30,71	40,97	1,50			
	3	5,53	2,42	75	0,68	11,79	37,48	3,55	76	31,88	45,33	1,52			
12	links 1	3,06	1,26	25	0,78	6,88	41,28	2,07	26	37,43	45,09	1,63	732	10	Tria II
	2	2,03	1,27	27	0,48	5,04	43,59	1,44	28	41,02	46,93	1,40			
	3	9,13	6,83	93	0,10	34,72	37,52	6,82	94	28,12	66,72	1,88			
	rechts 1	5,03	2,24	20	1,65	9,79	48,90	3,30	21	41,60	53,24	1,31			
	2	3,79	1,90	32	1,26	7,47	49,80	2,67	33	44,51	54,69	1,65			
	3	9,70	4,87	108	1,26	24,24	39,81	6,32	109	30,25	56,53	2,18			
	beide 1	3,06	1,26	25	0,78	9,79	45,09	4,66	47	37,43	53,24	1,47			
	2	3,79	1,90	32	0,48	7,47	46,69	3,80	61	41,02	54,69	1,53			
	3	9,42	5,85	201	0,10	34,72	38,67	6,64	203	28,12	66,72	2,03			
13	links 1	4,41	1,99	22	2,05	8,78	42,10	3,11	23	37,27	49,56	1,44	710	10	Tria basic
	2	5,76	3,28	30	1,17	18,05	44,69	4,61	31	34,34	52,39	1,55			
	3	10,83	5,41	73	1,17	22,93	36,28	6,61	74	27,12	52,88	1,48			
	rechts 1	3,77	2,25	18	1,46	9,17	45,10	2,63	19	38,05	49,56	1,19			
	2	4,27	3,04	18	0,68	11,71	46,98	3,09	19	40,20	51,90	0,95			
	3	4,93	1,81	90	1,37	9,27	36,20	2,86	91	31,12	42,05	1,82			
	beide 1	4,09	2,10	40	1,46	9,17	43,60	3,24	42	37,27	49,56	1,31			
	2	5,01	3,79	48	0,68	18,05	45,83	4,68	50	34,34	52,39	1,25			
	3	4,93	1,81	90	1,17	22,93	36,24	4,89	165	27,12	52,88	1,65			
14	links 1	5,22	3,18	10	1,78	10,53	37,41	3,52	11	31,15	41,68	0,69	511	10	Tria basic light
	2	7,52	3,83	16	1,41	12,98	39,36	4,35	17	32,11	45,09	0,85			
	3	11,42	8,53	77	0,67	40,72	32,93	8,88	78	0,00	53,25	1,56			
	rechts 1	4,50	2,52	18	1,11	8,90	44,41	2,88	19	39,16	49,77	1,19			

Anhang: Statistische Kennwerte der Rohdaten

		2	3,60	1,98	24	0,59	8,90	45,72	2,35	25	41,24	50,14	1,25				
		3	12,17	6,35	95	0,15	24,25	42,89	7,60	96	30,26	56,51	1,92				
		beide	1	4,86	2,74	28	1,11	10,53	40,91	4,60	30	31,15	49,77				0,94
			2	5,56	3,43	40	0,59	12,98	42,54	4,54	42	32,11	50,14				1,05
			3	11,80	7,39	172	0,15	40,72	37,91	9,57	174	0,00	56,51				1,74
15	links	1	5,00	2,43	20	1,53	8,92	41,75	3,30	20	36,61	47,06	1,25	751	10	Tria contact	
		2	5,60	2,64	26	1,68	10,16	42,70	3,48	27	37,27	48,01	1,35				
		3	7,51	3,36	89	0,95	19,00	35,53	4,64	90	28,87	50,57	1,80				
	rechts	1	6,08	2,41	13	2,48	9,57	38,33	3,48	14	34,13	43,70	0,88				
		2	2,84	0,96	14	1,10	4,46	39,03	1,76	15	35,81	41,51	0,75				
		3	7,79	3,52	80	0,95	14,54	38,52	4,70	81	30,99	47,06	1,62				
	beide	1	5,54	2,45	33	1,53	9,57	40,04	3,74	34	34,13	47,06	1,06				
		2	2,84	0,96	14	1,10	10,16	40,86	3,45	42	35,81	48,01	1,05				
		3	7,65	3,43	169	0,95	19,00	37,03	4,89	171	28,87	50,57	1,71				
16	links	1	4,02	1,67	13	1,39	6,01	32,37	2,32	14	28,46	35,50	0,88	552	10	Tria II light	
		2	3,91	1,55	11	2,20	7,33	31,64	2,22	12	28,53	35,87	0,60				
		3	9,51	8,53	67	2,49	39,76	31,13	7,78	68	0,00	39,90	1,36				
	rechts	1	4,99	1,98	15	2,49	9,61	44,94	3,02	16	40,20	49,80	1,00				
		2	4,22	2,04	23	1,10	8,88	44,73	2,75	24	40,34	49,51	1,20				
		3	4,32	1,64	84	0,95	8,66	37,12	2,51	85	32,42	42,47	1,70				
	beide	1	4,50	1,87	28	1,39	9,61	38,65	6,91	30	28,46	49,80	0,94				
		2	4,06	1,88	34	1,10	8,88	38,19	6,76	36	28,53	49,51	0,90				
		3	6,92	6,34	151	0,95	39,76	34,12	6,25	153	0,00	42,47	1,53				
17	links	1	3,29	1,41	20	1,47	6,39	34,10	2,02	21	30,70	38,41	1,31	732	10	Tria II	
		2	4,22	1,86	20	1,62	8,52	34,23	2,60	21	30,48	40,98	1,05				
		3	14,22	11,29	72	2,79	38,63	29,68	11,05	73	0,15	52,66	1,46				
	rechts	1	3,68	1,90	17	1,25	8,15	44,66	2,27	18	41,35	49,79	1,13	552	10	Tria II light	
		2	2,65	1,08	25	0,88	4,99	43,61	1,91	26	40,47	47,15	1,30				
		3	5,67	2,26	87	0,95	12,19	38,36	3,30	86	32,53	46,71	1,76				
18	links	1	12,99	12,30	14	2,22	42,10	39,19	11,53	15	27,53	73,58	0,94	732	10	Tria II	
		2	7,07	2,73	14	3,46	10,86	37,05	4,47	15	31,23	43,58	0,75				
		3	21,00	10,45	83	3,70	53,58	55,49	13,42	84	35,56	90,99	1,68				

Anhang: Statistische Kennwerte der Rohdaten

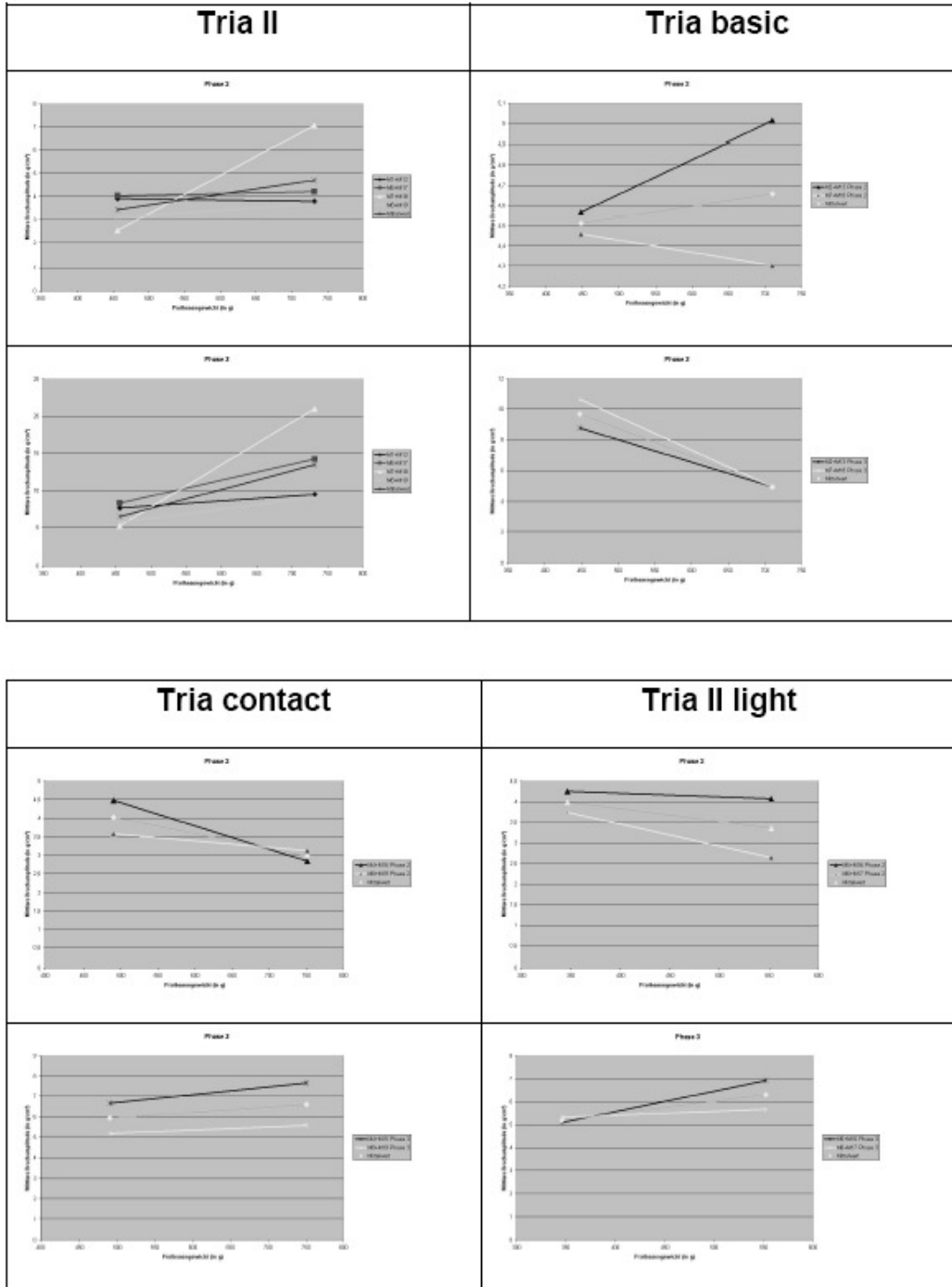
	rechts	1	3,33	1,36	14	1,23	5,80	42,40	2,03	15	39,51	45,68	0,94	710	10	Tria basic
		2	4,30	1,32	21	2,35	6,67	47,01	2,57	22	43,46	50,86	1,10			
		3	4,92	1,71	92	1,23	8,64	38,21	2,78	93	33,33	43,95	1,86			
19	links	1	2,95	1,41	18	1,37	6,86	39,22	2,91	19	33,73	43,73	1,19	732	10	Tria II
		2	3,70	1,70	25	1,18	6,96	37,68	2,82	26	30,88	42,35	1,30			
		3	9,04	7,42	93	0,88	36,76	34,62	7,13	94	0,49	59,71	1,88			
	rechts	1	1,81	0,91	23	0,00	3,43	44,00	1,57	23	41,27	46,57	1,50	751	10	Tria contact
		2	3,12	1,50	18	0,98	6,08	43,19	2,37	19	38,53	47,94	0,95			
		3	5,58	2,26	67	0,20	10,78	38,15	3,24	68	33,14	44,61	1,36			
20	links	1	Messung nicht verwertbar											585	10	Tria contact light
		2														
		3														
	rechts	1	Messung nicht verwertbar											732	10	Tria II
		2														
		3														

Eine Seite ignoriert

Signifikanter Unterschied

Zu den Markierungen siehe Abschnitt „Vergleich der rechten und linken Messreihen in M1–M5 sowie M12–M16“ im Kapitel 3.10.1 „Methoden und Materialien“.

9.2 Qualität der Messungen



Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. med. Karsten Münstedt, Oberarzt am Zentrum für Frauenheilkunde und Geburtshilfe des Klinikums der Justus-Liebig-Universität Gießen, für die Überlassung dieses Themas und die großartige Unterstützung während meiner Arbeit.

Danken möchte ich auch der Firma Amoena GmbH, Raubling, namentlich Herrn Wild, Herrn Reitmaier und Herrn Moser, für die Hilfestellungen.

Ein weiterer Dank geht an die Firma CMV Hoven GmbH, namentlich an Herrn Taj und Herrn Hansen, für die Hilfe beim Datentransfer.

Zu guter Letzt danke ich auch meinen Eltern, meiner Schwester und meinem Bruder für die Geduld und moralische Unterstützung, die sie für mich während des Schreibens aufgebracht haben.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Dimde

Vorname: Klaus Jörgen

Geboren: 15.09.1974

Geburtsort: Biberach a. d. Riss

Familienstand: ledig

Staatsbürgerschaft: deutsch

Schulbildung

1980–1983	Albert-Schweizer-Grundschule, Okriftel
1983–1985	Mauritius-Grundschule, Nordkirchen
1985–1994	Gymnasium Canisianum, Lüdinghausen

Hochschulausbildung

1995-2003	Studium der Humanmedizin an der Justus-Liebig-Universität Gießen
1998	Ärztliche Vorprüfung
2000	1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
2003	2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
2004	3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung

Praktisches Jahr

2003–2004	- Universität Gießen (Innere Medizin)
	- Universität Gießen (Chirurgie)
	- Universität Gießen (Gynäkologie und Geburtshilfe)

Erklärung

Ich erkläre:

Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Olfen, den 15.11.2004