

Aus der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und
Wiederherstellungschirurgie
der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. R. H. Meffert

**„Freie Perforatorlappenplastiken zur Defektdeckung von
Extremitätenverletzungen“**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Mathias Sperlich

aus Freiburg im Breisgau

Würzburg, Juni 2011

Referent: Prof. Dr. Rainer Meffert
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Martin Langer
Dekan: Prof. Dr. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung :

Der Promovend ist Zahnarzt

Meinen Eltern Michael und Gabriele

Meinen Großeltern Kurt und Anneliese Sperlich
Hilda Brucker

I	Tabellenverzeichnis	
II	Abbildungsverzeichnis	
III	Diagramme	
IV	Abkürzungsverzeichnis	
1	Einleitung	1
1.1	Geschichte der Lappenplastik	3
1.2	Geschichte der Perforatorlappen	7
1.2.1	Geschichte des ALT-Flap	8
1.2.2	Geschichte des Radial Forearm Flap	9
1.2.3	Geschichte des Lateral Arm Flap	9
1.3	Indikation zur freien Perforatorlappenplastik	11
1.3.1	Definition der Perforatorlappenplastik	11
1.3.2	Klassifikationen der Weichteilverletzung	13
1.3.3	Pathophysiologie der Weichteilverletzung	17
1.4	Anatomie und Operationstechniken	20
1.4.1	ALT-Flap	20
1.4.2	Lateral Arm Flap	25
1.4.3	Radial Forearm Flap	29
1.5	Entscheidungsprozess zw. ALT-Flap, Lateral Arm Flap und Radial Forearm Flap	34
2	Material und Methode	37
2.1	Studienablauf	37
2.2	Material	38
2.2.1	Eigene Patienten mit freier Perforatorlappenplastiken	38
2.3	Methode	44
2.3.1	AIS-Score	44

2.3.2	SF-36 Health Survey	44
2.3.3	Bewertung der Defektdeckung	48
2.3.4	Bewertung der Entnahmestelle	49
2.4	Statistik	50
3	Ergebnisse	51
3.1	Ergebnisse Auswertung der elektronischen Krankengeschichte	51
3.2	Ergebnisse der postoperativen wissenschaftlichen Untersuchung	54
3.2.1	Defekt	54
3.2.2	Entnahmestelle	56
3.3	Ergebnisse der Auswertung des SF-36 Health Survey	57
4	Diskussion	61
4.1	Anatomische Verhältnisse in der Entnahmeregion und Präoperative Diagnostik	61
4.2	Indikation zur Auswahl des Lappentypus	64
4.3	Postoperative Komplikationen	65
4.4	Patientenzufriedenheit – Einschränkungen, Schwierigkeiten, Komplikationen nach freier Perforatorlappenplastik	67
4.5	Vergleich mit der Muskellappenplastik	68
5	Klinische Beispiele	71
5.1	Fall 1	71
5.2	Fall 2	74
6	Klinische Relevanz	77

Inhaltsverzeichnis

7	Zusammenfassung	79
8	Literaturverzeichnis	80
9	Anhang	89
10	Danksagung	
11	Lebenslauf	

I. Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Perforator Flaps und Perforator-Based Flaps	10
Tabelle 2:	Klassifikation des Weichteilschadens bei geschlossenen Frakturen nach Tscherne / Oestern	13
Tabelle 3:	Klassifikation des Weichteilschadens bei offenen Frakturen nach Tscherne / Oestern	13
Tabelle 4:	Offene Frakturen nach Gustilo	14
Tabelle 5:	Post Débridement nach Muhr und Knopp	16
Tabelle 6:	Transplantierte freie Perforatorlappen im Zeitraum Februar 2005 bis Dezember 2007	43
Tabelle 7:	Abbreviated Injury Scale	44
Tabelle 8:	Itemanzahl- und stufen der acht SF-36 Skalen	47
Tabelle 9:	Auswertung SF der untersuchten Population	57
Tabelle 10:	Auswertung unterschiedlicher SF-36 Populationen	59

II. Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	Verfahren der Rhinoplastik in Indien	3
Abbildung 2:	Gestielte Rhinoplastik durch den Chirurg Gaspare Tagliacozzi	4
Abbildung 3:	Rhinoplastik: Detaillierte OP-Darstellung 1818	6
Abbildung 4:	Septale Verhältnisse am Oberschenkel	12
Abbildung 5:	Weichteiltrauma Grad III.	15
Abbildung 6:	Pathophysiologische Veränderungen bei Frakturen mit Weichteilschaden	17
Abbildung 7:	Anatomie des lateralen Oberschenkels	20
Abbildung 8:	Gefäße des lateralen Oberschenkels mit Lappeneinzeichnung	21
Abbildung 9:	Vollständige Hebung des ALT-Flaps	23
Abbildung 10:	ALT-Flap mit 2 Perforatoren	24

Abbildung 11:	ALT-Flap nach Hebung	24
Abbildung 12:	Muskuläre Anatomie des Oberarmes	26
Abbildung 13:	Gefäßanatomie des lateralen Oberarmes mit Lappeneinzeichnung	26
Abbildung 14:	Darstellung der Perforatoren am Oberarm	27
Abbildung 15:	Darstellung des Septum intermuskulare mit septokutanen Perforatoren	28
Abbildung 16:	Lateral Arm Flap mit Gefäßstiel	28
Abbildung 17:	Lappeneinzeichnung des Radial Arm Flap	29
Abbildung 18:	Präparierter Gefäßstiel des Radial Arm Flap	30
Abbildung 19:	Anatomie des Radial Arm Flap im Querschnitt	33
Abbildung 20:	Gehobener Radial Arm Flap	33
Abbildung 21:	Kosmetisches Ergebnis nach Defektdeckung ALT-Flap	55
Abbildung 22:	Kosmetisches Ergebnis nach Radialis Flap	55
Abbildung 23:	Klinischer Fall 1: ALT-Flap (lateral)	76
Abbildung 24:	Klinischer Fall 1: ALT-Flap (frontal)	76
Abbildung 25:	Klinischer Fall 2: ALT-Flap	79

III. Grafiken:

Grafik 1:	Eigene Perforatorlappenplastiken im Zeitraum 02/05 – 12/07	38
Grafik 2:	Keimspektrum vor plastischer Deckung	40
Grafik 3:	Heilungsverlauf in der Population nach Transplantation	51
Grafik 4:	Komplikationen im Heilungsverlauf	52
Grafik 5:	Dauer bis zur Defektdeckung nach Trauma	53
Grafik 6:	Vergleich SF-36 Population: Freie Perforatorlappenplastik / Normpopulation	60
Grafik 7:	Vergleich SF-36 Population: Freie Perforatorlappenplastik / Vergleichsgruppe „Behinderung der Extremität“ / Normpopulation“	60

VI. Abkürzungsverzeichnis:

A = Arteria

AGES = Allgemeine Gesundheit (Item)

AIS = Abbreviated Injury Scale

ALT = Anterior-lateral-thigh

bFGB = basic Fibroblast Growth Factor

DIEP = Deep inferior epigastrica perforator

EMRO = Emotionale Rollenfunktion (Item)

EURCT = European Organization for Research and Treatment of Cancer

GAP = Gluteal artery perforator

Il = Interleukin

IQOLA = International Quality of Life Assessment

ISS = Injury Severity Score

KÖFU = Körperliche Funktionsfähigkeit (Item)

KÖRO = Körperliche Rollenfunktion (Item)

N = Nervus

NISS = New Injury Severity Score

M = Musculus

MOS = Medical Outcomes Study

PDGF = Plated Derived Growth Factor

PGE2 = Prostaglandin E2

Proc = Processus

PSYC = Psychisches Wohlbefinden (Item)

R = Ramus

SCHM = Körperliche Schmerzen (Item)

SF = Short Form

SOFU = Soziale Funktionsfähigkeit (Item)

TAP = Thoracodorsal artery perforator

TFL = Tensor fascia lata

TGF = Transforming Growth Factor

TNF α = Tumornekrosefaktor α

V = Vena

VITA = Vitalität (Item)

WHO = World Health Organisation

1 Einleitung

In den vergangenen zwanzig Jahren erlebte die Chirurgie der Lappenplastik eine rasante Entwicklung. Dieser schnelle Fortschritt chirurgischer Reparaturtechniken hat zu einer wahren Revolution geführt und diverse neue Wege eröffnet, komplizierte Defekte zu behandeln. So wurde beispielsweise die Bedeckung von Weichteildefekten zur Voraussetzung für die Rekonstruktion tieferliegender Strukturen wie Knochen, Gelenke und Nerven. Das breite Feld der Anwendung von Lappenplastiken ist nahezu auf alle Teilgebiete der Chirurgie übertragbar. Daraus ist ein neues und für die Praxis relevantes Spezialgebiet entstanden: die rekonstruktive Chirurgie oder die Chirurgie der Gewebedefekte.

Verletzungen der Extremitäten in Verbindung mit zum Teil großflächigen Weichteildefekten sind eine Herausforderung besonderer Art an die Chirurgie. So ist oftmals neben einer komplexen unfallchirurgischen, orthopädischen Rekonstruktion eine plastisch-rekonstruktive Weichteildeckung indiziert. Derartige Defekte wurden lange traditionell mit einem Muskellappen gedeckt mit anschließender Spalthauttransplantation. Häufig verwendet wurden hierfür der M. gracilis, der M. latissimus dorsi oder der M. rectus abdominis. Seit einiger Zeit werden in der Literatur häufig Defektdeckungen mit sogenannten freien Perforatorlappenplastiken beschrieben. Gerade im asiatischen Raum wurde die Perforatorlappenplastik im Zeitraum von 1995 bis 2002 zunehmend weiterentwickelt und durch diese Entwicklung der Deckung unterschiedlichster Defekte angepasst.

Die Zeit nach der Jahrtausendwende wird weitläufig als die „zweite Phase“ (Heitmann et al.) der Entwicklung der Perforatorlappenplastik angesehen. Ziel dieser Entwicklung ist es, die bekannten Perforatorlappen zu verfeinern und neue Anwendungsmöglichkeiten für die Operationstechniken zu suchen. In dieser Arbeit werden Ergebnisse der Verfeinerung und Weiterentwicklung verschiedener freier Perforatorlappenplastiken aufgezeigt. Im ersten Teil wird

ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Lappenplastik gegeben, an deren Ende der freie Perforatorlappen steht. Im Anschluss an die geschichtliche Entwicklung werden die Indikationen für die Defektdeckung mit freien Perforatorlappenplastiken klassifiziert. Den einleitenden Teil beschließt die Anatomie der Entnahmestellen der freien Perforatorlappenplastiken sowie die Beschreibung der angewandten Operationstechnik. Im Einzelnen werden die Anatomie und Operationstechnik des Anterior-lateral-thigh-flap (ALT-Flap), des Radial forearm flap und des Lateral arm flap beschrieben.

Im zweiten Teil der Arbeit wird auf Material und Methodik dieser Arbeit eingegangen und die Ergebnisse der Auswertung beschrieben. In der abschließenden Diskussion der Ergebnisse soll versucht werden eine Antwort auf folgende Fragestellung zu bekommen:

Welche Indikationen bilden die Grundlage für die jeweilige Defektdeckung mit einem ALT-Flap, Radial Forearm Flap oder einem Lateral Arm Flap?

Treten postoperative Komplikationen auf und wenn ja welche?

Wie bewerten die Patienten ihre Lebensqualität nach Transplantation einer freien Perforatorlappenplastik?

Wie stellt sich der direkte Vergleich mit dem Muskellappen dar?

Im letzten Teil werden die prägnantesten und herausragendsten Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst und bewertet.

1. Geschichtliche Entwicklung

1.1. Geschichte der Lappenplastik

Erste systematische Verfahren einer Lappenplastik findet man bereits bei dem indischen Chirurgen Susruta, der wahrscheinlich im frühen 6. Jahrhundert v. Chr. lebte. Unter den Operationen, welche er zu seiner Lebzeit beschrieben hat, findet sich die erste Nasenplastik. Er rekonstruierte damals mittels einer gestielten Lappenplastik die zerstörte Nase einer Frau (The Gentleman's Magazine of Calcutta, 10/1794).



Abb. 1: Verfahren der Rhinoplastik in Indien
wahrscheinlich mehr als 2000 Jahre
alt (aus The Gentleman's Magazine of Calcutta, 10/1794)

Im sechzehnten Jahrhundert beschrieb der italienische Chirurg Gaspare Tagliacozzi im „De curtorum chirurgia per insitionem libri duo“ eine Rhinoplastik. Wie aus Abbildung 2 sichtbar wird, benutzte Tagliacozzi einen doppelt gestielten Lappen von der Vorderseite des Oberarms zur Defektdeckung an der Nase.



Abb. 2: Gestielte Rhinoplastik durch den Chirurg Gaspare Tagliacozzi
(aus "De Curtorum chirurgia per insitionem libri duo" / 1597)

Im Jahre 1862 berichtet John Wood, Chirurg am Medical Department of King's College in London, zum ersten Mal detailliert über eine erfolgreiche Verpflanzung eines axial gebildeten Hautlappens, welcher zugleich der erste beschriebene Leistenlappen war. Drei Jahrzehnte später (1892) werden vom italienischen Chirurgen Ignio Tansini, Professor für Chirurgie an der Universität von Padua, erste Versuche einer Brustrekonstruktion nach einer Amputation vorgenommen. Jedoch überlebte der verwendete Lappen nicht vollständig, was Tansini, in Zusammenarbeit mit dem Anatomen Sala, zum intensiven Studium der Anatomie der Entnahmestelle veranlasste. Tansini und Sala kamen zu der Erkenntnis, dass eine Einbeziehung des M. latissimus dorsi in den Lappen die Überlebenschancen des Transplantats erheblich erhöhen könnte. Durch diese Schlussfolgerung schufen Tansini und Sala die anatomische Grundlage für jeden gestielten Muskellappen und myokutanen Lappen.

Während des Ersten Weltkrieges war es der niederländische Chirurg Esser, welcher zum ersten Mal das Konzept des „biologischen bzw. arteriellen Lappens“ beschrieb. Mit diesem Begriff wird der Hautlappen bezeichnet, der auch anderes Gewebe wie etwa Muskel und Fett enthalten kann und in seiner Gesamtheit zum Versorgungsgebiet einer bestimmten Arterie und ihrer Äste

gehört. Drainiert wird der Lappen über das zugehörige Venensystem. Sein Stiel enthält Lymphbahnen, Blutgefäße und Nerven. Die Haut selbst ist jedoch nicht notwendig, um den Gewebelappen am Leben zu erhalten. In diesem Zusammenhang gebrauchte Esser zum ersten Mal den Ausdruck des „Insellappens“.

Als weiterer Meilenstein in der Entwicklung der Lappenplastik ist die Arbeit des französischen Anatomen und Chirurgen Michel Salomon zu nennen. In seinem 1936 unter dem Titel „Les Artères de la peau“ (Masson, Paris 1936) veröffentlichten Werk beschreibt er ausführlich die Durchblutung der Haut mit einer bis heute andauernden Gültigkeit. Zahlreiche Autoren haben sich dieses Werkes bedient, um Ideen zur chirurgischen Systematik von Lappenplastiken und der Blutversorgung der Gewebe zu entwickeln.

Mindestens ebenso bedeutsam sind die fundamentalen Errungenschaften der Gefäßanastomose. Die frühesten Arbeiten stammen aus dem Jahre 1902 von dem französischen Chirurgen Alexis Carrel. Eine seiner berühmtesten experimentellen Studien betrifft die End-zu-End Gefäßanastomose (La technique des anastomoses vasculaires et la transplantation des viscères, Lyon Med, 1902), welche seither eine Grundtechnik der Gefäßchirurgie darstellt. Im Jahre 1921 war es der schwedische Chirurg Carl Nylén, der erstmals mit einem Operationsmikroskop operierte und somit den Grundstein für die dadurch ins Leben gerufene Mikrochirurgie legte. Nylén berichtete über die Ergebnisse seiner Untersuchungen erstmals im Januar 1922 vor der schwedischen HNO-Gesellschaft und im Juli des gleichen Jahres vor dem X. Internationalen Kongress für Oto-Rhino-Laryngologie in Paris.

Dieser geschichtliche Überblick zeigt, dass Anfang der 20er Jahre des vergangenen Jahrhunderts das anatomische Wissen und die technischen Möglichkeiten ausreichend vorhanden waren, um eine Lappenchirurgie zu ermöglichen. Dennoch dauerte es 30 Jahre, in manchen Bereichen sogar 50 Jahre, bis die chirurgischen Verfahren letztendlich ihren dauerhaften Einsatz

fanden. In den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts folgte eine ganze Reihe bahnbrechender Entwicklungen in der Lappenchirurgie. Im Jahre 1973 beschreiben R.K. Daniel und G.J. Taylor in Melbourne erstmals die Entnahme eines freien gefäßgestielten Hautlappens aus der Leistengegend zur Deckung eines großen Defektes am Unterschenkel. Zeitgleich forschen zahlreiche Autoren an der Möglichkeit der Defektdeckung durch gestielte Lappenplastiken u.a. beschreiben Orticochea 1972 und Ger 1971 eine ganze Serie von klinischen Anwendungen der Muskellappen. Im Jahr 1976 entdeckt Olivari den Latissimus dorsi-Lappen für die autologe Brustrekonstruktion wieder, welchen Tansini für Defektdeckungen am Thorax bereits 1898 ansatzweise beschrieb. Mathes und Nahai etablieren 1979 eine systematische und generell gültige Klassifikation der Muskelvaskularisation.

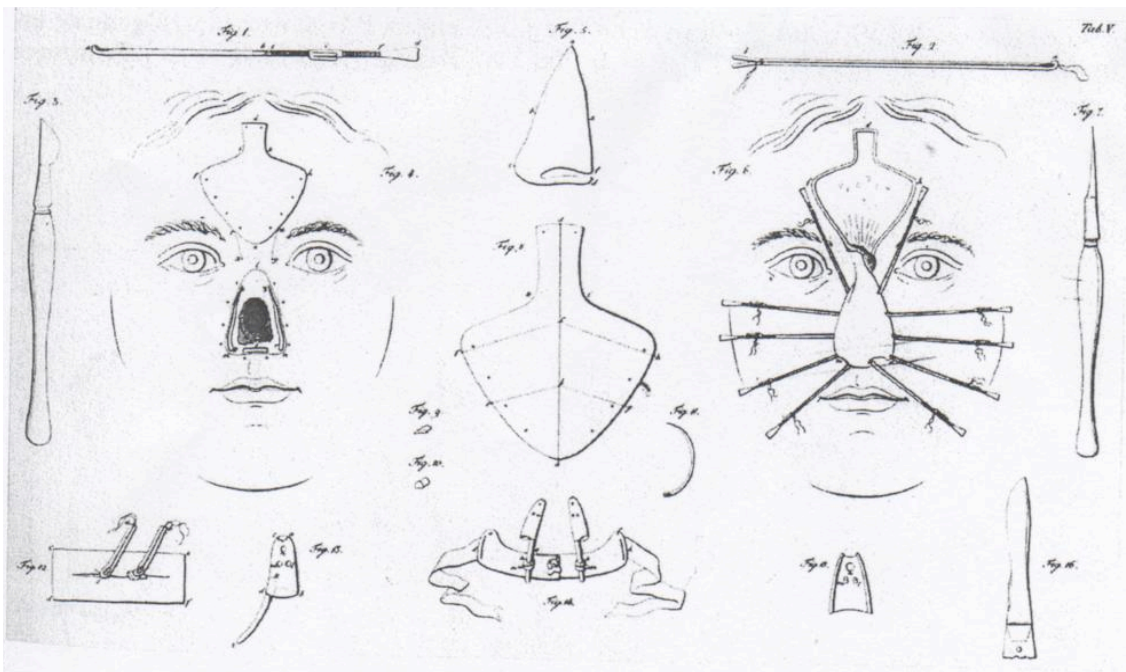


Abb. 3: Rhinoplastik oder die Kunst den Verlust der Nase organisch zu ersetzen, in früheren Verhältnissen erforscht und durch neue Verfahrensweisen zur höheren Vollkommenheit gefördert (1818). Eine sehr detaillierte Op Darstellung (von Graefe C.F.)

1.2 Geschichte der Perforatorlappen

Die geschichtliche Entwicklung der Perforatorlappen-Plastiken lässt sich eng an ein russisches Sprichwort knüpfen: „Etwas Neues ist etwas Altes, das in Vergessenheit geraten ist“. Im Jahr 1971 beschreibt Stuart Milton mit seiner Arbeit über „axial pattern skin flaps“, und ein Jahr später (1972) Mc Gregor in seiner Arbeit über „groin flaps“, erstmals in Grundzügen eine Lappenplastik welche der späteren Perforatorlappenplastik sehr nahe kommt. Die Ansätze von Milton und Mc Gregor wurden jedoch in den folgenden Jahren nicht weiter verfolgt, und somit setzte sich die Muskellappenplastik zunehmend als Mittel der ersten Wahl in der Defektdeckung der Plastisch Rekonstruktiven Chirurgie durch. Als Chirurgen, in den frühen 1980er Jahren, sich vermehrt auf zwei wesentliche Ziele bei der Defektdeckung zu konzentrieren beginnen, setzt der nächste Entwicklungsschritt ein. Zum einen wird das Ziel einer maximalen Reduktion der Morbidität der Entnahmestelle verfolgt, zum anderen wird vermehrt darauf geachtet, nicht unnötig viel Substanz zu entnehmen, und somit ein Design der Plastik angestrebt, das exakt auf die spezifischen Ausmaße des Defektes zugeschnitten ist. Koshima und Soeda gelingt es, 1989 die formulierten Ziele nahezu zu erfüllen. Mit der Haut über dem M. rectus abdominis rekonstruieren Koshima und Soeda bei einem Patienten den Mundboden und die Zunge. Der hierzu benutzte freie Hautlappen basiert auf einer Gefäßversorgung, welche einzig durch ein paraumbilicales Peforatorgefäß der tiefen A. epigastrica inferior getragen wird. Das Resultat dieser Arbeit zeigt eine Lappenplastik, die ausschließlich aus Haut und Unterhaut besteht und über einen vaskulären Stiel versorgt wird.

Gleichzeitig und unabhängig der Kenntnisse Koshimas folgte Allen 1994 zusammen mit Treece, und 1995 in Zusammenarbeit mit Tucker, einem ähnlichen Prinzip der Lappengestaltung. Allen et al. transformierten den „transversus rectus abdominis flap“ und den „superior gluteus maximus flap“ in einen „Deep inferior epigastrica perforator flap“ beziehungsweise einen „Gluteal artery perforator flap“. DIEP- und GAP-flap wenden Allen et al. primär in der Brustrekonstruktion an. Zur selben Zeit ruft Angrigiani et al. (1995) den

„thoracodorsal artery perforator flap“ ins Leben. Im Zuge der Entwicklung dieser drei Lappenplastiken etabliert sich das Konzept der Perforatorlappenplastik endgültig in der Praxis und in der Literatur. DIEP-, GAP- und TAP-flap demonstrieren eindeutig, dass die Muskelkomponente bei einer Lappenplastik nicht zwingend mit dem Überleben des entsprechenden Hautareals korrelieren muss. Der Erfolg rechtfertigte den Verzicht auf die Muskelkomponente und die einfache Transplantation der Hautkomponente mit einem muskulokutanen Perforatorgefäß.

Folgt man Heitzmann et al., kann die Entwicklung des DIEP-, GAP- und TAP-flap als Ringschluss zu den 24 Jahren früher durch Stuart und Milton beschriebenen „axial pattern skin flaps“ bezeichnet werden. Die Perforatorlappenplastiken (DIEP-, GAP-, TAP-flap) beschreiben erneut einen Hautlappen mit einer bekannten vaskulären Versorgung, wie von Stuart und Milton bereits 1971 beschrieben. Weitere Meilensteine in der Entwicklung der Perforatorlappenplastiken zeigt Tabelle 1 auf Seite 18 auf.

1.2.1 Geschichte ALT-Flap

Im Jahre 1984 beschreiben Song et al. zum ersten Mal den ALT-Flap. Es handelt sich um einen Lappen, der als Basis einen septokutanen Perforator aufweist. Grundlegend für seine Arbeit sind Studien, die er bereits 5 Jahre zuvor durchführte. Song beschreibt bereits 1979 Lappenplastiken, basierend auf Untersuchung zur Blutzirkulation am Unterarm, die eine septokutane arterielle Blutversorgung aufweisen. Er führt seine Gedanken einer septokutan gestielten Lappenplastik 1980 weiter aus, in dem er ausführliche Grundlagenforschung bezüglich der Blutzirkulation am Oberarm betreibt. Aus diesen Grundlagen heraus entwickelt Song vier Typen von septokutanen Oberarmlappen. Anfang der Neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts entwickelt Koshima et al. (1993) den Lappen weiter, und ermöglichten somit dessen Anwendung in einem breiten klinischen Spektrum.

1.2.2 Geschichte Radial forearm flap

Yang et al. (1978) beschreiben erstmals den Radial forearm flap als neurovaskulären Lappen. Mit der ersten Beschreibung des „radialen Unterarmlappens“ – häufig auch als „Chinesischer Lappen“ beschrieben – öffnen sich völlig neue Perspektiven für die Wiederherstellungschirurgie. Drei Hautkonzepte werden mit diesem Lappen entwickelt. Da der Gefäßstiel nicht mehr zum Hautareal der Lappenplastik zählt, ist der Radialislappen kein axial gestielter Lappen mehr. Dieser Lappentyp wird durch kleine Arterien in einer sehr dünnen, den Stiel mit dem Lappen verbindenden, Membran versorgt. Zum anderen stellt der Lappen ein sehr weites Anwendungsgebiet dar. Die Lappen können als freie oder als gestielte Lappenplastiken auf vielfältige Art und Weise angewendet werden. Die Möglichkeit der Mitnahme von ein oder zwei Hautnerven eröffnet eine Sensibilität des Lappens in der Einheilungsstelle. Am meisten jedoch überrascht die Möglichkeit, diese Lappen mit einer retrograd durchflossenen Arterie zu nutzen. Mühlbauer, Herndl und Stock et al. (1982) übernehmen die von Yang et al. beschriebene Form der Transplantation und setzen sie in vielfältiger Weise ein. Khatib et al. (1997) und Wie et al. (1998) verfeinern den Radial forearm flap weiter und definieren ihn als Perforator flap.

1.2.3. Geschichte des Lateral arm flaps

Generell sind am Oberarm vier Möglichkeiten der Lappenentnahme beschrieben: der anteriore Oberarmlappen, der posteriore Oberarmlappen, der mediale Oberarmlappen und der laterale Oberarmlappen. Aufgrund seiner unzuverlässigen Anatomie wurde der anteriore Oberarm-Lappen wieder verlassen. Wenig Anwendung findet der mediale Oberarm-Lappen. 1982 beschreiben Song et al. den lateral arm flap erstmals ausführlich.

Free paraumbilical perforator adiposal flap	Koshima et al. Br J Plast Surg. 1989 Nov;42(6):645-8
Deep inferior epigastric perforator flap	Allen et al. Ann Plast Surg. 1994 Jan;32(1):32-8
Superior and inferior gluteal artery perforator flap	Allen et al. Plast Reconstr Surg. 1995 Jun;95(7):1207-12
Thoracodorsal artery perforator flap	Angrigiani et al. Plast Reconstr Surg. 1995 Dec;96(7):1608-14
Anterolateral thigh perforator flap	Wei et al. Plast Reconstr Surg. 2002 Jun;109(7):2219-26
Sural artery perforator flap	Cavadas et al. Plast Reconstr Surg. 2001 Nov;108(6):1609-15
Peroneal perforator flap	Yang et al. Plast Reconstr Surg. 2000 Jul;106(1):47-5
Posterior tibial perforator flap	Koshima et al. Plast Reconstr Surg. 1991 Sep;88(3):492-6
Medialis pedis perforator flap	Koshima et al. Plast Reconstr Surg. 2001 Jun;107(7):1753-8
Intercostals perforator flap	Holmsröm und Lossing Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. 2001 Jun;35(2):183-92

Tab. 1: Perforator Flaps und Perforator-Based Flaps

(aus Allen RJ, Heitmann Handchir. Mikrochir. Plast Chir. 2002; 34)

1.3 Indikationen zur freien Perforatorlappenplastik

Zur Versorgung einer Verletzung mit korrelierendem Weichteilschaden ist eine richtige Einschätzung der Verletzungsschwere grundlegend. Nach ausgiebigem Débridement zeigt sich oftmals erst die wahre Defektgröße. Die Dringlichkeit der Versorgung, die Verfahrenswahl und die Prognose der Verletzung sind häufig maßgeblich durch den entstandenen Weichteilschaden mitbestimmt. Die Wiederherstellung der Integrität des Weichteilmantels ist unabdingbar für eine positive Prognose z.B. nach komplexen Extremitäten Verletzungen (Bryd et al., Godina et al., Gopal et al., Gonzales et al.).

Eine weitere Indikation für die Anwendung freier Perforatorlappenplastiken zur Defektdeckung stellt die chirurgische Tumorresektion mit dabei entstehendem Weichteilschaden dar. Je nach Lokalisation des Tumors muss hier entsprechend des Resektionsdefektes der entsprechende Perforatorlappen zur Rekonstruktion gewählt werden.

1.3.1 Definition der Perforatorlappenplastik

Song et al. beschreiben 1984 den „wahren“ Perforator, welcher die Haut der Extremität hauptsächlich mit Blut versorgt, als das Gefäß des intermuskulären Septums. Die exzellente Durchblutung der Haut, getragen durch die cutanen Äste der durch das intermuskuläre Septum ziehenden Perforatoren, bezeichnet Song als die anatomische und hämodynamische Grundlage eines Oberschenkellappens.

Wei, Fu Chan et al. postulierten im Jahr 2001, dass ein Gefäß nur dann als Perforatorgefäß bezeichnet werden sollte, wenn dieses Gefäß durch einen Muskel hindurch in Richtung tiefe Faszie zieht, und auf diesem Wege zur Haut zieht. Der Begriff des Perforatorlappens sollte Ihrer Ansicht nach daher ausschließlich für Lappenplastiken verwendet werden, die sich dieser Art der Gefäßversorgung bedienen. Das Gefäß durchbricht nach Wei zwingend sowohl den Muskel als auch die tiefe Faszie. Als septokutane Gefäße definieren Wei

und seine Mitarbeiter ausschließlich Gefäße, die nach Verlassen des Hauptstammes im intermuskularen Septum Richtung Haut ziehen, und dabei „nur“ die tiefe Faszie durchbrechen. Sie perforieren keinen Muskel und sollten daher auch nicht als „Perforatoren“ bezeichnet werden.

Celik et al. griffen diese Ansicht 2002 in einer umfassenden Studie zum Anteriolateral thigh Perforatorlappen auf und distanzieren sich von sämtlichen ALT-Lappenplastiken, die sich als „Nicht-Muskelperforatoren“ der Anwendung septalen Gefäße als Perforatoren bedienen. Die so bezeichneten „Muskelperforatoren“ ziehen direkt oberhalb oder unterhalb der tiefen Faszie in Richtung Hauptgefäßstamm und können vom Muskel rückschreitend frei präpariert werden bis eine adäquate Stiellänge und ein entsprechend geeigneter Gefäßdurchmesser dargestellt ist.

Septokutane Gefäße definieren Wei et. al. ausschließlich als Gefäße, die nach Verlassen des Hauptstammes im intermuskularen Septum Richtung Haut ziehen und dabei „nur“ die tiefe Faszie durchbrechen. Sie perforieren keinen Muskel und sollten daher nach Wei et al. auch nicht als „Perforatoren“ tituliert werden.

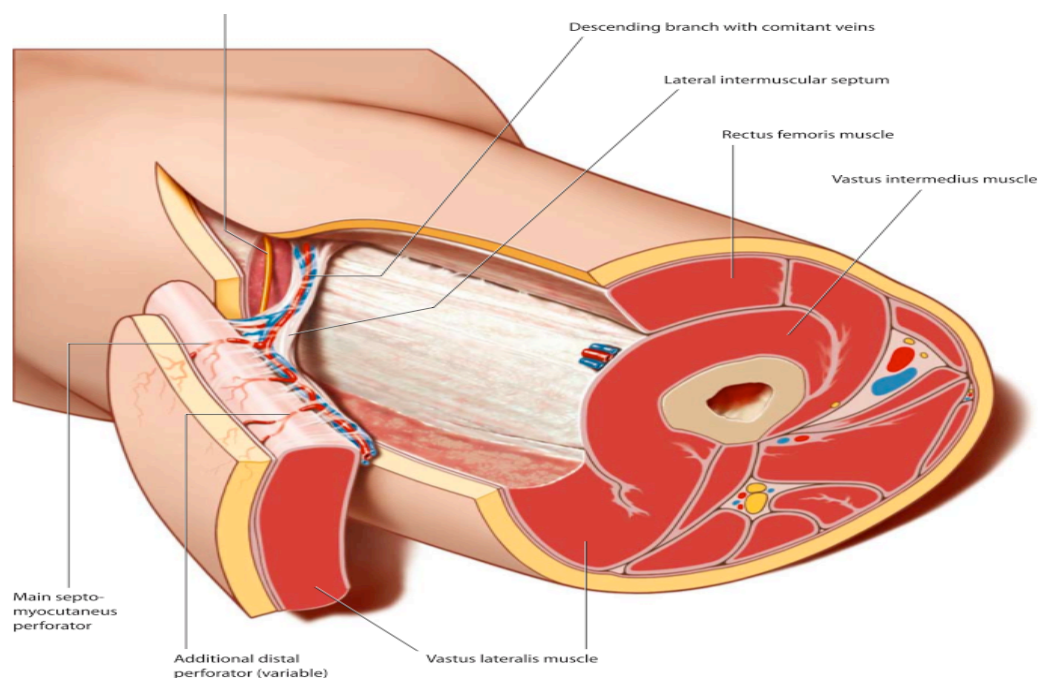


Abb. 4: Darstellung der septalen Verhältnisse am Oberschenkel, zu sehen musculocutane und septocutane Perforator Gefäße
(aus Plastic and Reconstructive Surgery, 107:874 (2001))

1.3.2 Klassifikation der Weichteilverletzung

Grundsätzlich wird zwischen der geschlossenen Fraktur mit und ohne Weichteilschaden und der offenen Fraktur unterschieden. Bei offenen Frakturen liegt immer ein Weichteilschaden vor. Entsprechend dem Weichteilschaden unterscheidet man nach Oestern und Tscherne (1982) verschiedene Schweregrade sowohl bei geschlossenen als auch bei offenen Frakturen.

Grad 0	Kein Weichteilschaden; einfacher Frakturverlauf
Grad I	Oberflächliche Schürfungen; Hautkontusionen und Druckstellen von Knochenfragmenten nach außen; einfacher bis mittelschwerer Frakturverlauf
Grad II	Tiefe, kontaminierte Schürfungen; lokalisierte Haut- / Muskelkontusionen mit drohendem Kompartmentsyndrom; mittelschwere bis schwere Bruchform
Grad III	Ausgedehnte Hautkontusionen, Hautquetschungen mit Ablösung von subkutanem Fettgewebe (Decollement), Zerstörung der Muskulatur, manifestes Kompartmentsyndrom, begleitende Gefäßverletzung

Tab. 2: Klassifikation des Weichteilschadens nach Tscherne und Oestern 1982 bei geschlossenen Frakturen

Die Behandlung einer offenen Fraktur richtet sich nach dem Ausmaß und dem Schweregrad der Kontamination. Die Einteilung nach Tscherne und Oestern für offene Frakturen basiert nicht auf der Ausdehnung der Hautwunde. Der Grad der Weichteilschädigung und der Umfang der Muskelquetschung sind in diesem Fall entscheidend für die Klassifizierung der Verletzung. Tscherne und Oestern unterteilen vier Schweregrade für offene Frakturen.

Grad I	Durchtrennung der Haut mit fehlender oder nur geringer Kontusion und einer unbedeutenden bakteriellen Kontamination. Die Haut ist durch ein Knochenfragment unterschiedlicher Länge von innen her durchspießt.
Grad II	Durchtrennung der Haut von außen durch direkte Gewalteinwirkung, Haut- und Weichteilkontusion mit mittelschwerer, bakterieller Kontamination
Grad III	Hautdurchtrennung mit ausgedehnter Weichteildestruktion und häufig zusätzlichen Gefäß- und Nervenverletzungen. Starke Wundverschmutzung
Grad IV	Totale und subtotale Amputation Eine subtotale Amputation ist definiert durch die Durchtrennung der wichtigsten anatomischen Strukturen, besonders der Hauptgefäßverbindungen mit totaler Ischämie. Sie setzt voraus, dass maximal ¼ der Zirkumferenz des Weichteilmantels erhalten ist. (bestehen noch Zeichen einer Restdurchblutung ist die Fraktur in den Grad III einzuordnen)

Tab. 3: Klassifikation des Weichteilschadens nach Tscherne und Oestern 1982 bei offenen Frakturen

Von besonderer Bedeutung für die Einschätzung der Verletzung ist, wie bereits erwähnt, die Beurteilung des Weichteilschadens. Deshalb sei an dieser Stelle zusätzlich auf die Einteilung nach Gustilo et al. 1990 verwiesen. Gustilo folgt bei seiner Einteilung offener Frakturen in erster Linie der Frakturmorphologie, der Ausdehnung der Weichteilschädigung, der Kontamination und der begleitenden Gefäßverletzung. Gustilo teilt die Verletzungsmuster bei offenen Frakturen in insgesamt vier Schweregrade ein.

Gustilo I	Die Hautläsion ist < 1cm. Es handelt sich um eine Durchspießung von innen mit minimaler Muskelkontusion. Einfache Frakturform (Schräg- / Querfraktur)
Gustilo II	Die Hautläsion ist > 1cm mit einem ausgedehnten Weichteilschaden oder Decollement. Die Muskelquetschung ist gering bis mäßig. Bei den Frakturformen handelt es sich um einfache Quer- oder Schrägfrakturen unter Umständen mit kleiner Trümmerzone.
Gustilo III A	Ausgedehnter Weichteilschaden mit noch adäquater Knochendeckung. Es handelt sich um Stückfrakturen oder Schussverletzungen.
III B	Ausgedehnter Weichteilschaden mit Deperiostierung und freiliegendem Knochen, massive Kontamination. Der Defekt kann nur durch eine Lappenplastik gedeckt werden.
III C	Ausgedehnter Weichteilschaden mit Deperiostierung und rekonstruktionspflichtiger Gefäßverletzung.

Tab. 4: Einteilung Offener Frakturen verschiedener Schweregrade nach Gustilo et al. 1990

Grundsätzlich können Haut-, Weichteil-, Muskel- und Knochendefekte im Rahmen eines Traumas wie folgt unterteilt werden. Es liegt ein akuter, komplex ausgeprägter posttraumatischer Defekt vor, wenn mehrere funktionell bedeutende Strukturen primär durch das Trauma verletzt worden sind. Im weiteren Behandlungsverlauf kann nach adäquater Primärbehandlung durch ein radikales Resektionsdébridement ein Weichteildefekt entstehen welcher bis zum ausgeprägten Knochendefekt fortschreiten kann. Der dann vorherrschende Lokalbefund ist von dem primären posttraumatischen Defekt als sekundärer Defekt abzugrenzen. Letztlich bleibt eine chronische Form des Weichteilschadens als dritte Klasse zu benennen, welche beispielsweise bei instabilen Narbenarealen oder chronischer Osteitis vorliegt.

Gerade Frakturen mit Weichteilschaden sind besonders infektgefährdet. Die Gefährdung zielt hierbei besonders auch auf den Knochen ab. Hierzu gehören

sämtliche offene Frakturen sowie geschlossene Frakturen mit Weichteilschaden Grad II und III nach Tscherne und Oestern. Zur Infektion eines gesunden Knochens sind ca. $10^6 - 10^8$ Keime pro Gramm Gewebe notwendig. Häufigste Keime sind Staphylokokken, Pseudomonas aeruginosa und E. coli. Die Therapie chronischer Weichteilschädigungen hängt vom Ausmaß und Stadium des Infektes ab. Nahezu ohne Ausnahme verlangt der akute Infekt bis zur plastischen Deckung ein ausgiebiges und radikales Débridement. Dieses muss gegebenenfalls solange wiederholt werden bis die Infektzeichen abgeklungen sind (Second-look-Operation).

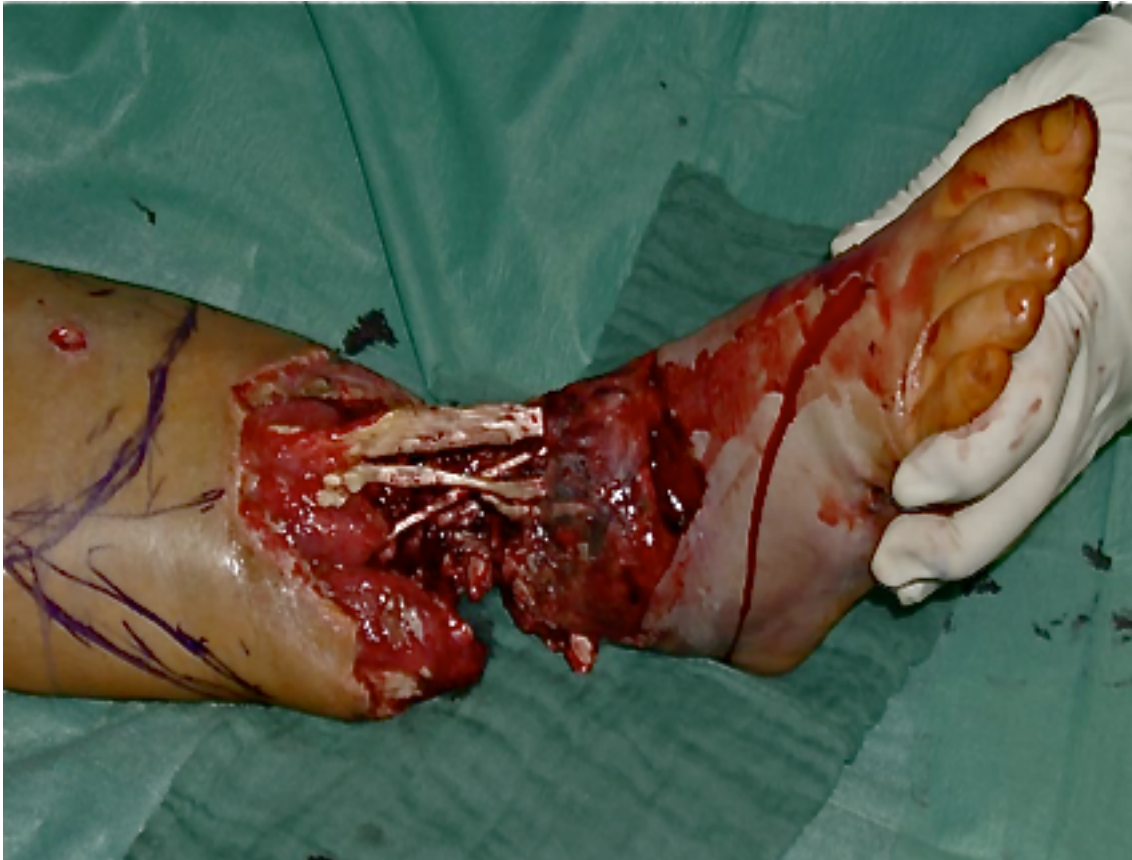


Abb. 5: Weichteiltrauma nach Verkehrsunfall Grad III nach Tscherne und Oestern / Gustillo IIIc

(Bild: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Universität Würzburg)

Eine postprimäre Einteilung der Weichteilschäden nach komplettem Débridement wird 1989 erstmals von Muhr und Knopp beschrieben. Sie klassifizieren drei Hauptgruppen (A/B/C), wobei B und C in je zwei Untergruppen gegliedert werden.

Gruppe A	Fraktur weist eine vollständige Deckung mit gut perfundierten Weichteilen auf.
Gruppe B	(1) Begrenzter Weichteilschaden (Breite: bis Tibiabreite; Länge bis doppelte Tibialänge), Perfusion ist gesichert Defektdeckung: lokale Muskel- oder fasciocutane Lappenplastiken (2) Perfusion der Weichteile ist bei gleichem Defektausmaß wie B(1) unsicher, Second-Look-Operation mit anschließender Deckung wie bei B(1)
Gruppe C	(1) Weichteildefekt überschreitet Defektgröße der Gruppe (B), Perfusion ist gesichert (2) Weichteildefekt wie in Gruppe C(1) beschrieben, Perfusion unsicher Defektdeckung: freie oder geschwenkte Lappenplastiken

Tab. 5: Post Débridement Klassifikation nach Muhr und Knopp 1989

Gopal et al. sehen in einem radikalen Débridement von offenen Wunden außerhalb des verletzten Gebietes, in einer Stabilisierung der knöchernen Verletzungen, und in einer umgehenden Defektdeckung mittels vaskularisierter Lappenplastik, das ideale Management für ein derartig komplexes Verletzungsmuster. Bryd et al., Godina et al. und Gonzales et al. belegen eine bessere Prognose bei einer frühzeitigen Defektdeckung von Gewebedefekten. Das Risiko einer Infektion konnte auf diesem Wege reduziert werden.

1.3.2 Pathophysiologie der Weichteilverletzung

Die erfolgreiche Behandlung von Frakturen mit Weichteilschaden erfordert Wissen, Erfahrung und ein klares, prioritätenorientiertes Behandlungskonzept. Als wesentliche Voraussetzung gilt auch das Verständnis der pathophysiologischen Abläufe.

Ein schweres Trauma aktiviert im Organismus eine Kaskade mediatorvermittelter Abläufe. Es kommt auf kapillärer und zellulärer Ebene zu mehreren, simultan ablaufenden Reaktionen. Der verletzungsinduzierte strukturelle und funktionelle Schaden des lokalen Gewebes führt über Devaskularisation, Minderperfusion, Störung der Endothelpermeabilität, Hypoxie, Azidose, Hämatome und Ödeme einhergehend mit einem erhöhten intrakompartimentalen Druck zu einer Beeinträchtigung der humoralen und zellulären Immunkompetenz.

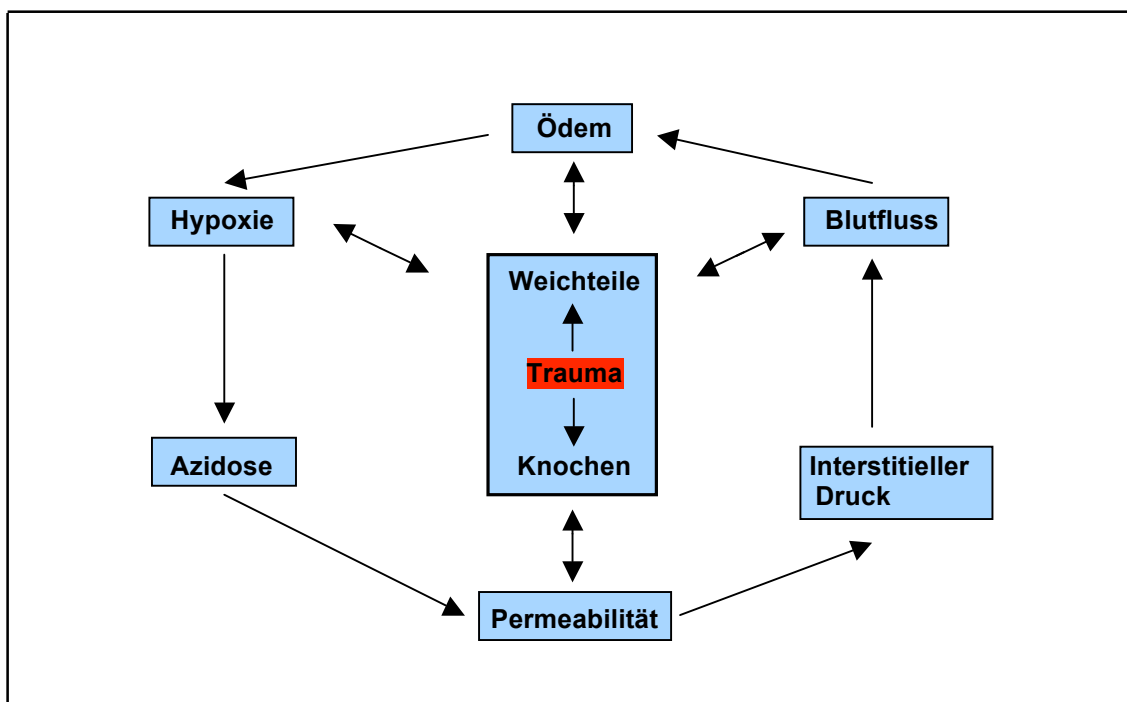


Abb. 6: Pathophysiologische Veränderungen bei Frakturen mit Weichteilschaden

(Quelle: Der Chirurg; Volume 69, Number 6, 684-70)

Zentrale Bedeutung für eine suffiziente Infektionsabwehr nach Trauma hat daher die schnelle und zielgerichtete Aktivierung des Immunsystems auf lokalem und systemischem Niveau. Es kommt hierbei auf kapillärer und zellulärer Ebene zu mehreren simultan ablaufenden Reaktionen. Aktiviert durch Kollagenfaserkontakt und vermittelt durch den von-Willebrand-Faktor kommt es zur primären Hämostase, gefolgt von der intrinsisch bzw. extrinsisch eingeleiteten sekundären Hämostase. Im Verlauf der Hämostase kommt es zur Freisetzung von TGF β , PDGS und zur Prostaglandinsynthese. Entscheidend für die Wirkung der weiteren Immunkompetenz ist eine rasche Wiederherstellung der Vaskularisation im geschädigten Gewebe. Die Revaskularisation wird entscheidend von den Wachstumsfaktoren, welche die Angiogenese stimulieren bestimmt. BFGF spielt bei der Revaskularisation eine besonders große Rolle.

Chemotaktisch und vor allem durch IL-8 induziert, wandern Leukozyten in das Entzündungsgebiet ein. Durch E-Selektin gefördert, kommt es u.a. zur Anheftung neutrophiler Granulozyten an der Gefäßwand. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil der unspezifischen Abwehr. Über weitere Mechanismen wandern sie dann in das umliegende Gewebe ein. Die große Anzahl bakterieller Antigene lockt weiter die zweite Verteidigungslinie des Körpers, die Makrophagen, in das Entzündungsgebiet. Makrophagen synthetisieren als Folge des Kontaktes mit bakteriellen Antigenen Zytokinen wie IL-1, TNF α , PGE₂, sowie diverse Proteasen. Zusammen mit weiteren Mechanismen führt dies zu einem massiven Einfluss auf die Zellen im traumatisierten Areal. So kann eine regelrechter „Circulus vitiosus“ entstehen, und aus dem zunächst gegen die eingedrungenen Bakterien gerichteten Immunverhalten ein autoaggressiver Prozess sich entwickelt.

Die Pathophysiologie des Weichteiltraumas verdeutlicht zum einen die Notwendigkeit des schnellen suffizienten Defektverschlusses. Zum anderen zeigt sie jedoch deutlich auf, welche schwierigen Verhältnisse im zu deckenden Wundareal vorliegen. In einer deutschen Multicenterstudie wurde bei 1813

Patienten die Lokalisation und das Ausmaß des Weichteiltrauma am Unterschenkel als die für die lokalen posttraumatischen / postoperativen Infektionen prädisponierenden Hauptrisiken identifiziert. Die Gesamtfektionsrate bei Verletzungen ohne Weichteiltrauma lag bei 4,4%, stieg aber bei schwerem Weichteiltrauma auf 16,3% (Hansis et al.).

Bereits 1872 konstatierte der Chirurg Richard von Volkmann auf der ersten Sitzung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie in Berlin, dass nicht der Frakturtyp, sondern die Schädigung der Weichteile über die Prognose entscheidet.

1.4 Anatomie und Operationstechniken

1.4.1 ALT-Flap , der Anterolaterale Oberschenkellappen

Der ALT-Flap liegt auf der Achse des Septum intermusculare, das den M. vastus lateralis und den M. rectus femoris trennt. Die arterielle Gefäßversorgung erfolgt, ausgehend von der A. profunda femoris, über die A. circumflexa femoris R. descendens. Der absteigende Ast der A. circumflexa femoris zieht tief in das intermuskuläre Septum sowie optional in den M. rectus femoris. Als Perforator kann der in das Septum intermusculare ziehende Ast der A. circumflexa femoris dienen im Falle, dass er eine septokutan perforierende Arterie und die entsprechende Vene zum Lappen abgibt. Sollte kein Perforator gefunden werden, welcher durch das Septum zwischen dem M. rectus femoris und dem M. vastus lateralis zur Haut zieht, wendet man sich dem superioren Anteil des in das Septum intermusculare ziehenden Astes der Arterie zu. Alternativ wird versucht einen muskulären Perforator durch den M. tensor fascia lata zu finden. In 80% aller Fälle gibt der R. descendens der A. circumflexa femoris muskuläre Peforatoren zum Lappen ab.

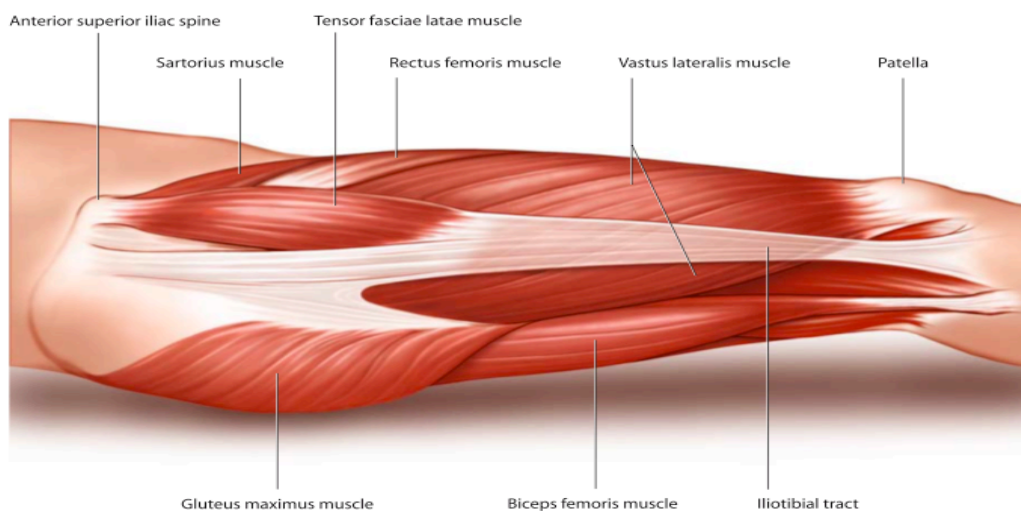


Abb. 7: Anatomie des lateralen Oberschenkels

(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

Der ALT-Flap ermöglicht die Präparation von Gefäßstielen mit einer Länge von bis zu 10 cm. Je nachdem in welcher Höhe man den Perforator vom Gefäßstamm, durch Anbringen einer Ligatur absetzt, kann das Gefäß einen Durchmesser von bis zu 2 mm erreichen. Begleitet wird der Perforator meist von zwei seitlich verlaufenden größeren Venen. Eine nervale Innervation des Lappens kann durch den seitlichen R. cutaneus des N. femoris erfolgen.

Präoperativ wird die Anzeichnung einer Linie von der Spina iliaca anterior superior zum lateralen Rand der Patella als Orientierung für die Entnahme des Lappens empfohlen. Unterhalb dieser Linie befindet sich das Septum intermusculare, welches den M. rectus femoris vom M. vastus lateralis teilt, und ein Großteil der Perforatorgefäße, welche zum Hautareal des ALT-Flap ziehen.

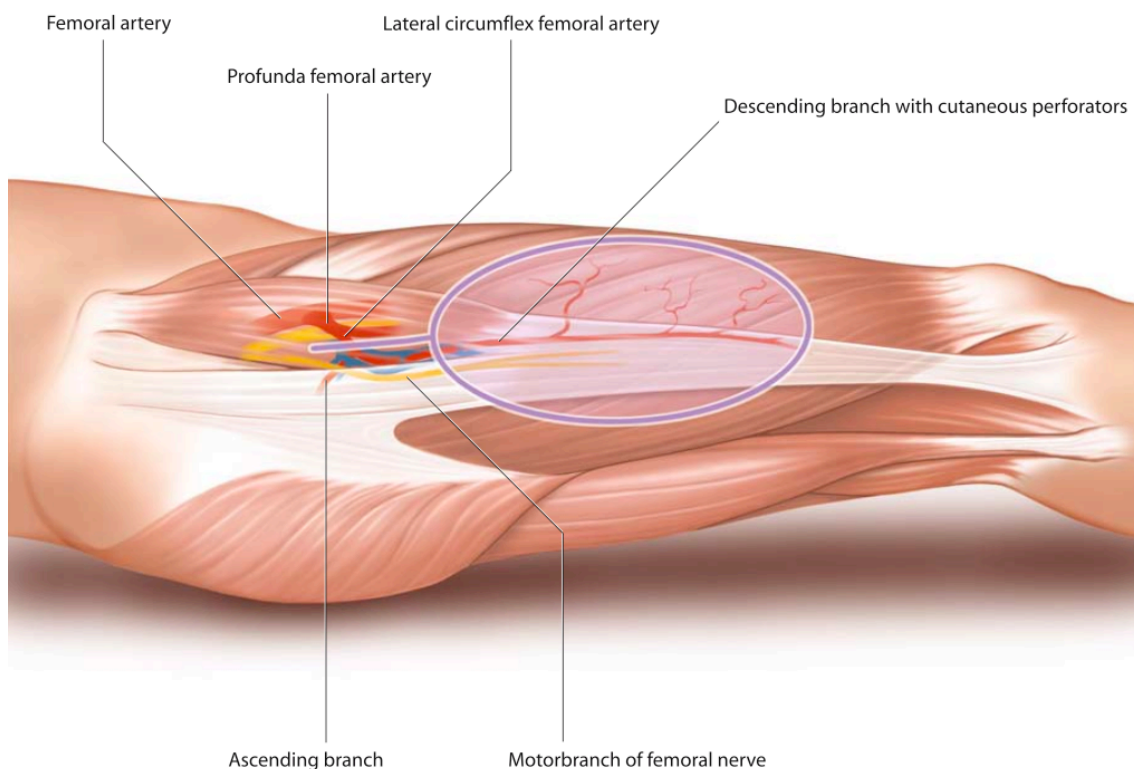


Abb. 8: Gefäße des lateralen Oberschenkels mit Lappeneinzeichnung
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

Zur weiteren Orientierung erfolgt eine Unterteilung der Verbindungslinie in Drittel. Im mittleren Drittel so wie am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel befinden sich in der Regel die Perforatorgefäße, welche die präparierte Lappenplastik ernähren. Bei der intraoperativen Präparation und anschließenden Hebung der Lappenplastik gilt dann besonders diesem Areal höchste Aufmerksamkeit, um die Gefäße nicht zu verletzen. Sollte sich in diesem Bereich kein qualifiziertes Perforatorgefäß befinden oder werden sämtliche beschriebenen Gefäße während der Operation verletzt, gilt es sich dem proximalen Drittel, der angezeichneten Linie zu zuwenden. An der Grenze zwischen mittlerem und proximalem Drittel befindet sich häufig ein zusätzlicher potenter Perforatorast. Dieser stößt durch den M. tensor fascia lata zur Hautoberfläche des Entnahmebereiches der Lappenplastik. Im Rahmen der präoperativen Planung werden weiter sämtliche beschriebenen potentiellen Perforatoren mit Hilfe einer dopplersonografischen Untersuchung in den eingezeichneten Dritteln aufgesucht und ebenfalls markiert. Das so kartierte Operationsfeld zeigt die Möglichkeiten der Lappengestaltung und ermöglicht intraoperativ schnell auf Alternativen zurückgreifen zu können.

Allgemein gilt für die präoperative Planung einer freien Perforatorlappenplastik, sich eine Übersicht über die exakte Größe und die in den Defekt involvierten Strukturen zu machen. Hierbei gilt es gegebenenfalls vor Defektdeckung ein erneutes Wunddébridement mit einzuplanen. Weiter sollte der Durchblutungszustand des benachbarten Gewebes beurteilt werden. Es sollten genaue Kenntnisse über die Gefäßanatomie der Extremität vorliegen, sowie eine exakte Ausmessung der benötigten Gefäßstiellänge erfolgen.

Nach dem Abschluss der präoperativen Planung erfolgt intraoperativ in der Regel zuerst die Hebung des anterioren Lappenanteils unter Beachtung sämtlicher Gefäße, die aus dem M. rectus femoris treten. Gefäße, welche sich dem Septum annähern bzw. nahe am Septum verlaufen, sollten zunächst unberührt bleiben, bis eine Hebung der posterioren Lappenanteile erfolgt ist und die ernährenden Gefäße des Lappens genau definiert sind. Der posteriore

Lappenanteil kann in Richtung Septum gehoben werden, ohne dabei von Gefäßen aus dem M. vastus lateralis zurückgehalten zu werden. Finden sich im Septum intermusculare ein bis zwei qualifizierte Perforatoren, kann die Hebung des anterioren Lappenanteils fortgeführt werden. Es gilt hierbei das Septum, inklusive der in ihm geführten Gefäße, medial als auch lateral isoliert freizulegen. Anschließend können die A. et V. circumflexa femoris als proximaler Stiel des Lappens präpariert werden. Nach erfolgreicher Präparation kann der Lappen durch Abtrennen des Gefäßstieles vollständig gehoben werden.



Abb. 9: Vollständige Hebung eines ALT-Flaps

(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

Sind keine septalen Gefäße vorhanden, wird wie oben beschrieben, auf den Perforator aus dem M. rectus femoris im proximalen Drittel der präoperativen Anzeichnung zurückgegriffen. Das Gefäß wird bis an seinen Ursprung, welcher an der A. circumflexa femoris lateralis zu finden ist, präpariert. In der Regel wird der musculokutane Perforator jedoch mit einer Ligatur versehen und von der Lappenplastik abgesetzt. Hierdurch wird die Beweglichkeit des proximalen Stiels erhalten. Sollten sich schlechte Durchblutungsverhältnisse darstellen

kann der musculocutane Perforator auch zusätzlich, mit oder ohne TFL, präpariert werden und zur Unterstützung der Lappendurchblutung mit in die Versorgung der Plastik einbezogen werden.

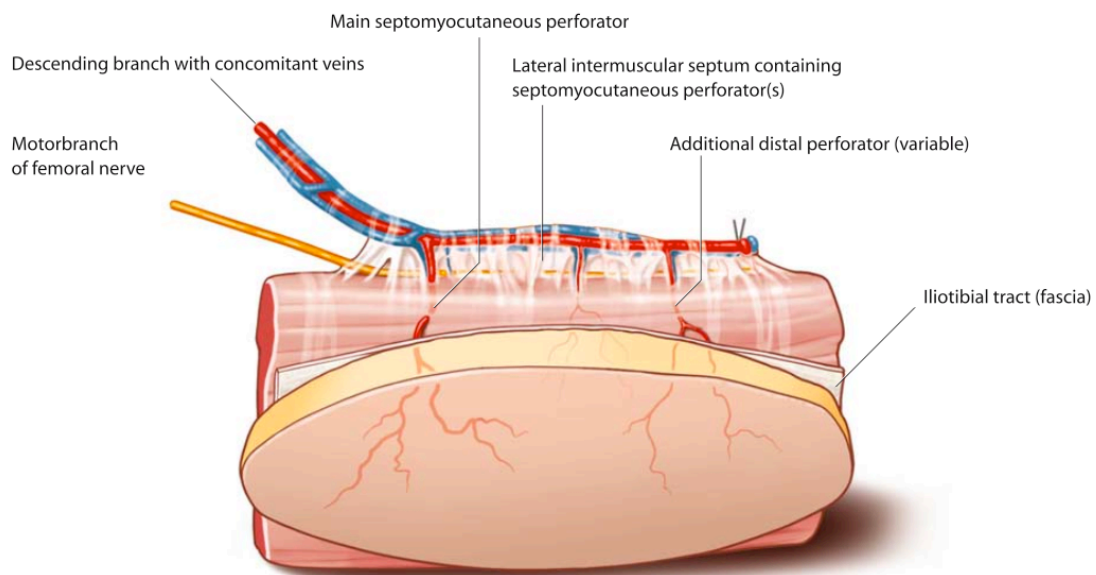


Abb. 10: ALT-Flap mit zwei Perforatoren

(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)



Abb. 11: ALT-Flap nach Hebung, Ansicht von dorsal. Zu sehen der gut 10 cm lange Gefäßstiel mit den Perforansgefäßen.

(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

1.4.2 Lateral arm flap

Am Oberarm bildet der Ansatz des M. deltoideus die proximale Begrenzung und der Epicondylus lateralis die distale Begrenzung (Charles J. Krause et al.), der für einen lateralen Oberarm-Lappen zur Verfügung stehenden Hautfläche. Die zur Verfügung stehende Haut erstreckt sich somit über die gesamte distale Hälfte des Oberarms und konzentriert sich auf den Bereich über dem Septum intermusculare brachii laterale. Hierbei können Lappenplastiken mit einer Breite von 6 bis 8 cm und einer Länge von bis zu 15 cm entnommen und transplantiert werden. Arteriell wird die Region hauptsächlich von der A. collateralis radialis versorgt, deswegen wird bei der Wahl eines septokutanen Perforator auf die A. collateralis radialis zurückgegriffen. Die septokutanen Perforatoren ziehen durch das Septum intermusculare brachii laterale, zwischen M. brachialis und dem M. triceps brachii caput laterale, in Richtung Lappen. Wird auf diese Gefäßversorgung zurückgegriffen, erfolgt der venöse Rückfluss für gewöhnlich über die Vv. comitantes in die V. profunda brachii. Ebenfalls vorhanden sind musculokutane Perforatoren. Ausgehend von der A. brachii über die A. profunda brachii und die A. collateralis brachii, gehen Verzweigung ab, die als muskuläre Äste den distalen Anteil des M. deltoideus durchstoßen. Sie bilden die distalen Perforatoren. Im mittleren Abschnitt der A. collateralis radialis dringen musculokutane Perforatoren durch den M. brachialis und den lateralen Kopf des M. triceps brachii zur Haut. Der venöse Abfluss erfolgt hier ebenfalls über die Vv. comitantes.

Eine weitere Variation der Gefäßversorgung ergibt sich ausgehend von der A. radialis über die A. recurrens radialis. In der Tiefe zwischen dem M. brachioradialis, in einer Linie zwischen M. brachialis und M. brachioradialis, erfolgt die Abgabe der distalen musculokutanen Perforatoren. Oberhalb des Epicondylus lateralis ergibt sich eine Anastomose mit der A. collateralis radialis.

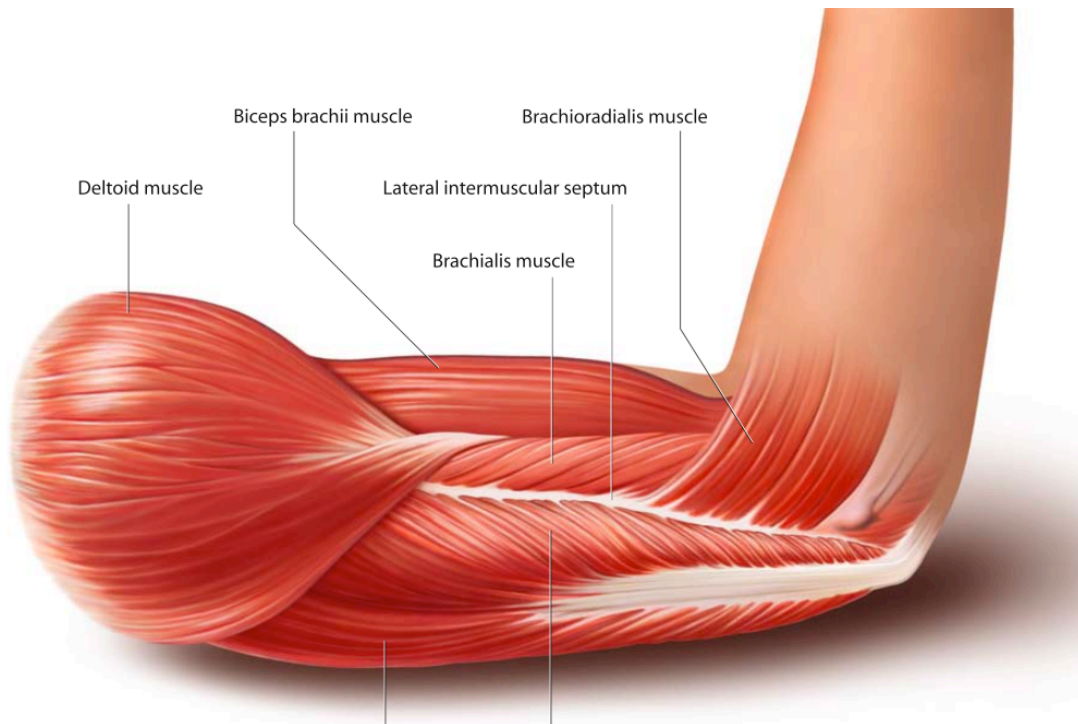


Abb. 12: Muskuläre Anatomie des Oberarmes
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

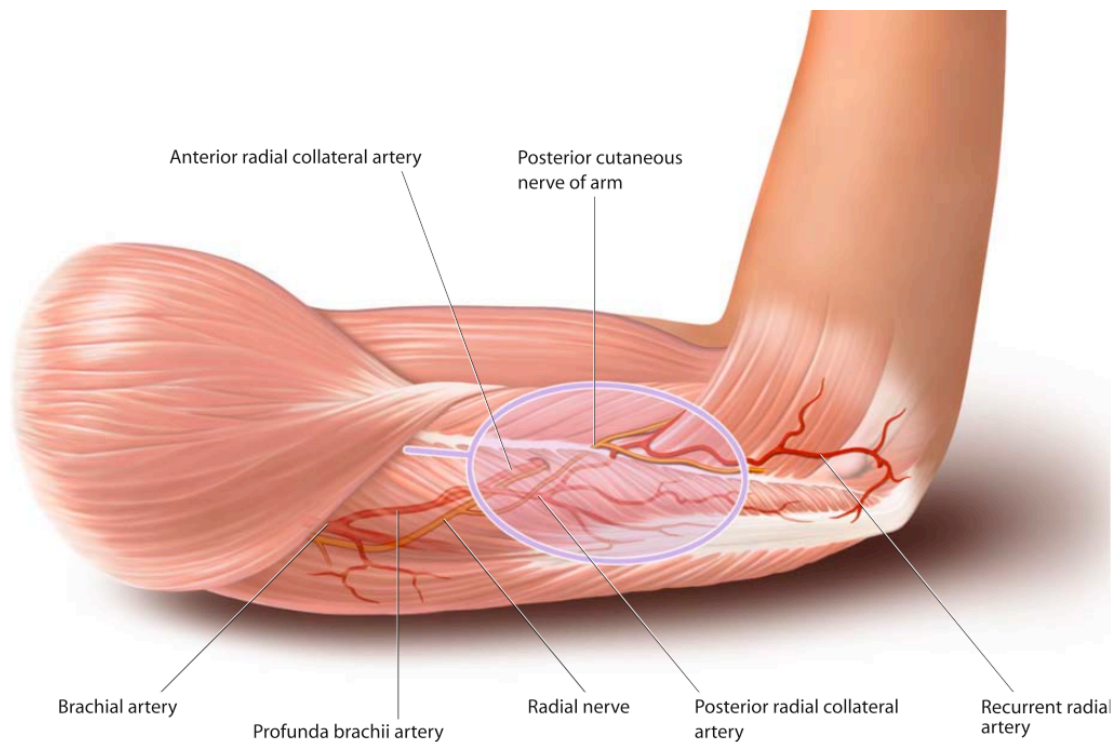


Abb. 13: Gefäßanatomie des lateralen Oberarmes mit Lappeneinzeichnung
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

Nach Einzeichnung der „Lappen-Insel“ erfolgt, ausgehend von einem peripher liegenden Schnitt, die Präparation zur Darstellung der Faszie des lateralen Kopfes des M. triceps brachii und des M. brachioradialis. An den posterioren und anterioren Grenzen des Lappens wird die Faszie eröffnet. Es folgt die Hebung der posterioren Faszie bis zum lateralen Kopf des M. triceps brachii. Somit wird das Septum intermusculare brachii laterale erreicht. Die fasciokutanen Gefäße kommen oberhalb der tiefen Faszie zum Vorschein und ziehen vom Septum intermusculare in Richtung Faszie. Die anteriore Faszie oberhalb des M. brachialis und M. triceps brachii wird nun in posteriore Richtung gehoben bis der vordere Anteil des Septum intermusculare erreicht ist. Nach Einschneiden der distalen Faszie erfolgt nun das Heben der distalen sowie anterioren und posterioren Faszie zusammen mit dem Septum intermusculare in superiore Richtung bis auf das Niveau der Insertion des M. deltoideus am Humerus. An dieser Stelle stellt sich ebenfalls die Bifurkation der A. profunda brachii in die A. collateralis radialis und A. collateralis media dar. Nach Legung der entsprechenden Ligaturen kann der Lappen nach Gefäßdurchtrennung gehoben und transplantiert werden.

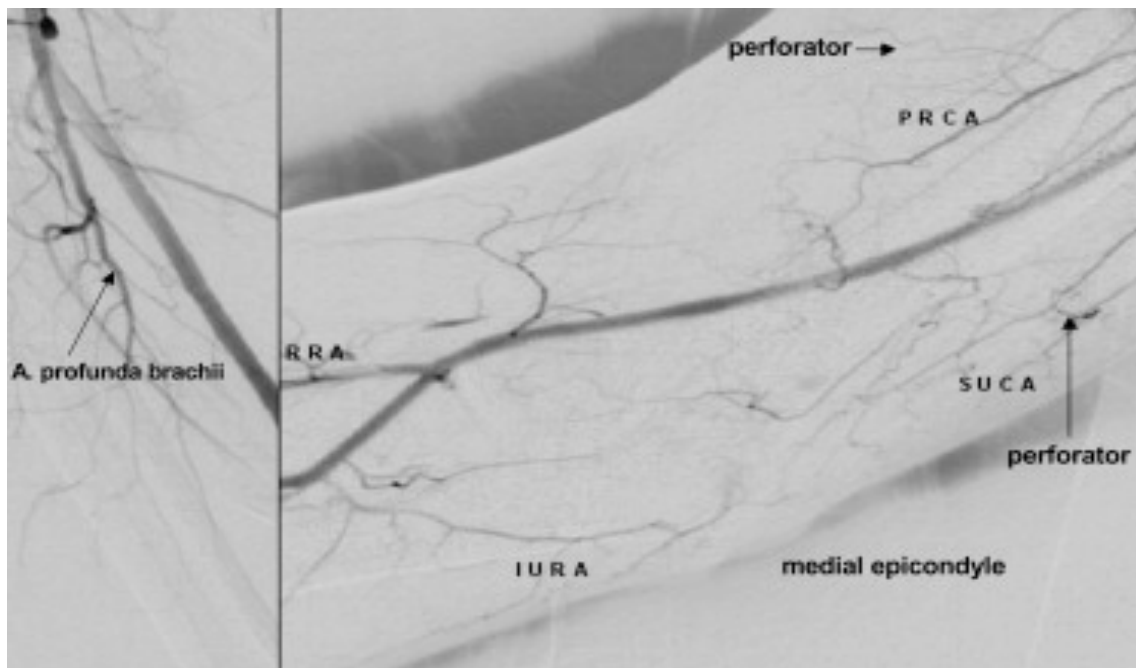


Abb. 14: Darstellung der Perforatoren am Oberarm

(Quelle: Reconstructive Surgery Principles, Anatomy & Technique / Churchill Livingstone)

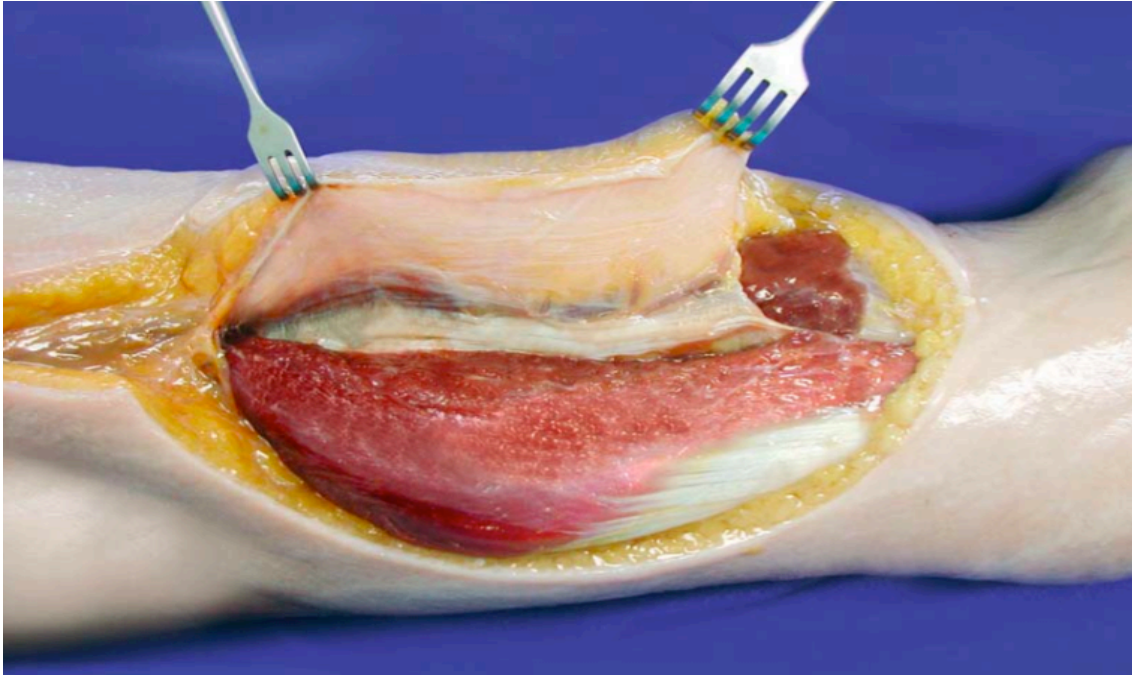


Abb. 15: Darstellung des Septum intermusculare mit septocutanen Perforatoren
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

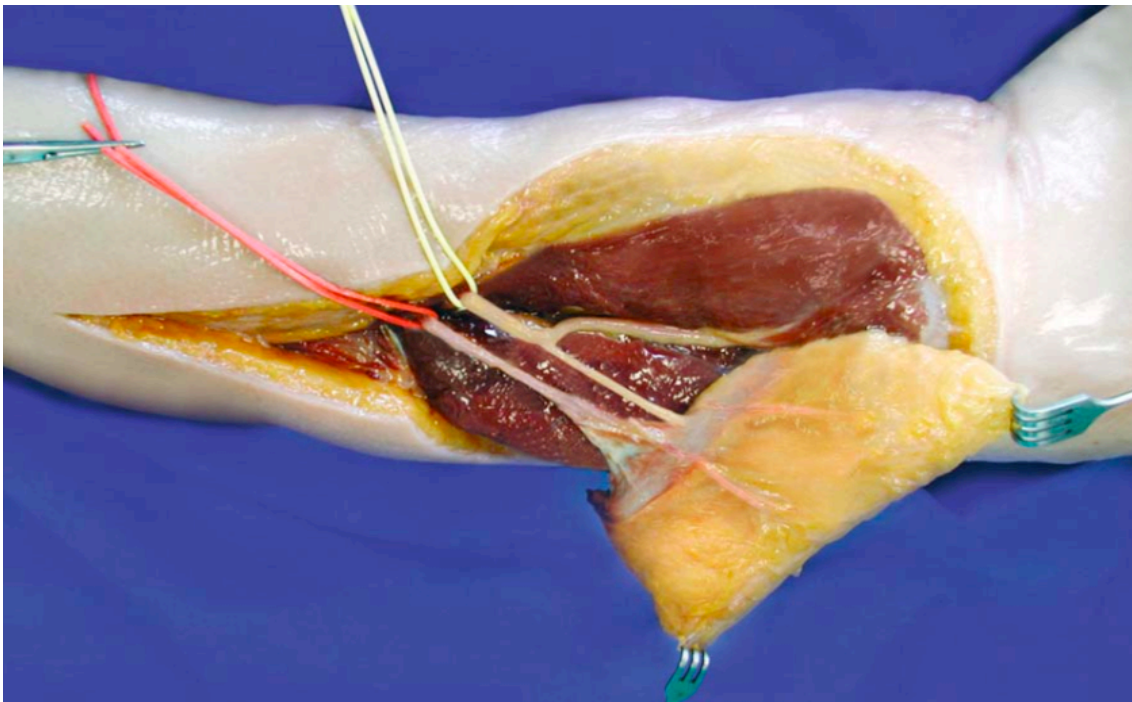


Abb. 16: Lateral Arm Flap mit Gefäßstiel
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

1.4.3 Radial forearm flap

Der Radialis-Lappen zeigt sich als ein sehr vielseitiger und zuverlässiger fasciokutaner Lappen, der an der Vorderseite des Unterarms entnommen wird. Bei komplexen Defekten kann die A. radialis zusätzlich zur Überbrückung der Hauptgefäße verwendet werden und der Lappen als Durchflusslappen gestaltet werden. Darüber hinaus sind auch Übertragungen von anderen Gewebeanteilen mit dem Unterarmflappen möglich, wie beispielsweise Knochen aus dem Radius, Sehnen, Nerven oder der M. brachioradialis.

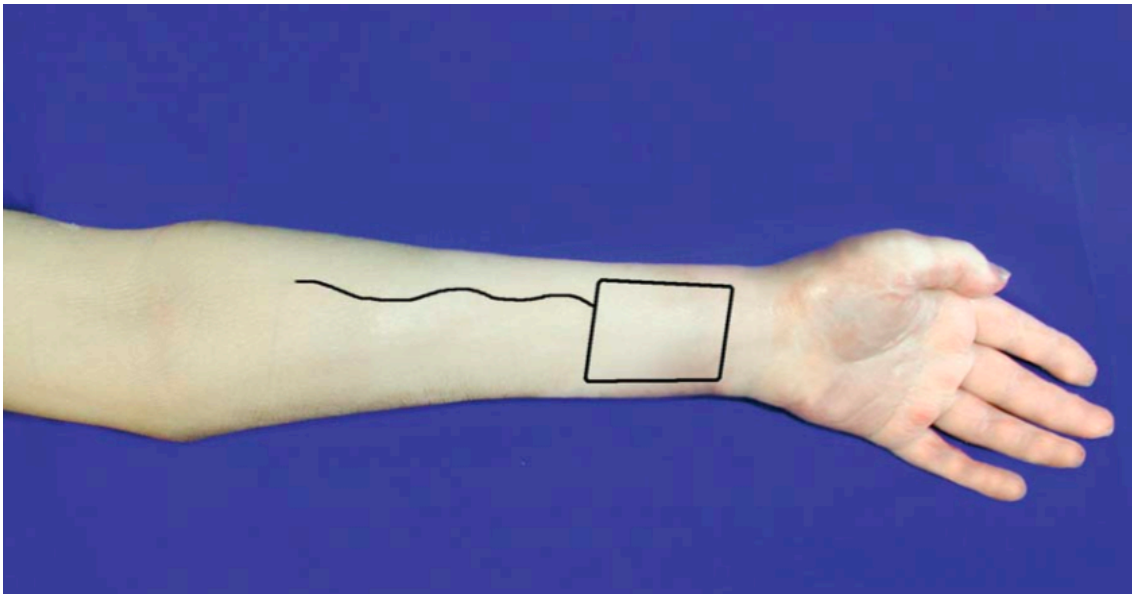


Abb. 17: Lappenzeichnung des Radial Forearm Flap

(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

Proximal wird die Grenze für gewöhnlich am distalen Oberarm in der Ellenbeuge festgelegt. Distal stellt das Handgelenk die Begrenzung dar. Die Gefäßversorgung erfolgt durch die A. radialis. Nach Verlassen der Ellenbeuge teilt sich die A. brachialis in ihre zwei Endäste auf: Die A. radialis und die A. ulnaris. In der oberen Hälfte des Unterarms verläuft die A. radialis zwischen den beiden Bäuchen des M. brachioradialis und des M. pronator teres nach distal. In der unteren Hälfte liegt die A. radialis zwischen den Sehnen des M.

brachioradialis und des M. flexor carpii radialis und zieht so Richtung Hohlhandbogen. Von der A. radialis zweigen auf dem Weg nach distal zahlreiche kleinere Gefäße zur Haut und den Muskeln ab. Im distalen Drittel des Unterarmes zählt man zwischen 9 bis 17 fasciokutane Perforatoren, welche ihren Ursprung in der A. radialis finden. Im proximalen Drittel sind es deutlich weniger. Drei Hauptäste sind konstant vorhanden. Nahe des Ursprungs der A. radialis, aus der A. brachialis, kann ein proximaler Perforatorast beschrieben werden. Dieser kann wahlweise auch von der A. recurrens radialis anterior entspringen. Als langstreckige Arterie versorgt dieser Ast ein längliches Hautareal an der anterolateralen Seite des proximalen Unterarms. Es zeichnet sich weiter ein mittlerer Ast ab, der etwa 7 bis 8 cm proximal des Proc. styloideus radii entspringt. Proximal entspringt ein distaler Ast, der neben dem M. pronator quadratus verläuft und die Metaphysenregion des Radius versorgt. Die Metaphysenregion kann somit in den Lappen miteinbezogen werden. Der durchschnittliche Durchmesser dieser Gefäße beträgt 0,5 mm. Sie ziehen direkt im intermuskulären Septum zur Oberfläche und formen hier ein subkutanes Kapillarnetzwerk.

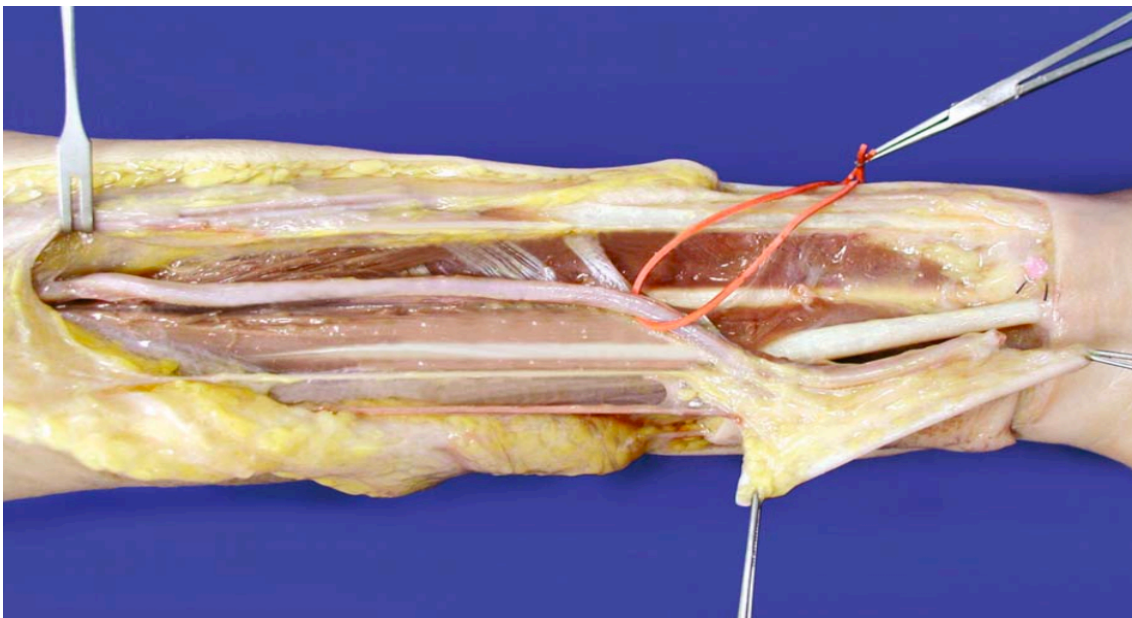


Abb. 18: Präparierter Gefäßstiel des Radial Forearm Flap
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

Der venöse Rückfluss wird zum einen durch ein sogenanntes „tiefes System“, die paarweise verlaufenden Venae comitantes, gesichert. Sie verlaufen beidseitig der A. radialis und sind mit Venenklappen ausgestattet, somit kommt ihnen eine wichtige Rolle bei der Drainage des distalen Unterarmes zu. Zum anderen erfolgt der venöse Rückfluss über ein sogenanntes „oberflächliches System“, die Vena cephalica. Dieses System ist für den venösen Rückfluss aus dem radialen Handrücken verantwortlich. Wenige Zentimeter oberhalb des Handgelenkes kreuzt es auf die radiale Seite des Unterarms und zieht hier weiter zur Ellenbeuge, wo es schließlich in die Vena basilica mündet.

Wie beim ALT-Flap und Lateralen Oberarmflappen empfiehlt es sich auch beim Radialis-Flap im Rahmen der präoperativen Planung die Durchführung einer dopplersonografischen Untersuchung. Die Ergebnisse der Doppleruntersuchung werden in die präoperative Kartierung mit aufgenommen. Im Rahmen der präoperativen Planung bzw. präoperativen Untersuchung sollte in jedem Falle der sogenannte Allen-Test durchgeführt werden.

Der Standard-Radialis-Flap wird gewöhnlich am distalen Unterarm entnommen. Die Ausdehnung erreicht hier eine distale Grenze, die nur wenige Zentimeter oberhalb des Handgelenkes liegt. Je weiter die Planung des Flappens distal angesetzt wird, desto größer ist die erreichbare Länge der Gefäßstiele. Für gewöhnlich wird der distale Schnitt zuerst ausgeführt, um so auf die Sehne des M. brachioradialis und die Sehne des M. flexor carpi radialis zu stoßen. Der Vorteil besteht darin, dass man dadurch unmittelbar auf die Flappen versorgenden Stammgefäße stößt. Die A. radialis und die Vv. comitantes liegen ulnar entlang der Sehne des M. brachioradialis und der radialen Seite der Sehne des M. flexor carpi radialis. Die V. cephalica verläuft radial der Sehne des M. brachioradialis, somit können nach distaler Schnittführung bereits oben genannte Gefäße identifiziert und isoliert präpariert werden. Anschließend erfolgt der proximale Schnitt entlang der vorgesehenen Flappenplastik und die Darstellung der Mm. brachioradialis und M. flexor carpi radialis. Die A. radialis kann hier zwischen den Bäuchen der beiden Muskeln

identifiziert werden. Es folgt daraufhin eine proximal distale Schnittführung an der ulnaren Grenze der Plastik entlang. Hieraus ergibt sich eine Verbindung der beiden Schnitte distal und proximal. Die Präparation der Lappenplastik beginnt nun ausgehend von der ulnaren Seite bis zur Mitte des Lappens. Es erfolgt hierbei das Lösen des Lappens von den darunter liegenden Muskeln. Hierbei ist besonders wichtig, dass das Peritendineum aller umliegenden Sehnen erhalten bleibt. Die Präparation erfolgt rasch bis zur radialen Grenze des M. flexor carpi radialis. Hier gilt es die septokutanen Perforatoren zu beachten. Sind diese identifiziert und dargestellt, erfolgt die Präparation von radial zur Medianlinie der Lappenplastik. Ist der Lappen soweit von ulnar- und radialwärts bis zur Medianlinie gehoben, erfolgt nun die genaue Darstellung des superficialen Astes der A. radialis in die Tiefe. Die V. cephalica wird als nächstes Gefäß dargestellt, in proximaler Richtung präpariert, und somit in den Lappen einbezogen, um so den venösen Abfluss zu garantieren. Bevor nun als nächstes das distale Ende der A. radialis durchtrennt werden kann, sollte eine mikrovaskuläre Klemme gesetzt werden, um die Zirkulation der Handdurchblutung über die A. ulnaris sicherzustellen. Hierbei wird auf die Methodik des Allen-Tests zurückgegriffen. Bei positivem Allen-Test wird die A. radialis distal durchtrennt und zusammen mit den Vv. comitantes in den Gefäßstiel mit einbezogen. Mit diesem Schritt ist die Lappenhebung erfolgt und die Plastik kann zur Defektdeckung frei transferiert werden.

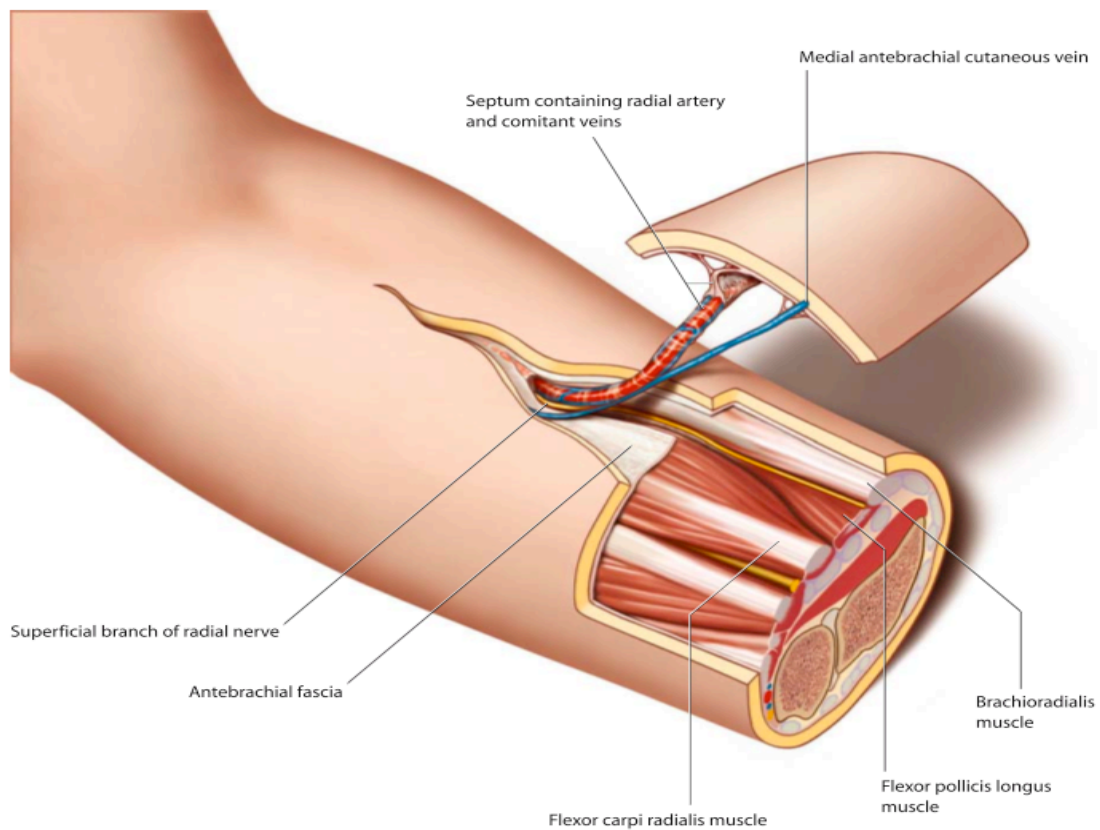


Abb. 19: Anatomie des Radial Forearm Flap im Querschnitt
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

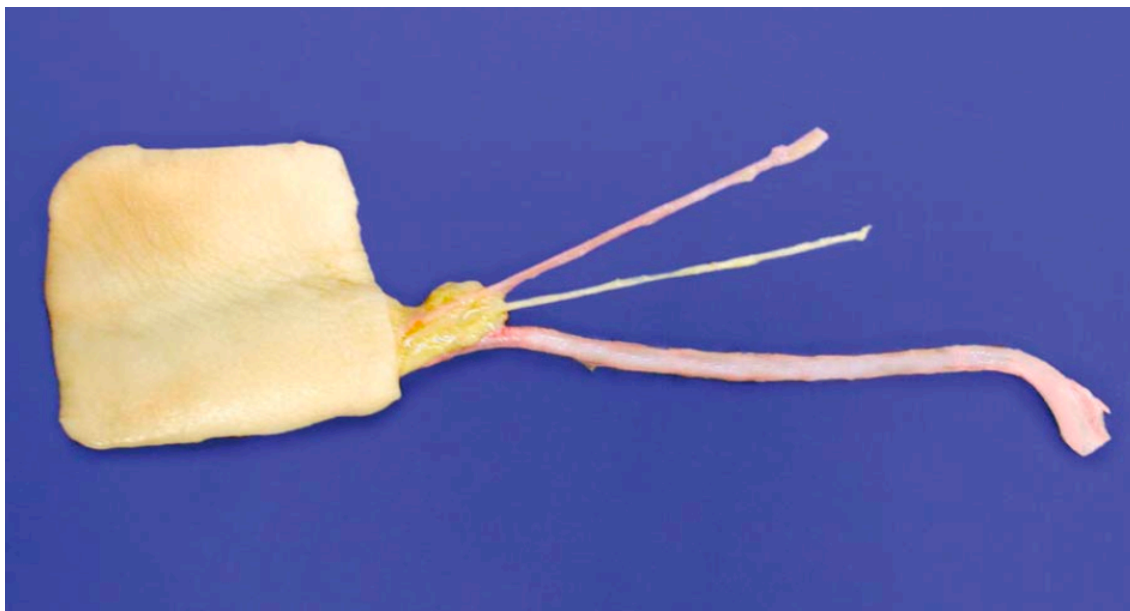


Abb. 20: Gehobener Radial Forearm Flap
(aus: Raising of Microvascular Flaps, K.-D. Wolff, Springer Verlag)

1.5. Entscheidungsprozess zwischen ALT-Flap, Lateral Arm Flap, Radial forearm flap

ALT-Flap, Lateral Arm Flap und Radial Forearm Flap vereinen in sich sämtliche Vorteile, die sich aus der Defektdeckung mit einer freien Perforatorlappenplastiken ergeben. Jeder Lappen für sich bietet zusätzliche Vorteile bei entsprechenden Differenzialdiagnosen.

Welcher Perforatorlappen jedoch bei der entsprechenden Differenzialdiagnostik indiziert ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Das Defektvolumen beeinflusst maßgeblich den Entscheidungsprozess. Neben dem Defektvolumen ist die Lokalisation des Defektes von Bedeutung. Weiter zeigt sich, dass die Anatomie an der Entnahmestelle wie auch an der Defektstelle richtungsweisend für die Auswahl des Transplantates ist.

Der ALT-Flap zeigt sich vor allem bei großen und voluminösen Defekten indiziert. So beschreibt die Literatur Lappengrößen bis zu einer Länge von 25cm und einer Breite von 18cm (Song et al.). In der vorliegenden Studie wurden Defekte mit einer durchschnittlichen Defektgröße von 168 cm² gedeckt. 1996 beschrieben Kimura et al. erstmals die Möglichkeit, den ALT-Flap radikal auszudünnen, um so oberflächliche Weichteildefekte mittels ALT-Flap zu decken. Die anatomische Situation am lateralen Oberschenkel weist zu dem mehrere Perforatorgefäße auf, welche zum Hautareal am lateralen Oberschenkel ziehen. So kann der ALT-Flap mit dazu gehörigem Perforator in der Regel auch dann präpariert werden, wenn sich an präoperativ kartierter und geplanter Entnahmeregion kein quantitatives Perforatorgefäß finden lässt. Er gilt somit allgemein als verlässliches „Rettungsboot“ in der mikrochirurgischen Lappenchirurgie. Defektdeckungen an der unteren Extremität lassen sich mit ALT Lappen in epiduraler Anästhesie durchführen. Generell gilt, dass eine Umlagerung der Patient, wie etwa beim Latissimus dorsi flap (Tansini et al.), hier nicht angezeigt ist. Somit verkürzt sich die Operationszeit erheblich, was insbesondere bei Risikopatienten einen großen Vorteil darstellt. Die

Entnahmeregion des Transplantates lässt sich in der Regel primär verschließen, so dass eine zweite Operation dem Patient ebenfalls erspart bleibt.

Der Radial Forearm Flap charakterisiert sich dadurch, dass er ein dünnes, geschmeidiges und meist haarloses Transplantat darstellt, welches auf Grund der beständigen Anatomie am Unterarm in der Regel bequem gehoben werden kann. Operativ erweist sich die Lappenhebung für den Operateur als mäßig anspruchsvoll. Darüber hinaus ermöglicht die Anatomie am Unterarm die Präparation sehr langer Gefäßstiele, die Gefäßdurchmesser von 2-3mm für die Arterie und 3-4mm für die Venen ergeben (Godina et al.). Es ergibt sich die Indikation zur Defektdeckung mit einem freien Radial Forearm Flap dann, wenn die Rekonstruktion dünner, zarter und ästhetisch anspruchsvoller Weichteile angestrebt wird oder die Anatomie an der Empfängerstelle keinen Platz für voluminösen Transplantaten bietet. Sein langer Gefäßstiel ermöglicht es, die Anastomose weit außerhalb des Defektes zu verlagern. Weiter kann durch den großen Gefäßdurchmesser eine sichere und einfache Durchführung der arteriellen und venösen Anastomose gewährleistet werden.

Der Lateral Arm Flap zeigt eine ähnliche Charakteristik wie der Radial forearm Flap. Es zeigt sich ein ebenfalls relativ dünnes Transplantat, welches sehr geschmeidig ist. In Abhängigkeit der körperlichen Konstitution kann das Transplantat bei adipösen Menschen jedoch auch sehr dick und volumenstark ausfallen. Die Textur der Lappenplastik zeigt sich meist haarlos und zart, die Hautstruktur wenig derb und sanft. Die Lappenhebung erweist sich jedoch im Vergleich zum Radial Forearm Flap als operativ anspruchsvoller, da der Gefäßstiel bis weilen wesentlich tiefer zu präparieren ist und in der Nähe des Nervus radialis aus der A. profunda brachii entspringt. Der Lappen kann zusammen mit einem Knochenstück, einem Muskel und einem sensorischen Nerv verpflanzt werden. Vor allem seine Textur und die haarlose Oberfläche bieten herausragende Vorteile. Entscheidend speziell gegenüber dem Radial Forearm Flap ist, dass die Entnahmestelle nicht in den optisch sichtbaren

Bereich fällt. Vor allem beim Tragen kurzer Kleidung ist dies kosmetisch wertvoll.

2 Material und Methoden

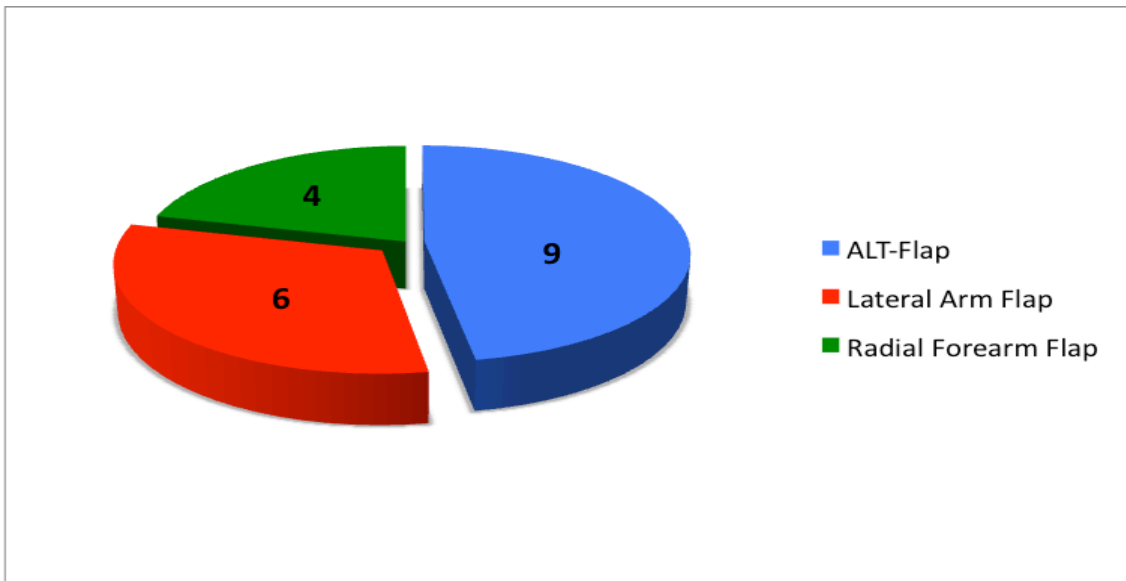
2.1.1 Studienablauf

Im Zeitraum von Februar 2005 bis Dezember 2007 wurden an der Universitätsklinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Bayerischen Julius-Maximilians Universität Würzburg insgesamt 19 freie Lappenplastiken zur Defektdeckung an der oberen und unteren Extremität transplantiert (Tabelle 6). Es wurden in angegebenem Zeitraum insgesamt 9 ALT-Flaps, 6 freie Lateral Arm Flaps und zusätzlich 4 Radial Forearm Flaps transplantiert. Die Transplantation erfolgte bei 87% (16/19) der Patienten zur Deckung einer traumatischen Verletzung, weiter wurden Defekte nach Tumorexzision, Staphylokokkeninfektion und Exzision der Bursa olecrani gedeckt. Die Erfolgsrate der Eingriffe liegt bei 89%, wobei hier zu unterscheiden ist zwischen 53% primärer Einheilung und 36% sekundärer Einheilung. In letzteren Fällen war ein erneuter operativer Eingriff nötig, meist handelte es sich um ein chirurgisches Wunddébridement.

Die Patienten sind im Durchschnitt 27 Monate (± 9) postoperativ zu einer wissenschaftlichen Nachuntersuchung in die Universitätsklinik Würzburg bestellt worden. Von den bestellten Patienten konnten 12 Patienten untersucht werden. Zwei Patienten waren zum Zeitpunkt an dem die Untersuchung stattfinden sollte bereits verstorben, weitere zwei Patienten konnten aus Gründen einer laufenden stationären Rehabilitation sowie einer Behandlung in der geschlossenen Psychiatrie nicht nachuntersucht werden, drei Patienten verweigerten eine außer turnusmäßige Untersuchung. Von sieben Patienten fließen die operativen Daten beziehungsweise die Daten der regelmäßigen Kontrolluntersuchungen in die vorliegende Arbeit mit ein.

Die retrospektive Untersuchung basierte auf zwei Elementen. Zunächst wurden die Patienten anhand des SF-36 Health Survey untersucht. Anschließend wurde die jeweilige Defektdeckung mit den entsprechenden freien

Perforatorlappen klinisch untersucht. Hierbei galt das Augenmerk der Untersuchung der Funktionalität sowie der Begutachtung der Ästhetik.



Grafik 1: Eigene Perforatorlappenplastiken im Zeitraum 02/05 – 12/07. Angabe in Prozent

(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

2.2. Material

2.2.1 Eigene Patienten mit freien Perforatorlappenplastiken

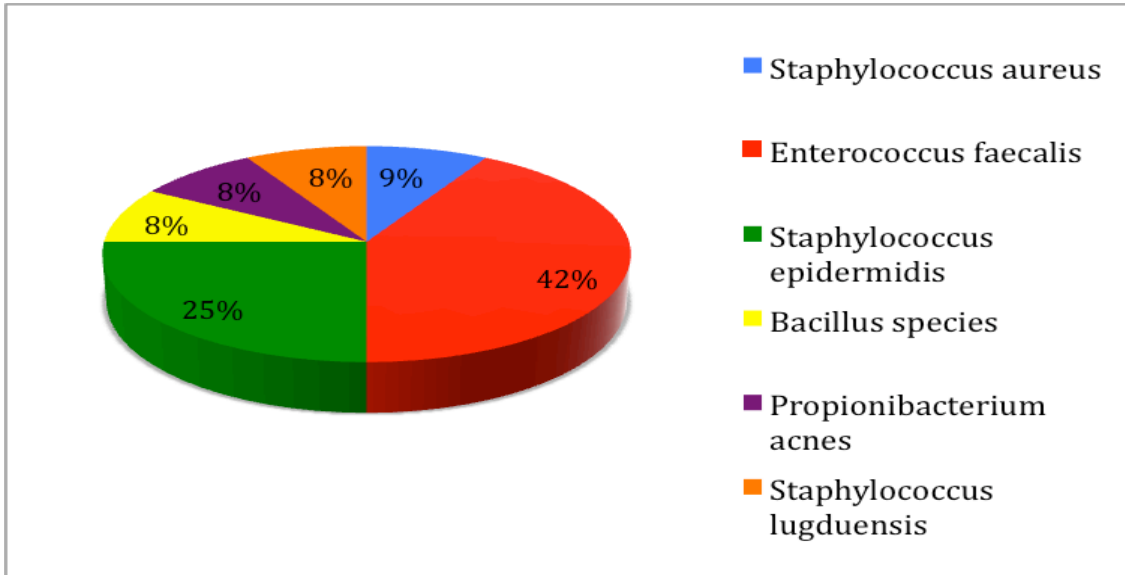
Die im Zeitraum von Februar 2005 bis Dezember 2007 mit einer freien Perforatorlappenplastik versorgten Patienten, 17 männliche und 2 weibliche, weisen ein Alter von 17 bis 70 Jahre auf. Die zu deckenden Defekte beruhten, wie aus Tabelle 6 ersichtlich, bei 16/19 Patienten auf traumatischen Verletzungsmustern. Des weiteren zeigten sich Defekte nach Tumorexzision, Staphylokokkeninfektion und Exzision der Bursa olecrani.

Die durch ein traumatisches Verletzungsmuster entstandenen Defekte lassen sich nach Tscherne und Oestern et al. (1982) als kombinierte Knochen-Weichteil-Defekte bei geschlossenen Frakturen Grad III, und bei offenen Frakturen Grad II, III und IV klassifizieren. Nach Gustilo et al. (1990) konnten

die Weichteilschäden den Klassen II bis IIIc zu geordnet werden. Diese Verletzungsmuster wurden nach einem strikten Schema behandelt. Zunächst galt es die Fraktur durch anlegen eines Fixateur extern zu stabilisieren. Gleichzeitig erfolgte ein radikales Débridement und eine Säuberung des Wundareals mit „Jet Lavage“. Ab dem zweiten postoperativen Tag bis zum Fünften wurden gegebenenfalls Wiederholungsdébridements („second look“) durchgeführt. Die Wundfläche wurde in diesem Zeitraum offen gelassen und noch vorhandene Weichteile spannungsfrei adaptiert. Eine temporäre Abdeckung erfolgte mit Epigard oder Syspuderm. Weiter sollte zu diesem Zeitpunkt über einen Verfahrenswechsel hin zu einem mechanisch günstigeren Osteosyntheseverfahren nachgedacht werden. Am fünften postoperativen Tag wurde dann die Vakuumversiegelung durchgeführt. Eine definitive osteosynthetische Versorgung sowie eine Weichteildeckung sollten „so früh wie möglich erfolgen“. Hierbei gelten die Grundsätze der „rekonstruktiven Leiter“, sprich das Prinzip der eskalierenden Deckungsverfahren bei dem grundsätzlich angestrebt wird, den Defekt mit möglichst einfachen Mitteln zu rekonstruieren, wenn dies zum besten Ergebnis für den Patienten führt (Giessler et al. 2004). Bei der hier untersuchten Population kam es unter den Traumapatienten im Durchschnitt zu 4,5 Wiederholungsdébridements und insgesamt 6 Revisionen. Die Keimabstriche vor den plastischen Deckungen zeigten das in Grafik 2 dargestellte Spektrum auf. Die beiden Patienten mit chronischen bakteriellen Infektionen (Staphylokokken / Enterococcus faecalis) musste sich multiplen Wunddébridements unterziehen, da keine Keimfreiheit erzielt werden konnte. Es zeigte sich im Laufe der Behandlung, dass auch mit einem seriellen Wunddébridement keine ausreichende Wundkonditionierung für eine Einheilung der Perforatorlappenplastik erzielt werden konnte. In Folge dessen kam es letztendlich zum Lappenverlust.

Die Defektdeckung mit einem freien Perforatorlappen, sowie der Verschluss der Entnahmestelle, erfolgten bei allen behandelten Patienten an der Universitätsklinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und

Wiederherstellungschirurgie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg in einer operativen Sitzung.



Grafik 2: Keimspektrum vor plastischer Deckung

(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

Die Operationszeit betrug hierbei im Durchschnitt 6 Stunden. Die Defektdeckung erfolgte in einem Zeitfenster zwischen 15 und 94 Tagen nach Trauma.

Die entnommenen ALT-Flap's werden 7 mal auf die untere Extremität und 2 mal auf die obere Extremität zur Defektdeckung transplantiert. Die Größe der präparierten Lappen weist in der Länge durchschnittliche Werte von 14 cm (\pm 5 cm) und in der Breite von 12 cm (\pm 8 cm) auf. Hieraus ergaben sich durchschnittliche Lappenflächen ($l \times b$) von 168 cm². Bei der Präparation der freien Perforatorlappen wurden Gefäßstiele von einer durchschnittlichen Länge von 8,5 cm (\pm 5 cm) dargestellt. In 90% der Fälle beinhaltete der Gefäßstiel einen septokutanen Perforator und in 10% der Fälle einen muskulokutanen Perforator, welcher durch den M. vastus lateralis zur Oberfläche drängt. Die Perforatoren fanden ohne Ausnahme ihren Ursprung in der A. circumflexa femoris. Es zeigte sich vor Transplantation in 100% der Fälle eine gute Durchblutung des gehobenen Lappens. Der venöse Abfluss konnte in 20% der

Fälle über zwei Begleitvenen ermöglicht werden. In 80% der Transplantationen wird der venöse Abfluss jedoch nur über eine den Perforator begleitende Vene gewährleistet, welche in den Gefäßstiel integriert ist.

Bei Transplantation des Anteriorlateral-thigh Lappens auf den Defekt wurde der arterielle Gefäßanschluss in 90% der Fälle über eine End-zu-Seit Anastomose und in 10% der Fälle über eine End-zu-End Anastomose durchgeführt. Der venöse Anschluss erfolgte in allen Fällen über eine End-zu-End Anastomose mit fortlaufender Naht. Postoperativ zeigte sich bei allen transplantierten ALT-Flaps nach Doppleruntersuchung eine gute bis sehr gute Durchblutung.

Die lateralen Oberarm-Lappen wurden 5 Mal auf die unteren Extremitäten transplantiert. In einem Fall wurde der gehobene Lappen direkt im Bereich der oberen Extremitäten verpflanzt, hierbei bewegte sich die Größe der Lappenplastik in einem durchschnittlichen Längenspektrum von 6,5 cm (± 2 cm), und in einem Breitenbereich von durchschnittlich 5 cm ($\pm 1,5$ cm). Es ergab sich daraus eine durchschnittliche Lappenfläche von 32,5 cm². Die Gefäßstiele der Lappen wiesen eine Länge von durchschnittlich 7 cm (± 3 cm) auf. In 50% der Fälle konnte ein musculokutaner Perforator präpariert werden, der direkt von der A. brachialis profunda abging. Es ergab sich so ein relativ großer Gefäßdurchmesser der versorgenden Arterie. Die restlichen 50% der transplantierten lateralen Oberarm-Lappen wurden arteriell über die A. collateralis radialis versorgt. Der venöse Abfluss wurde über ein bis zwei Begleitvenen sichergestellt. In 90% der Fälle entfiel hier die Wahl auf die Vv. commitantes. Die arterielle Anastomose wurde, wie bereits bei der Verpflanzung der ALT-Lappen, in 100% der Fälle über eine End-zu-Seit Anastomose realisiert. Der venöse Gefäßanschluss erfolgte in 95% über eine fortlaufende End-zu-End Anastomose und in 5% der Fälle über eine End-zu-End Anastomose über Einzelknopfnähte. Auch im Falle der lateralen Oberarm-Lappen zeigte sich nach der vaskulären Anastomose in 100% der Fälle eine gute bis sehr gute Perfusion.

Die Radialislappen wurden in 100% der behandelten Patienten auf die untere Extremität transplantiert. Es wurden bei der Präparation der Perforatorlappen am Unterarm Längen von durchschnittlich 6 cm (\pm 1,5 cm) und Breiten von durchschnittlich 3,5 cm (\pm 2 cm) erzielt. Hieraus ließen sich Lappen mit einer durchschnittlichen Fläche von 21 cm² transplantieren. Am Unterarm ließen sich Gefäßstiele von einer durchschnittlichen Länge von 15 cm (\pm 4 cm) darstellen und in den Lappen eingliedern. Die arterielle Versorgung erfolgte hierbei zu 100% aus der A. radialis. Venös floss das Blut bei allen transplantierten Lappen über Begleitvenen ab, welche Ihren Ursprung in den Venae comitantes fanden. Die Anastomose wurde bei allen transplantierten Radialislappen über End-zu-End Anastomosen arteriell und venös hergestellt. Die Perfusion erwies sich nach der vaskulären Anastomose im Defektgebiet bei allen transplantierten Radialislappen als gut bis hervorragend.

Fall	Alter	Geschlecht	Diagnose	Perforatorlappen	Verschluss der Entnahmestelle
1	30	m	Grad II offene Unterschenkelfraktur	Radial Forearm	Primär
2	58	m	Dermatofibrosarkom protuberans Fußrücken	Lateral Arm	Primär
3	25	m	Grad III offene Unterschenkel 2 Etagenfraktur	ALT	Primär
4	43	m	Subcutisnekrosen Staphylococceninfektion	ALT	Primär
5	17	m	Grad III offene Sprunggelenks-luxationsfraktur	ALT	Primär
6	68	m	Grad III offene bimalleoläre OSG	Lateral Arm	Primär
7	45	m	Grad III / Grad IV offene Defektfraktur distaler Oberarm	ALT	Primär
8	41	m	Grad II offene Pilonfraktur	Radial Forearm	Primär
9	21	m	Grad III offene Femur-trümmerfraktur / Grad IV Vorfußfraktur	ALT	Primär
10	63	m	Grad III offene Metatarsale I-III Fraktur	Lateral Arm	Primär
11	31	f	Rotationsberstungsfraktur Unterschenkel / 2gradig offene Kalkaneustrümmerfraktur	Lateral Arm	Primär
12	39	m	Mittelfußquetschung	Radial Forearm	Primär
13	67	m	Grad IV Vorfußfraktur	Lateral Arm	Primär
14	48	m	Grad II offene Unterschenkelfraktur	ALT	Primär
15	54	m	Grad III offene Sprunggelenksfraktur	Radial Forearm	Primär
16	75	m	Grad III offene Mehretagenfraktur Tibia	ALT	Primär
17	50	m	Infekt-Defekt-Pseudarthrose	ALT	Primär
18	34	f	Grad III offene Unterschenkelfraktur	ALT	Primär
19	48	m	Weichteilinfektion n. Excision der Bursa olecrani	Lateral Arm	Primär

Tab. 6: Transplantierte freie Perforatorlappen im Zeitraum Februar 2005 bis Dezember 2007

(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

2.3 Methode

2.3.1. AIS Score

Um die Ausgangssituation, beziehungsweise in diesem Falle die Schwere der Verletzung, zu bewerten, wurden die Patienten mit multiplen Verletzungsmustern anhand des AIS-Score (Copes et al.) klassifiziert.

Es wurde jede Verletzung für die Kodierung in im AIS-Katalog enthaltene Einzelverletzungen aufgeteilt. Für die Einzelverletzung gab der AIS-Katalog wiederum eine klassifizierte Überlebenswahrscheinlichkeit an. So war es möglich Verletzungen mit annähernd gleicher Letalität zusammenzufassen. Aus den Kodierungen des AIS-Katalogs bildete sich das System mit 6 Verletzungsklassen (Tabelle 7).

Verletzung	AIS-Wert
1	Geringfügig
2	Mäßig
3	Erheblich
4	Schwerwiegend
5	Kritisch
6	Nicht mit dem Leben vereinbar

Tab. 7: Abbreviated Injury Scale (AIS)

Die Klassifikation soll nur die Verletzung beschreiben, sie ist unabhängig von der Art der Behandlung, der Behandlungsqualität oder der Behandlungsdauer.

2.3.2 SF-36 Health Survey

Unabhängig von der klinischen Untersuchung wurden die Patienten bezüglich der „allgemeinen Patientenzufriedenheit“ befragt. Hierbei galt das Augenmerk vor allem folgender Frage: Wie bewerten die Patienten die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach der Versorgung mit einer freien

Perforatorlappenplastik? Interessant in diesem Zusammenhang war besonders die Frage, worauf eine eventuelle Einschränkung der Lebensqualität basiert. Entsteht sie durch die Lappenplastik? Oder ist sie primär durch das Trauma bedingt? Weiter wurde Priorität auf die Frage der Zufriedenheit des Patienten selbst im Bezug auf das ästhetische Ergebnis der Operation gelegt. Wurde zumindest teilweise durch das gewählte Operationsverfahren ein Mindestmaß an Lebensqualität, obgleich des Traumas, erhalten oder gar wiederhergestellt?

Die durch den Patienten wiedergegebenen Aussagen sind als subjektive, individuelle Beschreibungen zu bewerten. Um die Einzelaussage in Relation zu den Gesamtaussagen stellen zu können, ist es notwendig eine Bewertung der individuellen gesundheitsbezogenen Lebensqualität durchzuführen. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität oder auch subjektive Gesundheit ist erst in jüngster Zeit als Evaluationsparameter in der Bewertung von Behandlungsmaßnahmen anerkannt worden (Najman und Levine et al. 1981). Die gesundheitsbezogene Lebensqualität ist hierbei mit subjektiven Gesundheitsindikatoren gleichzusetzen und bezeichnet ein multidimensionales psychologisches Konstrukt. Dieses Konstrukt ist durch mindestens vier Komponenten zu operationalisieren: das psychische Befinden, die körperliche Verfassung, die sozialen Beziehungen und die funktionale Kompetenz der Befragten (Bullinger et al. 1994).

Der durch den Patienten beschriebene Gesundheitszustand erlangt heute nach Bullinger et al. (1996) durch die im Folgenden beschriebenen Entwicklungen zunehmend an Bedeutung bei der Bewertung der medizinischen Behandlung. Zum einen hat ein Paradigmenwechsel in der Definition von Gesundheit, welcher in Anlehnung an die WHO-Definition auch die psychische und die soziale Komponente des Gesundheitsbegriffes mit einbezieht, stattgefunden. Zum anderen beobachtet man heute eine Veränderung der Bevölkerungsstruktur, die heute einen größeren Prozentsatz älterer Personen aufweist. Hiermit verbunden ist die Entwicklung hin zu einer erhöhten Häufigkeit chronischer und langfristig behandlungsbedürftiger Erkrankungen.

Zur Registrierung der oben beschriebenen Parameter wurden in den vergangenen 20 Jahren eine Reihe von Messinstrumenten zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität entwickelt. Bei den entwickelten Messinstrumenten wird zwischen Verfahren welche die gesundheitsbezogene Lebensqualität von Populationen krankheitsübergreifend erfassen (generic instruments), und Verfahren, die krankheitsspezifisch erfassen, differenziert.

Eines der international führenden Messinstrumente aufgrund seiner psychometrischen Qualität und seiner Ökonomie ist der Short-Form – 36 Health Survey. Dieser Fragebogen stellt die gekürzte Version eines in der MOS (Medical Outcome Studies) entwickelten umfassenden Messinstrumentes dar, wobei die Auswahl und Reduktion der Fragen auf einer Reihe empirisch-rigoröser Tests beruht (Stewart und Ware, 1992; Mc Horney et al., 1993; Ware und Sherbourne, 1992; Ware 1987).

Der Aufbau des SF-36 Health Survey gliedert sich in 36 Items, die unterschiedlichen Themenbereichen zugeordnet sind. Jedes Item thematisiert entweder selbst eine Skala bzw. ist Teil einer Skala. Der Patient gibt zu jedem der Items die Antwortalternative wieder, die seinem Erleben nach der Aussage entspricht. Die Antwortmöglichkeiten variieren von der einfach binären „Ja nein“ Antwort bis hin zu sechsstufigen Antwortskalen. Der SF-36 Health Survey erfasst acht Dimensionen der subjektiven Gesundheit mit unterschiedlichen Itemzahlen.

Konzepte	Itemanzahl	Anzahl der Stufen	
Körperliche Funktionsfähigkeit	10	21	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppen steigen, bücken, heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt
Körperliche Rollenfunktion	4	5	Ausmaß, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder andere täglich Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. weniger arbeiten als gewöhnlich, Einschränkung in der Art der Aktivität oder Schwierigkeiten bestimmte Aktivitäten auszuführen.
Körperliche Schmerzen	2	11	Ausmaß an Schmerzen und Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im als auch außerhalb des Hauses
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	5	21	Persönliche Beurteilung der Gesundheit, einschließlich aktueller Gesundheitszustand, zukünftige Erwartung und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen
Vitalität	4	21	Sich energiegeladener und voller Schwung fühlen versus müde und erschöpft
Soziale Funktionsfähigkeit	2	9	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen
Emotionale Rollenfunktion	3	4	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen
Psychisches Wohlbefinden	5	26	Allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale verhaltensbezogene Kontrolle, allg. positive Gemütsstimmung
Veränderung der Gesundheit	1	5	Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr

Tab. 8: Itemanzahl- und stufen der acht SF-36 Skalen und des Items zur Verlängerung des Gesundheitszustandes (Quelle: Monika Bullinger und Inge Kirchberger SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand / Hogrefe Verlag)

2.3.3 Bewertung des Defektes

Grundlage für die klinische Untersuchung des gedeckten Defektes bei den behandelten Patienten waren folgende Parameter:

- Eine Untersuchung der Lappenplastik hinsichtlich der Textur und Kontur. Die Betrachtung der Textur und Kontur ist bereits ein erstes Anzeichen für bestehenden Durchblutungsverhältnisse und somit ein wichtiger Parameter zur Beurteilung der Perfusion. Weiter ist die Textur und Kontur entscheiden für die Ästhetik des Transplantats.
- Eine dopplersonographische Untersuchung der Lappenplastik unter Einbeziehung der Lappenperipherie soll die optischen Eindrücke der Textur und Kontur der Plastik hinsichtlich der Perfusion klinisch bestätigen.
- Eine diagnostische Untersuchung bezüglich der Oberflächen- und Tiefensensibilität des Transplantates.
- Die Untersuchung der Narbe unter ästhetischen und funktionellen Gesichtspunkten. In erster Linie wurde darauf geachtet, wie sich das Narbenbild klinisch darstellte, das heißt ist eine Narbenadhäsion zu beobachten oder ist die Narbe verschieblich. Weiter wurden Narbenschmerz bzw. Narbenempfindlichkeit untersucht.
- Test der Funktionalität bzw. der Funktionseinschränkung der Extremität. Kommt es bei den versorgten Extremitäten zu Funktionseinschränkungen und wenn ja, sind diese eindeutig auf die plastische Deckung zurückzuführen oder kausal dem versorgten Trauma zu zuschreiben.
- Die Indikation für eine Versorgung mit einer orthopädischen Apparatur der Extremität, beispielsweise ein orthopädischer Schuh oder eine Vorfußprothese. Lässt sich eine orthopädische Versorgung trotz der

Lappenplastik verwirklichen und wie kommt der Patient mit Transplantat und orthopädischer Apparatur zurecht.

2.3.4 Bewertung der Entnahmestelle

Grundlage für die klinische Untersuchung der Entnahmestelle bei den behandelten Patienten waren folgende Parameter:

- Eine Untersuchung des Narbenbildes auf Verwachsungen, Verhärtung, Adhäsion und Verschieblichkeit.

- Eine Untersuchung der Funktionseinschränkung durch die Transplantatentnahme bzw. die Wundheilung. Treten Spannungen oder Zugkräfte im Bereich der Entnahmestelle auf.

- Die Regenerationsfähigkeit der Entnahmestelle nach Transplantatentnahme, da sämtliche Entnahmestellen primär, sprich ohne Zuhilfenahme, von Dritten Transplantaten, wie beispielsweise Spalthaut oder Vollhauttransplantate verschlossen wurden.

- Die ästhetische Kompatibilität als Entnahmeregion für eine Lappenplastik vor allem unter dem Gesichtspunkt des Tragens kurzer Kleidung. Hier wurde die Erfahrung des Patienten besonders gewichtet.

2.4. Statistik

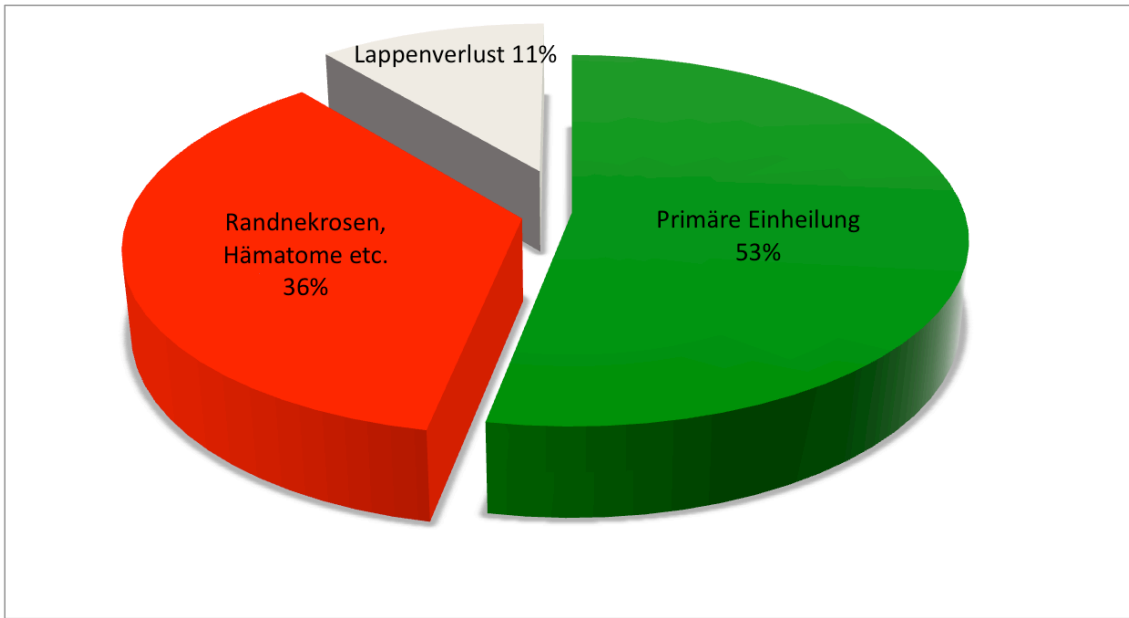
Die statistische Auswertung der elektronischen Krankenakte erfolgte mit Microsoft Excel 2008 und SPSS for Windows. Zur grafischen Darstellung diente Microsoft Excel 2008.

Die Auswertung des SF-36 Fragebogens folgte nach der standardisierten SF-36 Auswertungsanweisung der acht Subskalen und des Einzelitems zur Gesundheitsveränderung mit Microsoft Excel 2008 und SPSS PASW Statistics 17.0 N für Windows. Zunächst erfolgt die Umkodierung der Items anhand der Vorgaben. Aus den umkodierten Items werden in einem nächsten Schritt die Skalenrohwerte berechnet. Die erhaltenen Skalenrohwerte werden wiederum transformiert in eine 0 bis 100 Skala unter Verwendung einer bestimmten Formel. Diese Transformation formt den niedrigsten und den höchsten Wert in 0 und 100 um. Werte zwischen diesen Extremwerten stellen den prozentuellen Anteil am höchstmöglichen Wert dar. Die Transformation macht den Vergleich mit Normwerten aus der MOS, dem National Survey of Functional Health Status und anderen veröffentlichten Ergebnissen vergleichbar.

Die Daten der Normstichprobe sind aus Bullinger und Krichberger et al. (1998) entnommen. Diese repräsentative Probe enthält Patienten, welche eine der Gesamtpopulation Deutschlands entsprechende Verteilung an chronischen Erkrankungen aufweist.

3. Ergebnisse

3.1. Ergebnisse Auswertung der elektronischen Krankengeschichte

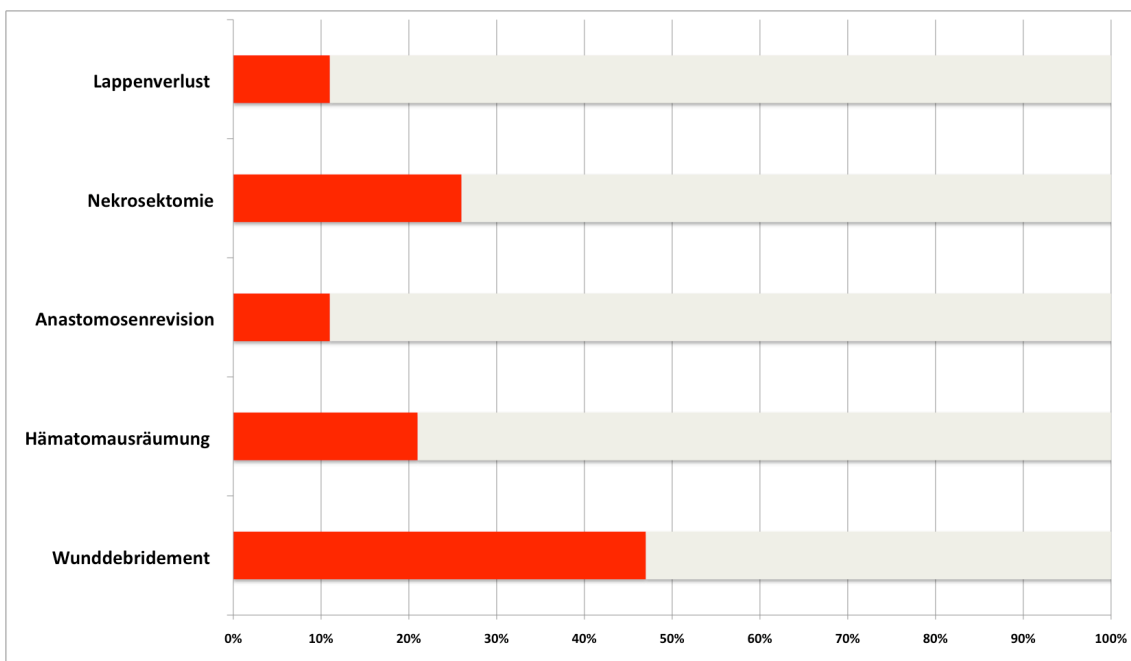


Grafik 3: Heilungsverlauf in der Population nach Transplantation
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

Die Erfolgsrate der Weichteildefektdeckung von Extremitätenverletzungen beträgt bei 19 Patienten (n=19), welche mit einer freien Perforatorlappenplastik versorgt wurden, 89%. Hierbei konnte bei 53% der Patienten eine sofortige Einheilung der Lappenplastik in den Defekt registriert werden. Bei 36% der Patienten traten Komplikationen auf. Die postoperativen Komplikationen sind in Grafik 4 dargestellt.

Bei 2 Patienten war eine Revision der arteriellen oder venösen Anastomose erforderlich. Partielle Lappennekrosen konnten bei 5 Patienten dokumentiert werden. Ein Hämatom unter dem Lappentransplantat entwickelte sich bei 4 Patienten und musste operativ ausgeräumt werden. Wundheilungsstörungen traten bei 10 Patienten auf. Nach dem primären Versuch, die Störungen der Wundheilung durch konservative Maßnahmen zu beseitigen, erbrachte nur ein chirurgisches Wunddébridement den gewünschten Erfolg. In zahlreichen Fällen waren multiple Débridement's nötig, um gute Wundverhältnisse zu schaffen.

Das Behandlungsziel einer suffizienten, dauerhaften Defektdeckung konnte bei 11% der Patienten (n= 2) nicht erreicht werden. Es zeigte sich in diesen Fällen das gesamte Transplantat nach Befall mit Staphylococccen bzw. Enterococcus faecalis nekrotisch, und musste entfernt werden. Im Falle der partiellen Lappennekrosen wurde das nekrotische Gewebe reseziert und der entstandene Defekt bei entsprechender Größe mit Spalthaut gedeckt. Nach Nekrosektomie zeigten kleine Defekte nach VAC-Therapie eine gute Durchbauung mit Granulationsgewebe. Die sekundäre Wundheilung führte hier ohne weitere Maßnahmen zum Erfolg.

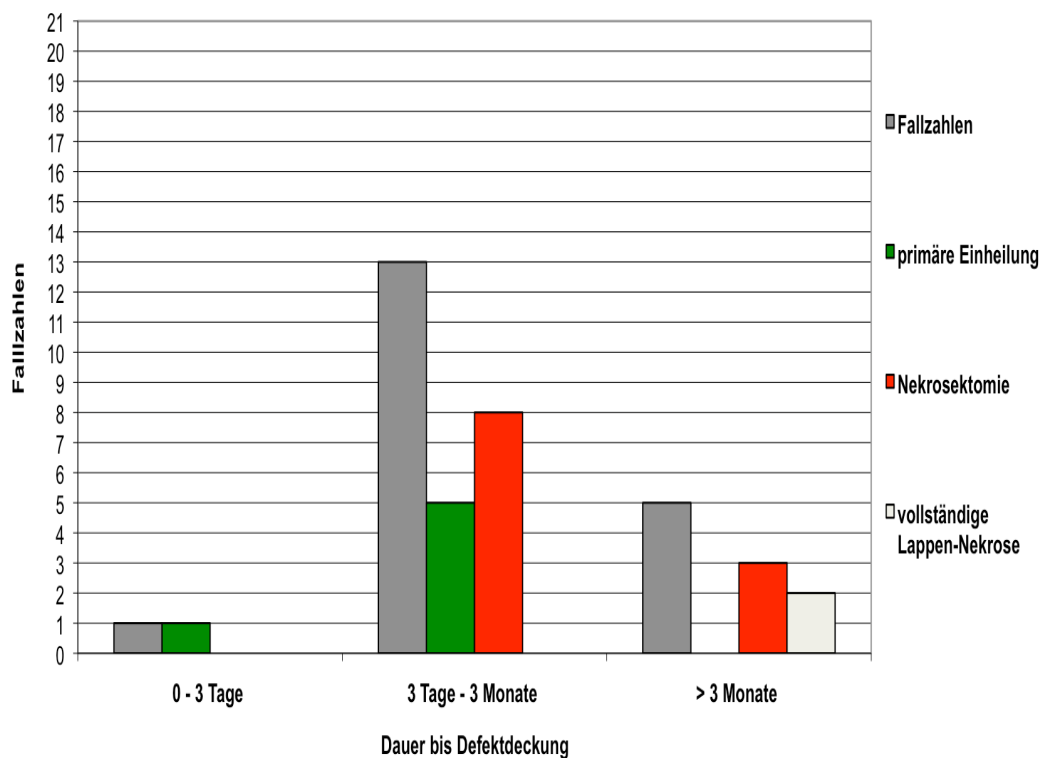


Grafik 4: Komplikationen im Heilungsverlauf
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

Betrachtet man die Ursachen für die Lappenmorbidity weiter, so zeigt sich ein enger Zusammenhang zwischen der Dauer, welche zwischen Trauma und Weichteildefektdeckung liegt. In der Literatur (Gonzales et al.) werden drei Zeiträume bis zur Defektdeckung beschrieben:

- *Zeitraum 1:* 0 – 3 Tage nach Trauma
- *Zeitraum 2:* 3 Tage – 3 Monate nach Trauma
- *Zeitraum 3:* größer 3 Monate nach Trauma

1 Patient wurde innerhalb *Zeitraum 1* nach Trauma mit einer freien Perforatorlappenplastik versorgt. Dieser wies eine 100% primär Einheilung der Plastik in den Weichteildefekt auf. Erfolgte die Defektdeckung in *Zeitraum 2* (13/19), betrug die Rate der primär eingeheilten Lappenplastiken 5/13. Bei 8/13 Patienten zeigten sich postoperativ Komplikationen. Bei 5/19 Patienten erfolgte in *Zeitraum 3* eine Deckung des Weichteildefektes mit einer freien Perforatorlappenplastik. Nach dieser Zeit konnten bei keinem transplantierten freien Perforatorlappen eine suffiziente Defektdeckung durch primäre Einheilung erzielt werden. Alle Patienten mussten nachoperiert werden, da sich postoperative Komplikationen ergaben. 2/5 transplantierten Lappen in *Zeitraum 3* wurden nekrotisch und mussten entfernt werden.



Grafik 5: Dauer bis zur Defektdeckung nach Trauma
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

3.2 Ergebnisse der postoperativen wissenschaftlichen Untersuchung

3.2.1 Defekt

Von 12 (n=12) unter wissenschaftlichen Aspekten postoperativ untersuchten Patienten zeigten sich 2/19 Patienten als Risikopatienten. Als Risikopatienten wurden in dieser Studie Patienten eingestuft, die Blutgerinnungsstörungen, Herzkreislauferkrankungen, erhöhtes Thromboserisiko, Zustand nach Radiatio, Immunschwäche oder Diabetes mellitus aufwiesen. Alle diese Faktoren konnten die Transplantation einer freien Perforatorlappenplastik erschweren und oder deren Einheilung in den Defekt negativ beeinflussen. Alle wissenschaftlich untersuchten freien Perforatorlappenplastiken zeigten sich uneingeschränkt vital. Es konnte bei jeder Untersuchung ein deutliches Dopplersignal beobachtet werden. Somit ließ sich ein guter Durchfluss der arteriellen Anastomose im Defektgebiet ableiten.

Bei 10/12 Patienten konnte ein gutes kosmetisches Ergebnis diagnostiziert werden. Ausschlaggebend für das Urteil „gutes kosmetisches Ergebnis“ waren folgende Parameter: suffiziente Defektdeckung durch das Transplantat, Bild der Textur und Kontur im Vergleich zur Haut 5cm peripher des Defektrandes, eine Rekapilarisierung von einer Dauer < 10 Sekunden, ein unauffälliges Narbenbild (keine Rötung, keine Hypertrophie, keine Verbreiterung, keine Dehistenz) Auf Befragung gaben 11/12 Patienten an, mit dem kosmetischen Ergebnis sehr zufrieden zu sein. 1 Patienten zeigte sich mit dem kosmetischen Ergebnis nicht zufrieden.



Abb. 21: Kosmetisches Ergebnis: Zustand nach offener Sprunggelenksluxationsfraktur / Zweittagenfraktur, Defektdeckung mit Anteriorlateral thigh flap 11 Monate postoperativ. (Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)



Abb. 22: Kosmetisches Ergebnis: Zustand nach Mittelfußquetschung, Defektdeckung mit freiem Radialislappen 17 Monate postoperativ. (Bild: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

Die Funktionalität der gedeckten Extremität erwies sich bei 10/12 Patienten als vollständig gegeben. Durch den transplantierten freien Perforatorlappen traten in diesen Fällen keine Einschränkungen im physiologischen Bewegungsradius der Extremität auf. Bei physiologischen Bewegungen der entsprechenden Extremität konnten bei 2/12 der Patienten Spannungen bzw. Zug auf das Transplantat beobachtet werden. Einschränkungen in Funktionalität und Belastbarkeit zeigten sich bei 4 Patienten aufgrund des Traumas.

3.2.2 Entnahmestelle

Die postoperative Untersuchung der Entnahmestelle im Rahmen dieser Arbeit ergab keine Morbidität der Entnahmestelle. Sämtliche Entnahmestellen regenerierten sich hervorragend, vergleicht man den Status mit der entsprechenden Stelle an der jeweils gesunden Extremität.

Der Verschluss nach Transplantatentnahme erfolgte bei allen Transplantaten primär. Unter primärem Verschluss wird eine direkte Adaptation der Wundränder mittels Naht in der gleichen operativen Sitzung verstanden. Auf die Verwendung eines Vollhaut- oder Spalthauttransplantats zur Deckung des Hebedefektes konnte in allen Fällen verzichtet werden.

Funktionseinschränkungen waren bei keinem der 12 Patienten durch die Entnahme der Perforatorlappenplastik zu diagnostizieren. Einschränkungen in der Belastbarkeit der Extremität, welche der Hebedefekt verursachte, konnten ebenfalls nicht beschrieben werden. 1 Patient zeigte Sensibilitätsstörungen an der entsprechenden Extremität, welche eindeutig auf den Hebedefekt zurückzuführen waren. Kosmetisch zeigte sich bei allen Patienten ein gutes Ergebnis. Als gut wurde das Ergebnis bewertet, wenn die Regeneration der Haut soweit erfolgte, dass keinerlei übermäßige Spannung im Bereich des Hebedefektes beobachtet werden konnte und die Haut über dem Hebedefekt verschieblich und von physiologischer Struktur war. Das heißt, dass keine narbigen Verwachsungen mit dem Unterhautgewebe auftraten. Ein weiteres

Kriterium stellte das Narbenbild dar (keine Rötung, keine Hypertrophie, keine Verbreiterung, keine Dehistenz). 11/12 Patienten gaben an mit der Heilung an der Entnahmestelle kosmetisch zufrieden zu sein.

3.3. Ergebnisse der Auswertung des SF-36 Health Survey

Die interne Konsistenz (Cronbachs α) wird mit einem α -Wert von 0,05 (5%) für die SF-36 Auswertung festgelegt.

Die Auswertung für die vorliegende Population (n=12) ergab die in Tabelle 9 dargestellten deskriptive Statistik zu den einzelnen Items in den entsprechenden 8 Subskalen: „Körperliche Funktionsfähigkeit“, „Körperliche Rolleneinschränkung“, „Körperliche Schmerzen“, „Allgemeine Gesundheitseinschätzung“, „Vitalität“, „Soziale Funktionsfähigkeit“, „Emotionale Rolleneinschränkung“, „Psychisches Wohlbefinden“.

Deskriptive Statistik					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
KÖFU	12	4	99	43	35
KÖRO	12	5	80	51	32
SCHM	12	11	99	73	29
AGES	12	44	71	58	9
VITA	12	4	94	74	27
SOFU	12	11	99	76	25
EMRO	12	13	80	69	22
PSYC	12	35	95	73	18
Gültige Werte (Listenweise)	12				

Tab. 9: Auswertung des SF-36 der untersuchten Population (n=12)
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

Nach gerechnetem Kolmogorov-Smirnov-Test kann festgestellt werden das für die 7 Subskalen „Körperliche Funktionsfähigkeit“ (0,646), „Körperliche Rolleneinschränkung“ (0,180), „Körperliche Schmerzen“ (0,435), „Allgemeine

Gesundheitseinschätzung“ (0,802), „Vitalität“ (0,268), „Soziale Funktionsfähigkeit“ (0,483), „Psychisches Wohlbefinden“ (0,671) von einer Normverteilung ausgegangen werden kann ($p > 0,05$). Die Auswertung der Subskala „Emotionale Rolleneinschränkung“ ergab einen p-Wert von 0,017 woraus zu schließen ist, dass die hier erhobenen Daten nicht normverteilt sind.

Die Auswertung des Item zur „Gesundheitsveränderung“, für das keine Rohwerte oder transformierte Skalenwerte berechnet werden, ergab folgende prozentuale Häufigkeit: 60% der Population bewerteten ihren Gesundheitszustand derzeit „etwas besser als vor einem Jahr“. „In etwa gleich“ als vor einem Jahr empfanden 20% ihren derzeitigen Gesundheitszustand. Je 10% der Patienten gaben ihren Gesundheitszustand derzeit „etwas schlechter als vor einem Jahr“ an beziehungsweise „viel schlechter als vor einem Jahr“.

Vergleicht man die Ergebnisse der untersuchten Population mit der Normstichprobe in den einzelnen Subskalen (Grafik 5), so lassen sich folgende Feststellungen beschreiben. Einzig die Subskalen „Körperliche Schmerzen“ und „Psychisches Wohlbefinden“ unterscheiden sich nicht von der Normpopulation. Alle weiteren Subskalen weisen signifikante Änderungen auf. Der größte Unterschied liegt in der Bewertung der „Körperlichen Funktionsfähigkeit“. Hier zeigt sich ein um mehr als die Hälfte geringerer Wert als in der Normpopulation ($42,67\% \pm 35,15$ vs. $85,7 \pm 22,1$). Weitere Unterschiede zeichnen sich in den Subskalen „Körperliche Rolleneinschränkung“ ($51,25\% \pm 31,84$ vs. $83,7\% \pm 31,7$) und „Emotionale Rollenfunktion“ ($68,89\% \pm 21,71$ vs. $90,4\% \pm 25,6$) auf. Die weiteren Subskalen weisen ebenfalls geringere Punktzahlen in der Studienpopulation auf jedoch mit geringeren Unterschieden zur Normpopulation. Auffallend ist die höhere Punktzahl in der Subskala „Vitalität“ ($74,21\% \pm 26,92$ vs. $63,3\% \pm 18,5$).

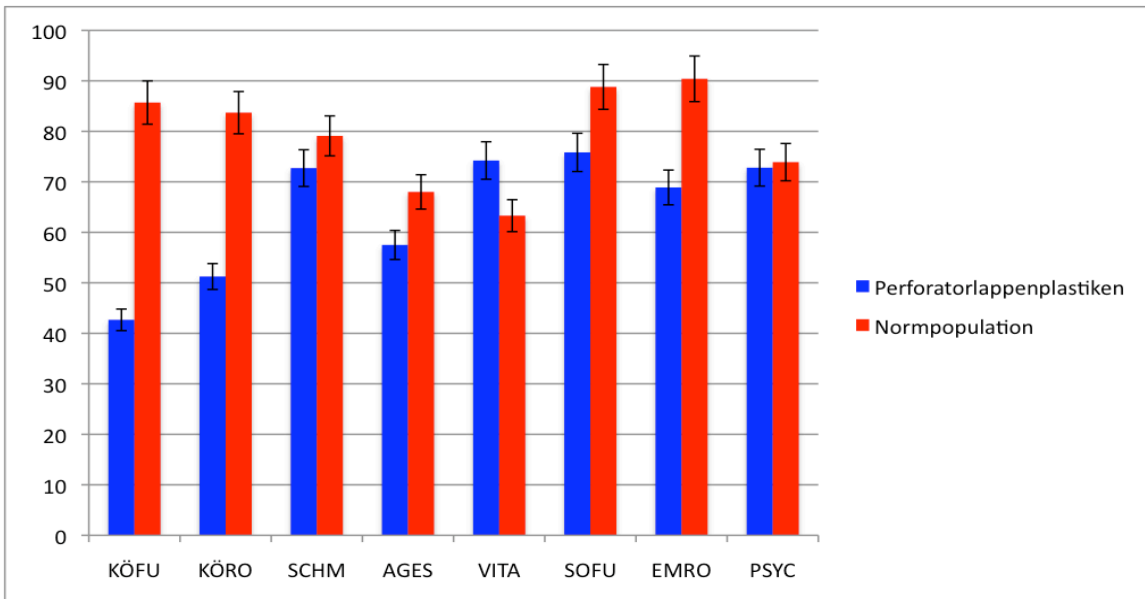
Vergleicht man die hier gemachten Ergebnisse mit den Ergebnissen einer Vergleichsgruppe (Bullinger und Krichberger et al. 1998) in der die untersuchte Population Behinderungen an den Extremitäten (fehlende Gliedmaßen,

Lähmung, Schwächung etc.) aufweist, erhält man das in Grafik 6 dargestellte Ergebnis. Auffallend zeigt sich hierbei der Unterschied in der Empfindung „Körperlicher Schmerzen“ (72,71% ± 28,88 vs. 45,61% ± 27,45). Weiter als signifikant unterschiedlich erweisen sich die Subskalen „Allgemeine Gesundheit“ (57,50 % ± 9,17 vs. 42,37% ± 19,96%) und „Vitalität“ (74,21% ± 26,92 vs. 48,72% ± 19,52). In der untersuchten Population zeigt sich darüber hinaus eine schlechtere „Körperliche Funktionsfähigkeit“ (42,67% ± 35,15 vs. 51,86% ± 28,14) als in der herangezogenen Vergleichspopulation von der Arbeitsgruppe um Prof. Bullinger. Annähernd gleiche Werte werden in den Subskalen „Körperliche Rollenfunktion“ und „Soziale Funktionsfähigkeit“ angegeben.

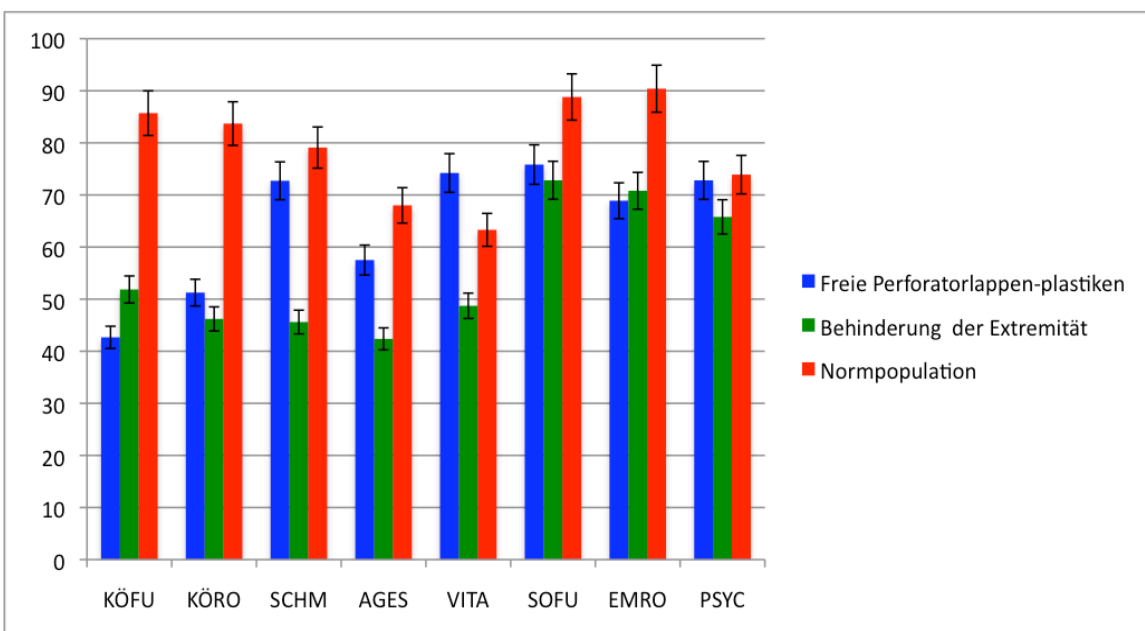
	Freie Perforatorlappenplastiken	Behinderung der Extremität	Normpopulation
n	12	239	2914
KÖFU	43 ±35	52 ±28	86 ±22
KÖRO	51 ±32	46 ±38	84 ±32
SCHM	73 ±29	46 ±27	79 ±27
AGES	58 ±9	42 ±20	68 ±20
VITA	74 ±27	49 ±20	63 ±19
SOFU	76 ±25	73 ±25	89 ±18
EMRO	69 ±22	71 ±40	90 ±26
PSYC	73 ±18	66 ±18	74 ±16

Tab. 10: Auswertung unterschiedlicher SF-36 Populationen: Freie Perforatorlappenplastiken (n=19); Vergleichsgruppe „Behinderungen der Extremität“ (n=256), Normpopulation (n=2344) .
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand Monika Bullinger / Inge Kirchberger Hogrefe Verlag)

Ergebnisse



Grafik 6: Vergleich SF-36 Population Freie Perforatorlappenplastiken, Daten der SF-36 Normpopulation
 KÖFU = Körperliche Funktionsfähigkeit, KÖRO = Körperliche Rolleneinschränkung, SCHM= Körperliche Schmerzen, AGES = Allgemeine Gesundheitseinschätzung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktionsfähigkeit, EMRO = Emotionale Rolleneinschränkung, PSYC = Psychisches Wohlbefinden
 (Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg
 SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand Monika Bullinger / Inge Kirchberger Hogrefe Verlag)



Grafik 7: Vergleich SF-36 Population Freie Perforatorlappenplastiken, Vergleichsgruppe „Behinderung der Extremität“, Daten der SF-36 Normpopulation
 KÖFU = Körperliche Funktionsfähigkeit, KÖRO = Körperliche Rolleneinschränkung, SCHM= Körperliche Schmerzen, AGES = Allgemeine Gesundheitseinschätzung, VITA = Vitalität, SOFU = Soziale Funktionsfähigkeit, EMRO = Emotionale Rolleneinschränkung, PSYC = Psychisches Wohlbefinden
 (Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg
 SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand Monika Bullinger / Inge Kirchberger Hogrefe Verlag)

4. Diskussion

4.1 Anatomische Verhältnisse in der Entnahmeregion und Präoperative Diagnostik

Kimata et al., Chen et al., Eo et al. und Rozen et al. beschreiben in ihren Studien eine hohe Variabilität der Gefäßanatomie für den ALT-Flap. Auch die vollständige Absenz von Perforatoren wird in der Literatur dargestellt (Kimata et al., Chen et al., Wolff et al.). So erwähnen Kimata et al. in ihrer Arbeit über 74 transplantierte ALT-Flaps eine Absenz von 5,4%. In der hier beschriebenen Studie konnte diese Beobachtung jedoch nicht bestätigt werden.

Eine Arbeit von Rozen und Mitarbeitern über 135 ALT-Flap's beschreibt in 94% der Fälle qualifizierte ALT-Perforatoren. Alle ausgehend von der A. circumflexa femoris lateralis. Ein wesentlich geringerer Anteil der ALT-Perforatoren werden abgehend von der A. circumflexa medialis beschrieben (5%). Alle Perforatoren der ALT-Flaps der hier beschriebenen Studie nehmen ihren Ursprung an der A. circumflexa femoris lateralis. In einer weiteren Arbeit über 100 ALT-Flap's beschreiben Yu et al. die Lokalisation der Perforatoren auf der Haut. Yu und seine Mitarbeiter teilen die Gefäße hierbei in ein sogenanntes „ABC-System“ ein. Als Referenz wurde die Linie Spina iliaca anterior posterior zum lateralen Rand der Patella gewählt. Sie konnten durch intraoperative Untersuchungen drei Perforatoren (A,B,C) beschreiben: B-Perforator werden in einem Radius von 1,5 cm um den Mittelpunkt der Linie Spina iliaca anterior posterior zum lateralen Rand der Patella markiert. Einen A-Perforator definiert die Arbeitsgruppe ca. 5 cm proximal des B-Perforator. Ein C-Perforator wird ca. 5 cm distal des B-Perforators definiert. Yu und Mitarbeiter zeigen weiter, dass jeder ALT-Flap der gehoben wurde mindestens einen dieser drei Perforatoren aufweist.

Die dargestellte anatomische Situation am lateralen Oberschenkel indiziert geradezu eine präoperativen Kartierung mittels dopplersonographischen Untersuchung der variablen Perforatorgefäße. Hierüber herrscht in der

Fachliteratur Übereinstimmung (Blondeel et al.; Tsukino et al.; Yu et al.). Jedoch zeigt die Arbeit von Yuet al., dass die Verwendung von Handdopplern zur Bestimmung der Perforatoren mit Vorsicht betrachtet werden sollte. Es muss in jedem Fall intraoperativ bei der Schnittführung und Präparation ein großer Radius um die angezeichnete Doppleruntersuchung einkalkuliert werden. Yu und Mitarbeiter beschreiben in Ihrer Studie häufig eine Abweichung zwischen präoperativer Kartierung und intraoperativer Situation. Bestätigt wird diese Aussage durch die Ergebnisse von Untersuchungen durch Levon et al., Sharma et al.. In Übereinstimmung mit der Literatur kann festgestellt werden, dass eine präoperative Kartierung dem Operateur ausschließlich eine grobe Orientierung gibt und keinesfalls Erfahrung und entsprechende Fallzahlen ersetzen kann. Außerdem muss daraufhingewiesen werden, dass gerade beim adipösen Patient die Verlässlichkeit zusätzlich signifikant abnimmt (Yu et al.).

Die Anatomie bei der Hebung des Radialis Flap am Unterarm zeigt eine höhere Konstanz im Bezug auf Ihre Perforatoren. So beschreiben Heitmann et al. in einer anatomischen Studien bezüglich der Faszio kutanengefäße am Unterarm die Existenz von durchschnittlich 12 Perforatorgefäßen (9-16). Urken et al. beschrieben eine Anzahl von 9-17 Perforatorgefäßen der A. radialis. Im Rahmen der präoperativen Planung vor Hebung eines Radial Forearm Flap ist unbedingt die Durchführung des Allen Test (nach Edgar Van Nuys Allen) zu veranlassen. Nach positivem Allen-Test können Ischämien der Hand in der Regel vermieden werden (Jones et al.) und Anomalien in der Anatomie der A. radialis bzw. der A. ulnaris sicher aufgedeckt werden (Sasaki et al.). Eine zusätzliche dopplersonographische Untersuchung kann als Ergänzung zum Allen-Test durchgeführt werden, wird aber nicht zwingend in der Literatur empfohlen.

Die Anatomie der Perforatoren bei der Hebung eines lateralen Oberarmklappens wurde in der Literatur ausgiebig von Myong und seinen Mitarbeitern beschrieben. In Ihrer Studie konnten sie in 52% der Fälle einen singulären Abgang der A. profunda brachii aus der A. brachialis beobachten. In 30% der

Fälle wird ein Abgang zusammen mit der A. collateralis ulnaris beschrieben. Ein Abgang direkt aus der A. axillaris wurde in 8% der Fälle beobachtet. Weitere Autoren (Katsaros et al., Moffett et al., Rivet et al.) beschreiben die Existenz von zwei Gefäßstämmen der A. profund brachii mit einer Häufigkeit von 4-12%. Es wird ausdrücklich betont, dass in diesen Fällen wichtig ist, vorab folgende Frage zu klären: Welche der Arterien ist für welches Hautareal zuständig?

Entsprechenden der Situation am Oberschenkel wird für den Oberarm eine eindeutige Empfehlung zur präoperativen dopplersonografischen Untersuchung ausgesprochen (Moffet et al., Rivet et al.). Entsprechend der anatomischen Möglichkeiten sollte weiter präoperativ abgeklärt werden, ob eine retrograde oder eine orthograde Versorgung der Lappenplastik angestrebt wird.

Allgemein gilt für die präoperative Planung, dass eine präoperative Beurteilung der Operabilität und des Allgemeinzustandes der Patienten unabdingbar sind. Spezifische Untersuchungen durch die Medizinische Klinik sind hierbei zwingend notwendig. Das Vorliegen von Vorerkrankungen wie Hepathopathien, Angiopathien, Diabetes sowie Lungenerkrankungen können sich auf das Transplantationsergebnis negativ auswirken. Studien von Shibahara et al. bestätigen den Zusammenhang zwischen Vorerkrankungen und dem Auftreten von Komplikationen beim Transplantieren von Lappenplastiken. Im Falle der Existenz von Durchblutungsstörungen oder weiteren die Hämodynamik beeinflussende Erkrankungen sollte, den Erfahrungen dieser Studie nach, eine Angiographische Untersuchung präoperativ erfolgen.

Weiter sollte im Bereich des zu rekonstruierenden Defektes abgeklärt werden, ob geeignete Anschlussgefäße vorhanden sind und welche Länge der Gefäßstiel betragen muss. Es gilt zu sichern, dass die Empfängerregion bezüglich der Ausdehnung und Tiefe des Defektes zur Aufnahme eines Perforatorlappens geeignet ist, um eine postoperative schwellungsbedingte Selbststrangulation des Transplantates zu vermeiden.

4.2. Indikation zur Auswahl des Lappentypus

Die hier beschriebene Studie zeigt, dass Defekte des distalen Unterschenkels und des Fußes vornehmlich mit einem Lateral Arm Flap oder einem Radial Forearm Flap gedeckt werden sollten. Die Auswahl geschah entsprechend der Eigenschaften und Vorteile der jeweiligen Lappenplastiken. Vornehmlich waren dies für die Defektdeckung am Fuß sowie distalen Unterschenkel die Gewinnung eines dünnen, volumenschwachen und anschmiegsamen Transplantates mit passender Hauttextur sowie die geringe Entnahmemorbidity. (siehe auch: 1.5. Entscheidungsprozess zwischen ALT, Lateral Arm Flap, Radial Forearm Flap). Das kosmetische Ergebnis wurde von 85% der Patienten als positiv bewertet.

In der Literatur werden zahlreiche Einsatzmöglichkeiten des freien Radialislappens beschrieben. Große Anwendung findet der Lappen in der Handchirurgie als gestielter und freier Lappe (Chang et al.). Es werden weiter zahlreiche Arbeiten über die Defektdeckung und Rekonstruktion am Kopf-Hals Bereich sowie im Oropharynxbereich publiziert (Harii et al., Chen et al.). Als wahres „Arbeitsstier“ kann der Radial Forearm Flap in der Mund-Kiefer-Gesichts Chirurgie angesehen werden (Farace et al., Soutar et al., Cheng et al., Chen et al., Sadove et al., Valentini et al., Karimi et al.). Hier findet er vornehmlich Anwendung zur Rekonstruktion nach Tumorsektion in der Mundhöhle.

Frühe Publikationen beschrieben den Lateral Arm Flap vor allem im Zuge der Defektdeckung in Kopf Hals Region (Cormack et al.). Indikationen zur Verwendung des Lappens stellten vor allem Defekte am Fuß, der Hand, am Unterarm, sowie der Schulter dar (Schecker et al., Morrison et al., O'Brian et al., Waterhouse et al.). Weitere Anwendungsbereiche fanden sich wiederum auch hier in der Mund-Kiefer-Gesichts Chirurgie zur Rekonstruktion nach Tumorsektion (Matloub et al., Song et al.).

Die Indikation zur Defektdeckung mit einem ALT-Flap wurde in der vorliegenden Studie vor allem bei den ausgedehnten offenen Frakturen Grad III nach Tschernie und Oestern gestellt, die proximal des Fußes lokalisiert wurden. Präoperativ mussten häufig „second look Operationen“ durchgeführt werden, so dass sich nach Débridement am Ende ein sehr voluminöses Wundbett darstellte.

In der Literatur wird der ALT-Flap zur Defektdeckung in unterschiedlichsten Fachdisziplinen beschrieben. Seit 1984 hat sich der ALT-Flap im asiatischen Raum als Zugpferd der Weichgeweberekonstruktion und Defektdeckung etabliert (Wie et al.). Nach seinem Erfolg auf dem asiatischen Kontinent wird der ALT-Flap auch zunehmend in Europa eingesetzt. Neben der Defektdeckung nach Trauma werden ebenso ALT-Flap's, die, nach Tumorresektion an Kopf und Hals, zur Rekonstruktion eingesetzt werden (Hurvitz et al, Valentini et al.). Im Fachgebiet Mund-Kiefer-Gesichts Chirurgie werden ebenfalls zahlreiche Einsatzmöglichkeiten in der rekonstruktiven Chirurgie des Mund-Kiefer-Bereiches beschrieben (Guerra et al., Valentini et al., Chen et al.). Auch zum Verschluss von Bauchwanddefekten werden ALT-Lappen verwendet in Kombination mit der Faszie des M. tensor fasciae latae (Kuo et al.). Mutaf et al. beschreiben den ALT-Flap zusammen mit Anteilen der Fascia lata und einem 2. Perforatorlappen als primärer Lappen im Bereich der Penisrekonstruktion.

4.3 Postoperative Komplikationen

Bei insgesamt 47% der in dieser Studie transplantierten freien Perforatorlappenplastiken traten postoperativ Komplikationen auf. Es bleibt festzuhalten, dass beim Auftreten postoperativer Komplikation meist mehrere Nachoperationen nötig waren. Letztendlich konnten in der Regel jedoch ausreichend konditionierte Wundverhältnisse geschaffen werden, um eine Sekundäre Wundheilung zu ermöglichen. Lediglich in 11% der Fälle führten diese Komplikationen zu einer vollständigen Lappennekrose. Langer und Mitarbeiter beschrieben 2008 in einer Studie des Berufgenossenschaftlichen

Universitätsklinikums Bergmannsheil eine postoperative Komplikationsrate von 35% „Majorkomplikationen“ (Lappenverlust, Anastomosenrevision, Partielle Nekrose), sowie 38,3% „Minorkomplikationen“ (Hämatomausräumung, Sekundärnaht, Wunddébridement). Komplikationen im Bereich des Hebedefektes wurden in der Studie von Langer et al. bei 10% der Patienten notiert. Langer und seine Mitarbeiter sprachen in ihrer Studie weiter von einer Verlustrate, die bei 5% der Transplantate lag.

Eine ebenfalls 2008 durchgeführte Studie an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Ludwigshafen (Engel et al.) beschrieb eine Komplikationsrate von 27% (19/70). Am häufigsten wurden Hämatome und partielle Lappennekrosen beschrieben, gefolgt von Anastomosenrevisionen und Wundheilungsstörungen. Morbiditäten im Bereich der Entnahmestelle konnten in 7% der Fälle dokumentiert werden. Die Komplikationen führten zu einer Verlustrate der transplantierten Perforatorlappen von 4,3%.

Cen et al. beschrieben in einer 2009 veröffentlichten asiatischen Multicenterstudie eine Verlustrate von 3,9% bei 1043 transplantierten Patienten. In 80 Fällen mussten die Patienten nachoperiert werden, so dass eine Erfolgsrate von 96% beschrieben werden konnte.

Die in Fachkreisen (Kimata et al., Farace et al., Hallock et al., Elliot et al., Bradsley et al.) häufig beschriebene „Donor-Site-Morbidity“ trat in der hier dargestellten Studie nicht auf. Ebenso zeigten sich sämtliche Hebedefekte als primär verschließbar, ohne der zusätzlichen Notwendigkeit einer Transplantation von Vollhaut bzw. Spalthaut. In vergleichbaren Arbeiten berichtet die Literatur über Morbiditätsraten der Entnahmestelle von 7-10% (Kimata et al., Farace et al., Bryd et al.). Kimata et al. beschrieben beispielhaft bei der Hebung des ALT, dass vor allem Schäden primär in Beziehung mit dem M. vastus lateralis, nachrangig auch mit dem M. rectus femoris, entstehen können. Farace et al. beschrieben in ihrer Arbeit bezüglich der Verwendung des

freien Radialis-Lappen zur oralen Defektdeckung. Komplikationen im Zusammenhang mit der Freilegung der Flexorensehnen und des N. radialis.

4.4. Patientenzufriedenheit – Einschränkungen, Schwierigkeiten, Komplikationen nach freier Perforatorlappenplastik

Die postoperative Nachuntersuchung im Rahmen dieser Studie ergab, dass 90% der Patienten über keinerlei Beeinträchtigung durch die Lappenplastik im alltäglichen Leben berichteten. 85% der Population gaben an mit dem kosmetischen Ergebnis „zufrieden“ zu sein. Die Auswertung des SF-36 Health Survey weist in einigen Punkten ein hierzu konträres Ergebnis auf. Betrachtet man die Subskala „Körperliche Funktionsfähigkeit“, lassen sich im Vergleich zur Normpopulation nach Bullinger et al. erhebliche Diskrepanzen feststellen. Es muss anhand der Ergebnisse des SF-36 von einer spürbaren funktionellen Beeinträchtigung der Patienten im Alltag ausgegangen werden. Gegensätzlich hierzu stehen die Angaben der postoperativen Untersuchung. Hierbei bleibt jedoch anzumerken, dass die „körperliche Funktionsfähigkeit“ bei der Nachuntersuchung nahezu ausschließlich mit Blick auf die Versorgung durch eine freie Perforatorlappenplastik bewertet wurde. In wieweit die durch das Trauma verursachten weiteren Schäden, zum Beispiel am Skelett und der Muskulatur, einen Einfluss auf die „Körperliche Funktionsfähigkeit“ nehmen, wurde nicht untersucht. Ein überraschendes Ergebnis zeigt der Vergleich der Subskala „Vitalität“ der untersuchten Population mit der Normpopulation von Bullinger et al.. Es zeigt sich eine um 14% höhere Vitalität bei der untersuchten Population. In Übereinstimmung mit Brennemann et al. und Drjaier et al. konnte auch in dieser Studie beobachtet werden, dass die subjektive Traumaschwere bei Traumapatienten oftmals eine größere Rolle spielt als die objektive Traumaschwere.

Im Vergleich der untersuchten Population mit der durch Bullinger et al. definierten Population „Behinderungen der Extremität“ kann folgende Feststellung getroffen werden. Es ist im Vergleich von einer verbesserten

Lebensqualität der mit einer Perforatorlappenplastik versorgten Gruppe auszugehen (Subskalen „Allgemein Gesundheit, Vitalität, Psychisches Wohlbefinden“). Bei beiden Populationen zeigt sich jedoch die Tatsache, dass die soziale Funktion („Soziale Funktionsfähigkeit“) verglichen mit der Normpopulation deutlich eingeschränkt ist.

4.5. Vergleich der freien Perforatorlappen mit weiteren Deckungsmöglichkeiten insbesondere der Muskellappenplastik

Muskellappen sind sicherlich eine gute Wahl, um tiefe, große und ausgedehnte Defekte zu füllen. Sie bieten darüber hinaus die Möglichkeit, eine bessere Blutversorgung zu den Knochenfragmenten traumatisch verletzter Extremitäten zu gewährleisten, und so zu einer Minderung der Gefahr einer Osteomyelitis beizutragen (Nasir et al.). Klinische Untersuchungen im Rahmen des Postoperativen Monitoring zeigen, dass die Textur und die Rekapilarisierung von Lappenplastiken mit einer Hautinsel im Vergleich zu Muskellappenplastiken jedoch deutlich bessere Ergebnisse hervorbringen (Khouri et al.).

Nasir und Mitarbeiter betonen: „Wenn der Fokus nicht allein auf der funktionellen Wiederherstellung der Extremität liegt, stellt der Hautlappen eine bessere Alternative zur Umgehung von Hebedefekten dar“. Park und Mitarbeiter beschrieben 2008 in einer Studie, dass es gerade beim Traumapatienten, welcher häufig multiple Verletzungen mit sich bringt, wichtig ist, ein Maximum an Muskulatur zu erhalten, auch im Hinblick auf die oftmals lange und beschwerliche Rehabilitation.

Pützl et al. beschreiben die freie M. gracilis Lappenplastik als Mittel der Wahl in der Defektdeckung der Extremität. Als wesentlichen Vorteil sieht die Arbeitsgruppe die technisch einfache und sichere Durchführung der Lappenhebung, sowie die in der Studie beschriebene aus kosmetischer Sicht hohe Akzeptanz der Entnahmestelle an der Innenseite des Oberschenkels. Kosmetisch ungünstig erscheint im Vergleich die Entnahmestelle eines

Lateralen Oberarm Lappens oder eines Radialis Lappens. Aus Sicht von Pützl und Mitarbeitern verursacht der ALT-Flap ein erheblich größeren Hebedefekt als ein M. gracilis Plastik. Im Weiteren weist die Arbeitsgruppe auf die hohe Hebedefekt morbidity bei der Entnahme des Radial Forearm Flaps am Unterarm hin. Eine Morbidity der Entnahmestelle beim freien M. gracilis Lappen konnte in Ihrer Studie nicht beschrieben werden. Untermauert wird die Aussage von Pützl et al. durch eine zweite Studie der Medizinischen Universität Innsbruck durchgeführt von Wechselberger et al..

Eine Pilotstudie der Johns Hopkins School of Medicine in Baltimor (Rodriquez et al.) beschreibt erstmals direkt den Vergleich des funktionellen Ergebnisses der Rekonstruktion traumatisch geschädigter unterer Extremitäten mit dem ALT-Lappen und dem Muskellappen (M. gracilis flap). Lebensqualität und funktionelles Ergebnis zeigten keine signifikanten Unterschiede ($p > 0.05$) auf. Weiter gaben 93% der Patienten an, den Weg der Extremitätenerhaltung wieder zu gehen, trotz der langen Dauer der Heilung. Rodriquez und Mitarbeiter schlussfolgerten, dass beide Wege der Defektdeckung gleichwertig die darunter liegenden Strukturen über eine vaskularisierte Deckung ernähren, und somit die Voraussetzung für eine Heilung schaffen. Jedoch der Muskellappen immer eine funktionelle Muskeleinheit zerstört, was bei einem Taumapatienten inkonsequent und unnötig ist.

Davidge et al. stellten sich in einer Studie die Frage, ob der ALT-Flap eine Alternative für eine M. rectus abdominis Plastik ist. Im Vergleich zum ALT-Flap beschreiben Davidge und Mitarbeiter die Rectus-Lappenplastik als sperrig und gerade bei adipösen Patienten oftmals als kosmetisch ungeeignet. Außerdem werden funktionelle Einschränkungen auf Grund des sperrigen und voluminösen Transplantats beschrieben. Beim ALT-Flap konnte diese Beobachtungen nicht beschrieben werden. Er zeigte sich weniger sperrig und wesentlich anpassungsfähiger.

Demirtas et al. vergleichen in ihrer Studie zwei Patienten Gruppen. In der ersten Gruppe wurden sämtliche Defekte mit freien Perforatorlappenplastiken gedeckt, in der zweiten Gruppe wurden Muskellappenplastiken (Latissimus dorsi Lappen / Rectus abdominus Lappen) zur Defedeckung herangezogen. In beiden Gruppen konnte eine ähnlich hohe Rate an postoperativen Komplikationen beobachtet werden (Gruppe 1 56,5% / Gruppe 2 56,7%). Die Komplikationen an sich unterschieden sich jedoch wesentlich. Während in der Gruppe der Perfortorlappenplastiken mehrzahlig Komplikationen direkt mit der Lappenplastik beobachtet werden, zeigte sich in Gruppe 2 häufig Morbiditäten an der Entnahmestelle und das Auftreten von Osteomyelitis (zurückzuführen auf die das höhere Riskiko bei Versorgung von Patineten Gustillo III). Die Überlebensrate der gewählten Lappenplastik liegt in Gruppe I bei 78,3% und in Gruppe II bei 90%.

Das häufig in der Literatur (Verhelle et al., Gonzalez et al., Nasir et al.) geforderte Verfahren Extremitätendefekte, welche mit einer Osteomyelitis korrespondieren, in jedem Fall mit einem Muskellappen zu decken, wurde durch eine Studie von Hong et al. widerlegt. In der Studie wurden 28 ALT-Flaps zur Deckung bei radikal debridierter Osteomyelitis auf den Unterschenkel transplantiert. Das Ergebnis zeigte, dass eine freie Perforatorlappenplastik sehr wohl auch hier als Mittel der Wahl indiziert sein kann.

5. Klinisches Beispiel

5.1 Fall 1:

Ein 17 Jahre alter Mann, der nach einem direkten Quetschungstrauma und entsprechender Erstversorgung im regionalen Krankenhaus an die Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Universität Würzburg zur Weiterbehandlung verlegt wurde.

Die Diagnose lautete offene Sprunggelenksluxationsfraktur rechts mit Zweietagenfraktur der distalen Fibula und einhergehender massiver Schwellung. Hinzu kam ein Weichteilschaden Grad III A nach Gustilo , am medialen Innenknöchel mit einer 6 x 6cm großen Hautkontusion medial und einer 6,5 x 5 cm großen Hautkontusion lateral mit jeweils zentral tiefreichendem Hautdefekt. Es erfolgte eine geschlossene Reposition und Stabilisierung mittels Fixateur externe als primäre Versorgung. Postoperativ kam es noch beim Erstversorger zum Auftreten eines lateralseitigen Wundhämatoms. Es demarkierten sich zunehmend Hautnekrosen. Es erfolgte daraufhin eine erste Wundspülung mit Einlage einer Drainage und eine parenterale Antibiotikatherapie. Eine Durchblutungsstörung ergab sich nicht bei kapillär unauffälliger Durchblutung und dopplersonographisch eindeutig messbarer A. dorsalis pedis. Des weiteren wurde 3 Tage postoperativ eine neurologische Konsiliaruntersuchung veranlasst, die eine Teilläsion des N. peroneus ergab. Diese Sensibilitätsstörung sollte sich im weiteren Verlauf jedoch als nicht mehr fassbar erweisen. Aufgrund der anhaltenden Wundheilungsstörung und den damit verbundenen Nekrosen wurde der Patient eine Woche postoperativ in die Universitätsklinik Würzburg verlegt.

Hier wurde zunächst ein ausgiebiges Wunddébridement, mit Ausräumen des infizierten Hämatoms und anschließender Jet-Lavage durchgeführt. Es folgte die Anlage eines Vakuumverbandes. Präoperativ war bereits der Fixateur externe entfernt worden. Intraoperativ zeigte sich die Tibia auf einer Strecke

von 4 x 2 cm freiliegend, zusätzlich war das obere Sprunggelenk eröffnet. Der Defekt erstreckte sich im Bereich des Außenknöchels mittlerweile über ein 9 x 6 cm großes Areal und im Bereich der distalen Tibia zeigte sich eine Fläche von 7 x 7 cm als nekrotisch. Es folgt erneut die Anlage eines Fixateur externe.

Am 10. postoperativen Tag wurde der Defekt mittels ALT-Lappen gedeckt. Es erfolgte zunächst ein erneutes Debridieren aller avitalen Gewebsanteile. Anschließend wurde die Haut proximal des Defektes inzidiert und die Faszie eröffnet. Entlang der Sehne des M. tibialis anterior erfolgte die Präparation in die Tiefe, um so die A. tibialis anterior und eine Begleitvene darzustellen. Anschließend wendete man sich dem Oberschenkel zu. Nach präoperativer Anzeichnung, nach Dopplersignal, der A. circumflexa femoris lateralis erfolgte das Umschneiden einer 7 x 18 cm großen ALT-Lappenplastik. Im Folgenden wurde die Lappenplastik präpariert und der Perforator dargestellt. Die Wahl fiel hierbei auf einen muskulocutanen Perforator, der in die A. circumflexa femoris lateralis mündete. Es ließ sich ein etwa 10cm langer Gefäßstiel darstellen. Nach Absetzen des Lappens erfolgte das Spülen der Gefäße mit Heparin-Lösung, und anschließend der Transfer des Lappens auf den Defekt am Unterschenkel. Gleichzeitig wurde der direkte Verschluss am Oberschenkel durchgeführt. Der Gefäßstiel wurde über eine End-zu-Seit Anastomose mit der A. tibialis anterior anastomosiert. Außerdem erfolgte eine End-zu-End Anastomose der entsprechenden Begleitvene. Es lässt sich ein hervorragender Einstrom in die Lappenplastik erzielen, und der Lappen war als sehr gut durchblutet. Anschließend wurde die Lappenplastik in den Defekt eingenäht.

Drei Wochen postoperativ konnte der Patient mit reizlosen Wundverhältnissen in die Rehabilitationsklinik entlassen werden.



Abb. 23: Klinischer Fall 1: Anteriorlateral-Thigh Flap – laterale Ansicht
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)



Abb. 24: Klinischer Fall 1: Anteriorlateral-Thigh Flap – frontale Ansicht
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

5.2 Fall 2:

Es handelte sich um ein 25 Jahre alten Mann, der in Folge eines Unfalles mit seinem PKW, ein multiples Verletzungsmuster erlitt und als polytraumatisierte Patient in das Universitätsklinikum Würzburg eingeliefert wurde. Im Einzelnen konnte im Schockraum der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie der Universität Würzburg die nachfolgenden Verletzungen diagnostiziert werden. Nach einer Ganzkörper-Computertomographie sowie konventionellen Röntgenaufnahmen zeigte sich eine komplexe 3 Etagen-Fraktur des linken Beines. Desweiteren konnten Begleitverletzungen in Form einer distalen Radiusfraktur, eine Clavicula-Fraktur rechts, Rippenserienfraktur III-V rechts sowie ein Hämatothorax rechts diagnostiziert werden. Im Einzelnen stellte sich die 3-Etagen-Fraktur am linken Bein, „floating knee“, wie folgt dar: Am Oberschenkel eine offene distale intraartikuläre Femurtrümmerdefektfraktur III B nach Gustilo, am Unterschenkel eine offene Unterschenkel-2-Etagenfraktur III B nach Gustilo. Sowohl die Fraktur am Oberschenkel als auch die Fraktur am Unterschenkel wiesen einen ausgedehnten Weichteildefekt auf. Im Bereich der proximalen Fraktur einen ca. 2 x 2 cm messenden Hautdefekt Grad III nach Tscherne. Medialseitig im Übergangsbereich bestand ein semizirkulär verlaufender Haut-Weichteildefekt mit einer Ausdehnung von ca. 16 x 14 cm. Die umgebende Haut zeigte sich als stark kontusioniert. Große Bereiche des Caput mediale M. gastrocnemius, waren im Bereich ihres proximalen Drittels zerrissen jedoch zeigte er sich als vital.

Nach gründlichem Wunddébridement, und ausgiebiger Jet-Lavage Spülung, erfolgte zunächst der primäre Wundverschluß mittels Vacuseal-Versiegelung. Die primäre Frakturversorgung am Oberschenkel erfolgte zunächst mittels Schraubenosteosynthese. Am Unterschenkel wurde die Fraktur mit einem unilateralen Fixateur externe versorgt.

Eine Woche postoperativ erfolgte erneut eine Revision der Wunden am Oberschenkel sowie der beiden Wunden am Unterschenkel. Zusätzlich wurde in der gleichen Sitzung ein Verfahrenswechsel von Fixateur externe am

Unterschenkel auf eine intramedulläre Marknagelung vorgenommen. Am Oberschenkel zeigten sich eine Woche postoperativ weitgehend reizlose Wundverhältnisse. Es erfolgt an allen drei Wundstellen nochmaliges Débridement, anschließend erneute VAC-Versiegelung aller 3 Wunden.

Zwei Wochen postoperativ erfolgte die Entscheidung zur endgültigen Defektdeckung mittels einer gestielten und einer freien Lappenplastik. Zuerst wendete man sich der Tibiakopffraktur zu, hier erfolgte die Schnitterweiterung aus dem Defekt heraus medial hinter der Tibia nach kaudal. Anschließend Darstellung des M. gastrocnemius und mobilisieren des medialen Anteiles. Nach Absetzen des Muskels von der Mittellinie wurde dieser unter subtiler Blutstillung in den Defekt eingeschwenkt. Es erfolgte das Einnähen und anschließend der Hautverschluss. Abschließend wurde Spalthaut vom linken Oberschenkel entnommen. Die Spalthaut war 0,2cm stark. Sie wurde auf 1:15 gemesht und mit Klammern fixiert. Nach Einlegen einer Redon-Drainage in den Hebedefekt wird dieser mit Prolene der Stärke 3.0 verschlossen.

Nach Abschluss der Versorgung des Oberschenkels, erfolgte dann die Versorgung des Unterschenkel am gleichen Bein. Zunächst wurde die A. tibialis posterior freigelegt, sowie eine ihrer Begeleitvenen. Es zeigte sich eine hervorragende Pulsierung des Gefäßes. Es folgte die Behandlung des rechten Oberschenkels. Hier wurde gemäß der präoperativen Anzeichnung die Umschneidung der ALT-Lappenplastik durchgeführt. Anschließend wurde das Transplantat unter Mitnahme der Oberschenkelfaszie mobilisiert. Nach Darstellen der in die Lappenplastik hineinziehenden Perforatoren wurden diese weiter in die Tiefe verfolgt. Es zeigte sich hierbei, dass es sich um musculocutane Perforatoren handelt. Nach Präparation bis zum Stamm der A. circumflexa femoris ramus descendens, stellte sich ein 10cm langer Gefäßstiel dar. Das Transplantat wieß nach kompletter Mobilisierung in seiner Gesamtheit eine gute Durchblutung auf. Es folgte das Absetzen der Gefäße und die Übertragung des Transplantates auf den linken Unterschenkel. Nachdem der Lappen vom rechten Oberschenkel gehoben wurde zeigte sich ein 30 x 12 cm

großer Defekt. Dieser wurde schichtweise intrakutan unter mäßiger Spannung vernäht. Parallel erfolgte die arterielle Anastomose. Hierbei wurde eine End-zu-Seit Anastomose mit der A. tibialis posterior, sowie die End-zu-End Anastomosierung zweier Venen unter der Lappenplastik ausgeführt. Es zeigte sich am Ende der Operation, dass die ALT-Lappenplastik nach wie vor gut durchblutet ist.



Abb. 25: Klinischer Fall 2: Anteriorlateral-Thigh Flap
(Quelle: Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie Universität Würzburg)

6. Klinische Relevanz

Es lassen sich aus dieser Studie in Übereinstimmung mit der Literatur klare Indikationsfelder für die Anwendung der unterschiedlichen Perforatorlappen zur Defektdeckung an den Extremitäten ableiten. Defekte des distalen Unterschenkels und des Fußes sind entsprechend den Charakteristika der Plastiken, vornehmlich mit einem Lateral Arm Flap oder einem Radial Forearm Flap zu decken. Bei ausgedehnten, voluminösen offenen Frakturen Grad III nach Tschernie und Oestern, welche proximal des Fußes lokalisiert sind zeigt sich der ALT-Flap mit seinen Vorteilen.

Postoperative Komplikationen waren in der hier beschriebenen Studie nicht zu vermeiden. Bei insgesamt 47% der transplantierten freien Perforatorlappenplastiken traten postoperativ Komplikationen auf. Es bleibt festzuhalten, dass beim Auftreten postoperativer Komplikation meist mehrere Nachoperationen nötig waren. Alle diese wurden als „second look“ Operationen (Wunddébridement, Nekrosektomie, Hämatomausräumung) durchgeführt. Die Studie zeigt jedoch weiter, dass sich die Komplikationen bis auf 11% als beherrschbar erwiesen. So kam es in zwei Fällen nach bakterieller Infektion zum Lappenverlust. Komplikationen auf Grund des Hebedefektes, wie häufig in der Literatur beschrieben, konnten nicht festgestellt werden.

Die Einschränkungen in der „Gesundheitsbezogene Lebensqualität“ lassen sich anhand des SF-36 erfassen und im Vergleich zu anderen Populationen einordnen. Die Wertigkeit der „Gesundheitsbezogenen Lebensqualität“ für den einzelnen Patienten lässt sich jedoch nicht bestimmen. So kann bei der untersuchten Population eine gesicherte Einschränkung in der „Sozialen Funktionsfähigkeit“ und der „Körperlichen Rollenfunktion“ beschrieben werden. Auch kann eine erhöhte „Vitalität“ nach Transplantation einer freien Perforatorlappenplastik festgestellt werden.

Im Vergleich zur Defektdeckung mit einem Muskellappen wird bei selber Lebensqualität ein gleichwertiges funktionelles Ergebnis für den freien Perforatorlappen beschrieben. Die Komplikationsraten erweisen sich ebenfalls als nahezu identisch. Jedoch ergibt sich eine höhere Verlustrate bei der Defektdeckung mit einem freien Perforatorlappen. Rekapilarisierung, Textur und Konturierung der Haut zeigen bei der Defektdeckung mit einem Perforatorlappen deutlich bessere Ergebnisse. Weiter schont der Perforatorlappen gesunde funktionelle Muskeleinheiten, was gerade beim Traumatpatienten ein herausragender Vorteil ist. Auch bei der Deckung von Extremitätendefekten, welche mit einer Osteomyelitis korrespondieren, zeigt sich der freie Perforatorlappen als gleichwertig im Vergleich mit dem Muskellappen.

7. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt das Outcome und die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach der Versorgung von Extremitätenverletzungen mit freien Perforatorlappenplastiken. Der suffiziente Verschluss der traumatischen Weichteilverletzung ist für die Prognose der Extremität entscheidend.

Es wurde eine Population von 19 Patienten untersucht, von den sich 12 Patienten bereit erklärten eine die Studie begleitende postoperative Nachuntersuchung durchführen zu lassen. Es erfolgte die Auswertung der Untersuchungsbögen sowie die Auswertung des in die Untersuchung miteinbezogenen SF-36 Health Survey.

Die Transplantation freier Perforatorlappenplastiken erzielten in der Population eine Erfolgsrate von 89% (53% primäre Einheilung). Bei der Nachuntersuchung konnte eine Patientenzufriedenheit von 89% festgestellt werden, als „kosmetisch gut“ wurde das Ergebnis in 85% der Fälle bewertet. Eine „Donor-Site-Morbidity“ konnte bei der untersuchten Population nicht beschrieben werden. Die Auswertung des SF-36 ergab eine eingeschränkte Lebensqualität in der untersuchten Population im Vergleich zur Normpopulation nach Bullinger et al. (1998). Vergleicht man die Ergebnisse mit den Ergebnissen einer Vergleichsgruppe nach Bullinger et al. (1998) erhält man signifikante Unterschiede in den Subskalen „Körperlicher Schmerzen“, „Allgemeine Gesundheit“ und „Vitalität“. Außerdem weist die untersuchte Population eine schlechtere „Körperliche Funktionsfähigkeit“ auf. Jedoch konnte die Wertigkeit der Lebensqualität für den einzelnen Patienten mittels SF-36 nicht eindeutig festgestellt werden.

8. Literaturverzeichnis

- 1 Miehke A.
Illustrierte Geschichte der Mikrochirurgie
Voltmedia, Paderborn, 2007
- 2 Allen RJ, Treece P.
Deep inferior epigastric perforator flap for breast reconstruction.
Ann Plast Surg. 1994 Jan; 32(1):32-8.
- 3 Allen RJ, Tucker C.
Superior gluteal artery perforator free flap for breast reconstruction.
Plast Reconstr Surg. 1995; 95:123-29.
- 4 Angrigiani C, Grilli, Siebert J.
Latissimus dorsi musculocutaneous flap.
Plast Reconstr Surg. 1995 Dec; 96(7):1608-14.
- 5 Baker SP, O'Neil B, Haddon W, Long WB.
The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple
injuries and evaluating emergency care.
J Trauma. 1974 Mar; 14(3):187-96.
- 6 Berchtold R, Bruch H-P.
Chirurgie
Urban und Fischer 2008.
- 7 Berger A, Hierner R.
Plastische Chirurgie Band IV.
Verlag Springer 2008
- 8 Blondeel PN, Beyens G, Verhaeghe R,
Doppler flowmetry in the planning of perforator flaps.
Br J Plast Surg. 1998 Apr; 51(3):202-9.
- 9 Bullinger M.
German Translation and Psychometric Testing of the SF-36 Health
Survey: Preliminary Results From IQOLA Project.
Soc Sci Med. 1995; 41(10):1359-66.
- 10 Bullinger M, Kircherberger I.
SF-36, Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung.
Hogrefe, Göttingen 1998.

- 11 Bullinger M, Kircherberger I, Ware J.
Der deutsche SF-36 Health Survey. Übersetzung und psychometrische
Testung eines krankheitsübergreifenden Instrument zur Erfassung der
gesundheitsbezogenen Lebensqualität.
Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften 1995; 3:110-15.
- 12 Byrd HS, Spicer TE, Cierny G.
Management of open tibial fractures.
Plast Reconstr Surg. 1985; 76:128-32.
- 13 Byrd HS, Cierny G, Tebbetts JB.
The management of open tibial fractures with associated soft tissue loss:
External pin fixation with early flap coverage.
Plast Reconstr Surg. 1981; 68(1):73-82.
- 14 Celik N, Naci MD, Wei F-C, Fu-Chang;M.D., Lin, M.D. C-h.
Technique and strategy in anterolateral thigh perforator flap surgery,
Based on an analysis of 15 complete and partial failures in 439 cases.
Plast Reconstr Surg. 2002; 109(7):2211-6.
- 15 Celik N, Wei F-C, Lin C-H,
Technique and Strategy in Anterolateral Thigh Flap Surgery.
Plast Reconstr Surg. 2002; 109(7):discussion 2217-8.
- 16 Daniel RK, Taylor GI.
The free transfer of skin flaps by microvascular anastomosis.
Plast Reconstr Surg. 1973; 52(2):111-7.
- 17 Davidge K., Pusic A., Joseph J.
Use of the Anterolateral Thigh Flap as an Alternative to the Rectus Flap
in Obese and Overweight Patients.
Annals of Plastic Surgery. 2006; 56(5):536-9.
- 18 Demirtas Y.; Kelahmetoglu O, Cific M
Comparison of free anterolateral thigh-flaps and free muscle-
musculocutaneous flaps in soft tissue reconstruction of lower extremity.
Microsurgery 2010; 30(1):24-31.
- 19 Duffy FJ, Brodsky
Preliminary experience with perforator flaps in reconstruction of soft-tissue
defects of the foot and ankle.
Foot Ankle Int 2007; 26:191-197
- 20 El-Khatib HA.
Island fasciocutaneous flap based on the proximal perforators of the
radial artery for resurfacing of burned cubital fossa.
Plast Reconstr Surg. 1997; 100 (4):919-25.

- 21 Engel H, Gazyakan E.
Customized Reconstruction with the free anterolateral thigh flap.
Microsurgery 2008; 28(7):489-94.
- 22 Esser JFS.
Island flaps.
Med J Ney York 1917; 106:264
- 23 Farace F, Fois VEE, Manconi A.
Free anterolateral thigh flap versus free forearm flap: Functional results
in oral reconstruction.
Plast Reconstr Surg 2007; 60(6):583-7.
- 24 Francel TJ, Vander Kolk CA, Hoopes JE.
Microvascular soft-tissue and transplantation for reconstruction of acute
open tibial fractures: Timing of coverage and long term functional results.
Plast Reconstr Surg. 1992; 89(3):478-87.
- 25 Gedebou TM, Wei F-C, Lin C-H.
Clinical Experience of 1284 Free Anterolateral Thigh Flaps.
Handchir Mikrochir Plast Chir. 2002 Jul; 34(4):239-4.
- 26 Giunta R, Geisweid A.
Defining perforator flaps: Waht is really perforated? Letter to the Editor.
Plast Reconstr Surg. 2002; 109(4):1460-1.
- 27 Giunta R, Geisweid A, Feller A.
Complication of free flap perfusion - a clinical classification.
J Reconstructive Microsurgery. 2001; 17(5):341-5.
- 28 Godina M.
Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities.
Plast Reconstr Surg. 1986; 78(3):285-92.
- 29 Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN.
Problems in the Management of Type III (severe) Open Fractures. A New
Classification on Type III open Fractures.
J Trauma 1984; 24(8):742-6.
- 30 Gustilo RB, Merkow RL,
Templeman d. Current concepts review, the management of open
fractures.
J Bone Joint Surg. 1990; 72(6):835-8.
- 31 Heberer, Dongen v.
Gefäßchirurgie 11
Verlag Springer 2004; 11:12

- 32 Heitmann C, Khan FN, Levin LS, Germann G.
Die fasziokutanen Perforansgefäße der A. radialis - eine anatomische Studie.
Handchir Mikrochir Plast Chir. 2002; 34(4):219-23.
- 33 Hsieh CH, Yang JC, Chenn CC.
Alternative reconstructive choices for anterolateral thigh flap dissection in cases in which no sizable skin perforator is available.
Head Neck 2009 May; 31(5):571
- 34 Huang-Chi MD, Chen GZ, Yau-Lin MD, Feng.
Comparison of the radial forearm flap and the thinned anterolateral thigh cutaneous flap for reconstruction of tongue defects: an evaluation of donor-site morbidity.
Plast Reconstr Surg. 2004; 114(7):1704-10.
- 35 Husum H, Strada G.
Injury Severity Score versus New Injury Severity Score for Penetrating Injuries Prehospital and Disaster Medicine 2002 Jan-Mar; 17(1):27-32.
- 36 Kimata Y, Uchiyama K, Ebihara S.
Anterolateral Thigh Flap Donor-Site Complications and Morbidity.
Plast Reconstr Surg. 2000; 106(3):584-9.
- 37 Kimata Y, Uchiyama K, Ebihara S, Nakatsuka T, Harii K.
Anatomic variations and technical problems of the anterolateral thigh flap: A report of 74 cases.
Plast Reconstr Surg. 1998; 102(5):1517-23.
- 38 Kimata Y, Yoshihiro MD, Uchiyama K,
Anatomic Variations and Technical Problems of the Anterolateral Thigh Flap: A Report of 74 Cases.
Plast Reconstr Surg.. 1998 Oct; 102(5)1517-23.
- 39 Koshima I, Nanba Y, Tsutsui T, Takahashi Y, Itoth S.
Perforator Flaps in Lower Extremity Reconstruction.
Handchir Mikrochir Plast Chir 2002 Jul; 34(4):251-6.
- 40 Koshima I, Nanba Y, Tsutsui T, Takashi Y.
New Anterolateral Thigh Perforator Flap with a Short Pedicle for Reconstruction of Defects in Upper Extremities.
Annals of Plastic Surgery. 2003 Jul; 51(1):30-6.
- 41 Koshima I, Soeda S.
Free posterior tibial perforator-based flaps.
Ann Plast Surg. 1991 Mar; 26(3):284-8.

- 42 Khouri RK, Cooley BC
A prospective study of microvascular free flap surgery and outcome.
Plast Reconstr Surg 1998; 102:711-721
- 43 Krupp, Rennekampff, Pallua.
Plastische Chirurgie Klinik und Praxis.
Eco med
- 44 Kuo Y, Seng-Feng I, Kuo F, Liu YT, Lei PW.
Versatility of the free anterolateral thigh flap for reconstruction of soft-tissue defects: review of 140 cases.
Ann Plast Surg. 2002 Feb; 48(2):161-6.
- 45 Kuo Y-R, Jeng S-F, Huang MN,
Free Anterolateral thigh flap for Extremity Reconstruction: Clinical Experience and Functional Assessment of the Donor Site.
Plast Reconstr Surg. 2001 Jun; 107(7):1766-71.
- 46 Langer S,
Der freie ALT Lappen in der traumatologischen und onkologischen Defektdeckung.
Der Unfallchirurg 2008; 111(5):323-330.
- 47 Levin LS
Efficacy of the handheld doppler in preoperative identification of the cutaneous perforators in the anterolateral thigh flap.
Plast Reconstr Surg 2006; 118:934–935.
- 48 Masquelet A, Gilbert A.
Atlas der Lappenplastiken in der Chirurgie der Extremitäten
Thieme Stuttgart 1998
- 49 Mathes SJ, Nahan F.
Reconstructive Surgery Principles, Anatomy and Technique
Churchill Livingstone
- 50 Mc Craw JB, D.G. D, Carraway JH.
Clinical definition of independent myocutaneous vascular territories
Plast Reconstr Surg. 1977 Sep; 60(3):341-52
- 51 Mc Craw JB, Dibbell DG.
Experimental definition of independent myocutaneous vascular territories.
Plast Reconstr Surg.. 1977; 60(2):212-20.
- 52 McGregor IA, Jackson IT
The groin flap
Br J Sur. 1972; 25(4):312-22.

- 53 Milton SH.
Pedicled skin flaps: the fallacy of the length: width ratio.
Br J Sur. 1970; 57(7):502-8.
- 54 Moffett TR, Madison SA
An extended approach for the vascular pedicle of the lateral arm free flap.
Plast Reconstr Surg. 1992 Feb; 89(2):259-67.
- 55 Mühlbauer W, Herndl E, Stock W.
The forearm flap.
Plast Reconstr Surg. 1982 Sep; 70(3):336-44.
- 56 Mureau M, Posch N, Meeuwis CA, Hofer S.
Anterolateral thigh flap Reconstruction of large external facial skin defects: A follow-up study on functional and aesthetic recipient and donor-site outcome.
Plast Reconstr Surg. 2005 Apr; 115(4):1077-86.
- 57 Myong CP
An anatomic study of the radial collateral branch of deepbrachial artery.
Diss Med,University of Seoul 1986.
- 58 Nasir S, Aydin MA
Reconstruction of soft tissue defect of lower extremity with free SCIA/SIEA Flap.
Ann Plast Surg 2008;61:622-626.
- 59 Nylen CO.
The microscope in aural surgery, it's first use and later development.
Acta Otolaryngol 1954; 116(3):112-17.
- 60 Öhlbauer M
Amputation oder Rekonstruktion der unteren Extremität
Entscheidungsfindung im Akutfall
Trauma Berufskrankheit 2009; 11(1):17-20.
- 61 Özkan Ö, Coskunfirat K, Özgentas HE.
The Use of Free Anterolateral Thigh Flap for Reconstructing Soft Tissue Defects of the Lower Extremities.
Annals of Plastic Surgery 2004; 5(1):89-98.
- 62 Pabst R., Putz R
Sobotta - Anatomie des Menschen
Urban und Fischer 2007; 22. Auflage

- 63 Park J, Rodriguez E, Bluebond-Langer R, et al.
The Anterolateral Thigh Flap is Highly Effective for Reconstruction of Complex Lower Extremity Trauma.
J Trauma 2007 Jan; 62(1):162-5.
- 64 Puelzl P
Defektdeckung durch freie Lappenplastiken am Fußrücken
Der Unfallchirurg 2007; 111(1):5-7
- 65 Puno RM, Grossfeld SL, S.L. H.
Functional outcomes of patients with salvageable limbs with grades III-B and III-C open fractures of the tibia.
Microsurgery 1996; 17:543-46.
- 66 Rodriguez ED, Bluebond-Langner R
Functional outcomes of posttraumatic lower limb salvage: A pilot study of the anterolateral thigh perforator flaps versus muscle flaps.
J Trauma 2009; 66:1311-1314
- 67 Rozen WM, Ashton MW
Anatomical variations in the harvest of anterolateral thigh flap perforators
Microsurgery 2009; 29(1):16-23
- 68 Salmon M.
Les Arteres de la peau
Masson Paris 1936.
- 69 Sharma RK, Tuli P
Is there any need to localize the perforator of the anterolateral thigh flap?
Plast Reconstr Surg 2007; 119:2328–2329.
- 70 Sherrell J, Robert W, H. C, Grabb W, Smith JW.
Grabb and Smith's Plastic Surgery
Lippincott Raven New York 1997 5th Edition
- 71 Song YG, Chen GZ, Song YL.
The free thigh flap: A new free flap concept based on the septocutaneous artery.
Br J Plast Surgery 1984 Apr; 37(2):149-59.
- 72 Tiguemounine J, Picard A, Fassio E, Goga D, Ballon G.
Le lambeau anterolateral de cuisse - Etude retrospective.
Annales de Chirurgie Plastique Esthetique 2005 Feb; 50(1):62-70.

- 73 Tscherne H, Oestern H-J.
Die Klassifikation des Weichteilschadens bei offenen und geschlossenen Frakturen.
Unfallheilkunde 1992; 85:111-115.
- 74 Tsukino, A.; Kurachi K; Inamiya, T.; and Tanigaki, T.
Preoperativ color Doppler assement in planning of anterolateral thigh flaps.
Plast. Reconstr. Surg. 2004 Jun; 113:241-50.
- 75 Urken ML
Radial forearm flaps
Otolaryngol Clin. 1994 Dec; 27(6):1119-40
- 76 Ware J, Sherbourne CD.
The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection.
Med Care 1992 Jun; 30(6):473-83.
- 77 Wechselberger G
Der freie Musculus gracilis Lappen zur Weichteildefektdeckung.
Oper Orthop Traumatol. 2008 Jul; 122(1):29-38.
- 78 Wei F-C, Jain V, Celik N, Chen GZ, Chuang DC, Lin CH.
Have we found an ideal soft -tissue flap? An Expierence with 672 Anterolateral thigh flaps.
Plast Reconstr Surg. 2002 Jun; 109(7):2219-26.
- 79 Wei F-C, Jain V, Suominen S, Cen H-C.
Confusion among Perforator Flaps: What Is a True Perforator Flap?
Plast Reconstr Surg. 2002; 109(4):1460-1.
- 80 Xu DC, Zhong SZ, Kong JM.
Applied anatomy of the anterolateral femoral flap.
Plast Reconstr Surg. 1988; 82(2):305-10.
- 81 Yamada N, Kakibuchi M, Kitayoshi H, Matsuda K, Yano K, Hosokawa K.
A New Way of Elevating the Anterolateral Thigh Flap.
Plast Reconstr Surg.. 2001; 108(6):1677-82.
- 82 Yildirim, Serkam MD, Avci, Güliden MD, Aköz, Tayfun MD.
Soft-Tissue Reconstruction Using a Free Anterolateral thigh flap: Experience with 28 patients.
Plast Reconstr Surg.. 2003 Jul; 51(1):37-44.

- 83 Yu P, Youssef A
Efficacy of the Handheld Doppler in Preoperative Identification of the Cutaneous Perforators in the Anterolateral thigh flap.
Plast Reconstr Surg. 2006 Sep 15; 118(4):928-33.
- 84 Zettel RP, Ruchholz S, Waydhas C, Nast-Kolb D.
Langzeitergebnisse nach Polytrauma: Standardisierte Messung der Lebensqualität mit GOS, EuroQuol und SF-36.
In: Chirurgie DGf (ed).
Springer Berlin, Heidelberg 2005.

**Protokoll zur wissenschaftlichen postoperativen Untersuchung
bei Defektdeckungen durch freie Lappenplastiken**

Patientennummer:

Patientendaten:

Name

Vorname

Geburtsdatum

Geburtsort

Straße / Nr.

PLZ

Ort

Allgemeine Vorgeschichte:

OP Indikation: 3.-gradige offene bimalleoläre OSG-Fraktur li /

14.09.05 lat. OA-LP // 09.11. Débridement des Lappen /

VAC / allerdings Durchbau der Fraktur // 15.11.

Spalthauttransplantat

Defektdeckung mittels

Leiden sie unter Blutgerinnungsstörungen?

ja

nein

Leiden sie unter Herz-Kreislauf-erkrankungen?

ja

nein

Bluthochdruck, Durchblutungsstörungen,

Thromboseneigung

ja

nein

Herzinfarkt, Herzklappenersatz,

ja

nein

Anhang

Herzschrittmacher, Herzfehler
Leiden Sie an Diabetes?

ja

nein

Bestrahlung?

ja

nein

Haben oder hatten Sie eine Infektionskrankheit

ja

nein

Immunsuppression?

ja

nein

Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein

ja

nein

wenn ja welche?

Allgemeine Patientenzufriedenheit:

allg. Heilungsverlauf positiv?

ja

nein

wenn nein warum?

primär Heilung

ja

nein

sekundär Heilung

ja

nein

wenn ja welche Komplikationen?

bestehende Beschwerden?

Gefühlstörung

ja

nein

wenn ja wo?

Narbenschmerzen

ja

nein

wenn ja

chronisch

temporär

bei Belastung

Spannung“

ja

nein

Anhang

„Zug“
wenn ja wo?

ja

nein

Sind Sie mit der Kosmetik zufrieden?
wenn nein warum?

ja

nein

Beeinträchtigung im Alltag?
wenn ja durch Unfall

ja

nein

durch Lappenplastik

beides

besondere Beanspruchung im Alltag?
(Beruf, Sport etc.) ?

ja

nein

Klinische Untersuchung

- Plastik -

uneingeschränkte Einheilung

ja

nein

Plastik / Kosmetik sichtbar?

ja

nein

wenn ja Beschreibung

Kosmetisches Ergebnis gegeben ?

Textur i.O.

ja

nein

Kontur i.O.

ja

nein

Deckung „sicher“

ja

nein

vaskuläre Versorgung uneingeschränkt ?

Anhang

„warm“ ja nein
„kalt“ ja nein
Doppler positiv? ja nein

nervale Versorgung uneingeschränkt ?

„Kälteempfindlich“ ja nein
„sensibel“ ja nein
schmerzempfindlich ja nein
Tiefensensibilität ja nein
Zweipunktdiskriminierung ja nein

Narbenbild:

dick ja nein
empfindlich / schmerzhaft ja nein
verbreitert ja nein
hart ja nein
verschieblich / adhären ja nein

Physikalische Beanspruchung:

Zug hoch gering
Druck ja nein

Funktionalität gegeben? ja nein
Bewegungseinschränkungen ja nein
bei Flexion Zug / Spannung ja nein
bei Extension Zug / Spannung ja nein
weitere / wenn ja?

Belastbarkeit eingeschränkt uneingeschränkt

wenn eingeschränkt, Einschränkungen?

Fuß / Schuhe normal ortho

- Donor Area -

Anhang

uneingeschränkte Heilung ja nein

Sensibilitätsstörungen ja nein

Narbenbild kosmetisch i.O. ja nein

„Zug / Spannung“ ja nein

Funktionalität eingeschränkt
uneingeschränkt

wenn eingeschränkt, Einschränkungen?

Belastbarkeit eingeschränkt uneingeschränkt

wenn eingeschränkt, Einschränkungen?

sonstige Bemerkungen:

SF36 Health Survey

INSTRUCTIONS: This set of questions asks for your views about your health. This information will help keep track of how you feel and how well you are able to do your usual activities. Answer every question by marking the answer as indicated. If you are unsure about how to answer a question please give the best answer you can.				
1.	In general, would you say your health is: (Please tick one box.)			
	Excellent	<input type="checkbox"/>		
	Very Good	<input type="checkbox"/>		
	Good	<input type="checkbox"/>		
	Fair	<input type="checkbox"/>		
	Poor	<input type="checkbox"/>		
2.	Compared to <u>one year ago</u> , how would you rate your health in general <u>now</u> ? (Please tick one box.)			
	Much better than one year ago	<input type="checkbox"/>		
	Somewhat better now than one year ago	<input type="checkbox"/>		
	About the same as one year ago	<input type="checkbox"/>		
	Somewhat worse now than one year ago	<input type="checkbox"/>		
	Much worse now than one year ago	<input type="checkbox"/>		
3.	The following questions are about activities you might do during a typical day. Does <u>your health now limit you</u> in these activities? If so, how much? (Please circle one number on each line.)			
	Activities	Yes, Limited A Lot	Yes, Limited A Little	Not Limited At All
3(a)	Vigorous activities , such as running, lifting heavy objects, participating in strenuous sports	1	2	3
3(b)	Moderate activities , such as moving a table, pushing a vacuum cleaner, bowling, or playing golf	1	2	3
3(c)	Lifting or carrying groceries	1	2	3
3(d)	Climbing several flights of stairs	1	2	3
3(e)	Climbing one flight of stairs	1	2	3
3(f)	Bending, kneeling, or stooping	1	2	3
3(g)	Waling more than a mile	1	2	3
3(h)	Walking several blocks	1	2	3
3(i)	Walking one block	1	2	3
3(j)	Bathing or dressing yourself	1	2	3
4.	During the <u>past 4 weeks</u> , have you had any of the following problems with your work or other regular daily activities <u>as a result of your physical health</u> ? (Please circle one number on each line.)			
		Yes	No	
4(a)	Cut down on the amount of time you spent on work or other activities	1	2	
4(b)	Accomplished less than you would like	1	2	
4(c)	Were limited in the kind of work or other activities	1	2	
4(d)	Had difficulty performing the work or other activities (for example, it took extra effort)	1	2	
5.	During the <u>past 4 weeks</u> , have you had any of the following problems with your work or other regular daily activities <u>as a result of any emotional problems</u> (e.g. feeling depressed or anxious)? (Please circle one number on each line.)			
		Yes	No	
5(a)	Cut down on the amount of time you spent on work or other activities	1	2	
5(b)	Accomplished less than you would like	1	2	
5(c)	Didn't do work or other activities as carefully as usual	1	2	

6.	During the <u>past 4 weeks</u> , to what extent has your physical health or emotional problems interfered with your normal social activities with family, friends, neighbours, or groups? (Please tick one box.) Not at all <input type="checkbox"/> Slightly <input type="checkbox"/> Moderately <input type="checkbox"/> Quite a bit <input type="checkbox"/> Extremely <input type="checkbox"/>																																																																						
7.	How much <u>physical</u> pain have you had during the <u>past 4 weeks</u> ? (Please tick one box.) None <input type="checkbox"/> Very mild <input type="checkbox"/> Mild <input type="checkbox"/> Moderate <input type="checkbox"/> Severe <input type="checkbox"/> Very Severe <input type="checkbox"/>																																																																						
8.	During the <u>past 4 weeks</u> , how much did <u>pain</u> interfere with your normal work (including both work outside the home and housework)? (Please tick one box.) Not at all <input type="checkbox"/> A little bit <input type="checkbox"/> Moderately <input type="checkbox"/> Quite a bit <input type="checkbox"/> Extremely <input type="checkbox"/>																																																																						
9.	These questions are about how you feel and how things have been with you <u>during the past 4 weeks</u> . Please give the one answer that is closest to the way you have been feeling for each item. (Please circle one number on each line.) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 45%;"></th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">All of the Time</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">Most of the Time</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">A Good Bit of the Time</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">Some of the Time</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">A Little of the Time</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">None of the Time</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9(a) <u>Did you feel full of life?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(b) <u>Have you been a very nervous person?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(c) <u>Have you felt so down in the dumps that nothing could cheer you up?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(d) <u>Have you felt calm and peaceful?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(e) <u>Did you have a lot of energy?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(f) <u>Have you felt downhearted and blue?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(g) <u>Did you feel worn out?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(h) <u>Have you been a happy person?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td>9(i) <u>Did you feel tired?</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </tbody> </table>		All of the Time	Most of the Time	A Good Bit of the Time	Some of the Time	A Little of the Time	None of the Time	9(a) <u>Did you feel full of life?</u>	1	2	3	4	5	6	9(b) <u>Have you been a very nervous person?</u>	1	2	3	4	5	6	9(c) <u>Have you felt so down in the dumps that nothing could cheer you up?</u>	1	2	3	4	5	6	9(d) <u>Have you felt calm and peaceful?</u>	1	2	3	4	5	6	9(e) <u>Did you have a lot of energy?</u>	1	2	3	4	5	6	9(f) <u>Have you felt downhearted and blue?</u>	1	2	3	4	5	6	9(g) <u>Did you feel worn out?</u>	1	2	3	4	5	6	9(h) <u>Have you been a happy person?</u>	1	2	3	4	5	6	9(i) <u>Did you feel tired?</u>	1	2	3	4	5	6
	All of the Time	Most of the Time	A Good Bit of the Time	Some of the Time	A Little of the Time	None of the Time																																																																	
9(a) <u>Did you feel full of life?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(b) <u>Have you been a very nervous person?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(c) <u>Have you felt so down in the dumps that nothing could cheer you up?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(d) <u>Have you felt calm and peaceful?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(e) <u>Did you have a lot of energy?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(f) <u>Have you felt downhearted and blue?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(g) <u>Did you feel worn out?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(h) <u>Have you been a happy person?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
9(i) <u>Did you feel tired?</u>	1	2	3	4	5	6																																																																	
10.	During the <u>past 4 weeks</u> , how much of the time has your <u>physical health or emotional problems</u> interfered with your social activities (like visiting with friends, relatives etc.) (Please tick one box.) All of the time <input type="checkbox"/> Most of the time <input type="checkbox"/> Some of the time <input type="checkbox"/> A little of the time <input type="checkbox"/> None of the time <input type="checkbox"/>																																																																						
11.	How TRUE or FALSE is <u>each</u> of the following statements for you? (Please circle one number on each line.) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 45%;"></th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">Definitely True</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">Mostly True</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">Don't Know</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">Mostly False</th> <th style="width: 12.5%; text-align: center;">Definitely False</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11(a) <u>I seem to get sick a little easier than other people</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>11(b) <u>I am as healthy as anybody I know</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>11(c) <u>I expect my health to get worse</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>11(d) <u>My health is excellent</u></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </tbody> </table>		Definitely True	Mostly True	Don't Know	Mostly False	Definitely False	11(a) <u>I seem to get sick a little easier than other people</u>	1	2	3	4	5	11(b) <u>I am as healthy as anybody I know</u>	1	2	3	4	5	11(c) <u>I expect my health to get worse</u>	1	2	3	4	5	11(d) <u>My health is excellent</u>	1	2	3	4	5																																								
	Definitely True	Mostly True	Don't Know	Mostly False	Definitely False																																																																		
11(a) <u>I seem to get sick a little easier than other people</u>	1	2	3	4	5																																																																		
11(b) <u>I am as healthy as anybody I know</u>	1	2	3	4	5																																																																		
11(c) <u>I expect my health to get worse</u>	1	2	3	4	5																																																																		
11(d) <u>My health is excellent</u>	1	2	3	4	5																																																																		

10. Danksagung

Herr Univ.-Prof. Dr. med. R. H. Meffert möchte ich an dieser Stelle für die Chance danken, diese Arbeit erstellen zu dürfen. Weiter gilt mein Dank seiner Hilfe und der Möglichkeit des kontinuierlichen, konstruktiven und freundlichen Gedankenaustausches.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herr Dr. S. Frey. Er hat mich fortwährend bei der vorliegenden Arbeit unterstützt, und war stets bereit mir bei Fragen konstruktiv und umgehend weiterzuhelfen.

Bedanken möchte ich mich weiter bei Jacques Moreaux für seine geduldige Hilfe beim Schreiben der Arbeit. Ebenso bei Frau Neumann, und der Abteilung für Mund-Kiefer und Gesichtschirurgie der Universität Würzburg.

Mein ganz spezieller Dank gilt in erster Linie meinen Eltern. Die Möglichkeit zu erhalten sowohl in der Medizin als auch in der Zahnmedizin studieren zu dürfen ist nicht selbstverständlich. Ebenso wenig die damit verbundene Geduld und Ausdauer die Ihr in Eurer Unterstützung bewiesen habt. Euch ist diese Arbeit gewidmet!

Mein persönlichster und liebevollster Dank gilt Dominique und Linus.