

Aus der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie

Klinische Medizin

der Medizinischen Fakultät

(Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. T. Vogt)

der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

**8-Jahres-Analyse aller Patienten, die mittels  
Unterdrucktherapie an der Universitäts-  
Hautklinik behandelt wurden**

*Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin*

**der Medizinischen Fakultät**

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2017

Vorgelegt von

Anja Wertenaue

geb. am 03.10.1993

in Stuttgart

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	- VI -
Abbildungsverzeichnis .....	- VII -
Tabellenverzeichnis .....	- X -
1. Zusammenfassung .....	- 1 -
1.1 Abstract.....	- 2 -
2. Einleitung .....	- 4 -
2.1 Indikationen und Kontraindikationen zur Unterdrucktherapie .....	- 4 -
2.1.1 Allgemeine Wundheilung und Wundheilungsstörungen .....	- 5 -
2.1.2 Chronische Wunden .....	- 7 -
2.1.3 Akute Wunden.....	- 7 -
2.1.4 Kontraindikationen.....	- 8 -
2.2 Aufbau und Prinzip der Unterdrucktherapie.....	- 8 -
2.2.1 Aufbau des Unterdrucksystems.....	- 8 -
2.2.2 Prinzip der Unterdrucktherapie .....	- 10 -
2.2.3 Modifikationsmöglichkeiten und Instillationstherapie.....	- 12 -
2.3 Schwamm-Materialien .....	- 13 -
2.3.1 Polyurethan- Schwamm .....	- 14 -
2.3.2 Polyvinylalkohol- Schwamm .....	- 14 -
2.3.3 Silberschwamm .....	- 15 -
2.3.4 Schwamm für die Instillationstherapie.....	- 15 -
2.4 Vakuumquellen/ Vakuumsysteme .....	- 16 -
2.4.1 V.A.C.-ULTA <sup>TM</sup> .....	- 17 -
2.4.2 Mobile V.A.C. ® Therapy .....	- 18 -
2.4.3 PREVENA <sup>TM</sup> Incision Management System.....	- 18 -
2.5 Sogstärke.....	- 19 -

2.6 Sogmodus.....	- 19 -
2.7 Arten des operativen Defektverschlusses .....	- 20 -
2.7.1 Operative Techniken: einzeitige und mehrzeitige Exzisionen.....	- 21 -
2.7.2 Weitere Möglichkeiten der rekonstruktiven Dermatochirurgie .....	- 21 -
2.8 Evidenzlage der Unterdrucktherapie.....	- 25 -
2.9 Ziele der Arbeit.....	- 27 -
3. Material und Methodik .....	- 29 -
3.1 Datenerhebung .....	- 29 -
3.1.1 Informationsquellen .....	- 29 -
3.1.2 Beobachtungszeitraum .....	- 30 -
3.1.3 Erhobene Daten .....	- 30 -
3.2 Statistische Auswertung.....	- 32 -
4. Ergebnisse.....	- 33 -
4.1 Deskriptive Analyse.....	- 33 -
4.1.1 Patientenseitige Faktoren .....	- 33 -
4.1.2 Therapieparameter.....	- 41 -
4.1.3 Therapieverlauf .....	- 47 -
4.1.4 Therapieerfolg .....	- 51 -
4.2 Abhängigkeiten von Therapieparametern und -verlauf .....	- 53 -
4.2.1 Schwamm nach Pumpensystem .....	- 54 -
4.2.2 Frequenz der Schwamm-/ Verbandswechsel nach Schwammtyp.....	- 55 -
4.2.3 Pumpensysteme nach Lokalisation .....	- 56 -
4.2.4 Instillationsparameter nach Defektgröße .....	- 58 -
4.2.5 Sogstärke und Sogmodus nach Pumpensystem .....	- 59 -
4.2.6 Sogstärke und Sogmodus nach Schwamm.....	- 59 -
4.2.7 Art des Defektverschlusses nach Lokalisation.....	- 61 -
4.2.8 Art des Defektverschlusses nach Komorbidität der Patienten .....	- 62 -

4.2.9	Art des Defektverschlusses nach Alter der Patienten.....	- 67 -
4.2.10	Dauer des stationären Aufenthalts nach Komorbidität der Patienten .....	- 69 -
4.2.11	Dauer der Vakuumversiegelung nach Komorbidität der Patienten.....	- 74 -
4.2.12	Dauer des stationären Aufenthalts nach Alter der Patienten.....	- 79 -
4.2.13	Dauer des stationären Aufenthalts nach Pumpensystem.....	- 80 -
4.3	Abhängigkeiten zur „Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie“ .....	- 82 -
4.3.1	Schwammtyp nach Indikation .....	- 83 -
4.3.2	Pumpensystem nach Indikation.....	- 84 -
4.3.3	Sog Einstellungen nach Indikation .....	- 86 -
4.3.4	Instillationsparameter nach Indikation .....	- 86 -
4.3.5	Art des Defektverschlusses nach Indikation .....	- 86 -
4.3.6	Verwendung eines Dermisersatzes nach Indikation.....	- 88 -
4.3.7	Outcome nach Indikation .....	- 89 -
4.3.8	Dauer des stationären Aufenthalts nach Indikation.....	- 91 -
4.3.9	Dauer der Vakuumversiegelung nach Indikation.....	- 92 -
4.3.10	Anzahl der Schwammwechsel nach Indikation .....	- 93 -
4.4	Abhängigkeiten zur Diagnose im Rahmen der Unterdrucktherapie .....	- 95 -
4.4.1	Schwammtyp nach Diagnose .....	- 96 -
4.4.2	Pumpensystem nach Diagnose .....	- 97 -
4.4.3	Sogmodus und Sogstärke nach Diagnose.....	- 99 -
4.4.4	Instillationsparameter nach Diagnose .....	- 99 -
4.4.5	Art des Defektverschlusses nach Diagnose.....	- 100 -
4.4.6	Verwendung eines Dermisersatzes nach Diagnose.....	- 101 -
4.4.7	Outcome nach Diagnose.....	- 102 -
4.4.8	Dauer des stationären Aufenthalts nach Diagnose.....	- 104 -
4.4.9	Dauer der Vakuumversiegelung nach Diagnose .....	- 105 -
4.4.10	Anzahl der Schwammwechsel nach Diagnose.....	- 105 -

4.4.11 Zusammenhang der Diagnose mit der Indikation .....	105 -
4.5 Abhängigkeiten zum Therapieerfolg (Outcome) der Unterdrucktherapie.....	106 -
4.5.1 Outcome nach Schwammtyp.....	107 -
4.5.2 Outcome nach Pumpensystem .....	110 -
4.5.3 Outcome nach Sogmodus und Sogstärke .....	113 -
4.5.4 Outcome nach Defektverschluss.....	113 -
4.5.5 Outcome nach Defektgröße.....	116 -
4.5.6 Outcome nach Verwendung eines Dermisersatzes .....	116 -
4.5.7 Outcome nach Dauer des stationären Aufenthalts .....	117 -
4.5.8 Outcome nach Dauer der Vakuumversiegelung.....	120 -
4.5.9 Outcome nach Geschlecht der Patienten.....	120 -
4.5.10 Outcome nach Alter der Patienten .....	120 -
4.5.11 Outcome nach Komorbidität der Patienten .....	120 -
4.6 Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse .....	122 -
5. Diskussion .....	123 -
5.1 Limitationen der Arbeit .....	123 -
5.2 Evaluation der Patienten mit Unterdrucktherapie.....	125 -
5.3 Evaluation der Unterdrucktherapieparameter und des Therapieverlaufs.....	128 -
5.3.1 Wahl der Vakuumpumpe .....	129 -
5.3.2 Wahl des Schwammes.....	130 -
5.3.3 Wahl der SogEinstellungen.....	131 -
5.3.4 Wahl des Defektverschlusses .....	132 -
5.3.5 Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts.....	134 -
5.3.6 Abhängigkeit der Dauer der Vakuumversiegelung.....	135 -
5.4 Evaluation des Therapieerfolgs .....	136 -
5.4.1 Zusammenhänge zu einem guten Outcome .....	137 -
5.4.2 Zusammenhänge zu Komplikationen.....	138 -

5.4.3 Behandlungszeit als Marker für den Outcome.....	- 146 -
5.5 „Typische“ Unterdrucktherapiepatienten.....	- 147 -
5.5.1 Der „typische“ Patient nach Malignom und Exzision.....	- 148 -
5.5.2 Der „typische“ Patient mit Ulkus und Wunddébridement .....	- 150 -
5.5.3 Der „typische“ Patient nach einem Defektverschluss.....	- 154 -
5.6 Versuch der Ableitung einer standardisierten Therapie.....	- 156 -
5.7 Schlussfolgerung.....	- 159 -
6. Literaturverzeichnis .....	- 161 -
7. Danksagung .....	- 171 -
8. Publikationen.....	- 172 -
9. Lebenslauf .....	- 173 -
10. Anhang .....	- 174 -

## Abkürzungsverzeichnis

CVI	chronisch venöse Insuffizienz
HYTILU	hypertensiv ischaemic leg ulcer
IQR	Interquartilsabstand
M	Mittelwert
n	Anzahl
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PG	Pyoderma gangraenosum
PREVENA™	PREVENA Incision Management™
PU	Polyurethan
PVA	Polyvinylalkohol
RCT	randomised controlled trial
SD	Standardabweichung
TBSA	total body surface area
T.R.A.C.®	Therapeutic Regulated Accurate Care
V.A.C.®	vacuum-assisted closure

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Mögliche Indikationen für die Unterdrucktherapie.....	- 5 -
Abbildung 2. Phasen der Wundheilung.....	- 6 -
Abbildung 3. Aufbau des Vakuumtherapiesystem (V.A.C. ® Therapy). ....	- 9 -
Abbildung 4. Aufgebautes Unterdrucktherapiesystem.....	- 9 -
Abbildung 5. Modell der Mikrodeformation und Zelldehnung.....	- 11 -
Abbildung 6. Histologischer Nachweis der Mikrodeformation. ....	- 11 -
Abbildung 7. Unterdrucktherapie mit Instillation. ....	- 13 -
Abbildung 8. Polyurethan- Schwamm (V.A.C. ® GRANUFOAM™ Dressing). ....	- 14 -
Abbildung 9. Polyvinylalkohol- Schwamm (V.A.C. ® WHITEFOAM Dressing). ..	- 15 -
Abbildung 10. PU- Schwamm.....	- 16 -
Abbildung 11. PVA- Schwamm.....	- 16 -
Abbildung 12. Darstellung drei unterschiedlicher V.A.C. ® Therapiesysteme. ....	- 18 -
Abbildung 13. Sogmodi für die Unterdrucktherapie.....	- 20 -
Abbildung 14. Möglichkeiten des Defektverschlusses. ....	- 20 -
Abbildung 15. Dermisersatz (Integra ®) nach Exzision von Narbengewebe. ....	- 24 -
Abbildung 16. Altersverteilung.....	- 34 -
Abbildung 17. Histogramm zur Altersverteilung der Patienten.....	- 34 -
Abbildung 18. Altersverteilung in Jahren getrennt nach Geschlecht. ....	- 35 -
Abbildung 19. Diagnosen der Patienten.....	- 36 -
Abbildung 20. Ätiologie des Ulkus cruris.....	- 36 -
Abbildung 21. Dignität der Diagnosen.....	- 37 -
Abbildung 22. Lokalisation der Wunddefekte. ....	- 37 -
Abbildung 23. Boxplot der Defektgröße in cm².....	- 38 -
Abbildung 24. Komorbidität und Multimorbidität der behandelten Patienten.....	- 39 -
Abbildung 25. Indikationen zur Anlage einer Unterdrucktherapie. ....	- 42 -
Abbildung 26. Im Rahmen der Unterdrucktherapie verwendete Schwämme. ....	- 43 -
Abbildung 27. Verwendete Vakuumpumpensysteme. ....	- 44 -
Abbildung 28. Im Rahmen der Unterdrucktherapie verwendete Sogstärken.....	- 45 -
Abbildung 29. Im Rahmen der Unterdrucktherapie verwendete Sogmodi. ....	- 45 -
Abbildung 30. Art des Defektverschlusses. ....	- 46 -
Abbildung 31. Therapieverlauf in der Dermatochirurgie.....	- 48 -
Abbildung 32. Dauer des stationären Aufenthalts (Tage). ....	- 49 -

Abbildung 33. Dauer der Vakuumversiegelung (Tage). .....	- 50 -
Abbildung 34. Dauer bis zum Defektverschluss (Tage).....	- 50 -
Abbildung 35. Therapieerfolg (Outcome) der Unterdrucktherapie.....	- 51 -
Abbildung 36. Outcome mit einer prozentualen Verteilung der Komplikationen. ....	- 52 -
Abbildung 37. Schwamm in Abhängigkeit von der Vakuumpumpe.....	- 55 -
Abbildung 38. Frequenz der Wechsel nach Art des Schwamms.....	- 56 -
Abbildung 39. Vakuumpumpe in Abhängigkeit der Lokalisation. ....	- 57 -
Abbildung 40. Defektgröße gruppiert nach Instillationsvolumen. ....	- 59 -
Abbildung 41. Sogstärke in Abhängigkeit des Schwamms.....	- 60 -
Abbildung 42. Art des Defektverschluss in Abhängigkeit von der Lokalisation.....	- 62 -
Abbildung 43. Defektverschluss nach kardiovaskulärer Vorerkrankung.....	- 63 -
Abbildung 44. Defektverschlusses in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK.....	- 64 -
Abbildung 45. Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens einer CVI.....	- 66 -
Abbildung 46. Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens von Adipositas....	- 67 -
Abbildung 47. Alter gruppiert nach Art des Defektverschlusses. ....	- 68 -
Abbildung 48. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Komorbidität. ....	- 70 -
Abbildung 49. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität. ....	- 71 -
Abbildung 50. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität. ....	- 72 -
Abbildung 51. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität. ....	- 73 -
Abbildung 52. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Komorbidität. ....	- 75 -
Abbildung 53. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität. ....	- 76 -
Abbildung 54. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität. ....	- 77 -
Abbildung 55. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität.....	- 78 -
Abbildung 56. Stationäre Aufenthaltsdauer gruppiert nach Alter der Patienten.....	- 80 -
Abbildung 57. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Pumpensystem. ...	- 81 -
Abbildung 58. Schwamm in Abhängigkeit von der Indikation.....	- 84 -
Abbildung 59. Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 85 -
Abbildung 60. Defektverschluss in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 87 -

Abbildung 61. Verwendung von Integra ® in Abhängigkeit von der Indikation.....	- 89 -
Abbildung 62. Outcome in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 90 -
Abbildung 63. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Indikation. ....	- 92 -
Abbildung 64. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Indikation. ....	- 93 -
Abbildung 65. Anzahl der Schwammwechsel in Abhängigkeit von der Indikation. .	- 94 -
Abbildung 66. Schwamm in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 97 -
Abbildung 67. Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 98 -
Abbildung 68. Defektverschluss in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 101 -
Abbildung 69. Outcome in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 102 -
Abbildung 70. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit von der Diagnose.....	- 104 -
Abbildung 71. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Diagnose. ....	- 105 -
Abbildung 72. Outcome in Abhängigkeit des Schwamms.....	- 108 -
Abbildung 73. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Schwamms. ....	- 110 -
Abbildung 74. Outcome in Abhängigkeit der Vakuumpumpe.....	- 111 -
Abbildung 75. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit der Vakuumpumpe. ....	- 113 -
Abbildung 76. Outcome in Abhängigkeit des Defektverschlusses. ....	- 114 -
Abbildung 77. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Defektverschlusses.....	- 116 -
Abbildung 78. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Outcome. ....	- 118 -
Abbildung 79. Stationäre Aufenthaltszeit gruppiert nach Outcome (ausführlich)...	- 119 -
Abbildung 80. Outcome in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK. ....	- 121 -

## Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1.</i> Kontraindikationen für den Einsatz der Unterdrucktherapie.....	- 8 -
<i>Tabelle 2.</i> Überblick über primäre und sekundäre Effekte der Unterdrucktherapie. .	- 12 -
<i>Tabelle 3.</i> Übersicht und Vergleich des PU- und PVA- Schwammes.....	- 16 -
<i>Tabelle 4.</i> Übersicht über eine Auswahl von Vakuumsystemen. ....	- 17 -
<i>Tabelle 5.</i> Evidenz-basierte Empfehlungen zur Unterdrucktherapie (NPWT).....	- 26 -
<i>Tabelle 6.</i> Übersicht über die Ziele und Fragestellungen dieser Arbeit. ....	- 28 -
<i>Tabelle 7.</i> Auflistung aller ausgewerteten Daten.....	- 31 -
<i>Tabelle 8.</i> Unterdruckversorgungen nach Jahr. ....	- 33 -
<i>Tabelle 9.</i> Häufigkeit einer Stoffwechselstörung als Begleiterkrankung. ....	- 39 -
<i>Tabelle 10.</i> Häufigkeit eines Diabetes mellitus als Begleiterkrankung.....	- 40 -
<i>Tabelle 11.</i> Häufigkeit einer kardiovaskulären Erkrankung als Begleiterkrankung. .	- 40 -
<i>Tabelle 12.</i> Häufigkeit einer CVI als Begleiterkrankung. ....	- 41 -
<i>Tabelle 13.</i> Häufigkeit einer pAVK als Begleiterkrankung. ....	- 41 -
<i>Tabelle 14.</i> Häufigkeit von Adipositas als Begleiterkrankung.....	- 41 -
<i>Tabelle 15.</i> Fälle mit Dermisersatz (Integra ®).....	- 46 -
<i>Tabelle 16.</i> Schwamm in Abhängigkeit von der Vakuumpumpe.....	- 54 -
<i>Tabelle 17.</i> Frequenz der Wechsel des Schwammes nach Art des Schwamms. ....	- 55 -
<i>Tabelle 18.</i> Vakuumpumpe in Abhängigkeit der Lokalisation.....	- 57 -
<i>Tabelle 19.</i> Defektgröße gruppiert nach Instillationsvolumen. ....	- 58 -
<i>Tabelle 20.</i> Sogstärke in Abhängigkeit des Schwamms.....	- 60 -
<i>Tabelle 21.</i> Art des Defektverschlusses in Abhängigkeit von der Lokalisation.....	- 61 -
<i>Tabelle 22.</i> Defektverschluss nach kardiovaskulärer Vorerkrankung.....	- 63 -
<i>Tabelle 23.</i> Defektverschlusses in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK.....	- 64 -
<i>Tabelle 24.</i> Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens einer CVI.....	- 65 -
<i>Tabelle 25.</i> Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens von Adipositas.....	- 66 -
<i>Tabelle 26.</i> Alter gruppiert nach Art des Defektverschlusses. ....	- 68 -
<i>Tabelle 27.</i> Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Komorbidität. ....	- 70 -
<i>Tabelle 28.</i> Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität. ....	- 71 -
<i>Tabelle 29.</i> Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität. ....	- 72 -

<i>Tabelle 30.</i> Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität. ....	- 73 -
<i>Tabelle 31.</i> Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Komorbidität. ....	- 75 -
<i>Tabelle 32.</i> Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität. ....	- 76 -
<i>Tabelle 33.</i> Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität. ....	- 77 -
<i>Tabelle 34.</i> Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität. ....	- 78 -
<i>Tabelle 35.</i> Stationäre Aufenthaltsdauer gruppiert nach Alter der Patienten. ....	- 79 -
<i>Tabelle 36.</i> Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Pumpensystem. ....	- 81 -
<i>Tabelle 37.</i> Schwamm in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 83 -
<i>Tabelle 38.</i> Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 85 -
<i>Tabelle 39.</i> Defektverschluss in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 87 -
<i>Tabelle 40.</i> Verwendung von Integra ® in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 88 -
<i>Tabelle 41.</i> Outcome in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 90 -
<i>Tabelle 42.</i> Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Indikation. ....	- 91 -
<i>Tabelle 43.</i> Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Indikation. ....	- 93 -
<i>Tabelle 44.</i> Anzahl der Schwammwechsel in Abhängigkeit von der Indikation. ....	- 94 -
<i>Tabelle 45.</i> Schwamm in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 96 -
<i>Tabelle 46.</i> Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 98 -
<i>Tabelle 47.</i> Instillationslösung in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 99 -
<i>Tabelle 48.</i> Defektverschluss in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 100 -
<i>Tabelle 49.</i> Verwendung von Integra ® in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 101 -
<i>Tabelle 50.</i> Outcome in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 102 -
<i>Tabelle 51.</i> Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit von der Diagnose. ....	- 103 -
<i>Tabelle 52.</i> Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Diagnose. ....	- 104 -
<i>Tabelle 53.</i> Outcome in Abhängigkeit des Schwamms. ....	- 107 -
<i>Tabelle 54.</i> Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Schwamms. ....	- 109 -
<i>Tabelle 55.</i> Outcome in Abhängigkeit der Vakuumpumpe. ....	- 111 -
<i>Tabelle 56.</i> Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit der Vakuumpumpe. ....	- 112 -
<i>Tabelle 57.</i> Outcome in Abhängigkeit des Defektverschlusses. ....	- 114 -
<i>Tabelle 58.</i> Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Defektverschlusses. ....	- 115 -
<i>Tabelle 59.</i> Outcome in Abhängigkeit der Verwendung eines Dermisersatzes. ....	- 117 -

*Tabelle 60.* Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Outcome..... - 117 -  
*Tabelle 61.* Stationäre Aufenthaltsdauer gruppiert nach Outcome (ausführlich)..... - 119 -  
*Tabelle 62.* Outcome in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK. .... - 121 -  
*Tabelle 63.* Übersicht über ausgewählte Ergebnisse. .... - 122 -  
*Tabelle 64.* „Typische“ Unterdruck-Patienten nach Indikation und Diagnose. .... - 156 -

# 1. Zusammenfassung

Die Unterdrucktherapie ist eine klinisch vielfach genutzte Methode der Wundkonditionierung und des Wundverschlusses bei akuten und chronischen Wunden, auch wenn die Evidenz der Therapie aus der bisherigen Studienlage nicht eindeutig belegt werden kann. In der Dermatochirurgie ist die Methode eine unentbehrliche Option der Wundbehandlung und findet vor allem Anwendung in der Therapie von chronischen Wunden oder Wunden nach Exzision von Tumorgewebe.

**Methode:** Eine klinische Evaluation von  $n = 208$  Fällen, die mit der Unterdrucktherapie an der Hautklinik in Homburg behandelt wurden, sollte zur Evidenz der Unterdrucktherapie beitragen. Es erfolgte eine retrospektive Auswertung der Therapieparameter und deren Zusammenhänge untereinander, in Bezug auf die Indikation zur Unterdrucktherapie und die Diagnose der Patienten. Ziel sollte die Definition „typischer“ Unterdrucktherapiepatienten sein. Außerdem fand eine Analyse des Outcomes der Therapie statt, in der Konstellationen identifiziert werden sollten, die zu vermehrten Komplikationen während der Therapie führten, um künftige Anwender für derartige Ereignisse zu sensibilisieren.

**Ergebnisse:** Von den Patienten waren 59 % männlich und 41 % weiblich, das mittlere Alter lag bei 71 Jahren. Vorkommende Diagnosen der Patienten waren neben seltenen Einzeldiagnosen (5,3 %) vor allem Malignome (73,4 %) und Ulzerationen (21,3 %), die nach Exzisionen (48 %), Wunddébridements (28 %), Defektverschlüssen (21 %) oder bei Wundheilungsstörungen (3 %) eine Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie darstellten. Dabei stellte sich heraus, dass sich speziell Patienten mit Ulkus cruris und nach Wunddébridements in der Behandlung von anderen Patienten abhoben. Hier wurden signifikant öfter PU-(Polyurethan)-Schwämme und die Instillations-therapie gewählt. Von allen Unterdrucktherapien verliefen 85,9 % komplikationslos. Bei 14,1 % zeigten sich Komplikationen. Diese traten signifikant häufiger bei der Diagnose Ulkus cruris, nach Wunddébridements, bei der Verwendung eines schwarzen PU-Schwamms, einer V.A.C.-ULTA™ (vacuum-assisted closure) und damit einer Instillationstherapie sowie bei sekundären Wundheilungen auf. In den meisten Fällen war Non-Compliance der Patienten der Grund für Komplikationen. Gehäuft gab es Komplikationen zudem bei Patienten mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit. Traten Komplikationen auf, verlängerte sich die Dauer des stationären Aufenthalts gegenüber kom-

plikationslosen Verläufen um zwei bis drei Tage. Verlängerte Aufenthaltsdauern, als sekundärer Marker für den Outcome, hingen zudem signifikant mit einem Alter über 70 Jahre, dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung, insbesondere eines Diabetes mellitus und einer kardiovaskulären Erkrankung zusammen. Auch der Defektverschluss unterschied sich signifikant je nach Alter und Komorbidität der Patienten.

**Schlussfolgerung:** Die Unterdrucktherapie stellt eine gängige Methode der Wundbehandlung dar, deren Evidenzlage weiter ungenügend geklärt bleibt. In zukünftigen Untersuchungen sollten Komorbidität, insbesondere das Vorliegen einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit bei Patienten fokussiert werden sowie Alternativen der Behandlung untersucht werden, die die Compliance der Patienten erhöhen. Die „typisch“ nach Wundtyp definierten Patienten können in nachfolgenden Arbeiten als Vorlage zur Entwicklung einer leitliniengerechten Therapie beitragen.

## 1.1 Abstract

### **Retrospective 8-year analysis of negative pressure wound therapy:**

#### **A single center experience**

Negative pressure wound therapy (NPWT) is an often-used technique of wound conditioning and closure in both acute and chronic wounds even if there still is a lack of evidence. In dermatosurgery, the technique is an essential option of wound management and finds application in therapy of chronic wounds or after excision of tumor tissue.

**method:** The clinical evaluation of  $n = 208$  cases with NPWT in dermatology clinic of Homburg should help to improve evidence of NPWT. A retrospective analysis of therapy parameters and their connections to indication and diagnosis was carried out. These results should lead to definitions of ‚typical‘ patients treated with NPWT. Moreover an analysis of clinical outcomes took place to identify constellations which led to increased complications during NPWT. The aim was to sensitize future users for such incidents.

**results:** 59 % of the patients were male, 41 % female. The average age was 71 years. Occurring diagnoses were above all malignancies (73.4 %) and ulcerations (21.3 %) which were treated with NPWT after indications like excisions (48 %), wound debridements (28 %), defect closure (21 %) or healing disorders (3 %). Especially patients with ulcerations and after wound debridements turned out to differ from other patients as they were significantly more often treated with PU foams (polyurethan) and

NPWT with instillation. 85.9 % of all treatments were successful without any complications. 14.1 % of all cases, however, showed complications during NPWT which appeared significantly more often on patients with ulcerations, after wound debridements, while using a black PU foam or a V.A.C. ® - ULTA (vacuum-assisted closure) as well as when healing by secondary intention. The most common cause for complications was non-compliance of patients. In addition to that, complications appeared frequently on patients with peripheral arterial occlusive disease. In cases with complications days of hospitalisation extended to two to three days in contrast to cases without complications. Moreover, extended days of hospitalisation as a secondary marker for outcome depended significantly on age over 70 years, presence of metabolic disorders especially diabetes mellitus and presence of cardiovascular diseases. Choice of defect closure was also significantly different depending on age and comorbidity.

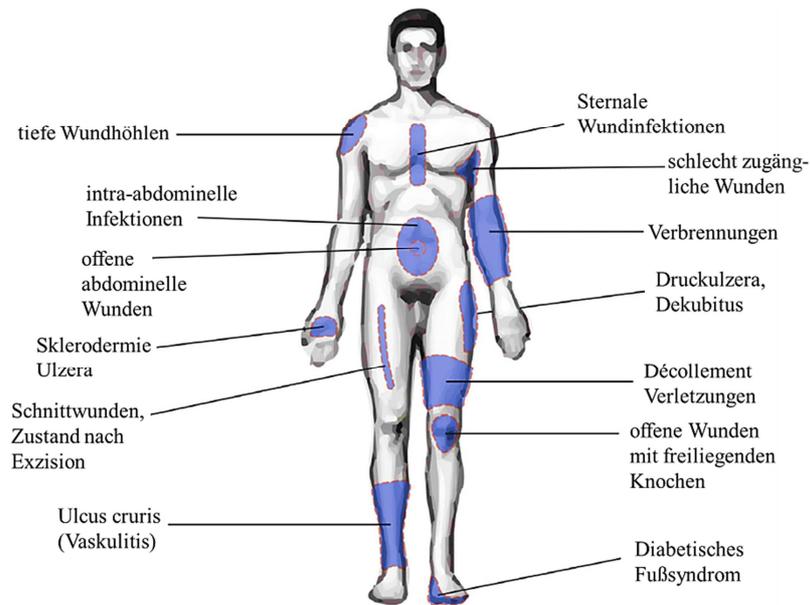
**conclusion:** NPWT is a common wound management technique whose evidence stays insufficiently cleared up. Future investigations should focus on both comorbidities especially on peripheral arterial occlusive disease of patients treated with NPWT and alternatives of wound care to increase compliance of patients. ‚Typically‘ defined patients depending on wound types may serve as a template for future studies in order to develop a specific therapy according to guidelines.

## 2. Einleitung

Die Unterdrucktherapie wurde Ende der 1980er Jahre entwickelt (Willy et al. 2005), wobei in der russischen Literatur bereits 1970 erste Versuche in der Therapie von Wunden mittels Unterdruck dokumentiert sind (Zhivotsev 1970). 1997 stellten Argenta und Morykwas das V.A.C. (vacuum-assisted closure) Therapiesystem im Kontext einer klinischen Studie vor (Argenta und Morykwas 1997). Heutzutage findet die Unterdrucktherapie Anwendung zur Wundbehandlung in vielen klinischen Fachdisziplinen. In der Universitäts-Hautklinik in Homburg wird die Unterdrucktherapie seit circa 15 Jahren zur Behandlung von Wunden eingesetzt. Die erste Publikation der Hautklinik Homburg zur Unterdrucktherapie erschien zu deren Verwendung nach Melanomexzision im Jahr 2004 (Dill-Müller et al. 2004). Das seither verwendete Vakuumsystem ist das V.A.C. ® (vacuum-assisted closure) - Therapiesystem der Firma KCI/ Acelity (V.A.C. ®, KCI, USA, Inc., San Antonio, TX, USA). Firmenbezogene Produktbeschreibungen finden sich daher in dieser Arbeit vor. Es sei jedoch ausdrücklich erwähnt, dass diese Arbeit unabhängig ausgearbeitet wurde und keine Beziehungen von Mitarbeitern der Hautklinik zu KCI/ Acelity bestehen. Prinzipiell werden unterschiedlich synonym verwendete Bezeichnungen für die Unterdrucktherapie verwendet, häufig verwendete sind: V.A.C.-Therapie, Vakuumtherapie oder NPWT (negative pressure wound therapy).

### 2.1 Indikationen und Kontraindikationen zur Unterdrucktherapie

Die Vakuumtherapie ist indiziert bei chronischen Wunden, wie etwa dem Dekubitus, Ulcus cruris und bei chronischen Wundheilungsstörungen, z.B. beim diabetischen Fußsyndrom (vgl. Abb. 1). Außerdem stellen akute Wunden, wie posttraumatische und postoperative Wunden, sternale Wundinfektionen und offene Bauchbehandlungen sowie das Sichern von Hauttransplantaten mögliche Indikationen zur Behandlung mit einer Unterdrucktherapie dar (Wetzel-Roth und Zöch 2004). Im Gegensatz zu akuten Wunden ist die Unterdrucktherapie bei chronischen Wunden langwieriger (Vig et al. 2011). Grundlagen zur Wundheilung allgemein sind unter Punkt 2.1.1 dargestellt.



**Abbildung 1. Mögliche Indikationen für die Unterdrucktherapie.**

Übersetzt und bearbeitet (in Anlehnung an Huang et al. 2014, S. 317)

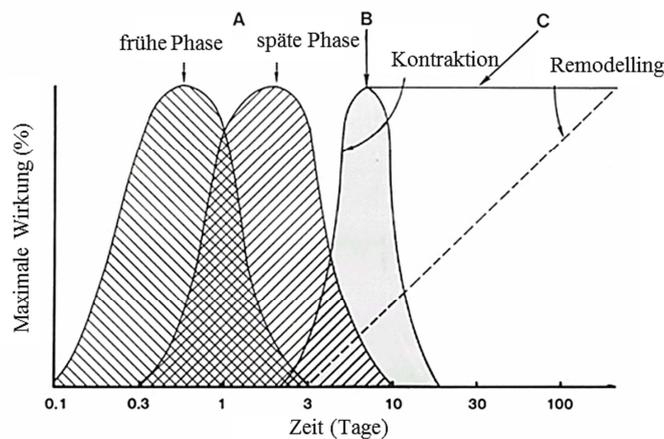
### 2.1.1 Allgemeine Wundheilung und Wundheilungsstörungen

Es gibt zwei Formen der Wundheilung: die primäre und die sekundäre Wundheilung. Wunden, die nur die Epidermis betreffen und komplikationslos innerhalb einer Woche verheilen, stellen die primäre Wundheilung dar. Wunden, die tiefere Dermissschichten involvieren oder sich durch Wundheilungsstörungen bedingt nicht per primärer Wundheilung verschließen, heilen mittels sekundärer Wundheilung und können einer besonderen Behandlung bedürfen (Böttcher-Haberzeth et al. 2010; Weise 2008). Die sekundäre Wundheilung besteht aus drei Phasen (vgl. Abb. 2):

- Entzündungsphase: Tag 1- 4
- Granulationsphase (auch Proliferations-, Kontraktionsphase genannt): Tag 2-16
- Remodelling (Reparative Phase, Epithelialisierungsphase): Tag 5-25  
(Clark 1988; Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH) et al. 2011; Orsted et al. 2011)

Die Hämostase kann als erste Phase der Wundheilung den oben genannten Phasen auch voran gestellt werden (Kerstein 1997). Diese setzt sofort ein, indem Thrombozyten aktiviert werden und die Wunde verschließen. Die Entzündungsphase ist gekennzeichnet durch das Einwandern von Leukozyten (Neutrophile) und Makrophagen (Monozyten)

und hält bis zu vier Tage an. Die Proliferationsphase beginnt an Tag zwei bis vier und kann bis zu drei Wochen dauern. Sie ist gekennzeichnet durch Angiogenese und Granulationsgewebeneubildung zur Defektfüllung. Für die Regeneration des Gewebes sind diese beiden Prozesse elementar. Außerdem sind in dieser Phase Fibroblasten von besonderer Bedeutung, die zur Kontraktion der Wunde führen. In der letzten Phase der Wundheilung wird die Epidermis neu gebildet und das Remodelling beginnt. Es kann bis zu zwei Jahre andauern bis die ehemalige Wunde stabil verschlossen ist und die Narbenbildung abgeschlossen ist (Orsted et al. 2011). Auch nach einem Jahr wird jedoch nur eine Stabilität von 80% gegenüber der intakten Haut erreicht (Levenson et al. 1965).



**Abbildung 2. Phasen der Wundheilung.**

Übersetzt und bearbeitet (in Anlehnung an Clark 1988, S. 4). (A) Entzündungsphase unterteilt in frühe (leukozytenreich) und späte Phase (lymphozyten- und monozytenreich). (B) Granulationsgewebeneubildung und Wundkontraktion. (C) Neubildung von Matrix (Kollagenfasern) und Remodelling (Narbenumbau). Die einzelnen Phasen überlappen einander.

Eine Wunde wird dann als chronisch bezeichnet, wenn der Heilungsprozess in einer der Phasen persistiert (Orsted et al. 2011) oder die Wunde nach 8 Wochen nicht abgeheilt ist (Dissemond et al. 2016). Ursachen für Wundheilungsstörungen können sein:

- Gefäßerkrankungen, z.B. CVI (chronisch venöse Insuffizienz) oder pAVK (periphere arterielle Verschlusskrankheit)
- metabolische Erkrankungen, z.B. Diabetes mellitus
- Infektionen
- chronisch entzündliche Erkrankungen, z.B. Pyoderma gangraenosum (PG), Vaskulitisformen

- hämatologische Erkrankungen, z.B. Gerinnungsstörungen
- Tumore, maligner Wundgrund (Smola et al. 2001)
- über einen längeren Zeitraum bestehende Behandlung mit Glukokortikoiden (Buchanan et al. 2014)

### 2.1.2 Chronische Wunden

Als chronisch wird eine Wunde bezeichnet, die innerhalb eines Zeitraums von 8 Wochen nicht abgeheilt ist oder deren Behandlung auch eine Therapie der zugrunde liegenden Erkrankung erfordert (Dissemond et al. 2016). Die Versorgung chronischer Wunden, insbesondere von Ulzerationen unterschiedlicher Genese und offenen Wunden bei Diabetes mellitus, erfolgt zunächst mit konventionellen Möglichkeiten der Wundtherapie (Wundreinigung, Dekontamination, Wundauflagen, wirkstoffhaltige Produkte, verschiedene physikalische Interventionen) mit dem Ziel des Wundverschlusses, zumindest des Aufbaus ausreichend guter Wundverhältnisse zum chirurgischen Wundverschluss (Deutsche Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e.V. 2012). Wenn die Ziele mit solchen Maßnahmen nicht ausreichend erfüllt werden können, kann die Unterdrucktherapie zum Einsatz kommen. Vor deren Einsatz ist es essentiell, dass ein Débridement erfolgt und keine nekrotischen Areale vorhanden sind (Vig et al. 2011). Bei diabetischen (Blume et al. 2008) und venösen Ulzerationen (Vuerstaek et al. 2006) an der unteren Extremität konnte jeweils ein Vorteil der Unterdrucktherapie gegenüber der konventionellen Wundtherapie aufgezeigt werden.

### 2.1.3 Akute Wunden

Bei den akuten Wunden wird die Vakuumtherapie meist zur temporären Deckung bis zum Wundverschluss mittels Transplantat (oder Sekundärnaht) eingesetzt, während bei chronischen Wunden, neben dem Ziel des Wundverschlusses, vor allem die Wundkonditionierung, in Form einer Verkleinerung der Wundfläche und Neubildung von Granulationsgewebe, im Vordergrund steht (Willy et al. 2005). Zu den akuten Wunden, die mit Unterdrucktherapie versorgt werden können, gehören sternale und abdominelle Wundinfektionen, große tiefreichende Schnittwunden, Spaltung nach Kompartmentsyndrom und Verbrennungen (Huang et al. 2014; vgl. Abb. 1). In der Dermatologie ergeben sich zunehmend Indikationen seltener Ursachen, wie etwa Pyoderma gangraenosum oder Acne Inversa. Einen großen Stellenwert bezüglich der Indikation zur Unter-

drucktherapie in der Dermatologie nehmen operative Exzisionen maligner Tumore und deren anschließende Defektdeckung ein (Dissemond 2008).

#### 2.1.4 Kontraindikationen

Kontraindikationen der Unterdrucktherapie umfassen freiliegende Gefäße, Nerven und Organe sowie Gerinnungsstörungen, welche die Gefahr einer Blutung erhöhen (Wetzel-Roth und Zöch 2004). Auch durch die Nähe zu großen Gefäßen kann es durch Ruptur der Gefäße zu massiven Blutungen kommen. Eine unbehandelte Osteomyelitis stellt ebenfalls eine Kontraindikation der Unterdrucktherapie dar (Huang et al. 2014). Außerdem darf der Wundgrund weder nekrotisch noch maligne sein (Wetzel-Roth und Zöch 2004). Eine Ausnahme stellt die onkologische Palliativmedizin dar (vgl. Tab. 1). Hier werden Tumorwunden mit Unterdrucktherapie versorgt, damit häufige Verbandswechsel und übel riechende Wunden vermieden werden können (Ford-Dunn 2006).

**Table 1. Kontraindikationen für den Einsatz der Unterdrucktherapie.**

(Huang et al. 2014; Müller et al. 2016)

<b>Kontraindikationen für den Einsatz der Unterdrucktherapie</b>
• nekrotischer Wundgrund mit Schorfbildung
• unbehandelte Osteomyelitis
• nicht enterische Fisteln
• freiliegende Gefäße, Nerven, Organe
• Gerinnungsstörungen
• maligner Wundgrund (mit Ausnahme der Palliativmedizin)

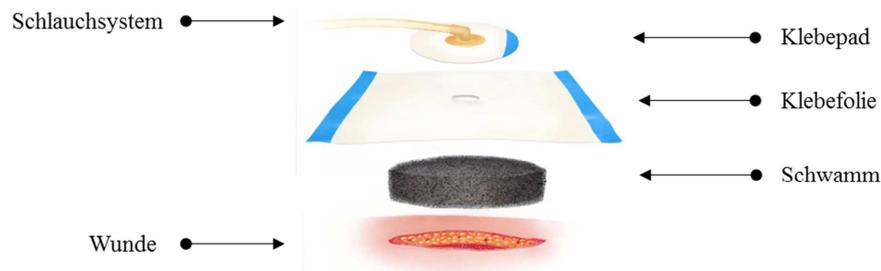
Mögliche Nachteile der Unterdrucktherapie gegenüber der konventionellen Wundbehandlung sind Geräusche, die durch das Vakuumpumpensystem verursacht werden, sowie Schmerzen, die durch den Unterdruck entstehen können. Bei starken Schmerzen kann die Unterdrucktherapie kontraindiziert sein (Dissemond et al. 2014).

## 2.2 Aufbau und Prinzip der Unterdrucktherapie

### 2.2.1 Aufbau des Unterdrucksystems

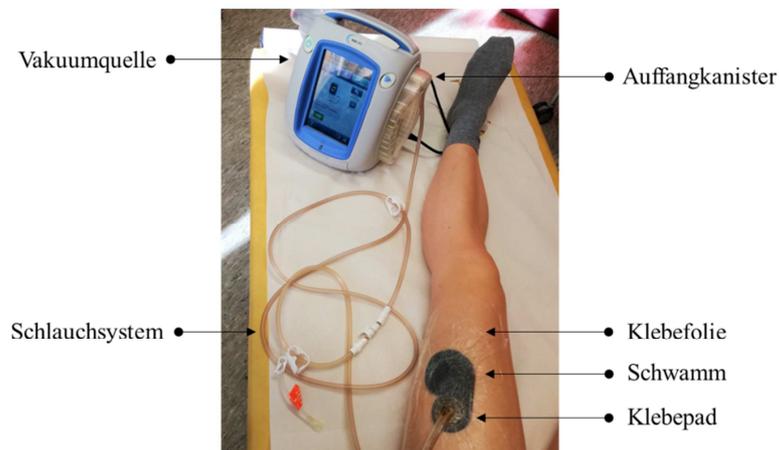
Wesentliche Bestandteile des Unterdrucktherapiesystems sind Vakuumquelle (-pumpe), Schwamm, Klebefolie, Klebepad, Schlauch und ein Auffangkanister (vgl. Abb. 3

und 4). Angepasst an die Wundgeometrie wird der gewählte Schwamm zugeschnitten und in die Wundfläche eingepasst. Die Wunde wird anschließend durch eine luftdichte Polyurethan-Klebefolie abgedichtet, die zudem wasserdampfdurchlässig und keimdicht ist. In die Folie wird ein kleines Loch eingebracht, auf das ein Klebepad mit Saugansatz, vom Hersteller der sogenannte T.R.A.C. ® -Pad Connector (Therapeutic Regulated Accurate Care), geklebt wird (Willy et al. 2005). Daran wird das Schlauchsystem, das mit der Vakuumpumpe verbunden ist, angeschlossen.



**Abbildung 3. Aufbau des Vakuumentherapiesystem (V.A.C. ® Therapy).**

V.A.C. ® Therapy. Dargestellt ist eine Wundfläche mit Schwamm, Klebefolie, Klebepad und beginnendem Schlauchsystem. Die Vakuumpumpe ist nicht abgebildet. Mit freundlicher Genehmigung von KCI (an Acelity Company).



**Abbildung 4. Aufgebautes Unterdrucktherapiesystem.**

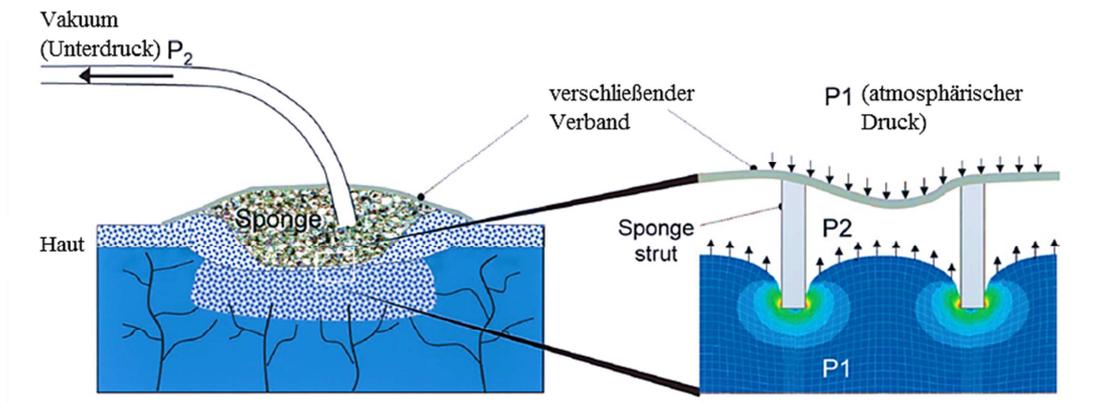
Damit die Unterdrucktherapie erfolgreich verläuft, muss die Wunde vor Beginn der Behandlung sauber sein. Um dies zu gewährleisten ist in den meisten Fällen ein chirurgisches Wunddébridement notwendig. Der anschließend eingebrachte Schwamm sollte je

nach Material alle 2 bis 7 Tage gewechselt werden. Der schwarze PU (Polyurethan)-Schwamm sollte alle 2 bis 3 Tage gewechselt werden, beim weißen PVA (Polyvinylalkohol)- Schwamm genügt alle 7 Tage ein Wechsel (Willy et al. 2005).

### 2.2.2 Prinzip der Unterdrucktherapie

Das Funktionsprinzip der Unterdrucktherapie basiert auf dem von der Vakuumquelle erzeugten Unterdruck (Sog), wodurch zahlreiche sich positiv auf die Wundheilung auswirkenden Effekte entstehen. Es werden primäre (1- 4) und sekundäre (5- 8) Effekte beschrieben (Orgill und Bayer 2013; Huang et al. 2014; Übersicht in Tab. 2).

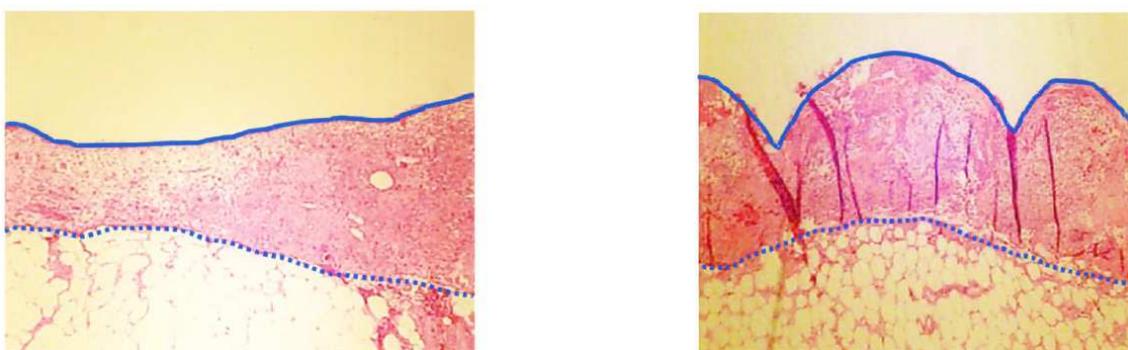
Zu den primären Effekten gehört zum einen die sogenannte (1) Makrodeformation, die sichtbare Effekte an der Wunde beschreibt. Hierzu zählt in erster Linie das Zusammenziehen der Wundränder. Durch den Unterdruck kollabieren die Poren des Schwammes und es entstehen Zugbewegungen des Schwammes, die zu einer Reduktion der Wundfläche führen. Das Ausmaß der Wundflächenreduktion hängt dabei von der Form und der Lokalisation der Wunde ab (Huang et al. 2014). Auch das (2) Absaugen und der Abtransport von Wundsekret und interstitieller Flüssigkeit gehören zu den Effekten der Makrodeformation. Dies führt zu einer Reduktion eventuell bestehender Ödeme (Kamolz et al. 2004). Ein anderer primärer Effekt ist die (3) Umgebungskontrolle der Wunde durch die luft- und keimdichte, sowie wasserdampfdurchlässige Folie, die eine externe Kontamination und Infektion der Wunde verhindert. Durch die Transparenz der Folie ist auch eine optische Kontrolle der Wunde jederzeit möglich, ebenso eine Beurteilung des Wundexsudats im Auffangkanister (Willy et al. 2005). Auch auf zellulärer Ebene werden primäre Effekte der Unterdrucktherapie beobachtet und als (4) Mikrodeformationen bezeichnet und vor allem aus Zelldehnung bestehen (Saxena et al. 2004). Das von Saxena et al. (2004) mit Hilfe der „finiten-Element-Methode“ (Saxena et al. 2004) entwickelte Computermodell (vgl. Abb. 5 rechts) zeigt die vom Modell konstruierten mikroskopischen Undulationen und Spannungen, die durch unterschiedliche Drücke und Gewebefestigigkeiten sowie die Struktur des Schwammes (Porengröße) zustande kommen. Auf zellulärer Ebene werden bestimmte Gewebeareale komprimiert, andere gedehnt. Es entstehen Undulationen, die auch histologisch nachgewiesen werden können (vgl. Abb. 6).



**Abbildung 5. Modell der Mikrodeformation und Zelldehnung.**

Übersetzt und bearbeitet (in Anlehnung an Saxena et al. 2004, S. 1087). Links: Darstellung des Aufbaus des Vakuumsystem auf einer Wundfläche. Rechts: Computermodell zur Mikrodeformation und Zelldehnung. Durch die Struktur des Schwammes (sponge strut) wird lokal Druck auf das Gewebe ausgeübt ( $P_1$ ). Areale dazwischen werden durch den Unterdruck ( $P_2$ ) gedehnt. Es zeigen sich Undulationen.

Die durch die Mikrodeformation erzeugte Zelldehnung induziert sowohl (5) Zellteilung und –proliferation als auch Angiogenese und die Freisetzung von Wachstumsfaktoren (Saxena et al. 2004). Die Angiogenese führt zu einer Zunahme der Vaskularisierung des Gewebes und einer Erhöhung des Blutflusses (vgl. Abb. 6), welcher eine vermehrte (6) Granulationsgewebeneubildung bewirkt (Morykwas et al. 1997). Die Bildung von Granulationsgewebe ist ein wichtiger Schritt in der Wundheilung (Kapitel 2.1.1).



**Abbildung 6. Histologischer Nachweis der Mikrodeformation.**

(nach Saxena et al. 2004, S. 1087). Histologisch zu sehen ist jeweils Wundgewebe nach 7 Tagen. Links: Ohne Behandlung durch Unterdrucktherapie, rechts: mit Unterdrucktherapie. Wunden, die mit Unterdrucktherapie behandelt werden (rechts) sind besser vaskularisiert und zeigen Undulationen als Zeichen der Mikrodeformation.

Die durch Mikrodeformation gesteigerte Granulationsgewebeneubildung sowie die Anregung der Zellproliferation zählen zu den sekundären Effekten der Unterdrucktherapie. In einer tierexperimentellen Studie konnte eine Zunahme von Interleukin-10 (IL-10) bei Wundversorgungen mit Vakuumtherapie beobachtet werden, was auf eine (7) Abmilderung der Entzündungsreaktion durch die Vakuumtherapie hindeuten lässt (Kilpadi et al. 2006). Außerdem konnte gezeigt werden, dass der frühzeitige Einsatz der Unterdrucktherapie in kontaminierten Wunden mit *Staphylococcus aureus* die (8) Bildung eines bakteriellen Biofilms (bakterieller Schutz gegenüber antibakteriell wirkenden Substanzen) verhindert und die Wundheilung dadurch fördert (Li et al. 2016).

**Tabelle 2. Überblick über primäre und sekundäre Effekte der Unterdrucktherapie.**

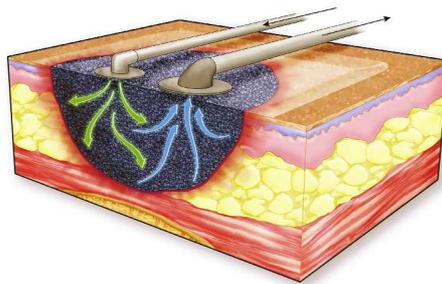
(nach Huang et al. 2014)

<b>Primäre Effekte</b>	<b>Sekundäre Effekte</b>
(1) Makrodeformation	(5) Zellproliferation und Angiogenese
(2) Flüssigkeitsabtransport	(6) Granulationsgewebeneubildung (Morykwas et al. 1997)
(3) Umgebungskontrolle der Wunde	(7) Abmilderung der Entzündungsreaktion (Kilpadi et al. 2006)
(4) Mikrodeformation	(8) antimikrobieller Effekt (Li et al. 2016)

### 2.2.3 Modifikationsmöglichkeiten und Instillationstherapie

Auf unterschiedliche Weise kann das System modifiziert werden. Eine Möglichkeit stellt die Wahl des Schwammmaterials dar (Polyurethan- Schwamm oder Polyvinylalkohol- Schwamm, siehe Kapitel 2.3). Auch Sogstärke (-50 bis -200 mmHg, Kapitel 2.5) und Sogmodus (kontinuierlich oder intermittierend, Kapitel 2.6) können gewählt werden. Ein weiterer Modifikationsfaktor ist die Vakuumquelle, Kapitel 2.4 (Willy et al. 2005). Eine Therapieerweiterung stellt die Instillationstherapie dar, die eine feuchte Wundbehandlung ermöglicht (vgl. Abb. 7). Hier wird nicht nur Wundsekret und infektiöses Material durch den negativen Druck abgesaugt, sondern auch ein definiertes und von der Wundgröße abhängiges Volumen an Instillationsflüssigkeit in die Wunde eingebracht. Auch Intervall und Länge des Instillationsvorgangs können dabei eingestellt werden. Die Instillationsflüssigkeit kann aus wirkstoffhaltiger, z.B. antiseptischer Lösung, oder aus wirkstofffreier physiologischer Kochsalzlösung bestehen (Müller et al.

2016). Die Instillationstherapie läuft folgendermaßen ab: zunächst wird die entsprechende Flüssigkeit zugeführt (Instillation), dann folgt eine Einwirkzeit, in der kein Unterdruck angelegt wird. Schließlich wird der Zyklus mit der Vakuumphase beendet, in der die Instillationsflüssigkeit und das Wundexsudat entfernt werden (Müller et al. 2016). Die Instillationstherapie kann unter anderem zur Behandlung akuter, chronischer, traumatischer und infizierter Wunden, sowie beim Dekubitus oder infizierten orthopädischen Implantaten eingesetzt werden (Kim et al. 2013). In der Dermatologie wird die Instillationstherapie vor allem zur Behandlung des Ulcus cruris angewandt (Müller et al. 2016; Dissemond 2008). Patienten, die mit der Instillationstherapie behandelt wurden, zeigten eine kürzere Behandlungsdauer und einen schnelleren Wundverschluss (Gabriel et al. 2008). Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass das Auftreten erneuter Infektionen durch die Instillationstherapie minimiert (Timmers et al. 2009) und der Transplantaterhalt gefördert werden kann (Lehner et al. 2011).



**Abbildung 7. Unterdrucktherapie mit Instillation.**

Bearbeitet (in Anlehnung an Huang et al. 2014, S. 319). Es kann nicht nur Wundsekret abtransportiert werden (blaue Pfeile). Die Wunde kann auch mit Instillationslösung gespült werden (grüne Pfeile).

### 2.3 Schwamm-Materialien

Die Schwämme, die verwendet werden können, haben unterschiedliche physikalische Eigenschaften und werden bei unterschiedlichen Indikationen eingesetzt. Der Schwamm stellt einen wesentlichen Bestandteil der Unterdrucktherapie dar, da die Sogwirkung durch diesen auf die gesamte Wundfläche verteilt wird (Wetzel-Roth und Zöch 2004). Es stehen derzeit der schwarze PU (Polyurethan)-, der weiße PVA (Polyvinylalkohol)- und ein mit Silber imprägnierter PU- Schwamm („Silberschwamm“) zur Verfügung.

### 2.3.1 Polyurethan- Schwamm

Der hydrophobe Polyurethan- Schwamm (PU- Schwamm; vgl. Abb. 8 und 10) ist schwarz und besitzt eine Porengröße von 400- 600  $\mu\text{m}$  (Dissemond 2008). Der PU- Schwamm ist aus der „bioartifiziellen Organzüchtung“ (Vogt et al. 2004) bekannt und fördert die Granulationsgewebeneubildung (Renner et al. 2006). Da der Schwamm bereits nach einigen Tagen mit dem Wundgewebe verwachsen kann, sollte dieser alle 2-3 Tage (Willy et al. 2005), maximal nach 4 Tagen (Dissemond 2008) gewechselt werden. Der PU-Schwamm wird an Wunden zur Anregung einer stärkeren Granulation eingesetzt (Vogt et al. 2004), ist weich und passt sich dem Wundgrund besser an als der weiße Schwamm (Willy et al. 2005). Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der PU-Schwamm bei stark sezernierenden Wunden genutzt werden kann (Renner et al. 2006). Eine zusammenfassende und vergleichende Übersicht findet sich in Tabelle 3.



**Abbildung 8. Polyurethan- Schwamm (V.A.C. ® GRANUFOAM™ Dressing).**

Links: Darstellung des schwarzen Schwammes. Rechts: Porenstruktur des PU- Schwammes. Mit freundlicher Genehmigung von KCI (an Acelyty Company).

### 2.3.2 Polyvinylalkohol- Schwamm

Der hydrophile Polyvinylalkohol-Schwamm (PVA- Schwamm; vgl. Abb. 9 und 11) ist weiß und besitzt eine Porengröße von 60- 270  $\mu\text{m}$  (Timmers et al. 2009; Vogt et al. 2004). Der weiße Schwamm ist fester und weniger verformbar als der schwarze und kann bis zu 7 Tage in der Wunde verbleiben. Das ist bei sauberen Wunden, in denen der Schwamm länger verbleiben kann, von Vorteil (Willy et al. 2005). Der Grund liegt darin, dass der PVA- Schwamm weniger Kontakt zur Wundfläche hat als der schwarze Schwamm und selbst nicht mit dem Gewebe verwachsen kann (Vogt et al. 2004). Der PVA- Schwamm wird vorwiegend an oberflächlichen und weniger stark sezernierenden Wunden eingesetzt (Renner et al. 2006) oder dann, wenn am Wundgrund zarte Struktu-

ren, wie zum Beispiel Sehnen liegen, die durch den weißen Schwamm besser geschützt werden (Huang et al. 2014). Ebenso eignet sich der PVA- Schwamm zur Sicherung von Hauttransplantaten (Dissemond 2008) und wird eingesetzt, wenn der PU- Schwamm für den Patienten zu schmerzhaft ist. Eine zusammenfassende und vergleichende Übersicht findet sich in Tabelle 3.



**Abbildung 9. Polyvinylalkohol- Schwamm (V.A.C.® WHITEFOAM Dressing).**

Links: Darstellung des weißen Schwammes. Rechts: Porenstruktur des PVA- Schwammes. Mit freundlicher Genehmigung von KCI (an Acclity Company).

### 2.3.3 Silberschwamm

Der Silberschwamm ist grau und ein mit metallischem Silber imprägnierter PU- Schwamm, der kontinuierlich Silberionen in die Wunde abgibt. Dieser wird besonders bei infizierten Wunden eingesetzt (Dissemond 2008). Silberionen verbinden sich mit Proteinen von Bakterien, bilden Komplexe und schädigen die Bakterien auf diese Weise irreversibel (Dissemond et al. 2014).

### 2.3.4 Schwamm für die Instillationstherapie

Der speziell für die Instillationstherapie konzipierte ebenfalls schwarze PU- Schwamm (V.A.C. VeraFlo™ Dressing (KCI Licensing 2012)) unterscheidet sich vom klassischen PU-Schwamm dadurch, dass er hydrophiler ist (Huang et al. 2014). Die gleichmäßige Zufuhr von Instillationslösungen soll dadurch erleichtert werden. Außerdem weist dieser Schwamm eine höhere Zugfestigkeit auf (KCI Licensing 2011).

Tabelle 3. Übersicht und Vergleich des PU- und PVA- Schwammes.

	PU- Schwamm	PVA- Schwamm
<b>Porengröße (µm)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400- 600</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60- 270</li> </ul>
<b>Farbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwarz</li> </ul>  <p><b>Abbildung 10. PU- Schwamm</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiß</li> </ul>  <p><b>Abbildung 11. PVA- Schwamm</b></p>
<b>Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrophob</li> <li>• Fördert das Einwachsen von Gewebe (Granulation)</li> <li>• Wechsel alle 2-3 (max.4) Tage</li> <li>• weiche Konsistenz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrophil</li> <li>• kann bis zu 7 Tage in der Wunde verbleiben</li> <li>• feste Form</li> </ul>
<b>Indikationen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefe, sezernierende Wunden</li> <li>• infizierte Wunden (imprägniert mit Silberionen)</li> </ul> <p>(nach Dissemond 2008; Renner et al. 2006)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oberflächliche, saubere Wunden</li> <li>• Hauttransplantate</li> </ul> <p>(nach Dissemond 2008; Willy 2005)</p>

## 2.4 Vakuumquellen/ Vakuumsysteme

Vakuumquellen erzeugen einen kontrollierten Unterdruck für die Wundfläche. Es können Sogstärke und –modus am System direkt eingestellt werden. An die Vakuumquelle integriert befindet sich zudem ein Auffangbehälter (Kanister) unterschiedlicher Größe je nach Modell. Zudem kann das System ein Signal abgeben, um Personal zu alarmieren, sobald der Sog abbricht oder der Kanister voll ist (Huang et al. 2014). Eine andere Möglichkeit der Therapieüberwachung stellen ein spezielles Klebepad mit Schlauch und Überwachungssoftware dar (SensaT.R.A.C™- Technologie). Dieses System überwacht den Druck permanent und hält diesen aufrecht (KCI Licensing 2010). Für die Vakuumtherapie stehen unterschiedliche Vakuumquellen zur Verfügung, die im Falle der Hautklinik von dem Hersteller KCI/Acelity angeboten werden (vgl. Tab 4). Diese sind die V.A.C.-ULTA™, ACTI-V.A.C.™, V.A.C. SIMPLICITY™, V.A.C.-VIA™ und

PREVENA™ Incision Management (KCI Licensing et al. 2016). In der Hautklinik Homburg werden aktuell zur stationären Behandlung die V.A.C.-ULTA™, die ACTI-V.A.C.™ und das PREVENA™ Incision Management System eingesetzt. Weitere kommerziell erhältliche Systeme anderer Firmen existieren. Da diese jedoch nicht an der Hautklinik Homburg verwendet werden, werden diese nicht erläutert.

**Tabelle 4. Übersicht über eine Auswahl von Vakuumsystemen.**

(nach KCI Licensing et al. 2016)

<b>Zur Instillations- therapie:</b>	<b>Für Mobilität: mobile V.A.C.® Therapy</b>	<b>Bei verschlossenen Nähten:</b>
<i>V.A.C.-ULTA™</i>	<i>ACTI-V.A.C.™</i>	<i>PREVENA™ Incision Management System</i>
	V.A.C. FREEDOM®	
	V.A.C. SIMPLICITY™	
	V.A.C.-VIA™	

Anmerkung: Die an der Hautklinik Homburg verwendeten Systeme sind kursiv gedruckt (erste Zeile der Tabelle).

#### 2.4.1 V.A.C.-ULTA™

Die V.A.C.-ULTA™ (vgl. Abb. 12, a) ist ein Vakuumpumpensystem, das die Funktionen der Vakuumtherapie mit der Instillationstherapie (V.A.C. VERAFLU™) kombiniert. Dieses Therapiesystem findet Einsatz im stationären Bereich. Zusätzlich zu den Sogeeinstellungen können Instillationsdauer, Einwirkdauer und Frequenz der Instillationstherapie gewählt werden. Das Instillationsvolumen wird abhängig von der Wundgröße gewählt und soll so groß sein, bis der Schwamm sichtbar durchtränkt ist. Einwirkzeit und Frequenz des Instillationsvorgangs können individuell eingestellt werden. Als geeignete Einwirkzeit gilt nach internationalem Konsens eine Dauer von 10-20 Minuten (Kim et al. 2013). Mögliche Wundlösungen für die Instillationstherapie sind Polyhexanidlösungen (Lavasept®, Prontosan®), isotonische Lösungen (Natriumchlorid, Ringer-Lactat-Lösung), Silbernitrat (0,5%) oder Lidocain sowie alle wässrigen Lösungen mit einem pH-Wert zwischen 6,0 und 7,4. Alkoholische Lösungen sollten vermieden werden (Dissemond 2008). Im internationalen Konsens wurden hiervon lediglich die Polyhexanidlösungen für geeignet beurteilt (Kim et al. 2013). Indikationen für eine Behandlung mit einem V.A.C.-ULTA™ Therapiesystem können akute und traumatische, sowie chronische und infizierte Wunden, Dekubiti, diabetische oder venöse Ulzera und alle Wunden sein, deren Wundheilung von einer Instillation profitieren könnte.

Auch für die prä- und postoperative Versorgung von Spalthauttransplantaten und Lap-  
penplastiken kann die V.A.C.-ULTA™ angewandt werden (KCI Licensing et al. 2016).

#### 2.4.2 Mobile V.A.C.® Therapy

Der Begriff Mobile V.A.C.® Therapy umfasst innerhalb dieser Arbeit jene Vakuumpumpen, die eine Mobilisierung des Patienten unter Vakuumtherapie ermöglichen. Aktuell in Homburg verwendet wird das ACTI-V.A.C.™ Therapiesystem, welches das neue Modell der V.A.C. FREEDOM® darstellt. Das ACTI-V.A.C.™ Therapiesystem (vgl. Abb. 12, b) ist eine tragbare Therapieeinheit und kann bis zu 14 Stunden mit Batterie betrieben werden. Sowohl mobile Patienten als auch Patienten, die mobilisiert werden sollen, profitieren von den Mobilen V.A.C.® Therapy Systemen. Ebenfalls zu den Mobilen V.A.C.® Therapy Systemen zählen die Therapieeinheiten V.A.C. SIMPLICITY™ und V.A.C.-VIA™, letzteres im Einsatz für eher leichte und mittelschwere Wunden (KCI Licensing et al. 2016).

#### 2.4.3 PREVENA™ Incision Management System

Das PREVENA™ Incision Management System (im Folgenden nur als PREVENA™ bezeichnet; vgl. Abb. 12, c) ist ein System, das für chirurgisch verschlossene Wunden angewendet wird, wenn bei Patienten ein Risiko für Komplikationen in der Wundheilung besteht. Es hält die Wundränder zusammen und reduziert Gewebespannungen. Chirurgische Indikationen für PREVENA™ sind aus dem Bereich Gynäkologie der Kaiserschnitt, außerdem vaskuläre Operationen, wie Bypässe, sternale Verfahren und Hüftgelenkersatz (KCI Licensing et al. 2016).



**Abbildung 12. Darstellung drei unterschiedlicher V.A.C.® Therapiesysteme.**

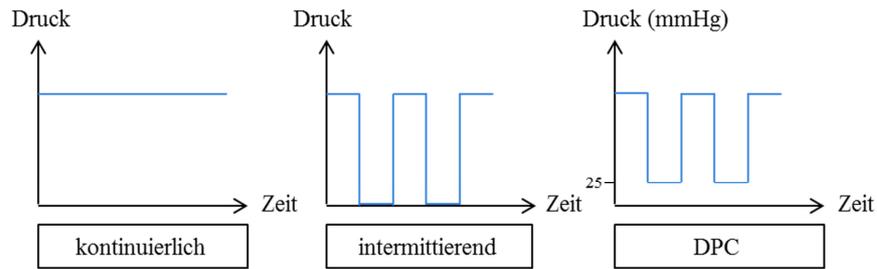
(Mit freundlicher Genehmigung von KCI (an Acelyty Company); KCI Licensing et al. 2016). a) V.A.C.-ULTA™, b) ACTI-V.A.C.™, c) PREVENA™ Incision Management System.

### 2.5 Sogstärke

Der negativ eingestellte Sog kann zwischen 50 und 200 mmHg gewählt werden (Willy et al. 2005). Es stellte sich heraus, dass eine Sogstärke von 125 mmHg am effektivsten für die Granulationsgewebeneubildung und den Wundverschluss ist (Morykwas et al. 2001). Wackenfors et. al zeigten, dass ein zu hoch eingestellter Sog zu hypoperfundierten Arealen im subkutanen Gewebe der Wunde führen kann, weshalb die Sogstärke nicht zu hoch gewählt werden sollte (Wackenfors et al. 2004). Bei Patienten mit starken Schmerzen, zirkulären Wunden an Extremitäten oder gefäßnahen tiefen Wunden erweisen sich jedoch Sogstärken von 75 bis 100 mmHg als vorteilhaft (Willy et al. 2005). In der Arbeit von Isago et. al 2003 wurde bei einem Sog von 50, 75 und 125 mmHg eine signifikante Verkleinerung der Wundfläche beobachtet. Sogar eine Reduktion der Sogstärke auf 50 mmHg, zum Beispiel aufgrund von Schmerzen bei höherem Sog, schmälerte die Effektivität der Wundheilung durch Vakuumtherapie nicht (Isago et al. 2003).

### 2.6 Sogmodus

Als Sogmodus kann ein kontinuierlicher oder intermittierender Sog eingestellt werden (vgl. Abb. 13). In den Untersuchungen von Morykwas et al. erwies sich der intermittierende Sog als effektiver in Bezug auf eine gesteigerte Granulationsgewebeneubildung. Am besten stellte sich eine Einstellung mit 5-Minuten-ON/ 2-Minuten-OFF Zyklen heraus (Morykwas et al. 1997). In den ON-Phasen wird der maximal eingestellte Druck angelegt, in den OFF-Phasen fällt der Druck komplett ab. Bei der intermittierenden Therapie wird die Durchblutung gefördert und es kommt nur zu kurzen Ischämiezeiten des Gewebes (Wackenfors et al. 2004; Morykwas et al. 1997). Der kontinuierliche Sog hingegen eignet sich allerdings dann besser, wenn viel Exsudatmenge entfernt werden soll. Es wird daher empfohlen, bei Wunden mit viel Exsudat zu Beginn den kontinuierlichen Sog zu wählen und diesen nach einigen Tagen auf den intermittierenden Sog umzustellen, um anschließend die Granulationsgewebeneubildung zu fördern (Willy et al. 2005). Eine Weiterentwicklung des intermittierenden Sogs stellt die DPC (Dynamic Pressure Control, Abb. 13) dar. Hierbei fällt der negative Druck in den OFF-Zeiten nicht komplett ab, sondern es bleibt ein Mindestdruck von 25 mmHg bestehen. Damit soll verhindert werden, dass sich in der Zeit ohne Druck Flüssigkeit in der Wunde ansammeln kann (KCI Licensing 2012).

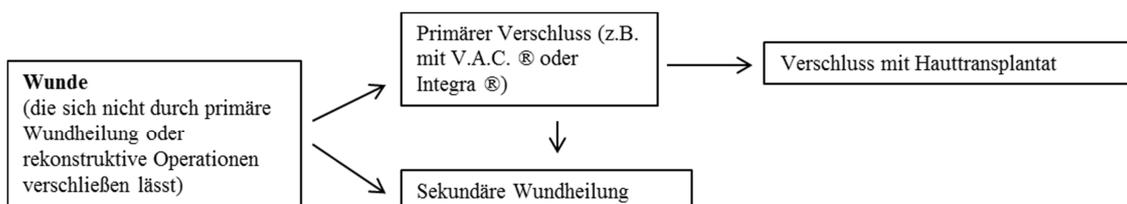


**Abbildung 13. Sogmodi für die Unterdrucktherapie.**

Zur Verfügung stehen: kontinuierlich, intermittierend, DPC (Dynamic Pressure Control). Die Einstellung von Maximaldruck und Instillationszeiten können frei gewählt werden.

## 2.7 Arten des operativen Defektverschlusses

Die Unterdrucktherapie stellt in vielen Fällen den wegbereitenden, zum Teil unumgänglichen Schritt in der Wundversorgung dar, deren Endpunkt der Defektverschluss sein soll. Je nach Anforderungen einer Wunde an deren Versorgung und der Berücksichtigung patientenseitiger Faktoren, wie Komorbidität oder Alter, kann die Wunde mittels sekundäre Wundheilung selbst granulieren oder sie muss durch primären Verschluss behandelt werden (vgl. Abb. 14). Einen primären Verschluss stellt zum Beispiel die V.A.C. ®-Therapie oder ein Dermisersatzverfahren da. Diese können einerseits durch Verkleinerung der Wundfläche und Förderung der Granulationsgewebeneubildung bereits ausreichend zur Heilung der Wunde führen (entspricht dann sekundärer Wundheilung) oder andererseits vorbereitend für einen operativen Defektverschluss mittels Transplantat oder Lappenplastik wirken (Buchanan et al. 2014). Auch nach der operativen Defektdeckung wirkt sich die fortgeführte Vakuumtherapie positiv auf die Einheilungsrate von Transplantaten aus (Wetzel-Roth und Zöch 2004).



**Abbildung 14. Möglichkeiten des Defektverschlusses.**

### 2.7.1 Operative Techniken: einzeitige und mehrzeitige Exzisionen

Im Gegensatz zum einzeitigen Vorgehen, bei dem Hautveränderungen, insbesondere Tumore, innerhalb eines operativen Eingriffs vollständig entfernt (Exzision) und geschlossen werden, bietet sich bei Hautveränderungen auch die Möglichkeit der seriellen bzw. mehrzeitigen Exzision. Im Sinne einer mikroskopisch kontrollierten Chirurgie wird versucht den Sicherheitsabstand bei der Exzision von Tumoren so klein wie möglich zu halten und auf diese Weise gewebeschonend zu operieren. Mit anschließenden histologischen Untersuchungen zeigt sich, ob eine R0 Resektion erfolgt ist oder ob eine Nachexzision erfolgen muss. Zwischen den Exzisionen wird der Defekt provisorisch verschlossen (Löser et al. 2015). Der endgültige operative Defektverschluss erfolgt dann meistens mittels Dehnungsplastik oder Lappenplastik oder durch primär temporäre Deckung und anschließende Versorgung mit Integra® und Spalthauttransplantat (Müller et al. 2013). Häufige Indikationen sind verschiedene Typen von Basalzellkarzinomen, Plattenepithelkarzinomen, Merkelzellkarzinomen und Melanomen sowie Dermatofibrosarkoma protuberans (Löser et al. 2015). Wenn bei gutartigen Hautveränderungen der Defekt möglichst klein gehalten werden soll, wird die Teilexzision in zeitlichem Abstand (sogar Monate oder Jahre) so oft wiederholt, bis die betroffene Hautstelle vollständig exzidiert ist (Petres und Rompel 1996).

### 2.7.2 Weitere Möglichkeiten der rekonstruktiven Dermatochirurgie

Viele operative Eingriffe lassen flächige Wunden zurück und machen rekonstruktive dermatochirurgische Verfahren notwendig. Während Hautverletzungen nur die Epidermis und die obere Dermis betreffen und von selbst ausheilen, bedürfen Hautdefekte, die in tiefere Dermissschichten reichen, einer besonderen Behandlung (Böttcher-Haberzeth et al. 2010). Speziell in der Dermatologie führen Exzisionen von verschiedenen Formen von Hauttumoren zu großen Wundflächen. Vor allem der einzuhaltende Sicherheitsabstand lässt die Wundflächen noch größer werden (Müller et al. 2013) und macht eine Defektdeckung durch Plastiken oder Transplantate nötig. Dabei stehen verschiedene Rekonstruktionstechniken zur Defektdeckung zur Verfügung. Zum einen sind dies Nahlappenplastiken, die aus Kutis und Subkutis bestehen. Zum anderen besteht die Möglichkeit einer Hauttransplantation. Goldstandard stellt die Versorgung mit einem Spalthauttransplantat dar (Böttcher-Haberzeth et al. 2010). Hauttransplantate zeigen nach Entnahme eine primäre Kontraktion, die durch elastische Fasern zustande kommt.

Nach der Transplantation wird eine sekundäre Kontraktion des Transplantats beobachtet, die auf Fibroblastenaktivität zurückzuführen ist (Buchanan et al. 2014).

### *2.7.2.1 Lokale Lappenplastik*

Bei Lappenplastiken wird eine bestehende Wundfläche durch Verschiebung eines benachbarten Hautlappens gedeckt. Der Vorteil von Nahlappenplastiken besteht vor allem darin, dass kosmetisch schöne Ergebnisse entstehen, da die Hautfarbe und –beschaffenheit des Transplantats mit der natürlichen Gestalt übereinstimmt. Die Nahlappenplastiken bestehen aus Kutis und Subkutis, sind also vaskularisiert und daher eine optimale Wahl, wenn das benachbarte Gewebe als Lappenplastik geeignet ist. Besonders geeignet sind Weichteilgewebe, die unter keiner großen Spannung stehen. Techniken lokaler Lappenplastiken sind beispielweise Rotationen oder Transpositionen von Hautlappen (Buchanan et al. 2014).

### *2.7.2.2 Dehnungsplastik*

Bei ellipsoiden Wunden können die Wundränder durch subkutane Unterminierung adaptiert werden. Damit keine zu große Spannung besteht, werden erst Subkutannähte eingebracht, anschließend die Hautnaht gelegt. Bleibt eine zu große Spannung bestehen, sollte auf andere Möglichkeiten zurückgegriffen werden (Petres und Rompel 1996).

### *2.7.2.3 Vollhauttransplantation*

Als Vollhaut wird ein Hauttransplantat bezeichnet, das aus Epidermis und gesamter Dermis besteht und im Mittel 1 mm dick ist (Kastenbauer 2005). Eine Vollhauttransplantation sollte möglichst auf bereits gut konditioniertem Wundgrund erfolgen, da das Transplantat wegen seiner vielen Hautschichten einen hohen metabolischen Bedarf hat und mittels Diffusion alle Hautschichten bis in die Epidermis versorgen muss. Vollhauttransplantate zeigen eine stärkere primäre als sekundäre Kontraktion (Buchanan et al. 2014). Da die Transplantation von Vollhaut an der Entnahmestelle einen großen Defekt zurücklässt, sind Vollhauttransplantate in ihrer Größe auf maximal 2% der TBSA (total body surface area, Körpergesamtoberfläche) limitiert (Böttcher-Haberzeth et al. 2010). Die Defektgröße der Entnahmestelle stellt einen Nachteil der Vollhauttransplantate dar. Ist diese zu groß, muss sie selbst mit Spalthauttransplantaten verschlossen werden (Buchanan et al. 2014). Bei kleineren Defekten erfolgt eine Unterminierung der Wundränder und anschließend die Adaptation (Kastenbauer 2005). Gängige Spenderregionen sind unauffällige Bereiche wie Leiste, Ellenbeuge, Schlüsselbeingrube oder retroaurikuläre Regionen. Körperregionen, die ein ästhetisch schönes Hauttransplantat erfordern,

stellen eine Indikationen für Vollhauttransplantate dar. Dies sind beispielsweise Gesicht oder Hand (Buchanan et al. 2014).

### 2.7.2.4 Spalthauttransplantation

Spalthaut besteht aus Epidermis und oberer Dermis und ist zwischen 0,3 bis 0,75 mm dick (Kastenbauer 2005). Spalthaut enthält keine intakten Hautanhangsgebilde und auch nach Einwachsen des Transplantats neigt dieses noch zu Austrocknung und ist anfällig für Bagtelltraumata (Buchanan et al. 2014). Ein anderer Nachteil ist das kosmetische Resultat, da Spalthauttransplantate verstärkt zu Narbenbildung neigen (Böttcher-Haberzeth et al. 2010). Einen großen Vorteil wiederum stellen die minimalen Defekte an der Entnahmestellen dar, die auch nochmals als Spenderregion genutzt werden können (Buchanan et al. 2014). Diese müssen nicht verschlossen werden, sondern reepithelialisieren von selbst. Geeignete Spenderregionen entsprechen denen der Vollhauttransplantate. Oft wird für die Spalthauttransplantation jedoch auch der Oberschenkel als Entnahmestelle genutzt (Kastenbauer 2005). Spalthauttransplantate zeigen eine größere sekundäre Kontraktion und können durch das sogenannte Meshing (Meshgraft-Transplantat) von ihrer ursprünglichen Größe mehrmals gedehnt werden (Buchanan et al. 2014). Indikationen für Spalthauttransplantate sind große Wunddefekte, die allein ihrer Ausdehnung wegen nicht für eine Vollhauttransplantation in Frage kommen.

### 2.7.2.5 Dermisersatzverfahren (z.B. Integra ®)

Integra ® (Integra Life Sciences Corporation) wurde 1981 erstmals von Burke et al. (Burke et al. 1981) beschrieben und ist das am häufigsten eingesetzte synthetische Hautersatzmaterial (Nguyen et al. 2010). Auch die Produkte AlloDerm ® (LifeCell Corp.), Dermagraft ® (Advanced BioHealing Inc.) und Matriderm ® (Dr. Suwelack Skin and Health Care AG) gehören neben dem Produkt Integra ® zu den Dermisersatzverfahren (Böttcher-Haberzeth et al. 2010). Dermisersatzverfahren werden bei Patienten verwendet, deren Wundgrund nicht die erforderlichen Kriterien einer Transplantation erfüllt, insbesondere bei drittgradigen Verbrennungen und in der rekonstruktiven Verbrennungschirurgie (Vogt 2004) aber auch bei Patienten mit chronischen Wunden wie Ulzerationen (Böttcher-Haberzeth et al. 2010). Die Voraussetzung für das Einwachsen eines Transplantats ist die ausreichende Vaskularisierung des Wundgrunds, die durch Integra ® als vorangeschaltete Interventionsmaßnahme erreicht werden kann. Im Rahmen der Wundversorgung ist die Anwendung von Integra ® einer Hauttransplantation daher oft vorangestellt und als Zwei-Schritt-Methode bezeichnet (Böttcher-Haberzeth et

al. 2010). Integra ® steht als einschichtiger Hautersatz aus Kollagen und Glykosaminoglykanen sowie als zweischichtiger Hautersatz zur Verfügung, welcher zusätzlich eine Silikonschicht als Schutz nach außen besitzt und einen Epidermisersatz darstellt (Müller et al. 2013). Um die sowohl kosmetischen als auch funktionellen Vorteile durch die Versorgung einer Wunde mit Integra ® zu erlangen, ist es wichtig, dass der Dermisersatz überall Kontakt zum Wundgrund hat, damit die Integration des Dermisersatzes in das Wundgewebe erfolgt und sich eine Neodermis bilden kann (Stiefel et al. 2009; Molnar et al. 2004). In mehreren Arbeiten konnte gezeigt werden, dass die Kombination aus Integra ® und V.A.C. ® - Therapie einen Vorteil in der Wundversorgung darstellt (Stiefel et al. 2009; Leffler et al. 2010). Stiefel et al. konnten zeigen, dass die Unterdrucktherapie für das Fixieren und das Einwachsen von Integra ® in den Wundgrund genutzt werden kann und anschließend nach Entfernung der Silikonschicht ein Spalthauttransplantat darauf platziert werden kann (Stiefel et al. 2009). Diese erfolgt nach etwa 2 bis 3 Wochen. Auch Leffler et. al veranschaulichte exemplarisch an der Exzision von Narbengewebe, dass der Dermisersatz, der mit Unterdrucktherapie fixiert wurde, bereits nach 11 Tagen vaskularisiert und in den ehemaligen Wundgrund integriert ist (vgl. Abb. 15). Das anschließende Spalthauttransplantat wurde ebenfalls mit einem V.A.C. ® Verband fixiert (Leffler et al. 2010).



**Abbildung 15. Dermisersatz (Integra ®) nach Exzision von Narbengewebe.**

Bearbeitet (in Anlehnung an Leffler et al. 2010, S. e33). Links: Integra ® wird aufgelegt und fixiert (7 Tage nach Exzision und Entfernung des Vakuumverbandes, der direkt nach der Exzision angelegt wurde). Mitte: erneute Vakuumversiegelung von Integra ®. Rechts: Entfernen des Vakuumverbandes nach 11 Tagen. Einsetzen eines Hauttransplantats. Integra ® ist vaskularisiert und in die Wunde integriert. Erneute Vakuumversiegelung für 4 Tage.

## 2.8 Evidenzlage der Unterdrucktherapie

In den letzten Jahren hat die Prävalenz von Artikeln zur Unterdrucktherapie immer weiter zugenommen und die Evidenzlage zur Unterdrucktherapie dadurch verbessert. Trotzdem gibt es auch heute noch ungenügend viele RCTs (randomised controlled trials), um den weit gebräuchlichen Einsatz der V.A.C.® - Therapie wissenschaftlich fundiert zu stützen (Anghel und Kim 2016). In einer Meta-Analyse aus dem Jahr 2008 konnten lediglich Hinweise zur Wirksamkeit der Unterdrucktherapie gegenüber der herkömmlichen Wundtherapie und keine sichere Evidenz bestätigt werden, nicht zuletzt deshalb weil die Qualität der Studien teilweise mangelhaft war (Gregor et al. 2008). Drei Jahre später erschien die erste Meta-Analyse, die die Wirksamkeit der Unterdrucktherapie bestätigen konnte. Es konnten im Bereich chronischer Wunden signifikante Verkleinerungen der Wundgröße und Beschleunigungen der Heilungszeit gegenüber der konventionellen Wundtherapie aufgezeigt werden (Suijsa et al. 2011). Im selben Jahr wurde versucht evidenz-basierte Empfehlung aus der bisherigen Datenlage mittels eines Konsens zu bestimmen. Hier stimmten 422 unabhängige Fachleute aus dem Gesundheitswesen über Empfehlungen ab, die aus 208 für relevant befundenen Artikeln zur Unterdrucktherapie stammten. Ziel war es, die bisher schwache Evidenzlage gegenüber der hohen Akzeptanz der Unterdrucktherapie zu verbessern (Birke-Sorensen et al. 2011; Krug et al. 2011; Vig et al. 2011). Unter anderem folgende evidenz-basierten Empfehlungen aus dem Jahr 2011 ließen sich beschließen (vgl. Tab 5):

**Tabelle 5. Evidenz- basierte Empfehlungen zur Unterdrucktherapie (NPWT).**

(nach Birke-Sorensen et al. 2011; Krug et al. 2011; Vig et al. 2011)

<b>Evidenz-grad</b>	<b>Formulierung</b>	<b>Aussage:</b>
		<b>1. Der Einsatz der NPWT muss/sollte/könnte in Erwägung gezogen werden/ ist möglich in Erwägung zu ziehen ...</b> <b>2. Die Einstellung der Therapieparameter muss/sollte/könnte wie folgt gewählt werden/ sind möglich wie folgt zu wählen:</b>
<b>A</b>	muss	1. ...bei Transplantaten zum erfolgreichen Einheilen (Krug et al. 2011); bei diabetischen Fußulzerationen zur sekundären Wundheilung (Vig et al. 2011)
<b>B</b>	sollte	1. ...bei offenen Frakturen als Ersatz für einen temporären Wundverschluss (Krug et al. 2011); infizierten Wunden (Birke-Sorensen et al. 2011); Druckulzerationen zur Verkleinerung der Wundfläche und Verbesserung des Wundgrunds; diabetischem Fuß zur Vermeidung von Amputationen (Vig et al. 2011)
<b>C</b>	könnte	1. ...bei traumatischen Weichteilverletzungen als Ersatz für einen temporären Wundverschluss; Brandwunden zur Eindämmung der Ausdehnung der Wunde (Krug et al. 2011) 2. Druckeinstellungen können reduziert werden bei Schmerzen (Birke-Sorensen et al. 2011)
<b>D</b>	möglich	1. ...bei Ulzerationen, die durch Ischämien bei höhergradiger pAVK entstehen (Vig et al. 2011) 2. der PU-Schwamm zur rascheren Granulationsgewebebildung; der PVA-Schwamm zur Schmerzreduktion beim Schwammwechsel; der mit Silber imprägnierte Schwamm als zusätzliche Option bei infizierten Wunden; Instillationstherapie bei infizierten Wunden; Druckeinstellung zwischen -50 mmHg und -150 mmHg: Druck kann zur vermehrten Exsudatförderung erhöht werden (Birke-Sorensen et al. 2011)

Anmerkung: Empfehlungen wurden beschlossen durch internationalen Konsens. Darstellung der Ergebnisse unvollständig. Ergebnisse wurden mit „ist möglich, könnte, sollte, muss“ formuliert (aufsteigende Empfehlungsgrade D - A).

Auch in der Leitlinie zur Therapie chronischer Wunden wird die Unterdrucktherapie aufgeführt und hinsichtlich der Evidenzlage evaluiert. Hier ergibt sich jedoch ebenfalls die Schlussfolgerung, dass die aktuelle Datenlage noch nicht dafür geeignet ist Therapieempfehlungen klar zu formulieren, unter anderem deshalb weil randomisierte Studien mit großen Fallzahlen fehlen (Anghel und Kim 2016; Deutsche Gesellschaft für

Wundheilung und Wundbehandlung e.V. 2012; Suissa et al. 2011) und manche Autoren in ihren Meta-Analysen die Überlegenheit der Vakuumtherapie gegenüber der konventionellen Wundtherapie nicht bestätigen können (Webster et al. 2012). Suissa et al. führen einige Limitationen auf, die aufzeigen, warum das Erstellen von evidenz-basierten Empfehlungen erschwert sein kann: Dies sind zum einen nicht einheitlich angegebene Therapieparameter, die das Vergleichen zwischen Studien erschweren, zum anderen stellt der Vergleich unterschiedlicher Wundtypen eine Herausforderung dar (Suissa et al. 2011). Betrachtet man den Zeitraum von 1998 bis 2016 stammen die meisten publizierten Artikel zur Unterdrucktherapie aus den USA (43 %), gefolgt von Großbritannien (29 %). Deutschland nimmt einen Anteil von 5 % aller weltweit publizierten Artikel ein (Anghel und Kim 2016). Auch ohne gesicherte Evidenz stieg die Anzahl der Patienten, die mit Unterdrucktherapie behandelt wurden stetig an. Im Jahr 2005 wurden in Deutschland rund 37 Tausend, 2014 knapp 130 Tausend Patienten mit der Unterdrucktherapie behandelt. Seither gewann die Unterdrucktherapie immer mehr an Stellenwert insbesondere in der Behandlung von hochgradigen Druckulzerationen, Pyothorax, orthopädische Infektionen (z.B. Gelenkersatz) und beim diabetischen Fußsyndrom (Beckerath et al. 2017).

### 2.9 Ziele der Arbeit

Die Unterdrucktherapie hat in der Versorgung chronischer und akuter Wunden in der Dermatologie einen hohen Stellenwert. Den Einsatz der Unterdrucktherapie im klinischen Kontext nachzuvollziehen und bezüglich eingesetzter Therapieparameter und des Therapieerfolgs zu evaluieren, ist daher eine wichtige Maßnahme. Eine retrospektive Erfassung aller operativen Fälle, die eine Vakuumpumpenversorgung an der Universitäts- Hautklinik Homburg im Zeitraum von 2008 bis 2015 erhielten, war Gegenstand dieser Arbeit und sollte zur Evidenz der Unterdrucktherapie in der Dermatologie beitragen. Aufgabe dieser Arbeit war zunächst eine deskriptiv demographische Beschreibung des erfassten Patientenkollektivs und beinhaltet eine Beschreibung der verwendeten Pumpsysteme und Schwämme einschließlich der detaillierten Therapieparameter (*Frage: Welche Therapieparameter wurden verwendet? Wie sah der zeitliche Ablauf der Behandlung mit der Unterdrucktherapie aus? Wie war der Therapieerfolg einzustufen?*). Im Weiteren wurde analysiert, welche Indikationen durch die Unterdrucktherapie an der Hautklinik behandelt wurden und ob diesen jeweils unterschiedliche Therapiepa-

parameter zugeordnet werden konnten (*Frage: Bestand ein Zusammenhang zwischen den Therapieeinstellungen abhängig von der Indikation zur Unterdrucktherapie oder der Diagnose der Patienten?*). Die Auswertung der Daten sollte zudem zeigen, ob sich unterschiedliche Indikationen und Diagnosen in Bezug auf den Therapieerfolg (Outcome) unterscheiden. Auch die Frage nach Auswirkungen von patientenseitigen Faktoren auf den Therapieerfolg wurde betrachtet. Die Frage, ob zudem therapieassoziierte Komplikationen aus den Daten abgeleitet werden können, war ein weiterer Punkt, den diese Arbeit untersuchte (*Frage: Wann gab es gehäuft Komplikationen? Wie sahen diese aus? Gab es Zusammenhänge zwischen dem Outcome und verschiedenen Faktoren, die Einfluss nehmen könnten?*). Die Beantwortung der Frage, welche Faktoren gehäuft zu Komplikationen führten, sollte zur Vermeidung jener in zukünftigen Anwendungen beitragen. Weiterhin sollte durch die Datenerhebung und deren Auswertung versucht werden, „typische“ Unterdrucktherapie-Patienten zu definieren und diese hinsichtlich eingesetzter Therapieparameter und des abschließenden Therapieerfolgs zu evaluieren. Auf diese Weise sollte zudem versucht werden eine standardisierte Therapie aus den erhobenen Daten abzuleiten. Weiterführend dazu zählt die Beantwortung der Frage, ob jede Vakuumpumpenversorgung eine individuelle Behandlung ist, zu den Zielen dieser Arbeit (*Frage: Kann aus den Daten eine standardisierte Therapie abgeleitet werden oder stellt die Unterdrucktherapie immer eine individuelle Therapie dar?*; Übersicht in Tab. 6).

**Tabelle 6. Übersicht über die Ziele und Fragestellungen dieser Arbeit.**

<b>Ziele und Fragestellungen dieser Arbeit</b>	
1.	Deskriptive Analyse
2.	Zusammenhänge von Therapieeinstellungen vorhanden? Je nach <ul style="list-style-type: none"> <li>- anderen Therapieparametern</li> <li>- Indikation der Unterdrucktherapie: Wie sah die Behandlung je nach Indikation konkret aus?</li> <li>- Diagnose der Patienten: Wie sah die Behandlung je nach Diagnose konkret aus?</li> <li>- Therapieerfolg (Outcome): Was nahm Einfluss auf den Outcome?</li> </ul>
3.	Definition „typischer“ Unterdrucktherapie-Patienten
4.	Ableitung einer standardisierten Therapie möglich oder individuelle Behandlung?

## 3. Material und Methodik

### 3.1 Datenerhebung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden alle Patienten analysiert, die innerhalb der Jahre 2008 bis 2015 in der Universitäts-Hautklinik in Homburg unter stationären Bedingungen mit einer Unterdrucktherapie versorgt wurden. Mithilfe der entsprechenden ICD-10 Codes konnten alle Patienten identifiziert werden, die im Zeitraum von 2008 bis 2015 mit der Indikation der Anlage, des Wechsels oder der Entfernung der V.A.C.® -Pumpe (ICD-10: 5-916.a) oder einer Instillationstherapie (ICD-10: 8-179.3) behandelt wurden (Prozedur angepasst an Beckerath et al. 2017). Die Patientendaten und Angaben zur Therapie wurden anschließend retrospektiv mittels SAP-Programm an den Computern der Universitäts-Hautklinik herausgearbeitet. Von 2008 bis 2015 gab es in der Universitäts-Hautklinik in Homburg  $n = 208$  stationäre Behandlungen mit einer Unterdrucktherapie. Diese  $n = 208$  stationären Aufnahmen werden im Folgenden immer dann als „Fall“ angesehen, wenn nicht der Patient, sondern die Unterdrucktherapiebehandlung im Vordergrund der Beobachtung steht. Unter den  $n = 208$  Fällen mit Unterdrucktherapie befinden sich nämlich  $n = 17$  Patienten, die einen erneuten stationären Aufenthalt zur Wundsanierung durch Unterdrucktherapie wahrnehmen mussten, allerdings mit derselben Diagnose wie bereits bei deren ersten Aufenthalt in der Universitäts-Hautklinik.  $N = 3$  weitere Patienten mussten sogar ein drittes Mal in der Universitäts-Hautklinik stationär aufgenommen werden. Um diese  $n = 20$  Patienten in Bezug auf patientenbezogene Daten (Alter, Geschlecht, Komorbidität, etc., siehe Auswertung Kapitel 4.1.1) und Daten, die sich vom einen auf den anderen Aufenthalt nicht änderten, statistisch nicht doppelt zu werten, wird hier auf eine Gesamtzahl von  $n = 188$  verwiesen, bei der tatsächlich von unterschiedlichen „Patienten“ gesprochen werden kann. In der statistischen Auswertung wurde dieser Zustand berücksichtigt. Patientenbezogene Daten wurden mit einer Gesamtzahl von  $n = 188$  „Patienten“ ausgewertet. Bei Daten, die sich hingegen auf die Unterdrucktherapie beziehen, wird eine Gesamtzahl von  $n = 208$  „Fällen“ verwendet.

#### 3.1.1 Informationsquellen

Alle erhobenen Daten für die statistische Auswertung wurden mittels SAP in der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie zusammengetragen. Unter den Infor-

mationsquellen befanden sich Patientenakten, sowie alle vorliegenden Arztbriefe und Operationsberichte. Die Datenauswertung erfolgte anonymisiert. Für diese anonymisierte, retrospektive Datenauswertung musste kein Ethikvotum eingeholt werden.

### 3.1.2 Beobachtungszeitraum

Der Zeitraum der erfassten stationär behandelten Unterdrucktherapiepatienten umfasst die Jahre 2008 bis 2015 (1.1.2008 – 31.12.2015).

### 3.1.3 Erhobene Daten

Die erhobenen Daten sind im Allgemeinen zu unterscheiden in Daten über den Patienten, der eine Unterdrucktherapie erhalten hat, und in Daten, die etwas über die Art und den Verlauf der Behandlung mit der Unterdrucktherapie erkennen lassen. Der Übersichtlichkeit wegen sind in der folgenden Tabelle 7 jene Daten mit einem Stern (\*) gekennzeichnet, die sich in der statistischen Auswertung auf eine Gesamtzahl von  $n = 188$  „Patienten“ beziehen. Alle anderen ausgewerteten Kategorien nehmen in der Statistik Bezug auf eine Gesamtzahl von  $n = 208$  „Fällen“. Die Datenerhebung erfolgte unter Betrachtung der Variablen in der Tabelle 7.

Ergänzung zur Tabelle 7: Um die Defektgröße (Tab. 7 Punkt 8) als Fläche angeben zu können, wurden die dokumentierten Angaben Länge  $L$  (cm), Breite  $B$  (cm) und Sicherheitsabstand  $S$  (cm), dieser nur bei Exzisionen, ausgewertet. Daraus wurde mit der Formel  $A = \left(\frac{L}{2} + S\right) * \left(\frac{B}{2} + S\right) * \pi$  die Ellipsenfläche  $A$  (Defektgröße) berechnet ( $\text{cm}^2$ ).

**Tabelle 7. Auflistung aller ausgewerteten Daten.**

<b>Angaben zum Patienten und dessen Indikation</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschlecht</li> <li>• Alter</li> <li>• Dauer des stationären Aufenthalts</li> <li>• Indikation für eine V.A.C. ® - Versorgung</li> <li>• Diagnose</li> <li>• Dignität des Befundes</li> <li>• Lokalisation des Defekts</li> <li>• Defektgröße</li> <li>• Komorbidität der Patienten</li> </ul>	*  *   *  *  *  *
<b>Angaben zur verwendeten V.A.C. ® - Pumpe</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Pumpe</li> <li>• Art des Sogs</li> <li>• Stärke des Sogs</li> <li>• Art des verwendeten Schwamms</li> <li>• Dauer von der ersten OP (primäre Intervention) bis zur Anlage der V.A.C. ®</li> <li>• mögliche weitere OPs bis zum Anschluss der V.A.C. ® - Pumpe</li> <li>• Dauer bis zur Entfernung der V.A.C. ® - Pumpe (Dauer der Vakuumversiegelung)</li> <li>• Anzahl der Wechsel des V.A.C. ® - Verbandes</li> <li>• Abstände der Wechsel zueinander</li> </ul>	
<b>Angaben zum Defektverschluss</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dauer bis zum Defektverschluss</li> <li>• Art des Defektverschlusses</li> <li>• Wurde der Dermisersatz Integra ® verwendet?</li> </ul>	
<b>Weitere Angaben zum Verlauf der Behandlung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wurde eine ambulante Weiterbehandlung eingeleitet?</li> <li>• Gab es Komplikationen?</li> <li>• Wurde eine postoperative Antibiose angewendet?</li> <li>• Outcome der Patienten bzw. Erfolg der Behandlung</li> </ul>	

Anmerkung: Mit \* markierte Variablen wurden mit einer Gesamtzahl von  $n = 188$  Patienten ausgewertet. Alle anderen Variablen beziehen sich auf  $n = 208$  Fälle.

## 3.2 Statistische Auswertung

Eine deskriptive Darstellung qualitativer Variablen erfolgte mit relativen und absoluten Häufigkeiten in Form von Tabellen, Balken- und Kreisdiagrammen. Für quantitative Variablen wurden sowohl Mittelwert (M) und Standardabweichung als auch Median und Interquartilsabstand (oder Spannweite) berechnet und angegeben. Die Visualisierung erfolgte mit Boxplots und Histogrammen. In Boxplots sind Ausreißer als Kreise und Sterne dargestellt. Als Test auf Abhängigkeit in Kontingenztafeln wurde der Exakte Test nach Fisher verwendet, da in einigen Tafeln die Voraussetzungen für den Chi-Quadrat-Test nicht erfüllt waren. Da die quantitativen Variablen nicht normalverteilt waren (Prüfung mit Kolmogorov-Smirnov-Test), erfolgten Gruppenvergleiche mit dem Mann-Whitney-U-Test und Kruskal-Wallis-Test. Beim Post-Hoc-Test wurde die Korrektur nach Bonferroni benutzt. Das Signifikanzniveau für alle Test betrug 5 %. Die statistische Auswertung der Daten sowie die Erstellung der verwendeten Graphiken, Diagramme und Tabellen erfolgte mithilfe des Statistikprogramms IBM SPSS Statistics in der Version 23. Auffällige Werte bzw. Variablen wurden in Tabellen bei  $p < 0,05$  mit einem Stern (\*) gekennzeichnet (signifikant) und bei  $p < 0,01$  mit zwei Sternen (\*\*; sehr signifikant). Zur Absicherung der statistischen Ergebnisse wurde eine biometrische Beratung bei Herrn PD Dr. Stefan Gräber vom Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik in Homburg in Anspruch genommen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Deskriptive Analyse

In die Auswertung wurden  $n = 208$  Fälle aufgenommen, die sich jährlich auf  $n = 11$  (5,3 %) bis  $n = 37$  Fälle (17,8 %) verteilten (vgl. Tab. 8).

**Tabelle 8. Unterdruckversorgungen nach Jahr.**

Jahr	Anzahl	Prozent
2008	27	13,0
2009	11	5,3
2010	22	10,6
2011	31	14,9
2012	37	17,8
2013	27	13,0
2014	36	17,3
2015	17	8,2
Gesamt	208	100

Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

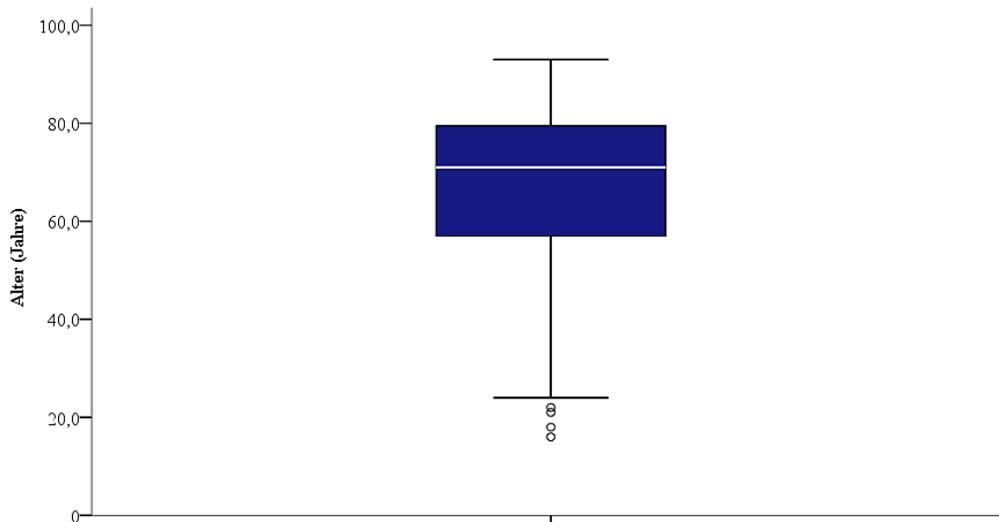
#### 4.1.1 Patientenseitige Faktoren

##### 4.1.1.1 Geschlecht

Von  $n = 188$  Patienten waren  $n = 111$  (59 %) männlich und  $n = 71$  (41 %) weiblich.

##### 4.1.1.2 Alter

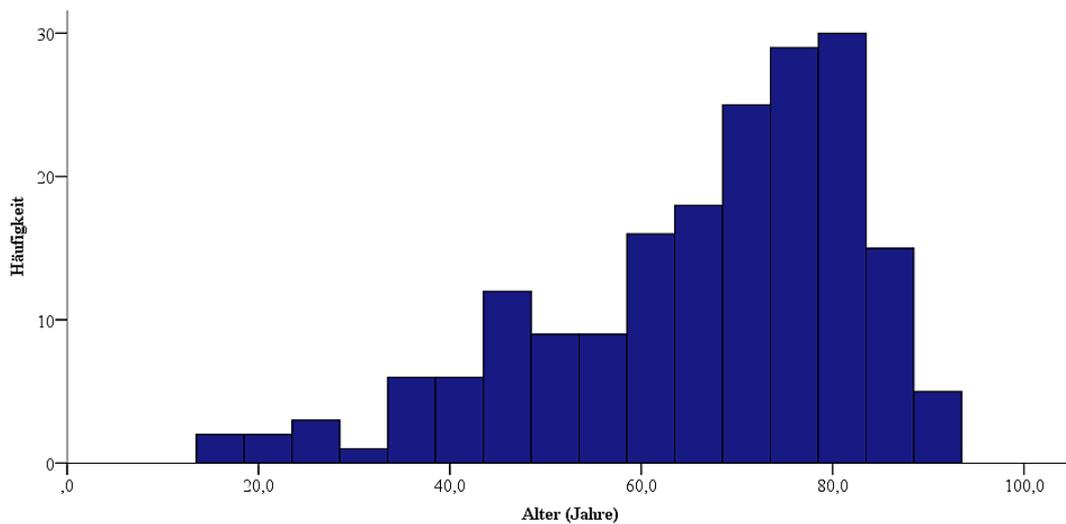
Das Alter der Patienten betrug im Mittel 66,5 Jahre mit einer Standardabweichung (*SD*) von 16,5 Jahre. Der Median der Altersverteilung liegt bei 71 Jahren mit einer Spannweite von 77 Jahren. Der Interquartilsabstand (IQR) beträgt 22,8 Jahre. Das höchste dokumentierte Alter liegt bei 93 Jahren, der jüngste Patient war 16 Jahre alt (vgl. Abb. 16).



**Abbildung 16. Altersverteilung.**

Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten. Die weiße Trennlinie repräsentiert den Median (71 Jahre). Der IQR beträgt 22,8.

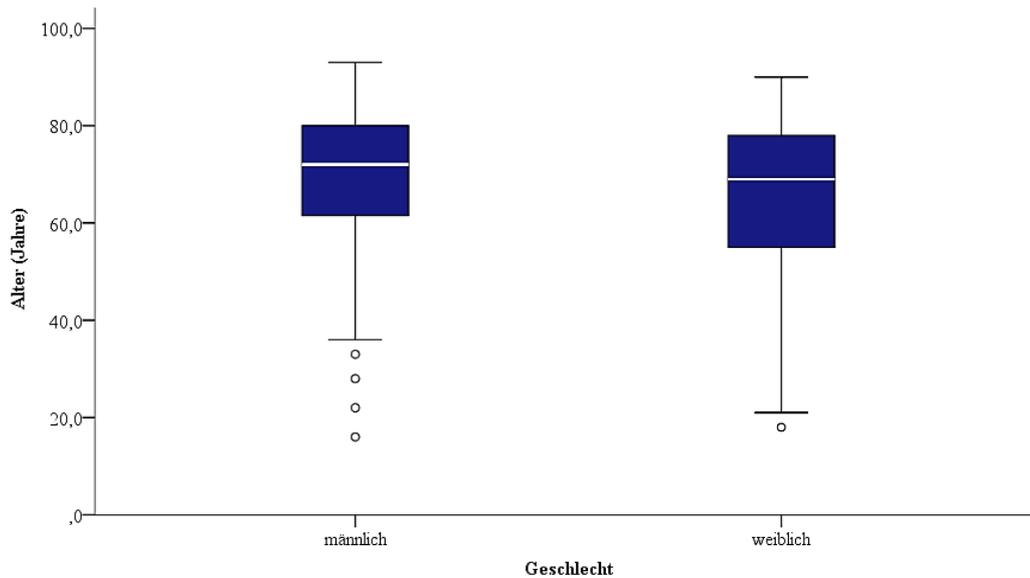
Es fiel auf, dass 70 % aller Patienten in der Altersgruppe 60- 89 Jahre lagen (vgl. Abb. 17).



**Abbildung 17. Histogramm zur Altersverteilung der Patienten.**

Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten.

Bei den männlichen Patienten lag der Mittelwert bei 67,7 Jahren ( $SD = 16,3$ ) und der Median bei 72 Jahren ( $Spannweite = 77$ ,  $IQR = 19$ ), bei den weiblichen Patienten lag der Mittelwert bei 64,9 Jahren ( $SD = 16,9$ ) und der Median bei 69 Jahren ( $Spannweite = 72$ ,  $IQR = 23$ ; vgl. Abb. 18).

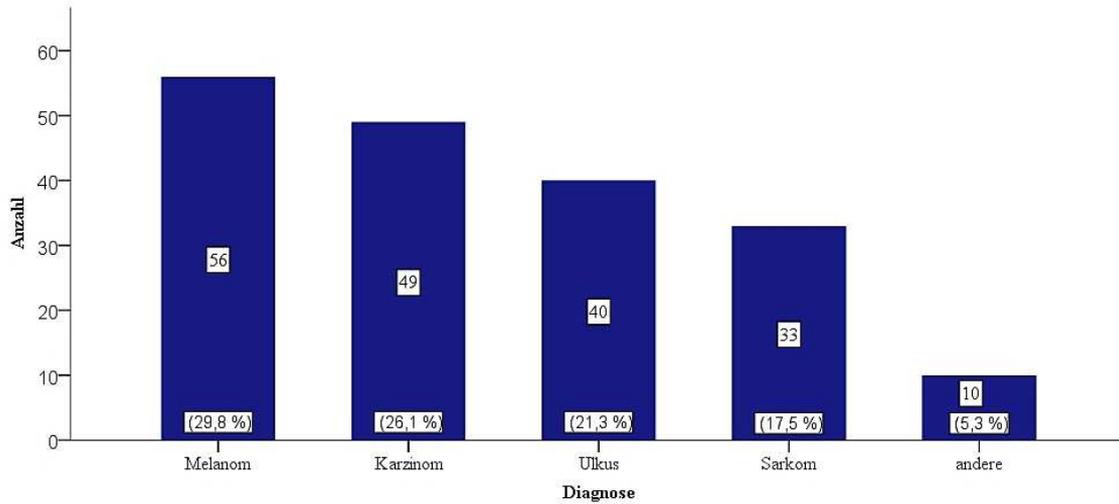


**Abbildung 18. Altersverteilung in Jahren getrennt nach Geschlecht.**

Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten. Auf der x- Achse sind die zwei Vergleichsgruppen männlich und weiblich aufgetragen. Die weißen Trennlinien repräsentieren den Median. Dieser lag bei den männlichen Patienten bei 72 Jahren ( $IQR = 19$ ). Bei den weiblichen Patienten betrug der Median 69 Jahre ( $IQR = 23$ ).

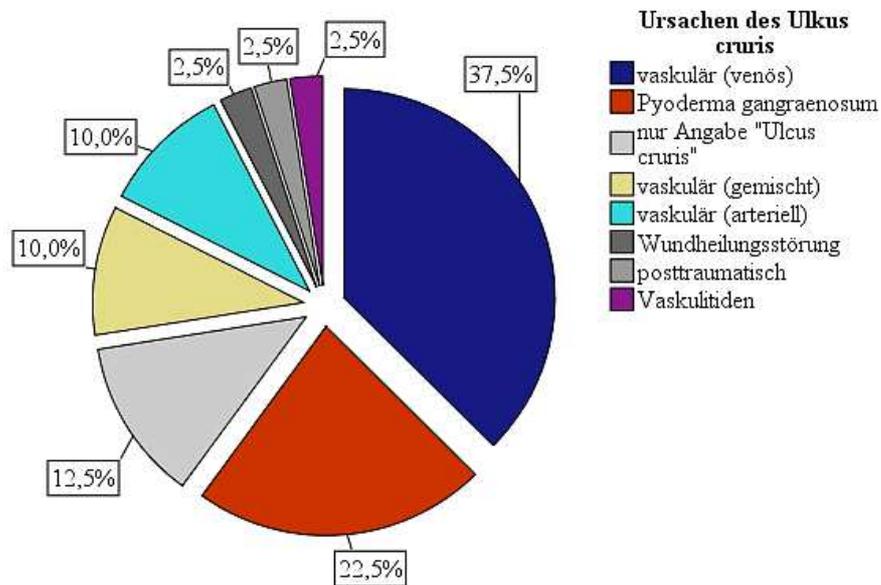
#### 4.1.1.3 Diagnosen

Die Diagnosen der Patienten, die zu einer Unterdrucktherapie führten, umfassten verschiedene Formen von Hauttumoren (Melanom, Karzinom, Sarkom), das Ulkus und unter dem Punkt „andere“ zusammengefasste seltene Diagnosen. Die Kategorie „andere“ enthält die Diagnosen Acne Inversa, Nävus, Neurofibrom und Keloid, die alle sehr geringe Einzelhäufigkeiten besaßen und daher zusammengefasst wurden. Das Melanom mit  $n = 56$  von 188 Patienten machte dabei 29,8 % der Diagnosen aus, das Karzinom mit  $n = 49$  von 188 entsprach 26,1 %, das Sarkom mit  $n = 33$  von 188 entsprach 17,5 %. Patienten mit der Diagnose eines Ulkus cruris erreichten einer Anzahl von  $n = 40$  von 188 (21,3 %). Mit der Diagnose „andere“ bezeichnet wurden  $n = 10$  von 188 Patienten (5,3 %; vgl. Abb. 19). Eine Darstellung der die Diagnose „Ulkus“ umfassenden Ursachen und Formen ergab folgende Ergebnisse: 60 % der Diagnosen mit Ulkus cruris wurden auf eine vaskuläre Ursache zurückgeführt (37,5 % venöse Ursache, 10 % arterielle Ursache, 10 % gemischt arteriell-venös und 2,5 % Vaskulitiden), 22,5 % der Ulzerationen lag eine Pyoderma gangraenosum zugrunde, 2,5 % jeweils eine posttraumatische Ursache oder Wundheilungsstörung und bei 12,5 % der Diagnose fand sich lediglich die Dokumentation „Ulcus cruris“ (vgl. Abb. 20).



**Abbildung 19. Diagnosen der Patienten.**

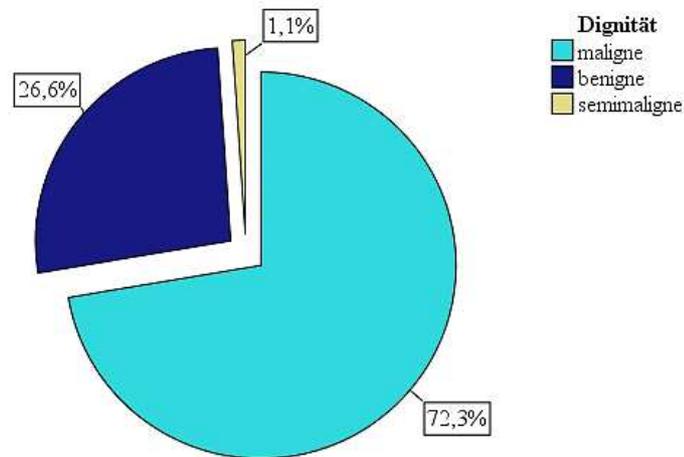
Anzahl an Patienten mit Unterdrucktherapie sortiert nach Diagnosen inklusive einer prozentualen Verteilung (Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten).



**Abbildung 20. Ätiologie des Ulcus cruris.**

Ursachen: vaskulär (venös, dunkelblau), Pyoderma gangraenosum (rot), nur Angabe „Ulcus cruris“ (hellgrau), vaskulär (gemischt, gelb), vaskulär (arteriell, türkis), Wundheilungsstörung (dunkelgrau), posttraumatisch (mittelgrau), Vaskulitiden (lila; Gesamtzahl  $n = 40$  Patienten mit der Diagnose Ulcus cruris).

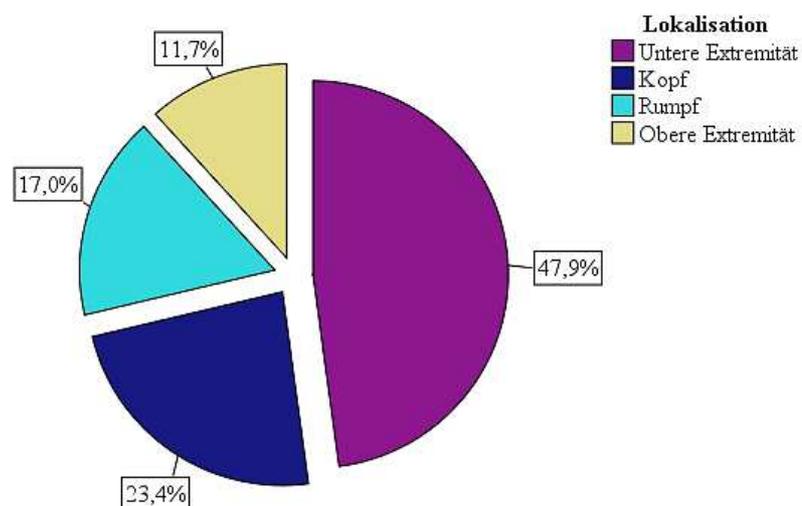
Außerdem wurden die Diagnosen entsprechend ihrer Dignität ausgewertet. 72,3 % aller Diagnosen umfassten maligne, 26,6 % benigne und 1,1 % semimaligne Erkrankungen (vgl. Abb. 21).



**Abbildung 21. Dignität der Diagnosen.**

Es kamen maligne (türkis), benigne (dunkelblau), semimaligne (gelb) Diagnosen vor (Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten).

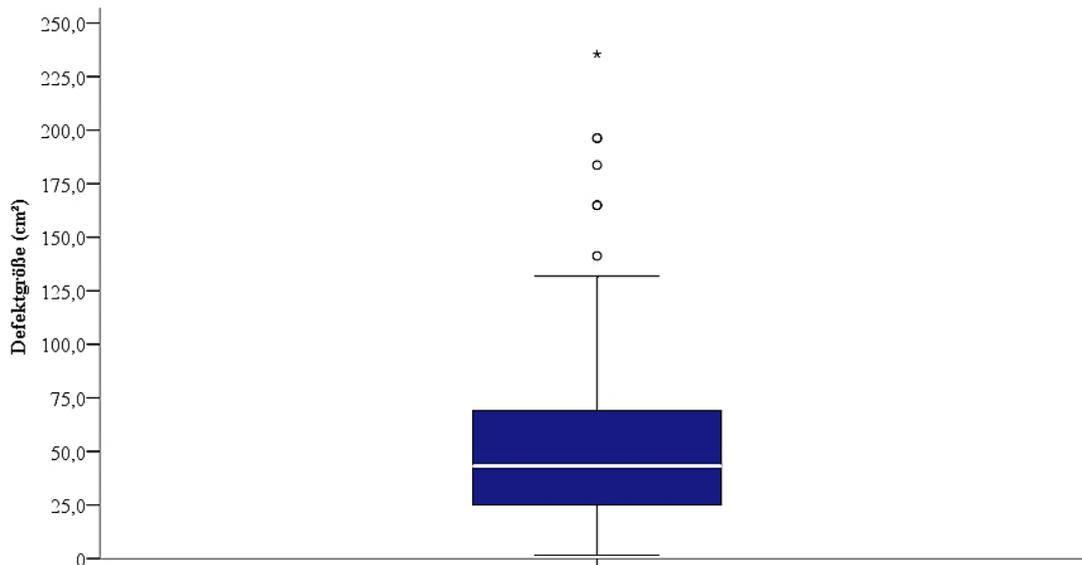
Die mittels Unterdrucktherapie behandelten Wunddefekte waren zu 47,9 % an der unteren Extremität, zu 23,4 % am Kopf, zu 17 % am Rumpf und zu 11,7 % an der oberen Extremität lokalisiert (vgl. Abb. 22).



**Abbildung 22. Lokalisation der Wunddefekte.**

Lokalisationen waren untere Extremität (lila), Kopf (dunkelblau), Rumpf (türkis) und obere Extremität (gelb; Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten).

Die Größe der behandelten Wunddefekte (vgl. Abb. 23) betrug im Mittel 64,5 cm<sup>2</sup> ( $SD = 94,8$ ). Der Median der Größe des Wunddefekts lag bei 43,2 cm<sup>2</sup> mit einer Spannweite von 979,7 cm<sup>2</sup>, der IQR betrug 44,2 cm<sup>2</sup>. Das Maximum (nicht in Abb. 23 dargestellt) lag bei 981,3 cm<sup>2</sup>, das Minimum bei 1,6 cm<sup>2</sup>. Zwei höher liegende Ausreißer sind der Übersichtlichkeit wegen ebenfalls nicht dargestellt. In  $n = 11$  Fällen fehlten in der Dokumentation Angaben zur Defektgröße, weshalb hier die Gesamtzahl  $n = 197$  Fälle betrug.



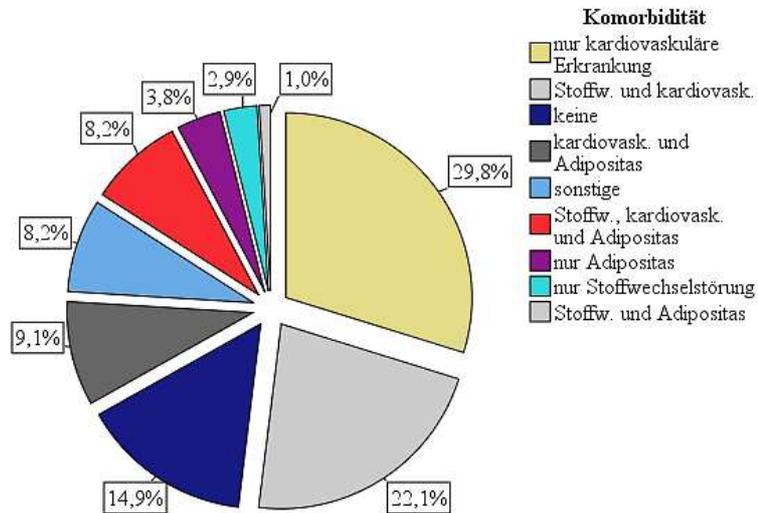
**Abbildung 23. Boxplot der Defektgröße in cm<sup>2</sup>.**

Die weiße Trennlinie repräsentiert den Median (43,2 cm<sup>2</sup>;  $IQR = 44,2$  cm<sup>2</sup>). Das Maximum, sowie einzelne Ausreißer sind auf diesem Diagramm aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt (Gesamtzahl  $n = 197$  Fälle, in  $n = 11$  Fällen fehlte eine Angabe zur Defektgröße).

#### 4.1.1.4 Komorbidität

Die Komorbidität der Patienten konnte entweder einer der Kategorien Stoffwechselstörung, kardiovaskuläre Erkrankung oder Adipositas zugeordnet werden oder wurde in die Kategorie „sonstige“ eingeordnet. Zudem zeigten sich Kombinationen der erwähnten Begleiterkrankungen im Sinne einer Multimorbidität. 14,9 % der Patienten wiesen keine Komorbidität auf. Eine Stoffwechselstörung allein kam bei 2,9 %, eine kardiovaskuläre Erkrankung bei 29,8 % und Adipositas bei 3,8 % vor. Kombinationen von Begleiterkrankungen (Multimorbidität) zeigten insgesamt 40,4 % der Patienten, die als folgende Kombinationen vorkamen: Stoffwechselstörung und kardiovaskuläre Erkrankung, Stoffwechselstörung, kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas, kardiovaskuläre Er-

krankung und Adipositas sowie Stoffwechselstörung und Adipositas. In der Rubrik „sonstige“ befinden sich pulmonale, orthopädische, neurologische und weitere dermatologische Erkrankungen, die nicht genauer betrachtet wurden (vgl. Abb. 24).



**Abbildung 24. Komorbidität und Multimorbidität der behandelten Patienten.**

Sortiert nach Häufigkeit der Komorbidität: nur kardiovaskuläre Erkrankung (gelb); Stoffwechselstörung und kardiovaskuläre Erkrankung (mittelgrau); keine (dunkelblau); kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas (dunkelgrau); sonstige (hellblau); Stoffwechselstörung, kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas (rot); nur Adipositas (lila); nur Stoffwechselstörung (türkis); Stoffwechselstörung und Adipositas (hellgrau). Abkürzungen: „Stoffw.“ für Stoffwechselstörung, „kardiovask.“ für kardiovaskuläre Erkrankung (Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten).

Ließ man die Multimorbidität außer Betracht, ergab sich die Möglichkeit die absoluten Häufigkeiten an Patienten mit Stoffwechselstörung, kardiovaskulärer Erkrankung und Adipositas auszuwerten. Eine Stoffwechselstörung wiesen insgesamt  $n = 65$  von 188 Patienten auf (vgl. Tab. 9). Bezug nehmend auf Abbildung 24 wurden hier die Patienten der Kategorien „Stoffwechselstörung und kardiovaskuläre Erkrankung“, „Stoffwechselstörung, kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas“, „nur Stoffwechselstörung“ und „Stoffwechselstörung und Adipositas“ mit einbezogen.

**Tabelle 9. Häufigkeit einer Stoffwechselstörung als Begleiterkrankung.**

		Häufigkeit	Prozent
Stoffwechselstörung	ja	65	34,6 %
	nein	123	65,4 %
Gesamt		188	100,0 %

Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten.

Bei  $n = 41$  dieser  $n = 65$  Patienten bzw. bei 21,8 % aller Patienten war die Stoffwechselstörung ein Diabetes mellitus (vgl. Tab. 10). Weitere Stoffwechselstörungen waren Hyperlipidämie und Hypercholesterinämie ( $n = 12$ ), Hyperurikämie ( $n = 6$ ), Hypothyreose ( $n = 13$ ), Hyperthyreose ( $n = 2$ ), Hypokaliämie ( $n = 2$ ) und das metabolisches Syndrom ( $n = 1$ ). Es gab also  $n = 12$  Patienten mit mehreren Stoffwechselstörungen.

**Tabelle 10. Häufigkeit eines Diabetes mellitus als Begleiterkrankung.**

		Häufigkeit	Prozent
Diabetes mellitus	ja	41	21,8
	nein	147	78,2
Gesamt		188	100,0

Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten.

Eine kardiovaskuläre Erkrankung fand sich bei  $n = 129$  von 188 Patienten (vgl. Tab. 11). Bezug nehmend auf Abbildung 24 bezog das die Patienten der Kategorien „nur kardio-vaskuläre Erkrankung“, „Stoffwechselstörung und kardiovaskuläre Erkrankung“, „kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas“ und „Stoffwechselstörung, kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas“ mit ein.

**Tabelle 11. Häufigkeit einer kardiovaskulären Erkrankung als Begleiterkrankung.**

		Häufigkeit	Prozent
Kardiovaskuläre Erkrankung	ja	129	68,6 %
	nein	59	31,4 %
Gesamt		188	100,0 %

Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten.

Die Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen umfassten  $n = 19$  Patienten mit chronisch venöser Insuffizienz (CVI), was 10,1 % aller Patienten entsprach (vgl. Tab. 12) und  $n = 8$  Patienten mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit (pAVK), was 4,3 % aller Patienten entsprach (vgl. Tab. 13). Weitere dokumentierte kardiovaskuläre Erkrankungen waren KHK ( $n = 8$ ), arterielle Hypertonie ( $n = 99$ ), Herzrhythmusstörungen ( $n = 16$ ) und Herzinsuffizienz ( $n = 9$ ). Summiert man die absoluten Häufigkeiten ergibt sich eine Zahl von  $n = 30$  Patienten, die mehrere kardiovaskulären Erkrankungen hatten.

**Tabelle 12. Häufigkeit einer CVI als Begleiterkrankung.**

		Häufigkeit	Prozent
CVI	ja	19	10,1 %
	nein	169	89,9 %
Gesamt		188	100,0 %

Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten.

**Tabelle 13. Häufigkeit einer pAVK als Begleiterkrankung.**

		Häufigkeit	Prozent
pAVK	ja	8	4,3 %
	nein	180	95,7 %
Gesamt		188	100,0 %

Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten.

Adipositas wurde bei insgesamt  $n = 40$  Patienten dokumentiert (vgl. Tab. 14). Diese Patientenzahl setzte sich aus den Kategorien „kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas“, „Stoffwechselstörung, kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas“, „nur Adipositas“ und „Stoffwechselstörung und Adipositas“ zusammen (vgl. Abb. 24).

**Tabelle 14. Häufigkeit von Adipositas als Begleiterkrankung.**

		Häufigkeit	Prozent
Adipositas	ja	40	21,3 %
	nein	148	78,7 %
Gesamt		188	100,0 %

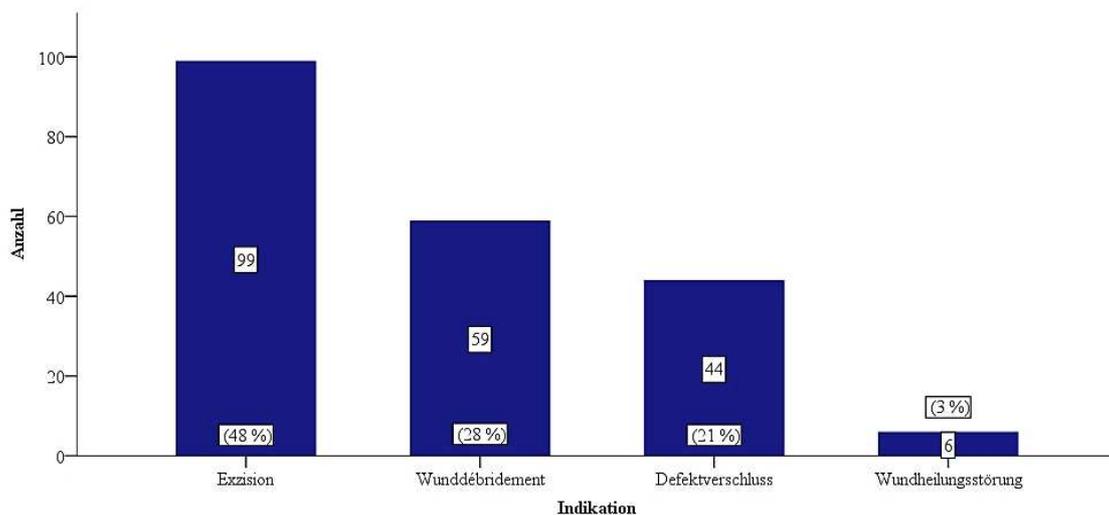
Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 188$  Patienten.

#### 4.1.2 Therapieparameter

Analog zur Gliederung der Einleitung dieser Arbeit finden sich hier die deskriptiv statistischen Ergebnisse der Kategorien Indikationen zur Unterdrucktherapie, Schwammtyp, Vakuumpumpe inklusive Instillationstherapie, Sogstärke, Sogmodus, Art des Defektverschlusses inklusive Dermisersatz und Verlauf der Behandlung.

#### 4.1.2.1 Indikationen zur Anlage einer Unterdrucktherapie

Die Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie war neben der Versorgung von Wundheilungsstörungen die postoperative Versorgung der Wunden zur Wundkonditionierung bis zum definitiven Defektverschluss. Die einzelnen Operationsmethoden, die nach der Operation mittels Unterdrucktherapie behandelt wurden, umfassten Exzisionen und Wunddébridements. Außerdem wurde eine Unterdrucktherapie auch nach Operationen, die dem Defektverschluss dienen, verwendet. Von  $n = 208$  Indikationen wurden  $n = 99$  Vakuumpumpenversorgungen (48 %) aufgrund von Exzisionen,  $n = 59$  nach Wunddébridements (28 %),  $n = 6$  wegen Wundheilungsstörungen (3 %) und  $n = 44$  zum Defektverschluss (21 %) durchgeführt (vgl. Abb. 25).

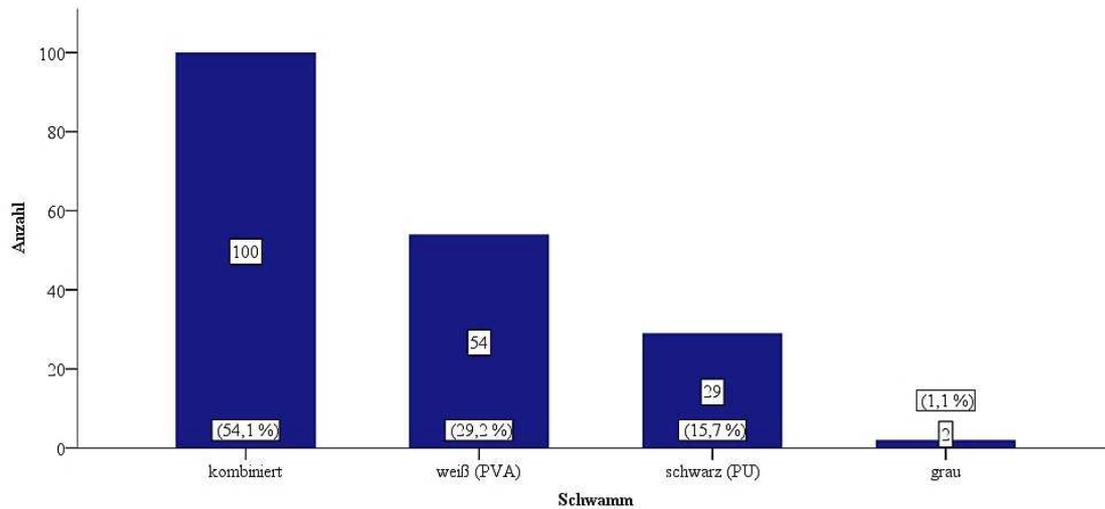


**Abbildung 25. Indikationen zur Anlage einer Unterdrucktherapie.**

Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

#### 4.1.2.2 Schwammtypen

Die im Rahmen der Unterdrucktherapie verwendeten Schwämme waren schwarze PU- und weiße PVA- Schwämme sowie der graue Silberschwamm. Der PU- Schwamm wurde in  $n = 29$  Fällen (15,7 %), der PVA- Schwamm in  $n = 54$  Fällen (29,2 %) verwendet. In  $n = 2$  Fällen (1,1 %) kam der graue Schwamm zum Einsatz. Eine kombinierte Form, das heißt in den meisten Fällen der Wechsel der Schwämme innerhalb einer Therapie („kombiniert“), kam bei  $n = 100$  Fällen (54,1 %) vor. Teilweise wurden die Schwämme aber auch tatsächlich gleichzeitig verwendet (Erläuterung in Kapitel 5.3.2). Bei  $n = 23$  Fällen war der gewählte Schwamm nicht dokumentiert, was 11 % von  $n = 208$  Fällen entspricht (vgl. Abb. 26).



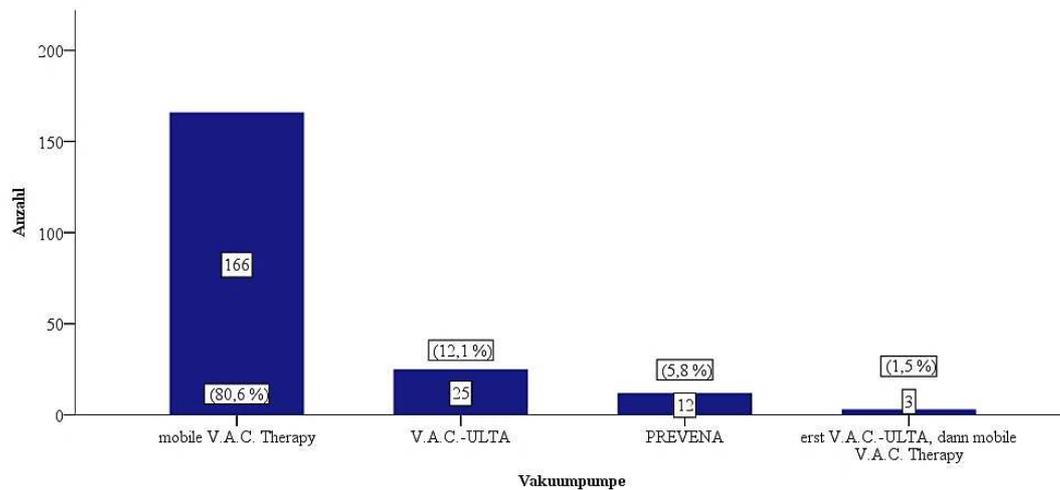
**Abbildung 26. Im Rahmen der Unterdrucktherapie verwendete Schwämme.**

(Gesamtzahl  $n = 185$ ,  $n = 23$  Fälle fehlend).

Ein Wechsel des Verbands bzw. des Schwammes, unabhängig von dessen Art, wurde im Mittel 1,4-mal innerhalb eines stationären Aufenthalts durchgeführt ( $SD = 1,8$ ; *Median* = 1,0; *Spannweite* = 9,0). Das Maximum betrug neun Wechsel innerhalb eines stationären Aufenthalts, das Minimum null. Schwammwechsel/ Verbandswechsel erfolgten, ohne Unterscheidung der Art des verwendeten Schwammes, alle drei bis vier Tage ( $M = 3,8$  Tage,  $SD = 1,3$ ; *Median* = 3,5 Tage, *Spannweite* = 9,0, *Maximum* = 10, *Minimum* = 1). Außer in  $n = 1$  Fall erfolgten die Wechsel nach spätestens sieben Tagen. Nur in diesem  $n = 1$  Fall wurde ein Verbandswechsel/ Schwammwechsel erst nach zehn Tagen dokumentiert.

#### 4.1.2.3 Vakuumpumpe

Die mobile V.A.C. ® Therapy wurden insgesamt  $n = 166$ -mal eingesetzt (80,6 %), die V.A.C.-ULTA™ in  $n = 25$  (12,1 %) und die PREVENA™ in  $n = 12$  Fällen (5,8 %). In  $n = 3$  Fällen (1,5 %) wurde zuerst die V.A.C.-ULTA™ eingesetzt wobei dann ein Wechsel auf eine mobile V.A.C. ® Therapy erfolgte. In  $n = 2$  Fällen fehlte in der Dokumentation die Angabe zum verwendeten Vakuumpumpensystem (entspricht 1 % von  $n = 208$  Fällen; vgl. Abb. 27).



**Abbildung 27. Verwendete Vakuumpumpensysteme.**

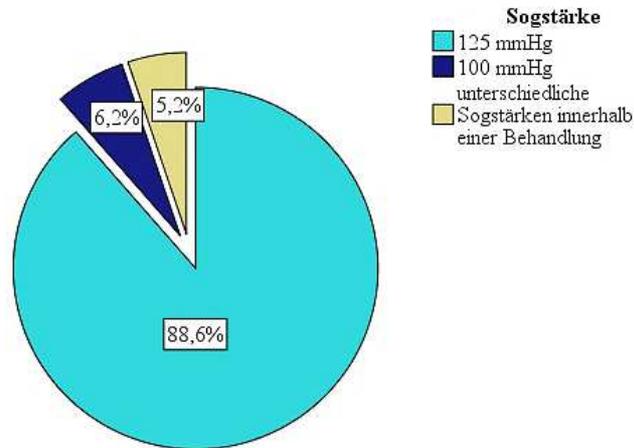
(Gesamtzahl  $n = 206$  Fälle, in  $n = 2$  Fällen fehlende Angabe). Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA™, PREVENA™, mobile V.A.C.® Therapy.

Die Betrachtung der Daten zur Unterdruckinstillationstherapie erfolgte im Hinblick auf die Parameter Instillationslösung, -volumen und -dauer. Eine Instillationstherapie erhielten insgesamt  $n = 28$  von 208 Fällen (13,5 %). Als Instillationslösungen verwendet wurden in  $n = 19$  Fällen eine Polyhexanidlösung (Lavasept® 0,02 %), und in  $n = 1$  Fall physiologische Kochsalzlösung (NaCl). Bei den verbleibenden Fällen mit einer Unterdruckinstillationstherapie wurden keine Angaben dokumentiert. Die Instillationsdauer betrug zwischen drei und zwanzig Minuten. Folgende Angaben kamen vor: 3 Minuten ( $n = 2$ ), 10 Minuten ( $n = 7$ ), 15 Minuten ( $n = 6$ ) und 20 Minuten ( $n = 6$ ). In  $n = 7$  Fällen mit Unterdruckinstillationstherapie fehlte eine Angabe zur Instillationsdauer. Die Instillationslösung wurde mit einer Frequenz von zwei Stunden ( $n = 8$ ) oder dreieinhalb Stunden ( $n = 13$ ) verwendet. Auch hier war in  $n = 7$  Fällen keine Angabe dokumentiert. Das exakt verwendete Instillationsvolumen lag maximal bei 65 ml. Das angegebene Minimum betrug 8 ml. In  $n = 16$  Fällen fehlten Angaben zum Instillationsvolumen. In  $n = 7$  Fällen betrug das Instillationsvolumen  $< 20$  ml, in  $n = 4$  Fällen zwischen 20 und 50 ml und in  $n = 1$  Fall  $> 50$  ml.

#### 4.1.2.4 Sogeeinstellungen

Die zur Unterdrucktherapie verwendeten Sogstärken betrug entweder 100 mmHg oder 125 mmHg (vgl. Abb. 28). Mit 100 mmHg behandelt wurden  $n = 12$  Fälle (6,2 %), mit 125 mmHg  $n = 171$  Fälle (88,6 %) und mit einer kombinierten Form, das heißt

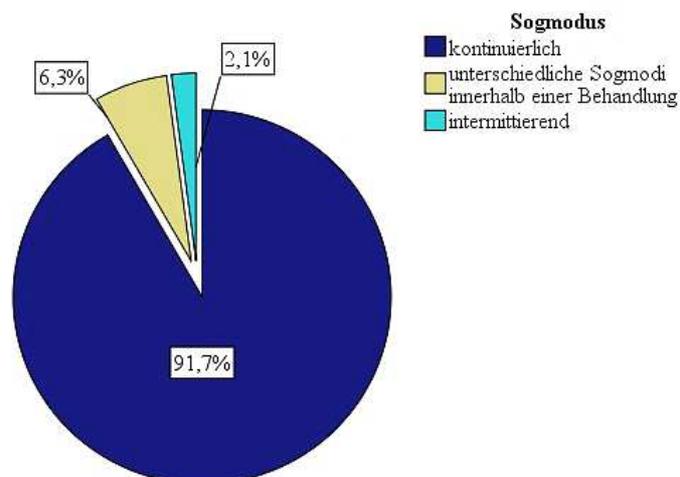
unterschiedlichen Sogstärken innerhalb einer Behandlung  $n = 10$  Fälle (5,2 %). In  $n = 16$  Fällen war keine Sogstärke angegeben (entspricht 7,2 % von  $n = 208$  Fällen).



**Abbildung 28. Im Rahmen der Unterdrucktherapie verwendete Sogstärken.**

Es kamen vor: 100 mmHg (dunkelblau), 125 mmHg (türkis) und unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung (gelb; Gesamtzahl  $n = 193$  Fälle, in  $n = 15$  Fällen fehlende Angabe hierzu).

Der Sogmodus wurde zu 91,7 % kontinuierlich ( $n = 176$ ) und zu 2,1 % intermittierend ( $n = 4$ ) eingestellt. Bei 6,3 % ( $n = 12$ ) waren unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung angegeben (vgl. Abb. 29). In  $n = 16$  Fällen fehlte eine Angabe (entspricht 7,7 % von 208 Fällen).



**Abbildung 29. Im Rahmen der Unterdrucktherapie verwendete Sogmodi.**

Folgende kamen vor: kontinuierlich (dunkelblau), intermittierend (türkis) und unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung (gelb; Gesamtzahl  $n = 192$  Fälle, in  $n = 16$  Fällen fehlende Angabe hierzu).

## 4.1.2.5 Defektverschluss

Der operative Wundverschluss (Defektverschluss) erfolgte in  $n = 136$  von 208 Fällen (67,7 %) mittels Hauttransplantation. Diese war entweder eine Spalthaut- oder Vollhauttransplantation. Eine Nahlappen-/ Dehnungsplastik wurde bei  $n = 10$  Fällen (5 %) dokumentiert. In  $n = 53$  Fällen (26,4 %) wurde mittels sekundärer Wundheilung ein Defektverschluss erzielt. In  $n = 2$  Fällen (1 %) erfolgte die Wundversorgung durch Unterdrucktherapie in palliativer Intention (vgl. Abb. 30). Die Art des Defektverschlusses wurde bei  $n = 7$  Fällen nicht dokumentiert (entspricht 3,4 % von 208 Fällen). Dermisersatzverfahren (Integra®, Ratingen, Deutschland) wurden insgesamt in  $n = 34$  von 208 Fällen (16,3 %) verwendet. In  $n = 174$  Fällen (83,7 %) wurde kein Dermisersatz angewandt. Integra® wurde als Dermisersatzverfahren erstmals im Jahr 2011 an der Hautklinik Homburg verwendet. Hier war  $n = 1$  Fall verzeichnet. 2012 waren es  $n = 11$  Fälle, 2013  $n = 8$ , 2014  $n = 11$  und 2015  $n = 3$  Fälle (vgl. Tab. 15).

Tabelle 15. Fälle mit Dermisersatz (Integra®).

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Fälle mit Dermisersatz (Integra®)	0	0	0	1	11	8	11	3

Anmerkung: Gesamtzahl  $n = 34$  Fälle.

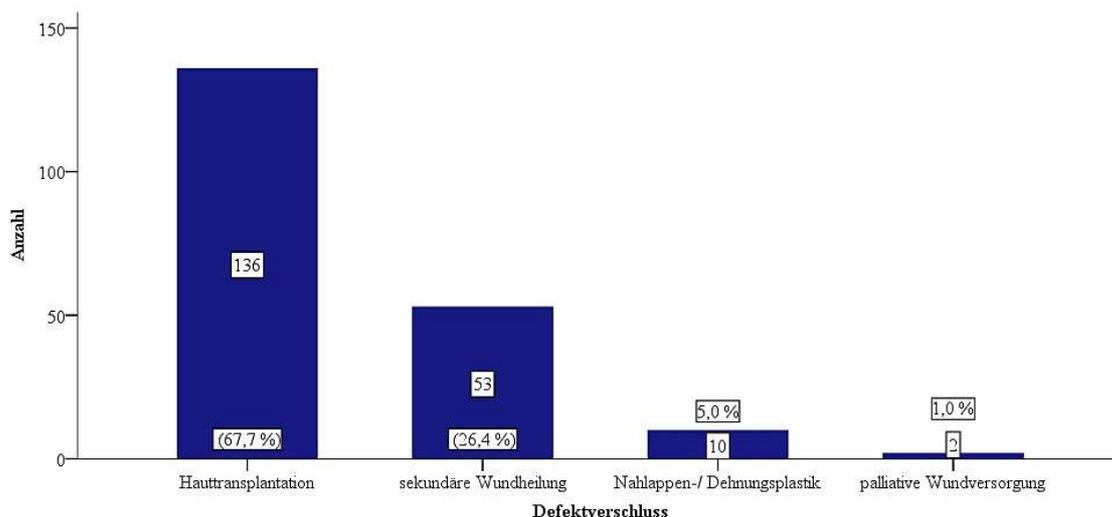
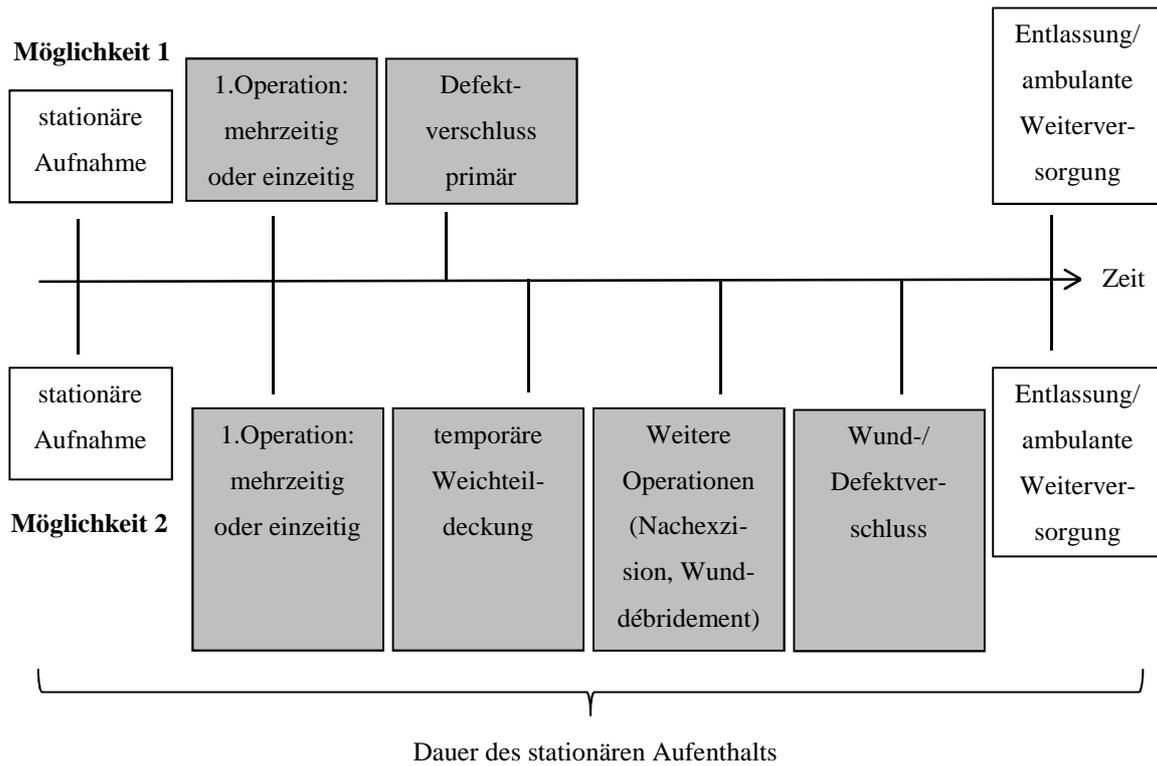


Abbildung 30. Art des Defektverschlusses.

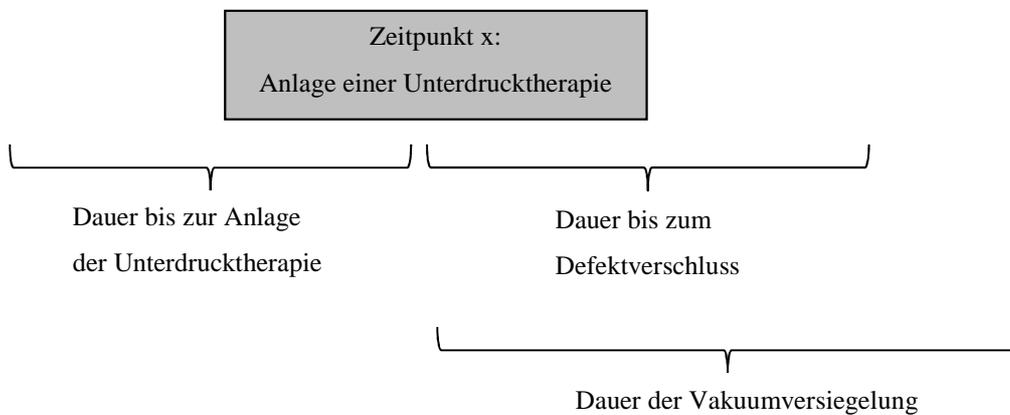
Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle, in  $n = 7$  Fällen fehlende Angabe hierzu.

##### 4.1.3 Therapieverlauf

Der allgemeine Therapieverlauf in der Dermatochirurgie sieht wie folgt aus (vgl. Abb. 31): Bei der ersten Möglichkeit erfolgt bei dem Patienten nach der stationären Aufnahme entweder als einzige Maßnahme der Defektverschluss vorbestehender temporär gedeckter Wunden oder ein operativer Eingriff mit direkt angeschlossenem Defektverschluss. Bei der zweiten Möglichkeit erfolgt nach stationärer Aufnahme eine Operation (z.B. eine Exzision oder ein Wunddébridement), woraufhin der Wunddefekt temporär gedeckt werden kann und weitere Operationen erfolgen können (leitliniengerechte Nachexzisionen der Primärtumorregion). Innerhalb des stationären Aufenthalts erfolgt anschließend der komplette Wund-/ Defektverschluss. Zu jedem Zeitpunkt des Therapieablaufs in der Dermatochirurgie kann eine Unterdrucktherapie angelegt werden (unterer Teil von Abb. 31). Dabei kann die Dauer der Vakuumversiegelung über die Dauer bis zum Defektverschluss hinausgehen. Die Primärversorgung nach stattgehabter operativer Therapie (Exzision, Wunddébridement) erfolgte in Homburg initial in  $n = 39$  Fällen (18,8 %) mittels Weichteildeckung mit allogenen Material (z.B. Syspur-derm ®, Epigard ®) und in  $n = 17$  Fällen (8,2 %) in Form einer offenen antiseptischen Wundbehandlung. Bei  $n = 152$  Fällen (73,1 %) wurde unmittelbar eine Unterdruckversorgung begonnen. In den Fällen, die nicht unmittelbar mittels Unterdrucktherapie behandelt wurden, wurden weitere Operationen (Nachexzisionen, Wunddébridements) durchgeführt bis die Wunde durch eine Unterdrucktherapie versorgt werden konnte. Die maximale Anzahl weiterer Operationen, bis die Unterdrucktherapie begonnen wurde, lag bei  $n = 3$ . Die mittlere Anzahl an Tagen von der Operation bis das Unterdrucktherapiesystem angeschlossen wurde, betrug zwei Tage. Nach dem stationären Aufenthalt wurden  $n = 23$  Fälle (11,1 %) ambulant mit der Unterdrucktherapie weiterbehandelt. Eine postoperative Antibiose war in  $n=26$  Fällen (12,5%) dokumentiert.



Zu jedem Zeitpunkt kann eine Unterdrucktherapie angelegt werden.

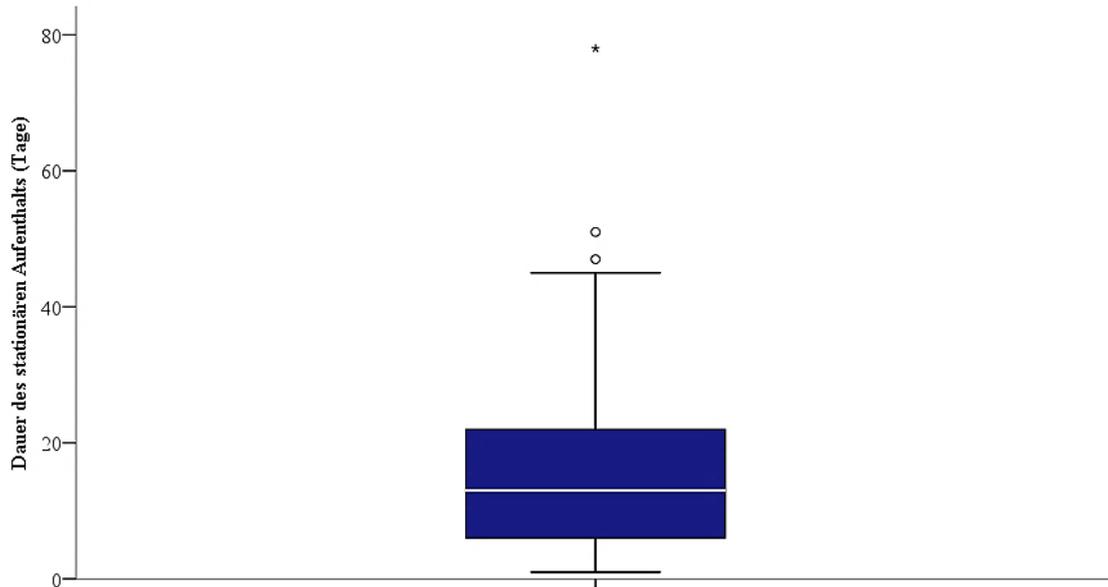


**Abbildung 31. Therapieverlauf in der Dermatochirurgie.**

Therapieablauf in Bezug auf Patienten mit Unterdrucktherapie. Bei Möglichkeit 1 (oberer Teil der Zeitachse) erfolgt nur der Defektverschluss innerhalb des stationären Aufenthalts. Bei Möglichkeit 2 (unterer Teil der Zeitachse) erfolgen zunächst verschiedene Operationen, deren Wunden anschließend verschlossen werden. Eine Unterdrucktherapie kann jederzeit angelegt (untere Hälfte der Abbildung).

#### 4.1.3.1 Dauer des stationären Aufenthalts

Die mittlere Dauer des stationären Aufenthalts (stationäre Aufnahme bis Entlassung) betrug 15,5 Tage ( $SD = 11,5$  Tage,  $Median = 13$  Tage,  $IQR = 16$ ,  $Spannweite = 77$  Tage,  $Minimum = 1$  Tag,  $Maximum = 78$  Tage; vgl. Abb. 32).

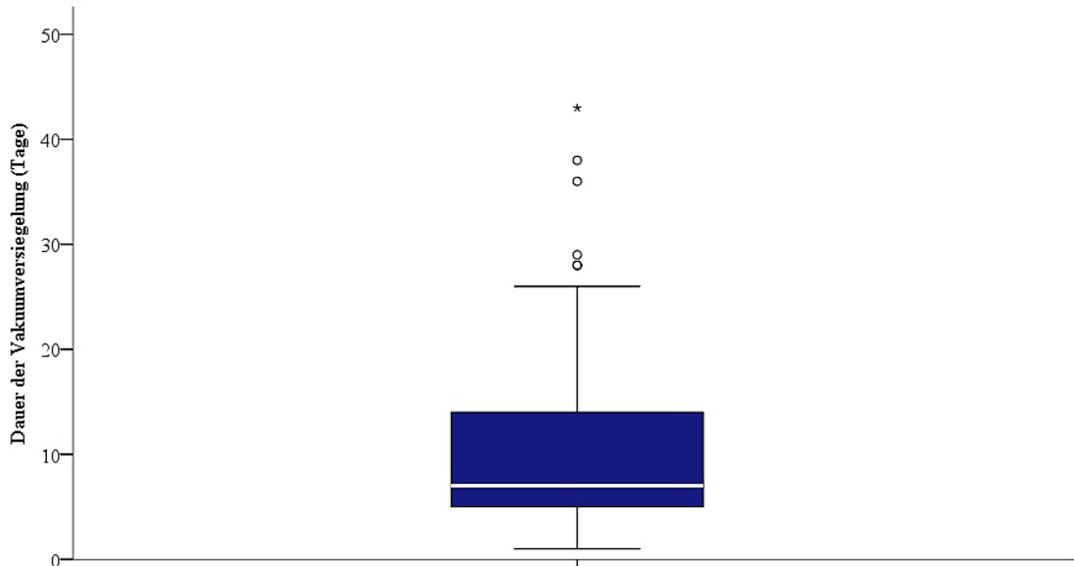


**Abbildung 32. Dauer des stationären Aufenthalts (Tage).**

Die weiße Trennlinie repräsentiert den Median. Dieser beträgt 13 Tage, der IQR liegt bei 16 (Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).

#### 4.1.3.2 Dauer der Vakuumversiegelung

Im Mittel betrug die Dauer der Vakuumversiegelung 10,1 Tage ( $SD = 7,4$  Tage;  $Median = 7$  Tage,  $IQR = 9$ ,  $Spannweite = 42$  Tage,  $Minimum = 1$  Tag,  $Maximum = 43$  Tage; vgl. Abb. 33) Die  $n = 23$  Fälle, die mit Unterdrucktherapie ambulant weiterbehandelt wurden, sind hier nicht mit eingerechnet, da die Vakuumversiegelung innerhalb des stationären Aufenthalts nicht abgeschlossen wurde.

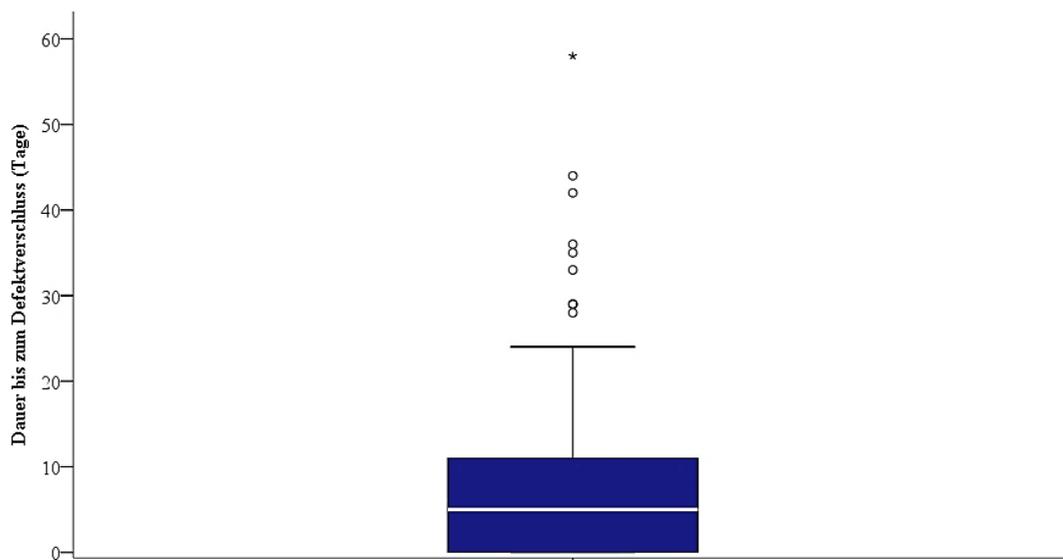


**Abbildung 33. Dauer der Vakuumversiegelung (Tage).**

Die weiße Trennlinie repräsentiert den Median, dieser beträgt 7 Tage. Der IQR liegt bei 9 (Gesamtzahl  $n = 185$  Fälle).

#### 4.1.3.3 Dauer bis zum Defektverschluss

Der Zeitraum in Tagen vom Beginn der Unterdrucktherapie bis zum Defektverschluss mittels Transplantat oder der Entscheidung für eine andere Methode des Defektverschlusses betrug im Mittel 7,3 Tage ( $SD = 9,2$  Tage,  $Median = 5$  Tage,  $IQR = 11$ ,  $Spannweite = 58$  Tage,  $Minimum = 0$  Tage,  $Maximum = 58$  Tage; vgl. Abb. 34).

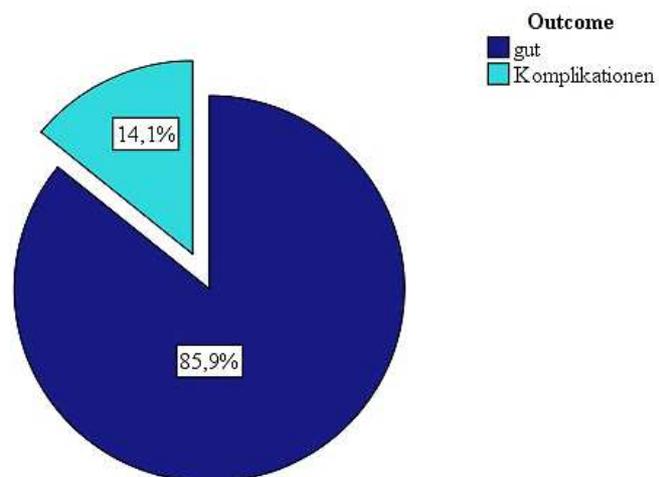


**Abbildung 34. Dauer bis zum Defektverschluss (Tage).**

Die weiße Trennlinie repräsentiert den Median, dieser beträgt 5 Tage. Der IQR liegt bei 11 (Gesamtzahl  $n = 197$  Fälle, in  $n = 11$  Fällen keine Angabe zum Defektverschluss).

## 4.1.4 Therapieerfolg

Zur Auswertung des Therapieerfolgs (Outcome) wurde zum einen eine allgemeine Unterteilung des Outcome in „gut“ und „Komplikationen“ vorgenommen, zum anderen erfolgte eine genauere Betrachtung der dokumentierten Komplikationen. Die dokumentierten Komplikationen durch die Unterdrucktherapie konnten einerseits eine Nekrose der durch Unterdrucktherapie behandelten Lokalisation, eine Infektion oder eine Blutung sein. Es fanden sich auch allgemeine Dokumentationen darüber, dass die betroffene Stelle „nicht heilt“, das heißt eine mangelnde oder ausbleibende Wundgranulation vorlag. Ebenfalls als therapiebedingte Komplikationen wurden technische Schwierigkeiten mit dem Unterdrucksystem bzw. dem Verband dokumentiert (Undichtigkeit) sowie Non-Compliance des Unterdrucksystems durch die Patienten. Komplikationen wurden in  $n = 27$  von 191 Fällen (14,1 %) verzeichnet. Einen komplikationslosen, guten Verlauf während der Unterdrucktherapie zeigten  $n = 164$  Fälle (85,9 %). In  $n = 17$  Fällen fehlte in der Dokumentation eine Angabe zum Outcome (entspricht 8,2 % von  $n = 208$  Fällen; vgl. Abb. 35).

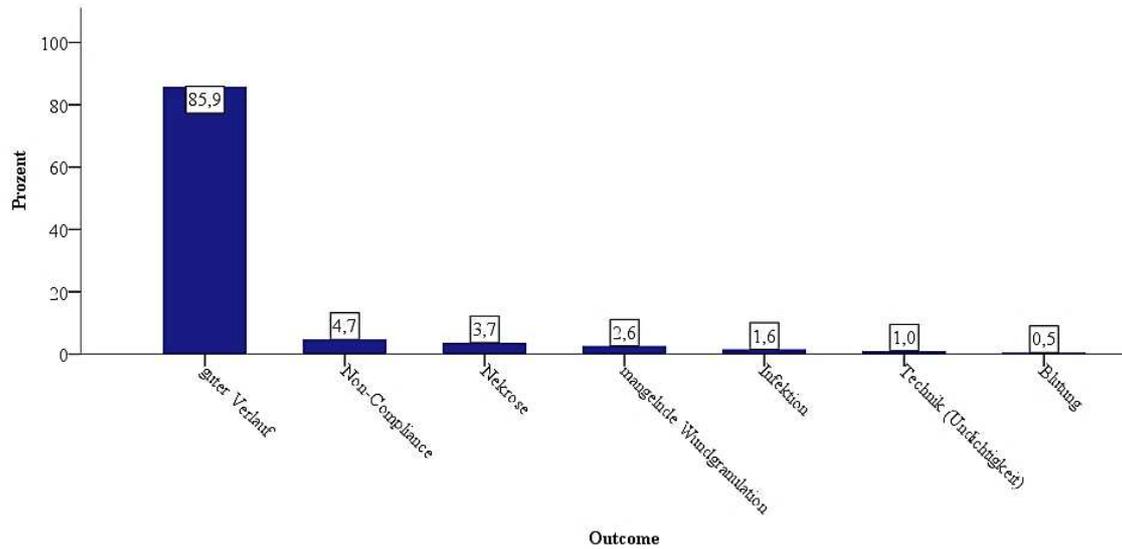


**Abbildung 35. Therapieerfolg (Outcome) der Unterdrucktherapie.**

Hier unterteilt in „gut“ (dunkelblau) und „Komplikationen“ (türkis; Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle, in  $n = 17$  Fällen fehlende Angaben zum Outcome).

Eine detaillierte Betrachtung der als „Komplikationen“ bezeichneten Ereignisse zeigte, dass die Non-Compliance der Patienten, das heißt keine Toleranz des Unterdrucksystems, den größten Anteil ausmachte ( $n = 9$  von 191 Fällen, 4,7 %). Danach folgen Nekrosen ( $n = 7$  von 191 Fällen, 3,7 %), mangelnde Wundgranulationen

( $n = 5$  von 191 Fällen, 2,6 %), Infektionen ( $n = 3$  von 191 Fällen, 1,6 %), technische Schwierigkeiten ( $n = 2$  von 191 Fällen, 1,0 %) und eine Blutung ( $n = 1$  Fall von 191 Fällen, 0,5 %; vgl. Abb. 36).



**Abbildung 36. Outcome mit einer prozentualen Verteilung der Komplikationen.**

Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle, in  $n = 17$  Fällen fehlende Angaben zum Outcome.

## 4.2 Abhängigkeiten von Therapieparametern und -verlauf

Im Folgenden wurden verschiedener Therapieparameter untereinander auf Abhängigkeiten und Unterschiede untersucht. Es erfolgte eine Analyse folgender Therapieparameter:

- 1.) Abhängigkeit des Schwammes von der Vakuumpumpe:  
Welcher Schwamm wurde mit welchem Pumpensystem eingesetzt?
- 2.) Abhängigkeit der Frequenz der Wechsel des Schwammes vom Schwamm:  
Hing die Frequenz der Wechsel vom Schwammtyp ab?
- 3.) Abhängigkeit der Vakuumpumpe von der Lokalisation:  
Unterschied sich die Wahl des Vakuumsystems je nach Lokalisation?
- 4.) Abhängigkeit der Instillationsparameter von der Defektgröße:  
Hing die Einstellung gewisser Instillationsparameter von der Defektgröße ab?
- 5.) Abhängigkeit der Parameter Sogstärke und –modus von der Vakuumpumpe:  
Bestanden Abhängigkeiten? Wurden bestimmte Einstellungen oft kombiniert?
- 6.) Abhängigkeit des Parameter Sogstärke und –modus vom Schwamm:  
Bestanden Abhängigkeiten der Sogstärke/ des Sogmodus vom Schwammtyp?
- 7.) Abhängigkeit des Defektverschlusses von der Lokalisation:  
Wurde je nach Lokalisation ein bestimmter Defektverschluss häufiger gewählt?
- 8.) Abhängigkeit des Defektverschlusses von der Komorbidität der Patienten:  
Hing die Wahl des Defektverschlusses mit der Komorbidität zusammen?
- 9.) Abhängigkeit des Defektverschlusses vom Alter der Patienten:  
Hing der gewählte Defektverschluss mit dem Alter der Patienten zusammen?
- 10.) Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts von der Komorbidität der Patienten: Bestanden Unterschiede in der Dauer des stationären Aufenthalts je nach Komorbidität? Führte eine Komorbidität zu einer längeren Dauer?
- 11.) Abhängigkeit der Dauer der Vakuumversiegelung von der Komorbidität der Patienten: Unterschied sich die Dauer der Vakuumversiegelung je nach Komorbidität?
- 12.) Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts vom Alter der Patienten:  
War die Dauer des stationären Aufenthalts vom Alter der Patienten abhängig?
- 13.) Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts von der Vakuumpumpe:  
War die Dauer des stationären Aufenthalts vom Vakuumsystem abhängig?

## 4.2.1 Schwamm nach Pumpensystem

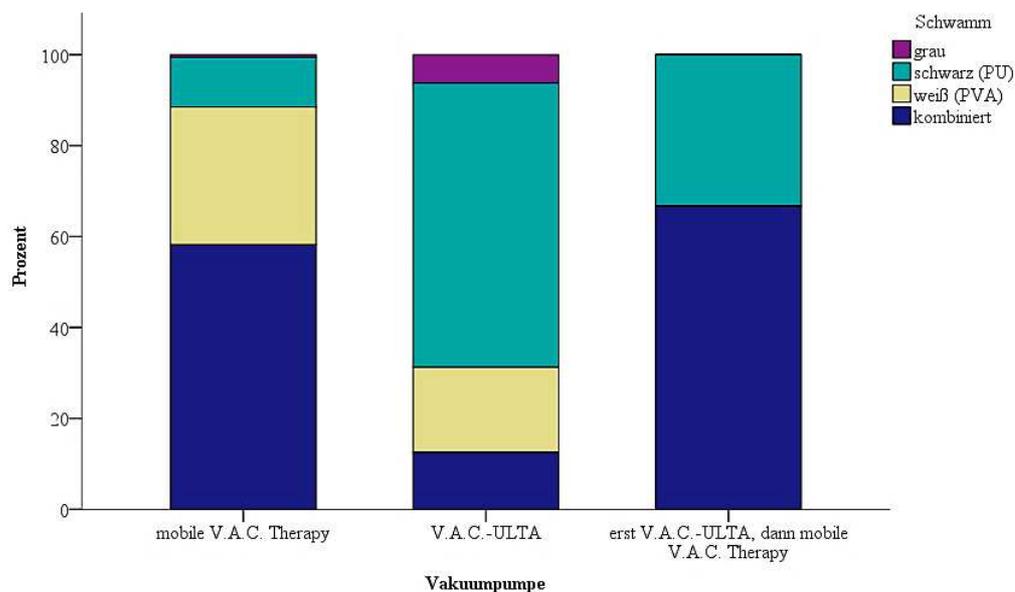
Welcher Schwamm wurde mit welchem Pumpensystem eingesetzt?

Es zeigte sich, dass die Wahl des Schwamms vom Pumpensystem abhing (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Bei der V.A.C. ULTA™ erfolgte in  $n = 10$  von 16 Fällen die Therapie mit dem PU-Schwamm (62,5 %) und damit häufiger als unabhängig von der Pumpe (15,8 %). Die Kombination verschiedener Schwämme wurde sowohl bei der mobilen V.A.C.® - Therapy als auch bei der Umstellung von der V.A.C.-ULTA® auf die mobile V.A.C.® - Therapy am häufigsten verwendet. Bei der PREVENA™ wurde kein Schwamm verwendet (vgl. Tab. 16/ Visualisierung in Abb. 37).

**Tabelle 16. Schwamm in Abhängigkeit von der Vakuumpumpe.**

			Vakuumpumpe			Gesamt
			mobile V.A.C.® - Therapy	V.A.C.-ULTA™	erst V.A.C.-ULTA™, dann mobile V.A.C.® Therapy	
Schwamm schwarz (PU)	Anzahl	18	**10	1	29	
	%	10,9%	62,5%	33,3%	15,8%	
weiß (PVA)	Anzahl	50	3	0	53	
	%	30,3%	18,8%	0,0%	28,8%	
grau	Anzahl	1	1	0	2	
	%	0,6%	6,3%	0,0%	1,1%	
kombiniert	Anzahl	96	2	2	100	
	%	58,2%	12,5%	66,7%	54,3%	
Gesamt	Anzahl	165	16	3	184	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Vakuumpumpe (Gesamtzahl  $n = 184$  Fälle,  $n = 24$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 37. Schwamm in Abhängigkeit von der Vakuumpumpe.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 184$  Fälle,  $n = 24$  Fälle fehlend. Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA™, PREVENA™, mobile V.A.C.® Therapy.

#### 4.2.2 Frequenz der Schwamm-/ Verbandswechsel nach Schwammtyp

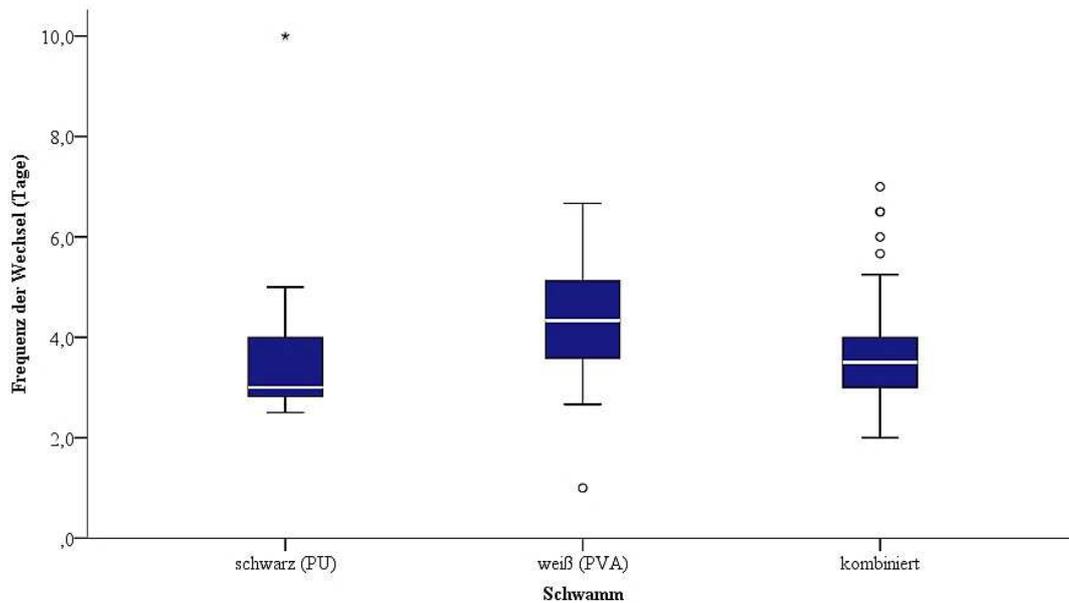
Hing die Frequenz der Wechsel vom Schwammtyp ab?

Für die Verteilung der Frequenz der Wechsel des Schwamms ergab sich ein signifikanter Unterschied (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,012$ ). Beim paarweisen Vergleich der Kategorien zeigte sich mittels post-hoc-Analyse, dass es die Kategorien schwarz (PU) und weiß (PVA) waren, die sich statistisch signifikant unterschieden. PU-Schwämme wurden im Mittel alle 3,76 Tage (*Median* = 3 Tage) gewechselt, PVA-Schwämme alle 4,41 Tage (*Median* = 4,33 Tage; vgl. Tab 17/ visualisiert in Abb. 38).

**Tabelle 17. Frequenz der Wechsel des Schwammes nach Art des Schwamms.**

Schwamm	N	Mittelwert	Standard-ab-weichung	Median	Spann-weite	Minimum	Maximum
*schwarz (PU)	19	3,76	1,70	3,00	7,50	2,50	10,00
*weiß (PVA)	24	4,41	1,34	4,33	5,67	1,00	6,67
kombiniert	65	3,73	1,07	3,50	5,00	2,00	7,00
Insgesamt	108	3,89	1,28	3,67	9,00	1,00	10,00

Anmerkung:  $p = 0,012$ ; Gesamtzahl  $n = 108$  Fälle,  $n = 100$  Fälle fehlend, darunter Fälle, bei denen kein Wechsel des Schwammes erfolgte. Auffällige Variablen mit \* gekennzeichnet.



**Abbildung 38. Frequenz der Wechsel nach Art des Schwamms.**

$p = 0,012$ ; Gesamtzahl  $n = 108$  Fälle,  $n = 100$  Fälle fehlend.

#### 4.2.3 Pumpensysteme nach Lokalisation

Unterschied sich die Wahl des Vakuumsystems je nach Lokalisation?

Die Wahl des Pumpensystem zeigte sich abhängig von der Lokalisation (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). An allen Lokalisationen wurde die mobile V.A.C.® Therapy am häufigsten eingesetzt. Am zweithäufigsten wurde am Rumpf die PREVENA™ (27,3 %) und an der unteren Extremität die V.A.C.-ULTA™ (22,2 %) eingesetzt. Außerdem fiel auf, dass die V.A.C.-ULTA™ in  $n = 22$  von 25 Einsätzen an der unteren Extremität angewendet wurde und damit prozentual deutlich häufiger als unabhängig von der Lokalisation betrachtet (22,2 % zu 12,1 %). Die PREVENA™ wurde in  $n = 9$  von 12 Einsätzen am Rumpf und damit ebenso viel häufiger als unabhängig von der Lokalisation verwendet (27,3 % zu 5,8 %; vgl. Tab 18/ visualisiert in Abb. 39).

Tabelle 18. Vakuumpumpe in Abhängigkeit der Lokalisation.

			Lokalisation				Gesamt
			Kopf	Rumpf	Obere Extremität	Untere Extremität	
Vakuumpumpe	mobile V.A.C.® Therapy	Anzahl	50	21	21	74	166
		%	98,0%	63,6%	91,3%	74,7%	80,6%
	V.A.C.-ULTA™	Anzahl	0	3	0	**22	25
		%	0,0%	9,1%	0,0%	22,2%	12,1%
	PREVENA™	Anzahl	0	**9	2	1	12
		%	0,0%	27,3%	8,7%	1,0%	5,8%
	erst V.A.C.-ULTA™, dann mobile V.A.C.® Therapy	Anzahl	1	0	0	2	3
		%	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	1,5%
Gesamt		Anzahl	51	33	23	99	206
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Lokalisation (Gesamtzahl  $n = 206$  Fälle,  $n = 2$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.

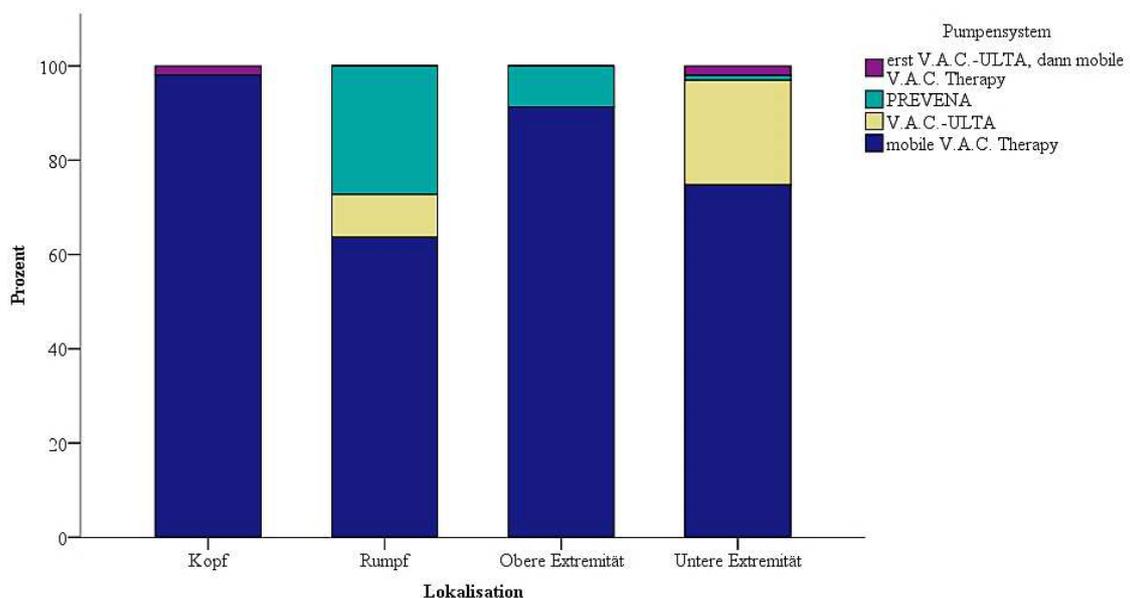


Abbildung 39. Vakuumpumpe in Abhängigkeit der Lokalisation.

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 206$  Fälle,  $n = 2$  Fälle fehlend. Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA™, PREVENA™, mobile V.A.C.® Therapy.

## 4.2.4 Instillationsparameter nach Defektgröße

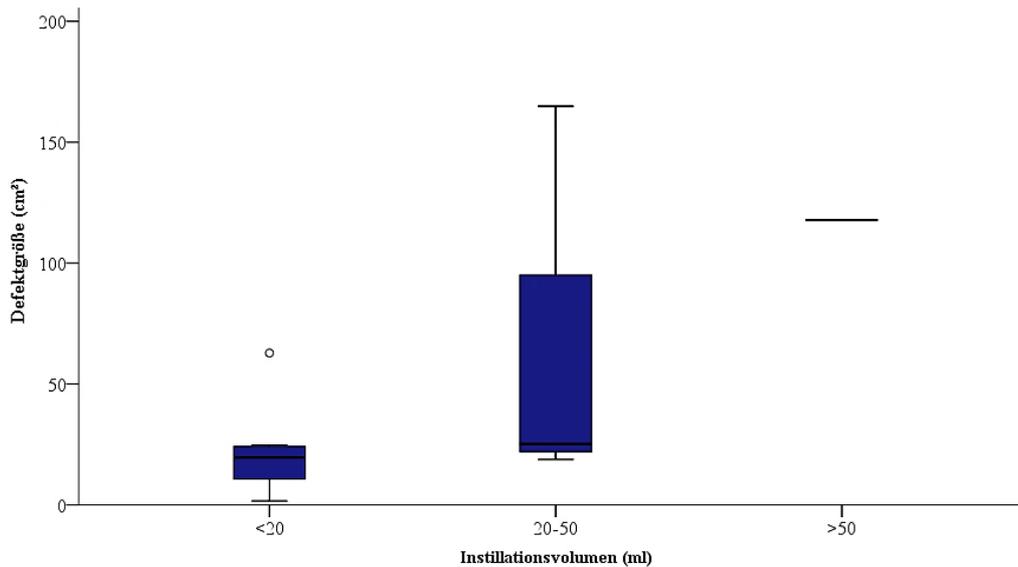
Hing die Einstellung gewisser Instillationsparameter von der Defektgröße ab?

Die Verteilung der Defektgröße (cm<sup>2</sup>) war weder über die Kategorie Instillationslösung (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,300$ ) noch über die Instillationsdauer (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,314$ ) signifikant. Die Verteilung über die Kategorie Instillationsvolumen ergab mittels Kruskal-Wallis-Test einen p-Wert von  $p = 0,155$ . Auch hier bestand keine Signifikanz, jedoch ließ sich eine gewisse Tendenz in den wenigen ( $n = 12$  Fälle) vorliegenden Daten erkennen. Kleine Instillationsvolumina (< 20 ml) wurden bei mittleren Defektgrößen von 21,92 cm<sup>2</sup> (*Median* = 19,63 cm<sup>2</sup>), Instillationsvolumina von 20 - 50 ml bei mittleren Defektgrößen von 58,48 cm<sup>2</sup> (*Median* = 25,12 cm<sup>2</sup>) und Instillationsvolumina > 50 ml bei mittleren Defektgrößen von 117,75 cm<sup>2</sup> verwendet (*Median* = 117,75 cm<sup>2</sup>; vgl. Tab. 19/ visualisiert in Abb. 40).

**Tabelle 19. Defektgröße gruppiert nach Instillationsvolumen.**

Instillationsvolumen (ml)	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
<20 ml	7	21,92	20,39	19,63	61,23	1,57	62,80
20-50 ml	4	58,48	70,97	25,12	146,01	18,84	164,85
>50 ml	1	117,75	0,00	117,75	0,00	117,75	117,75
Insgesamt	12	42,10	49,77	24,14	163,28	1,57	164,85

Anmerkung: Angaben in cm<sup>2</sup> ( $p = 0,155$ ); Gesamtzahl  $n = 12$  Fälle,  $n = 13$  Fälle mit V.A.C.-ULTA™ fehlend.



**Abbildung 40. Defektgröße gruppiert nach Instillationsvolumen.**

$p = 0,155$ ; Gesamtzahl  $n = 12$  Fälle,  $n = 13$  Fälle mit V.A.C.-ULTA™ fehlend.

#### 4.2.5 Sogstärke und Sogmodus nach Pumpensystem

Bestanden Abhängigkeiten? Wurden bestimmte Einstellungen oft kombiniert?

Weder bei der Betrachtung der Sogstärke noch des Sogmodus über die Kategorie Vakuumpumpe lieferte der Exakte Test nach Fisher einen signifikanten Wert ( $p = 0,135$  und  $p = 0,775$ ). Hier ließen sich keine Abhängigkeiten nachweisen.

#### 4.2.6 Sogstärke und Sogmodus nach Schwamm

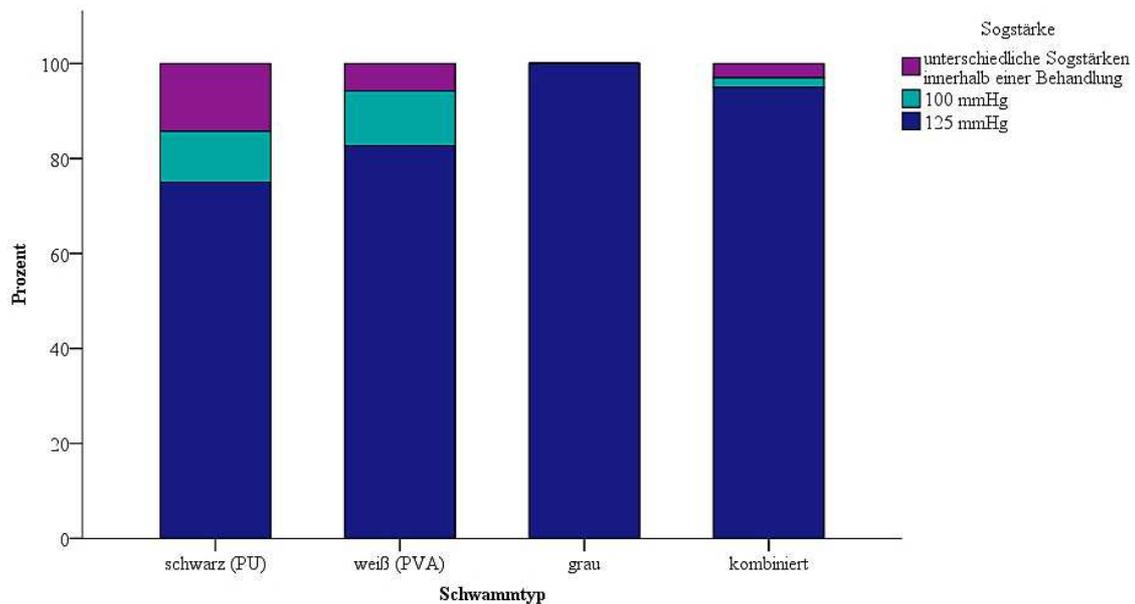
Bestanden Abhängigkeiten der Sogstärke und des Sogmodus vom Schwammtyp?

Die Häufigkeitsverteilungen innerhalb der Kategorien Sogmodus und Schwamm unterschieden sich nicht signifikant ( $p = 0,596$ ). Lediglich bei der Analyse des Parameters Sogstärke über die Kategorie Schwamm lieferte der Exakte Test nach Fisher einen signifikanten Wert ( $p = 0,023$ ). Der Einstellung der Sogstärke war vom Schwamm abhängig. Eine Sogstärke von 125 mmHg wurde in  $n = 21$  von 28 Fällen mit PU-Schwamm (75 %), in  $n = 43$  von 52 Fällen mit PVA-Schwamm (82,7 %), in  $n = 2$  von 2 Fällen mit Silberschwamm (100 %) und in  $n = 95$  von 100 Fällen bei der kombinierten Schwammform (95 %) gewählt. Sogstärken von 100 mmHg wurden beim PU-Schwamm in  $n = 3$  von 28 Fällen (10,3 %) und beim PVA-Schwamm in  $n = 6$  von 52 Fällen (11,5 %) gewählt und damit etwas häufiger als unabhängig des Schwamm betrachtet (6 %). Die kombinierte Form der Schwämme wurde in  $n = 2$  von 100 Fällen (2,0 %) gewählt (vgl. Tab. 20/ visualisiert in Abb. 41).

**Tabelle 20. Sogstärke in Abhängigkeit des Schwamms.**

			Schwamm				Gesamt
			schwarz (PU)	weiß (PVA)	grau	kombi- niert	
Sogstärke (mmHg)	100 mmHg	Anzahl	*3	*6	0	2	11
		%	10,7%	11,5%	0,0%	2,0%	6,0%
	125 mmHg	Anzahl	21	43	2	95	161
		%	75,0%	82,7%	100,0%	95,0%	88,5%
	unterschiedliche Sogstärken inner- halb einer Be- handlung	Anzahl	*4	3	0	3	10
		%	14,3%	5,8%	0,0%	3,0%	5,5%
Gesamt		Anzahl	28	52	2	100	182
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,023$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Schwamm (Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \* gekennzeichnet.

**Abbildung 41. Sogstärke in Abhängigkeit des Schwamms.**

$p = 0,023$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend.

## 4.2.7 Art des Defektverschlusses nach Lokalisation

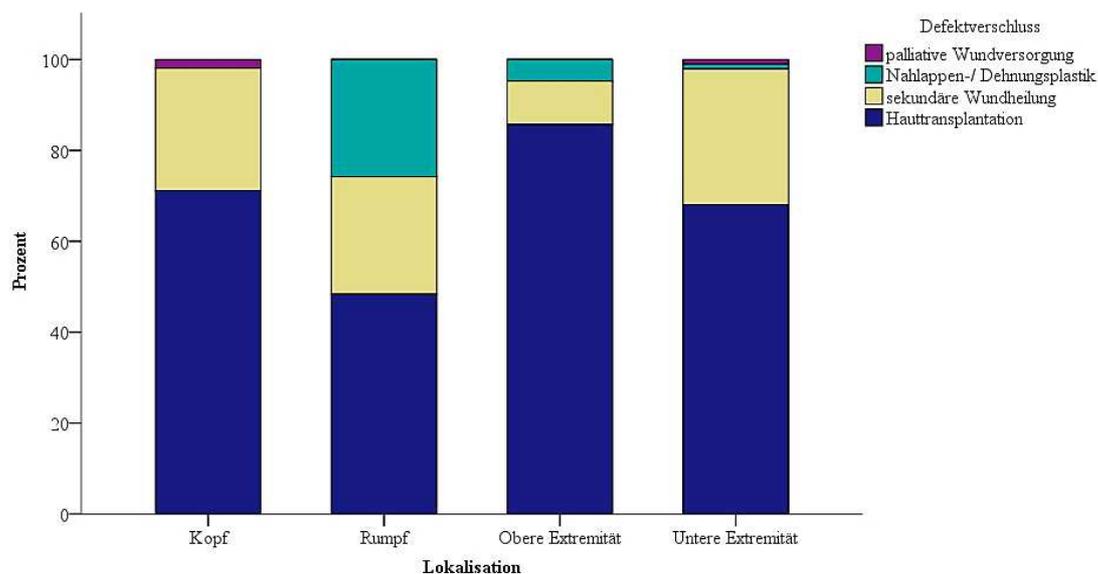
Wurde je nach Lokalisation ein bestimmter Defektverschluss häufiger gewählt?

Es zeigte sich, dass die Art des Defektverschlusses von der Lokalisation des Wunddefekts abhängig war (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Es fiel auf, dass die Hauttransplantation als Defektverschluss an allen Lokalisation die am häufigsten gewählte Form des Defektverschlusses darstellte. Die zweithäufigste Form des Defektverschlusses stellte die sekundäre Wundheilung dar, die am Kopf in 26,9 % der Fälle, am Rumpf zu 25,8 % und an der oberen Extremität zu 9,5 % gewählt wurde. An der unteren Extremität kam die sekundäre Wundheilung zu 29,9 % vor und damit häufiger als unabhängig von der Lokalisation betrachtet (26,4 %). Nahlappen-/ Dehnungsplastiken wurde fast nur am Rumpf verwendet ( $n = 8$  von 10 Plastiken; vgl. Tab. 21/ visualisiert in Abb. 42).

**Tabelle 21. Art des Defektverschlusses in Abhängigkeit von der Lokalisation.**

			Lokalisation				Gesamt
			Kopf	Rumpf	Obere Extremität	Untere Extremität	
Defektverschluss	Hauttransplantation	Anzahl	37	15	18	66	136
		%	71,2%	48,4%	85,7%	68,0%	67,7%
	Nahlappen-/ Dehnungsplastik	Anzahl	0	**8	1	1	10
		%	0,0%	25,8%	4,8%	1,0%	5,0%
sekundäre Wundheilung	Anzahl	14	8	2	**29	53	
	%	26,9%	25,8%	9,5%	29,9%	26,4%	
palliative Wundversorgung	Anzahl	1	0	0	1	2	
	%	1,9%	0,0%	0,0%	1,0%	1,0%	
Gesamt	Anzahl	52	31	21	97	201	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Lokalisation (Gesamtzahl  $n = 201$ ,  $n = 7$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 42. Art des Defektverschlusses in Abhängigkeit von der Lokalisation.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 201$ ,  $n = 7$  Fälle fehlend.

#### 4.2.8 Art des Defektverschlusses nach Komorbidität der Patienten

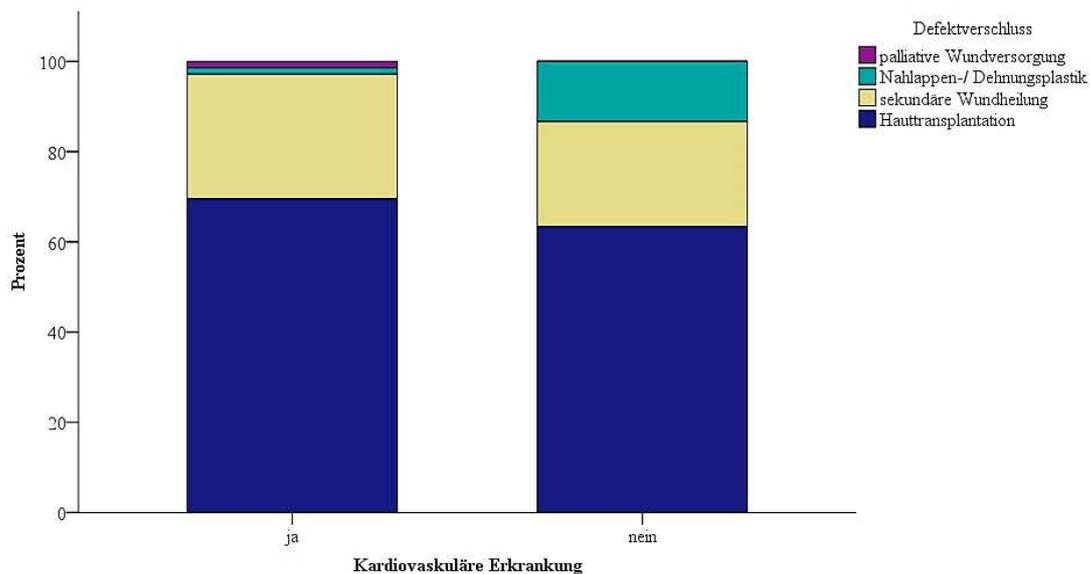
Hing die Wahl des Defektverschlusses mit der Komorbidität zusammen?

Es zeigte sich, dass sich der Defektverschluss in Umfang und Aufwand je nach Komorbidität unterschied. Bei der Untersuchung auf Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung zwischen den Parametern Defektverschluss und kardiovaskuläre Erkrankung (ja/nein) bzw. pAVK (ja/nein) ergab sich eine Abhängigkeit des Defektverschlusses sowohl vom Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,005$ ) als auch vom Vorliegen einer pAVK ( $p < 0,001$ ). Beim Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung wurden Nahlappen-/ Dehnungsplastiken in  $n = 2$  von 141 Fällen gewählt (1,4 %) und damit weniger häufig als unabhängig der Komorbidität (5 %). Außerdem wurde ersichtlich, dass bei palliativer Wundversorgung immer eine kardiovaskuläre Erkrankung vorlag. Bei kardiovaskulärer Erkrankung fiel die Wahl zu 27,7 % auf eine sekundäre Wundheilung, ohne kardiovaskuläre Erkrankung zu 23,3 %. Hauttransplantationen wurden bei kardiovaskulären Erkrankungen eher gewählt (69,5 % zu 63,7 %; vgl. Tab. 22/ visualisiert in Abb. 43). Beim Vorliegen einer pAVK wurden  $n = 7$  von 9 Fällen mit pAVK mittels sekundärer Wundheilung versorgt (77,8 %). In  $n = 1$  von 9 Fällen war der Defektverschluss eine palliative Wundversorgung (11,1 %). Lag keine pAVK bei den Patienten vor, wurde zu 70,3 % eine Hauttransplantation als Defektverschluss gewählt (vgl. Tab. 23/ visualisiert in Abb. 44).

**Tabelle 22. Defektverschluss nach kardiovaskulärer Vorerkrankung.**

			Kardiovaskuläre Erkrankung		Gesamt
			ja	Nein	
Defektver- schluss	Hauttransplantation	Anzahl	**98	38	136
		%	69,5%	63,3%	67,7%
	Nahlappen-/ Deh- nungsplastik	Anzahl	**2	8	10
		%	1,4%	13,3%	5,0%
	sekundäre Wundhei- lung	Anzahl	**39	14	53
		%	27,7%	23,3%	26,4%
	palliative Wundver- sorgung	Anzahl	2	0	2
		%	1,4%	0,0%	1,0%
Gesamt		Anzahl	141	60	201
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,005$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie kardiovaskuläre Erkrankung (Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.

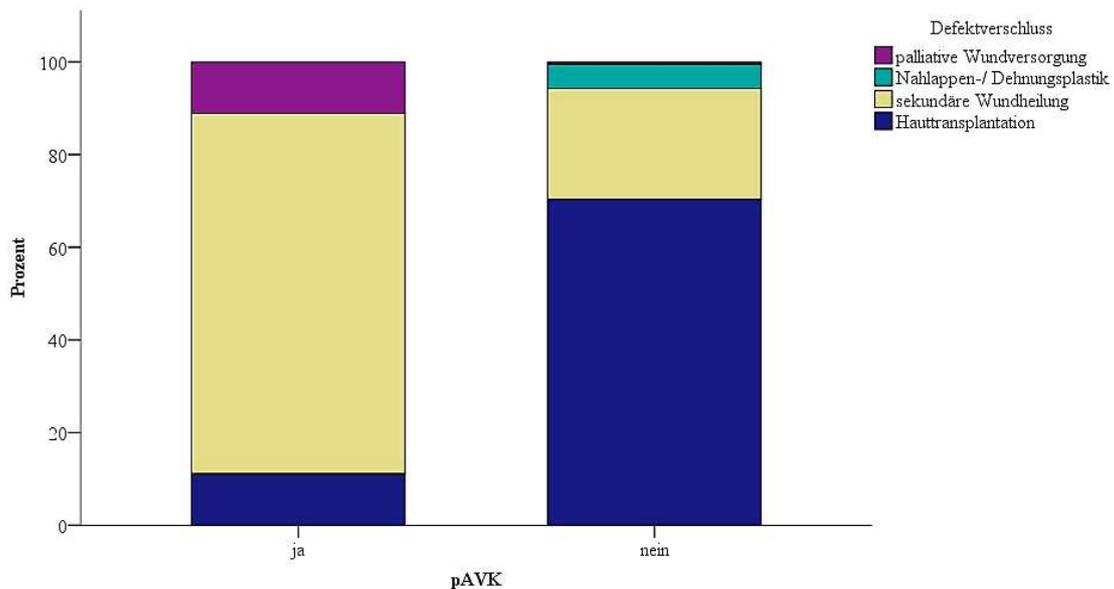
**Abbildung 43. Defektverschluss nach kardiovaskulärer Vorerkrankung.**

$p = 0,005$ ; Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend.

**Tabelle 23. Defektverschlusses in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK.**

			pAVK		Gesamt
			ja	nein	
Defektverschluss	Hauttransplantation	Anzahl	1	**135	136
		%	11,1%	70,3%	67,7%
	Nahlappen-/ Dehnungsplastik	Anzahl	0	10	10
		%	0,0%	5,2%	5,0%
	sekundäre Wundheilung	Anzahl	**7	46	53
		%	77,8%	24,0%	26,4%
	palliative Wundversorgung	Anzahl	**1	1	2
		%	11,1%	0,5%	1,0%
Gesamt	Anzahl		9	192	201
	%		100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie pAVK. Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend. Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 44. Defektverschlusses in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK.**

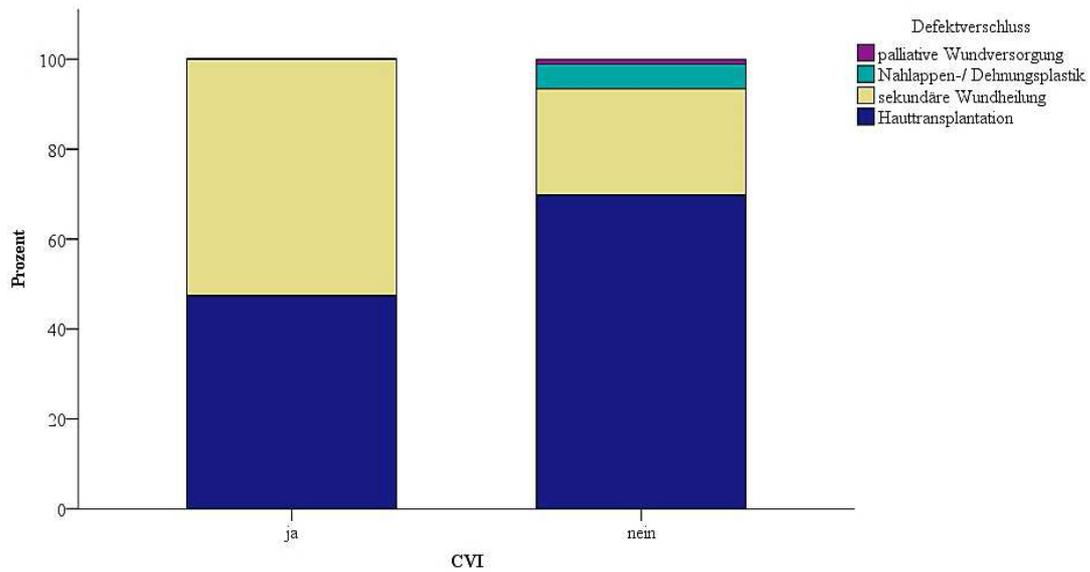
$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend.

Von den Kategorien Stoffwechselstörungen ( $p = 0,085$ ), Diabetes mellitus ( $p = 0,133$ ), CVI ( $p = 0,066$ ) und Adipositas ( $p = 0,057$ ) konnten keine Abhängigkeiten zur Art des Defektverschlusses abgeleitet werden. Jedoch zeigten sich gewisse Tendenzen in einigen dieser Häufigkeitsverteilung in Bezug auf den Defektverschluss „sekundäre Wundheilung“. Beim Vorliegen einer CVI wurde in  $n = 10$  von 19 Fällen (52,6 % gegenüber 23,6 %) die sekundäre Wundheilung gewählt (vgl. Tab. 24/ visualisiert in Abb. 45). Beim Vorliegen von Adipositas wurde in  $n = 17$  von 46 Fällen (37 % gegenüber 23,2 %) ebenfalls die sekundäre Wundheilung gewählt (vgl. Tab. 25/ visualisiert in Abb. 46).

**Tabelle 24. Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens einer CVI.**

			CVI		Gesamt
			ja	nein	
Defektverschluss	Hauttransplantation	Anzahl	9	127	136
		%	47,4%	69,8%	67,7%
	Nahlappen-/ Dehnungsplastik	Anzahl	0	10	10
		%	0,0%	5,5%	5,0%
	sekundäre Wundheilung	Anzahl	*10	43	53
		%	52,6%	23,6%	26,4%
	palliative Wundversorgung	Anzahl	0	2	2
		%	0,0%	1,1%	1,0%
Gesamt		Anzahl	19	182	201
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,066$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie CVI (Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend). Auffälliger Wert mit \* gekennzeichnet.



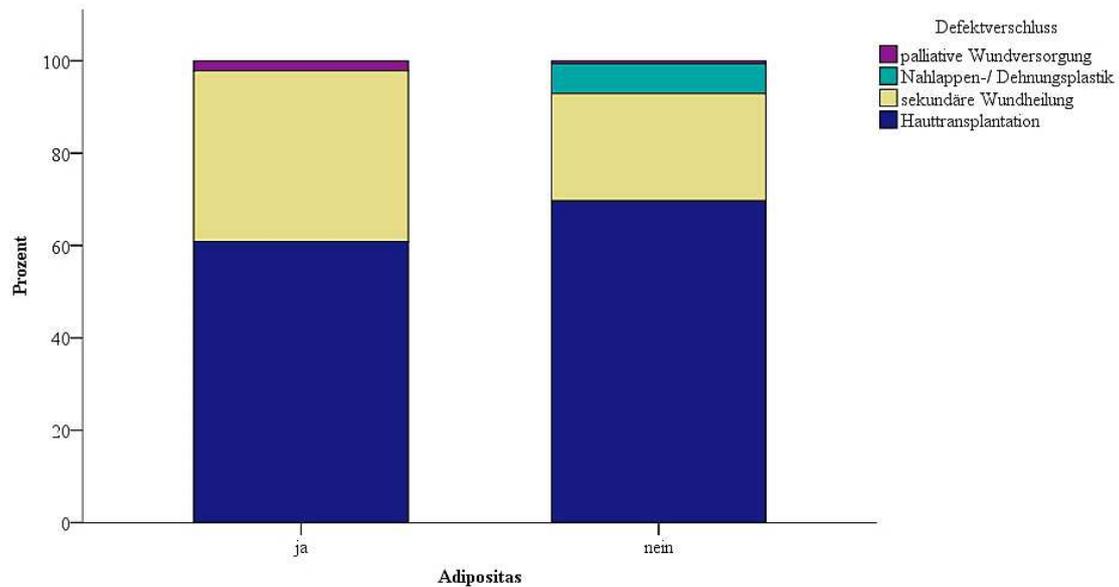
**Abbildung 45. Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens einer CVI.**

$p = 0,066$ ; Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend.

**Tabelle 25. Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens von Adipositas.**

			Adipositas		Gesamt
			ja	nein	
Defektverschluss	Hauttransplantation	Anzahl	28	108	136
		%	60,9%	69,7%	67,7%
	Nahlappen-/ Dehnungsplastik	Anzahl	0	10	10
		%	0,0%	6,5%	5,0%
	sekundäre Wundheilung	Anzahl	*17	36	53
		%	37,0%	23,2%	26,4%
	palliative Wundversorgung	Anzahl	1	1	2
		%	2,2%	0,6%	1,0%
Gesamt		Anzahl	46	155	201
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,057$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Adipositas (Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend). Auffälliger Wert mit \* gekennzeichnet.



**Abbildung 46. Defektverschluss in Abhängigkeit des Vorliegens von Adipositas.**

$p = 0,057$ ; Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend.

#### 4.2.9 Art des Defektverschlusses nach Alter der Patienten

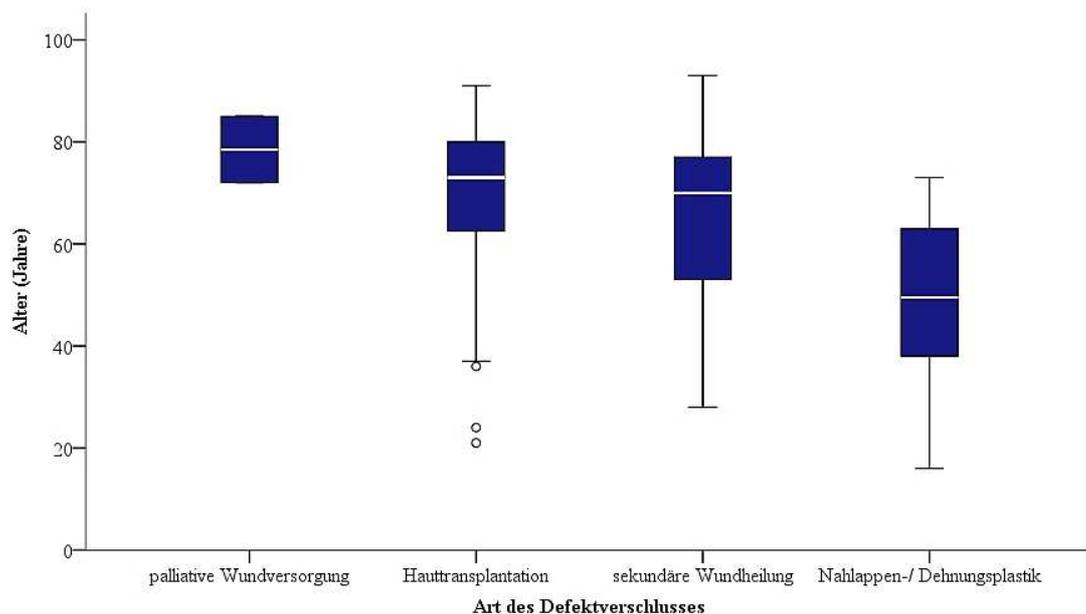
Hing der gewählte Defektverschluss mit dem Alter der Patienten zusammen?

Das Alter der Patienten hatte Einfluss auf die Art des gewählten Defektverschlusses (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,002$ ). Dabei waren es die Kategorien Nahlappen-/ Dehnungsplastik und sekundäre Wundheilung sowie Nahlappen-/ Dehnungsplastik und Hauttransplantation, die sich statistisch signifikant unterschieden. Patienten, die mit einer Nahlappen- bzw. Dehnungsplastik versorgt wurden, waren im Mittel 47,70 Jahre alt und damit relativ jung (*Median* = 49,50 Jahre). Deutlich älter waren Patienten, die eine Hauttransplantation erhielten ( $M = 69,65$  Jahre, *Median* = 73 Jahre) oder deren Wunde durch sekundäre Wundheilung ( $M = 65,45$  Jahre, *Median* = 70 Jahre) heilte. In  $n = 2$  Fällen musste eine palliative Wundversorgung gewählt werden. Hier betrug das mittlere Alter sogar 78,50 Jahre (*Median* = 78,50 Jahre; vgl. Tab. 26/ visualisiert in Abb. 47).

**Tabelle 26. Alter gruppiert nach Art des Defektverschlusses.**

Defektverschluss	N	Mittelwert	Standard- ab- weichung	Median	Spann- weite	Minimum	Maximum
*Haut- transplantation	136	69,65	14,09	73,00	70,00	21,00	91,00
*Nahlappen-/ Dehnungsplastik	10	47,70	19,00	49,50	57,00	16,00	73,00
*sekundäre Wundheilung	53	65,45	17,31	70,00	65,00	28,00	93,00
palliative Wund- versorgung	2	78,50	9,19	78,50	13,00	72,00	85,00
Insgesamt	201	67,54	15,92	72,00	77,00	16,00	93,00

Anmerkung:  $p = 0,002$ ; Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend). Auffällige Variablen mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 47. Alter gruppiert nach Art des Defektverschlusses.**

$p = 0,002$ ; Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend.

#### 4.2.10 Dauer des stationären Aufenthalts nach Komorbidität der Patienten

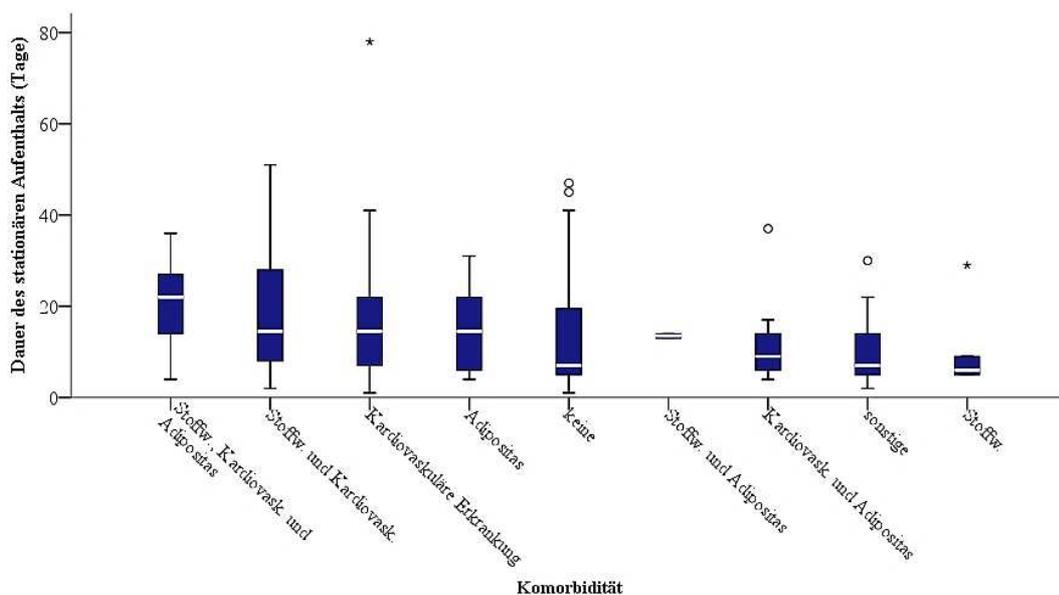
Bestanden Unterschiede in der Dauer des stationären Aufenthalts je nach Komorbidität? Führte eine Komorbidität zu einer längeren Dauer?

Es bestand ein signifikanter Unterschied in der Verteilung der Dauer des stationären Aufenthalts abhängig der vorliegenden Komorbidität der Patienten (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,012$ ). Die post-hoc-Analyse ergab keine einzelnen Kategorien, die sich statistisch signifikant unterschieden. Die Gesamtverteilung war auffällig. Die durchschnittliche Dauer des stationären Aufenthalts ohne Berücksichtigung der Komorbidität betrug 15,46 Tage (*Median* = 13 Tage). Einen längeren Aufenthalt zeigten Patienten mit kardiovaskulärer Erkrankung ( $M = 16,56$  Tage, *Median* = 14,50 Tage), mit Adipositas ( $M = 15$  Tage, *Median* = 14,50 Tage), mit der Kombination Stoffwechselstörung und kardiovaskulärer Erkrankung ( $M = 17,85$  Tage, *Median* = 14,50 Tage) und mit der Kombination Stoffwechselstörung, kardiovaskuläre Erkrankung und Adipositas. Patienten, die diese Kombination von Komorbidität aufwiesen, waren im Mittel 20,29 Tage (*Median* = 22 Tage) stationär aufgenommen. Diese Patientengruppe wies die längsten stationären Aufenthaltsdauern auf (vgl. Tab. 27/ visualisiert in Abb. 48).

**Tabelle 27. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Komorbidität.**

Komorbidität	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
keine	31	13,94	13,565	7,00	46,00	1,00	47,00
Stoffwechselstörung	6	10,00	9,445	6,00	24,00	5,00	29,00
kardiovaskuläre Erkrankung	62	16,56	12,454	14,50	77,00	1,00	78,00
Adipositas	8	15,00	10,170	14,50	27,00	4,00	31,00
Stoffw.,Kardio.	46	17,85	11,677	14,50	49,00	2,00	51,00
Stoffw., Kardio., Adip.	17	20,29	8,759	22,00	32,00	4,00	36,00
Kardio., Adip.	19	10,89	7,680	9,00	33,00	4,00	37,00
Stoffw., Adip.	2	13,50	,707	13,50	1,00	13,00	14,00
sonstige	17	10,35	7,794	7,00	28,00	2,00	30,00
Insgesamt	208	15,46	11,502	13,00	77,00	1,00	78,00

Anmerkung: Angaben in Tagen. Berücksichtigt wurden Komorbidität und Multimorbidität ( $p = 0,012$ ). Es wird Stoffwechselstörung mit Stoffw., kardiovaskuläre Erkrankung mit Kardio. und Adipositas mit Adip. abgekürzt (Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).

**Abbildung 48. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Komorbidität.**

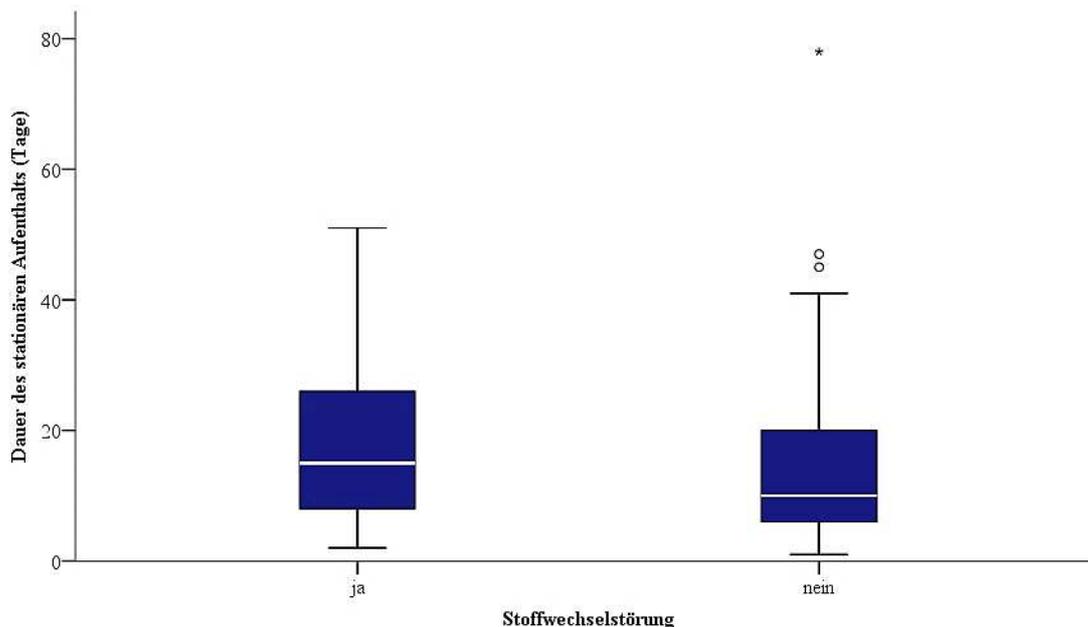
$p = 0,012$ . Es wird Stoffwechselstörung mit Stoffw., kardiovaskuläre Erkrankung mit Kardio. und Adipositas mit Adip. Abgekürzt (Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).

Bei Betrachtung der einzelnen Komorbidität „Stoffwechselstörung“ zeigte sich, dass die Dauer des stationären Aufenthalts (in Tagen) abhängig vom Vorliegen einer Stoffwechselstörung (ja/nein) war (Mann-Whitney-U-Test:  $p=0,011$ ). Fälle von Patienten mit Stoffwechselstörung weisen eine längere Dauer des stationären Aufenthalts auf (Mittelwert: 17,65 Tage, Median = 15,00 Tage) als Fälle von Patienten ohne Stoffwechselstörung (Mittelwert: 14,32 Tage, Median = 10,00 Tage) (vgl. Tab. 28/ visualisiert in Abb. 49).

**Tabelle 28. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität.**

Stoffwechselstörung	N	Mittelwert	Standard- ab- weichung	Median	Spann- weite	Minimum	Maxi- mum
ja	71	17,65	10,90	15,00	49,00	2,00	51,00
nein	137	14,32	11,68	10,00	77,00	1,00	78,00
Insgesamt	208	15,46	11,50	13,00	77,00	1,00	78,00

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,011$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).



**Abbildung 49. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität.**

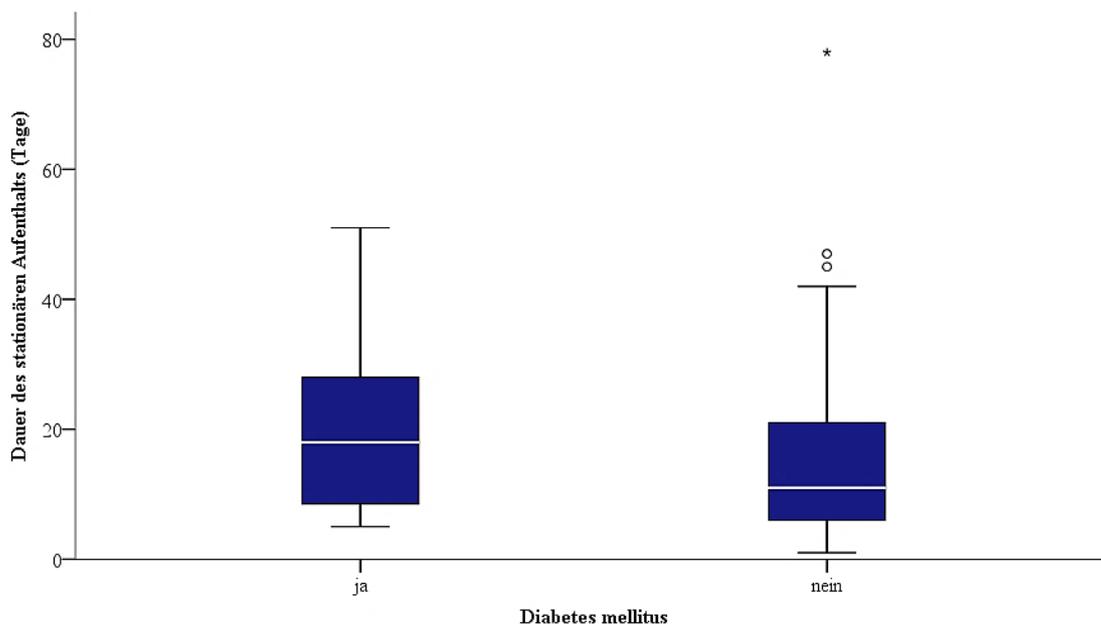
$p = 0,011$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

Bei der Analyse der Komorbidität „Diabetes mellitus“ als Unterkategorie der Stoffwechselstörung ergab sich, dass die Verteilung der Dauer des stationären Aufenthalts vom Vorliegen eines Diabetes mellitus (ja/nein) abhing (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,005$ ). Fälle, deren Patienten einen Diabetes aufwiesen, zeigten eine längere Dauer des stationären Aufenthalts ( $M = 19,16$  Tage,  $Median = 18$  Tage) als Fälle ohne Diabetes mellitus als Komorbidität ( $M = 14,46$  Tage,  $Median = 11$  Tage; vgl. Tab. 29/ visualisiert in Abb. 50).

**Tabelle 29. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität.**

Diabetes mellitus	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
ja	44	19,16	11,26	18,00	46,00	5,00	51,00
nein	164	14,46	11,40	11,00	77,00	1,00	78,00
Insgesamt	208	15,46	11,50	13,00	77,00	1,00	78,00

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,005$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).



**Abbildung 50. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität.**

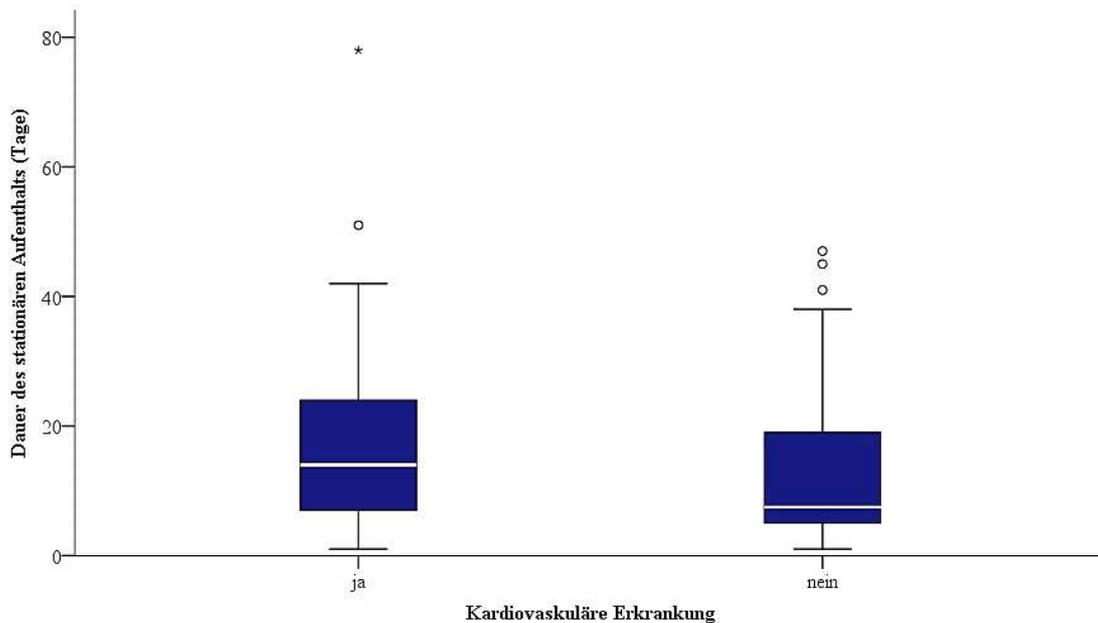
$p = 0,005$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

Auch bei der Dauer des stationären Aufenthalts (in Tagen) in Abhängigkeit des Vorliegens einer kardiovaskulären Erkrankung (ja/nein) bestand ein statistisch signifikanter Unterschied innerhalb der Verteilung der Dauer des stationären Aufenthalts (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,002$ ). Die Fälle mit kardiovaskulärer Erkrankung wiesen eine längere Dauer des stationären Aufenthalts auf ( $M = 16,67$  Tage,  $Median = 14$  Tage) als Fälle ohne kardiovaskuläre Erkrankung ( $M = 12,73$  Tage,  $Median = 7,50$  Tage; vgl. Tab. 30/ visualisiert in Abb. 51).

**Tabelle 30. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität.**

kardiovaskuläre Erkrankung	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
ja	144	16,67	11,47	14,00	77,00	1,00	78,00
nein	64	12,73	11,19	7,50	46,00	1,00	47,00
Insgesamt	208	15,46	11,50	13,00	77,00	1,00	78,00

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,002$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).



**Abbildung 51. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach dem Vorliegen einer Kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität.**

$p = 0,002$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

Bei Betrachtung der Verteilung der Dauer des stationären Aufenthalts abhängig der Kategorien CVI ( $p = 0,284$ ), pAVK ( $p = 0,869$ ) und Adipositas ( $p = 0,700$ ) konnten keine signifikanter Unterschied festgestellt werden. Das Vorliegen einer solchen Komorbidität wirkte sich nicht auf die Dauer des stationären Aufenthalts aus.

#### 4.2.11 Dauer der Vakuumversiegelung nach Komorbidität der Patienten

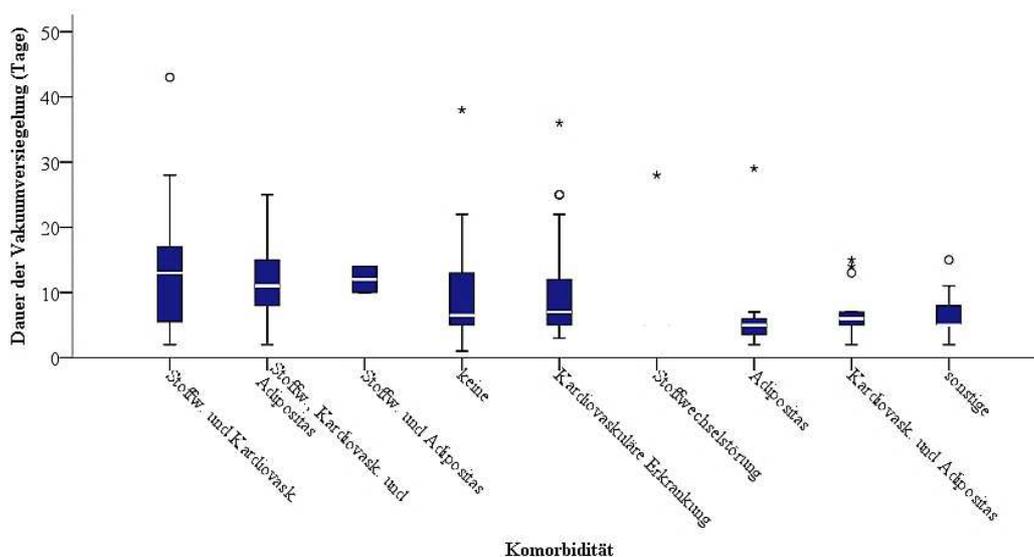
Unterschied sich die Dauer der Vakuumversiegelung je nach Komorbidität?

Bei der Dauer der Vakuumversiegelung (in Tagen) in Abhängigkeit der Komorbidität der Patienten und deren Kombinationen (Multimorbidität) bestand ein statistisch signifikanter Unterschied in der Gesamtverteilung (Kruskal-Wallis-Test:  $p=0,017$ ). Mittels post-hoc-Analyse ergaben sich keine einzelnen Kategorien, die sich statistisch signifikant unterscheiden. Die durchschnittliche mittlere Dauer der Vakuumversiegelung betrug 10,12 Tage (*Median* = 7 Tage). Länger andauernde Vakuumversiegelungen fanden sich in Fällen mit einer Kombination aus Stoffwechselstörung und kardiovaskulärer Erkrankung ( $M = 12,92$  Tage, *Median* = 13 Tage), mit einer Kombination aus Stoffwechselstörung, kardiovaskulärer Erkrankung und Adipositas ( $M = 12,12$  Tage, *Median* = 11 Tage) und mit einer Kombination aus Stoffwechselstörung und Adipositas ( $M = 12$  Tage, *Median* = 12 Tage, vgl. Tab. 31/ visualisiert in Abb. 52).

**Tabelle 31. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Komorbidität.**

Komorbidität	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
keine	22	10,18	8,74	6,50	37,00	1,00	38,00
Stoffwechselstörung	6	8,83	9,39	5,00	23,00	5,00	28,00
kardiovaskuläre Erkrankung	57	9,83	6,95	7,00	33,00	3,00	36,00
Adipositas	7	7,86	9,46	5,00	27,00	2,00	29,00
Stoffw., Kardio.	39	12,92	8,47	13,00	41,00	2,00	43,00
Stoffw., Kardio., Adip.	17	12,12	6,92	11,00	23,00	2,00	25,00
Kardio., Adip.	18	6,83	3,57	6,00	13,00	2,00	15,00
Stoffw., Adip.	2	12,00	2,83	12,00	4,00	10,00	14,00
sonstige	14	6,57	3,41	5,00	13,00	2,00	15,00
Insgesamt	182	10,12	7,42	7,00	42,00	1,00	43,00

Anmerkung: Angaben in Tagen. Berücksichtigt wurden Komorbidität und Multimorbidität ( $p = 0,017$ ). Es wird Stoffwechselstörung mit Stoffw., kardiovaskuläre Erkrankung mit Kardio. und Adipositas mit Adip. abgekürzt (Gesamtzahl  $n = 182$ ,  $n = 26$  Fälle fehlend).

**Abbildung 52. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Komorbidität.**

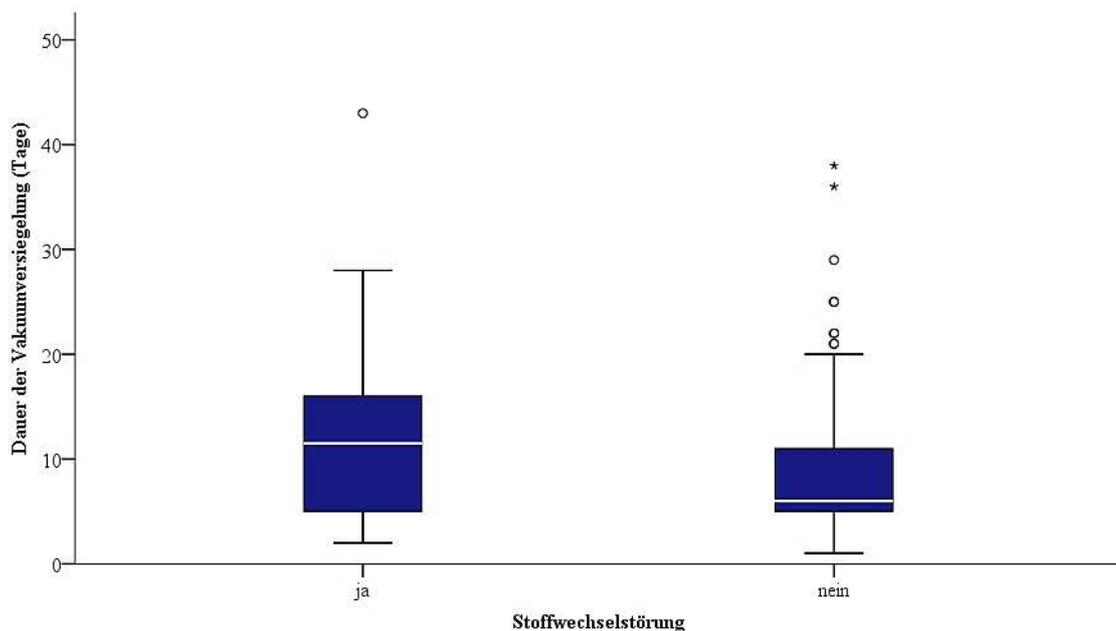
$p = 0,017$ . Es wird Stoffwechselstörung mit Stoffw., kardiovaskuläre Erkrankung mit Kardiovask. und Adipositas mit Adip. abgekürzt (Gesamtzahl  $n = 182$ ,  $n = 26$  Fälle fehlend).

Bei Betrachtung der Komorbidität „Stoffwechselstörung“ konnte ein signifikanter Unterschied der Dauer der Vakuumversiegelung (in Tagen) in Abhängigkeit des Vorliegens einer Stoffwechselstörung (ja/nein) festgestellt werden (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,001$ ). Fälle mit Stoffwechselstörung wiesen eine längere Dauer der Vakuumversiegelung auf ( $M = 12,30$  Tage,  $Median = 11,50$  Tage) als Fälle ohne Stoffwechselstörung ( $M = 8,93$  Tage,  $Median = 6,00$  Tage; vgl. Tab. 32/ visualisiert in Abb. 53).

**Tabelle 32. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität.**

Stoffwechselstörung	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
ja	64	12,30	8,00	11,50	41,00	2,00	43,00
nein	118	8,93	6,83	6,00	37,00	1,00	38,00
Insgesamt	182	10,12	7,42	7,00	42,00	1,00	43,00

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 182$ ,  $n = 26$  Fälle fehlend).



**Abbildung 53. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer Stoffwechselstörung als Komorbidität.**

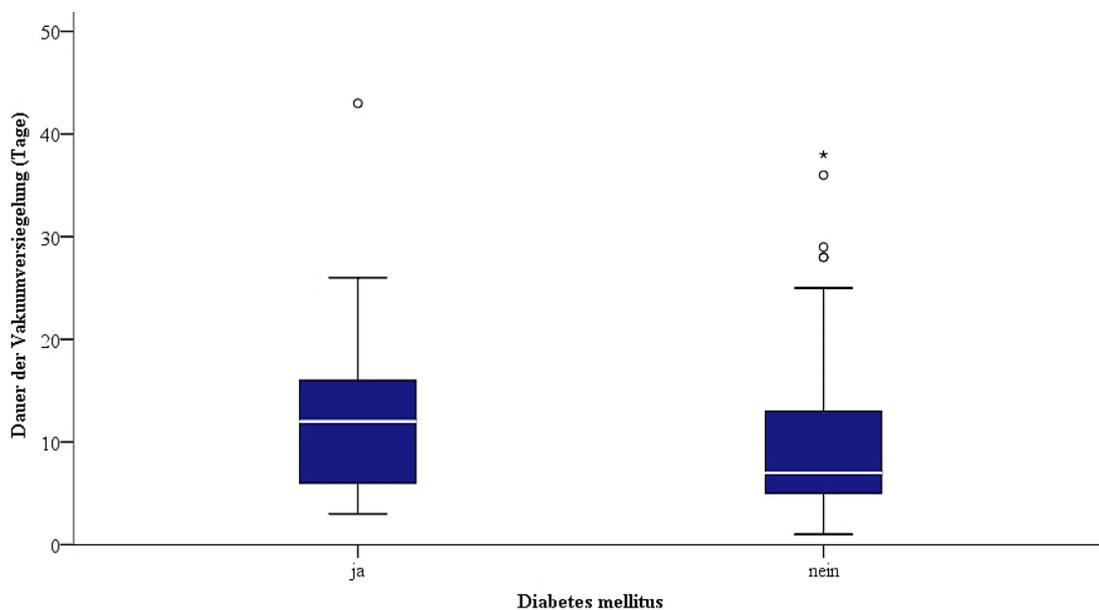
$p = 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 182$ ,  $n = 26$  Fälle fehlend.

Bei der Dauer der Vakuumversiegelung (in Tagen) abhängig vom Vorliegen eines Diabetes mellitus (ja/nein) bestand ebenfalls ein statistisch signifikanter Unterschied (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,003$ ). Die Fälle, in denen Patienten mit Diabetes mellitus mit der Unterdrucktherapie behandelt wurden, wiesen eine längere Dauer des stationären Aufenthalts auf ( $M = 12,87$  Tage,  $Median = 12$  Tage) als Fälle ohne Diabetes mellitus ( $M = 9,34$  Tage,  $Median = 7$ ; vgl. Tab. 33/ visualisiert in Abb. 54).

**Tabelle 33. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität.**

Diabetes mellitus	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
ja	41	12,78	8,28	12,00	40,00	3,00	43,00
nein	141	9,34	6,99	7,00	37,00	1,00	38,00
Insgesamt	182	10,12	7,42	7,00	42,00	1,00	43,00

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,003$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend).



**Abbildung 54. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen eines Diabetes mellitus als Komorbidität.**

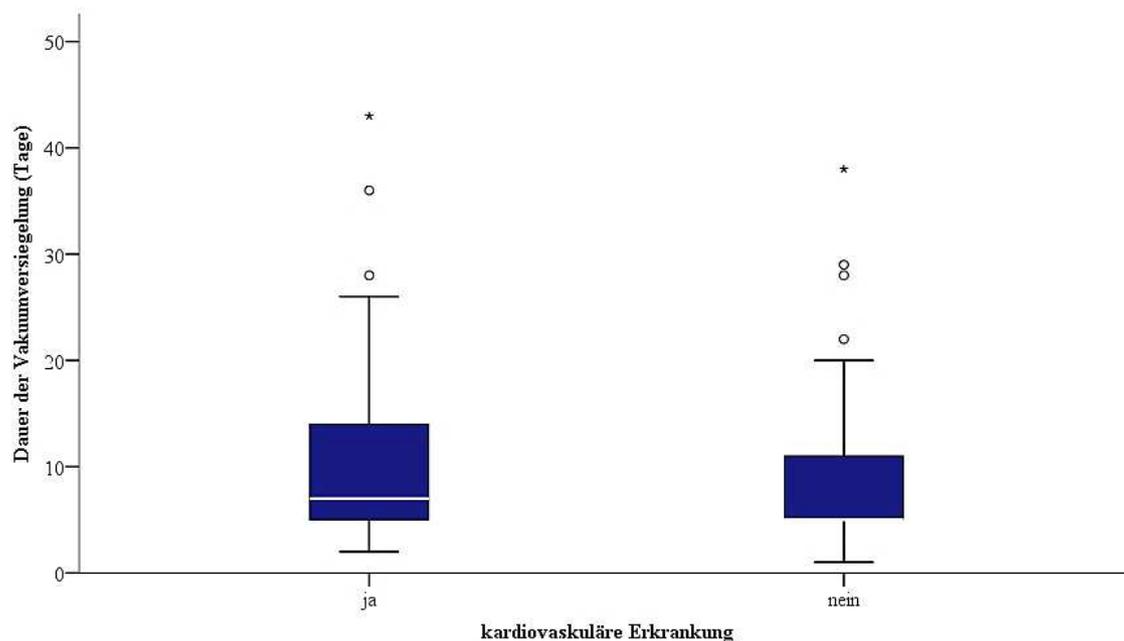
$p = 0,003$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend.

Die Dauer der Vakuumversiegelung (in Tagen) war ebenso abhängig vom Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung (ja/nein; Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,019$ ). Fälle mit kardiovaskulärer Erkrankung wiesen eine längere Dauer der Vakuumversiegelung auf ( $M = 10,63$  Tage,  $Median = 7$  Tage) als Fälle ohne kardiovaskuläre Erkrankung ( $M = 8,78$  Tage,  $Median = 5$  Tage; vgl. Tab. 34/ visualisiert in Abb. 55).

**Tabelle 34. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität.**

Kardiovaskuläre Erkrankung	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
ja	131	10,63	7,32	7,00	41,00	2,00	43,00
nein	51	8,78	7,59	5,00	37,00	1,00	38,00
Insgesamt	182	10,12	7,42	7,00	42,00	1,00	43,00

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,019$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend).



**Abbildung 55. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung als Komorbidität.**

$p = 0,019$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend.

In der Verteilung der Dauer der Vakuumversiegelung über die Kategorien CVI ( $p = 0,725$ ), pAVK ( $p = 0,880$ ) und Adipositas ( $p = 0,616$ ) konnten keine signifikanten

Unterschied festgestellt werden. Das Vorliegen einer solchen Komorbidität wirkte sich nicht auf die Dauer der Vakuumversiegelung aus.

#### 4.2.12 Dauer des stationären Aufenthalts nach Alter der Patienten

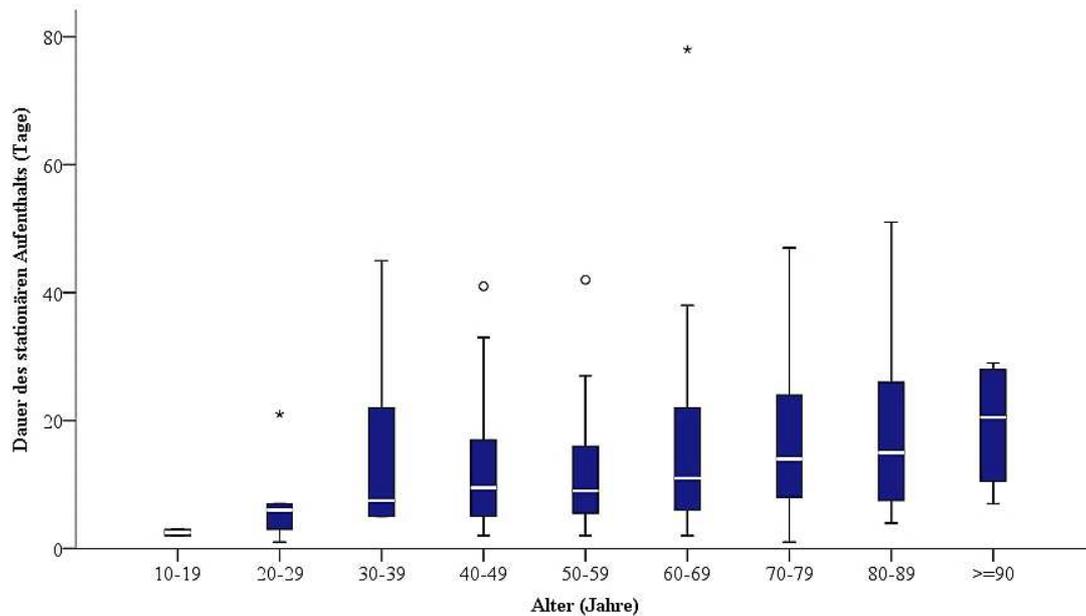
War die Dauer des stationären Aufenthalts vom Alter der Patienten abhängig?

Beim Vergleich der Dauern des stationären Aufenthalts in Abhängigkeit vom Alter der Patienten (Patienten wurden ihrem Alter entsprechend Altersgruppen zugeordnet) zeigte sich ein signifikanter Unterschied (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,031$ ). Beim paarweisen Vergleich der Kategorien konnten mittels post-hoc-Analyse keine einzelnen Kategorien festgestellt werden, die sich statistisch signifikant unterschieden. Die Gesamtverteilung war insofern auffällig, dass eine kontinuierliche Zunahme der Länge des stationären Aufenthalts von 2,50 Tagen bei unter 19-jährigen und über 20,50 Tagen bei über 90-jährigen Patienten beobachtet werden konnte (vgl. Tab. 35/ visualisiert in Abb. 56).

**Tabelle 35. Stationäre Aufenthaltsdauer gruppiert nach Alter der Patienten.**

Alter	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
10-19 Jahre	2	2,50	,71	*2,50	1,00	2,00	3,00
20-29 Jahre	5	7,60	7,86	*6,00	20,00	1,00	21,00
30-39 Jahre	6	15,33	15,91	*7,50	40,00	5,00	45,00
40-49 Jahre	20	12,95	10,92	*9,50	39,00	2,00	41,00
50-59 Jahre	23	12,13	9,18	*9,00	40,00	2,00	42,00
60-69 Jahre	35	16,00	14,79	*11,00	76,00	2,00	78,00
70-79 Jahre	65	16,66	10,56	*14,00	46,00	1,00	47,00
80-89 Jahre	48	17,12	10,85	*15,00	47,00	4,00	51,00
>=90 Jahre	4	19,25	10,53	*20,50	22,00	7,00	29,00
Insgesamt	208	15,46	11,50	13,00	77,00	1,00	78,00

Anmerkung: Angaben in Tagen. Patienten wurden in Altersgruppen eingeordnet ( $p = 0,031$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle). Auffällige Werte mit \* gekennzeichnet.



**Abbildung 56. Stationäre Aufenthaltsdauer gruppiert nach Alter der Patienten.**

Patienten wurden in Altersgruppen eingeordnet ( $p = 0,031$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).

#### 4.2.13 Dauer des stationären Aufenthalts nach Pumpensystem

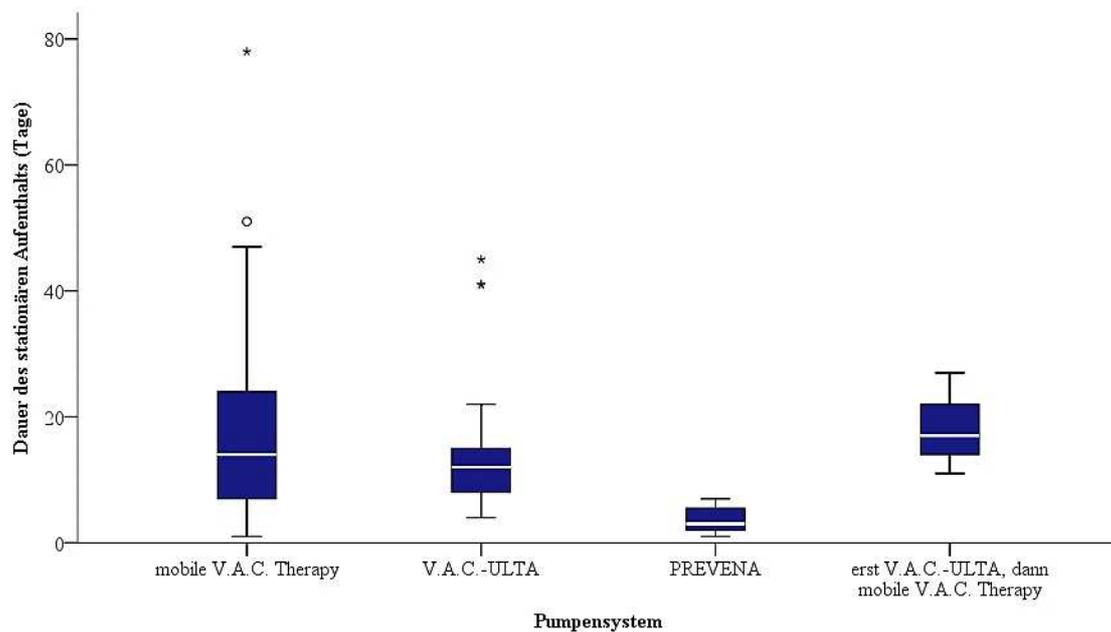
War die Dauer des stationären Aufenthalts vom Vakuumsystem abhängig?

Es bestand ein statistisch signifikanter Unterschied innerhalb der Dauern des stationären Aufenthalts in Bezug auf die Vakuumpumpe (Kruskal-Wallis-Test:  $p < 0,001$ ). Mittels post-hoc-Analyse konnte festgestellt werden, dass es die Kategorien PREVENA™ und V.A.C.-ULTA™, PREVENA™ und mobile V.A.C.® Therapy sowie PREVENA™ und ‚erst V.A.C.-ULTA™, dann mobile V.A.C.® Therapy‘ waren, die sich statistisch signifikant unterschieden. Die Fälle, die mit der PREVENA™ behandelt wurden, waren im Mittel 3,75 Tage (*Median* = 3 Tage) stationär aufgenommen, alle anderen Fälle deutlich länger: Patienten mit mobiler V.A.C.® Therapy im Mittel 16,44 Tage (*Median* = 14 Tage), Patienten mit V.A.C.-ULTA™ im Mittel 15 Tage (*Median* = 12 Tage) und Patienten, die erst mit der V.A.C.-ULTA™ und dann mit der mobilen V.A.C.® Therapy behandelt wurden im Mittel 18,33 Tage (*Median* = 17 Tage; vgl. Tab. 36/ visualisiert in Abb. 57).

**Tabelle 36. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Pumpensystem.**

Vakuumpumpe	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
mobile V.A.C. ® Therapy	166	16,44	11,54	14,00	77,00	1,00	78,00
V.A.C.-ULTA ™	25	15,00	11,53	12,00	41,00	4,00	45,00
**PREVENA ™	12	3,75	2,05	3,00	6,00	1,00	7,00
erst V.A.C.-ULTA ™, dann mobile V.A.C. ® Therapy	3	18,33	8,08	17,00	16,00	11,00	27,00
Insgesamt	206	15,55	11,52	13,00	77,00	1,00	78,00

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 206$  Fälle,  $n = 2$  Fälle fehlend). Auffällige Variable mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 57. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Pumpensystem.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 206$  Fälle,  $n = 2$  Fälle fehlend. Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA ™, PREVENA ™, mobile V.A.C. ® Therapy.

### 4.3 Abhängigkeiten zur „Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie“

Im Folgenden wurde untersucht, ob Abhängigkeiten verschiedener gewählter Therapieparameter von der Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie bestehen. Dazu erfolgte eine Analyse möglicher einflussnehmender Therapieparameter (Schwamm, Vakuumpumpe, Sogmodus, Sogstärke, Instillationsparameter, Defektverschluss, Dermisersatz (Integra ®), Outcome, Dauer des stationären Aufenthalts, Dauer der Vakuumversiegelung, Anzahl der Schwammwechsel) in Bezug auf die Indikation in folgender Reihenfolge:

- 1.) Abhängigkeit des Schwammes von der Indikation:  
Unterschied sich die Wahl des Schwammtyps je nach Indikation?
- 2.) Abhängigkeit der Vakuumpumpe von der Indikation:  
Unterschied sich die Wahl des Vakuumsystems je nach Indikation?
- 3.) Abhängigkeit der Sogstärke und des Sogmodus von der Indikation:  
Wurden Sogmodus und Sogstärke je nach Indikation unterschiedlich gewählt?
- 4.) Abhängigkeit der Instillationsparameter von der Indikation:  
Unterschied sich die Einstellung der Instillationsparameter von der Indikation?
- 5.) Abhängigkeit des Defektverschlusses von der Indikation:  
War die Wahl des Defektverschlusses abhängig davon, aus welcher Indikation eine Unterdrucktherapie verwendet wurde?
- 6.) Abhängigkeit der Verwendung von Dermisersatz (Integra ®) von der Indikation:  
War die Verwendung eines Dermisersatzes (hier Integra ®) abhängig von der Indikation?
- 7.) Abhängigkeit des Outcome von der Indikation  
Ließen sich Abhängigkeiten bezüglich des Therapieerfolgs von der Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie ableiten?
- 8.) Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts von der Indikation:  
Unterschieden sich die Aufenthaltsdauern der Patienten je nach Indikation?
- 9.) Abhängigkeit der Dauer der Vakuumversiegelung von der Indikation:  
Gab es Unterschiede in der Dauer der Vakuumversiegelung je nach Indikation?
- 10.) Abhängigkeit der Anzahl der Schwammwechsel von der Indikation:  
Wurden Schwammwechsel unterschiedlich oft vorgenommen bei verschiedenen Indikationen?

## 4.3.1 Schwammtyp nach Indikation

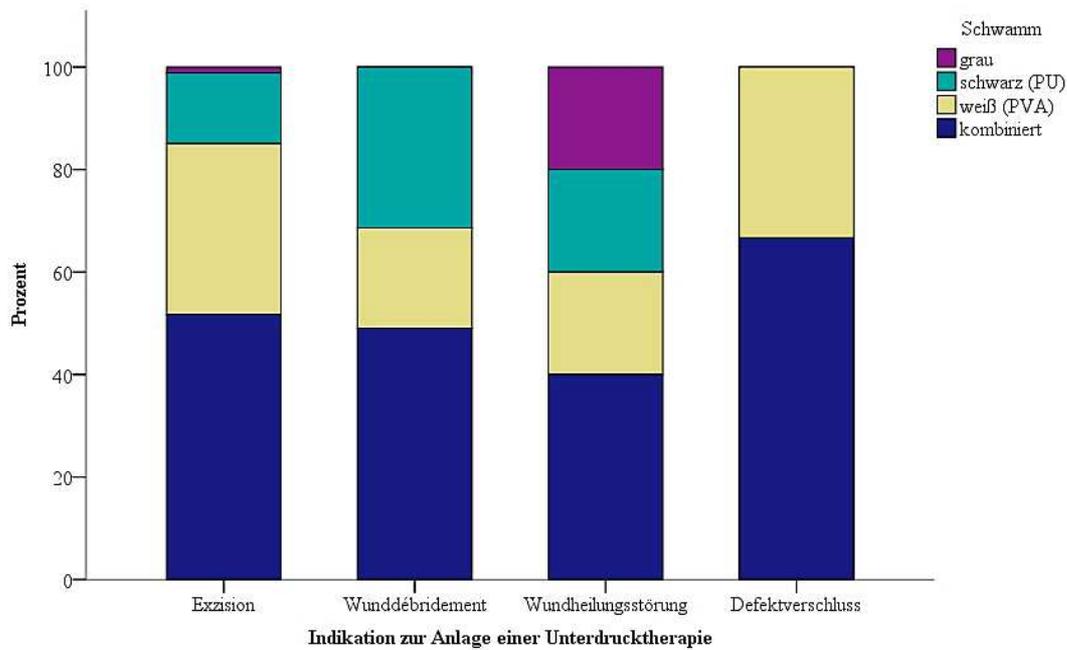
Unterschied sich die Wahl des Schwammtyps je nach Indikation?

Der Schwamm hing von der Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie ab (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Die kombinierte Form wurde bei allen Indikationen am häufigsten eingesetzt. Auffällig war, dass der PU- Schwamm in  $n = 16$  von 51 Fällen nach Wunddébridements eingesetzt wurde und damit häufiger als unabhängig der Indikation betrachtet (31,4 % zu 15,7 %). Zum Defektverschluss wurde der PU-Schwamm nie verwendet. Am zweithäufigsten wurde nach Exzisionen der PVA-Schwamm gewählt (33,3 %), ebenso zum Defektverschluss (33,3 %). Der PVA-Schwamm wurde bei diesen Indikationen, verglichen mit seinem allgemeinen Einsatz, (29,2 %) häufiger eingesetzt (vgl. Tab. 37/ visualisiert in Abb. 58).

**Tabelle 37. Schwamm in Abhängigkeit von der Indikation.**

Schwamm		Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie				Gesamt
		Exzision	Wunddébridement	Wundheilungsstörung	Defektverschluss	
schwarz (PU)	Anzahl	12	**16	1	**0	29
	%	13,8%	31,4%	20,0%	0,0%	15,7%
weiß (PVA)	Anzahl	**29	10	1	**14	54
	%	33,3%	19,6%	20,0%	33,3%	29,2%
grau	Anzahl	1	0	1	0	2
	%	1,1%	0,0%	20,0%	0,0%	1,1%
kombiniert	Anzahl	45	25	2	28	100
	%	51,7%	49,0%	40,0%	66,7%	54,1%
Gesamt	Anzahl	87	51	5	42	185
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Indikation (Gesamtzahl  $n = 185$  Fälle,  $n = 21$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 58. Schwamm in Abhängigkeit von der Indikation.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 185$  Fälle,  $n = 21$  Fälle fehlend.

#### 4.3.2 Pumpensystem nach Indikation

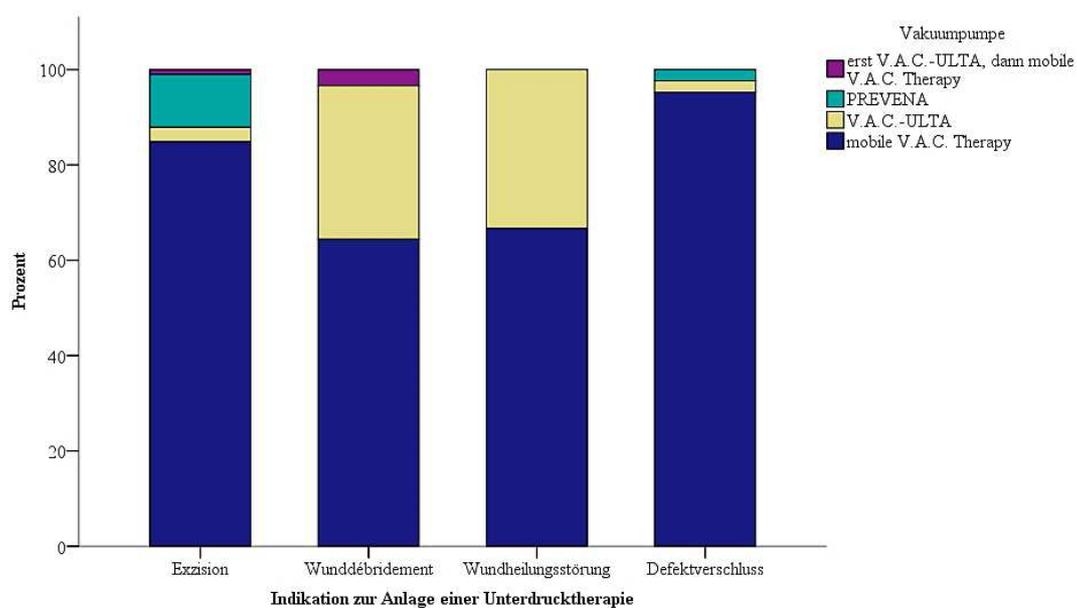
Unterschied sich die Wahl des Vakuumsystems je nach Indikation?

Die eingesetzten Unterdrucktherapiesysteme hingen von den entsprechenden Indikationen zur Anlage einer Unterdrucktherapie ab (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Die mobile V.A.C.® Therapy wurde sowohl nach Exzisionen ( $n = 84$  von 99 Fällen; 84,8 %), nach Wunddebridements ( $n = 38$  von 59 Fällen; 64,4 %), bei Wundheilungsstörungen ( $n = 4$  von 6 Fällen; 66,7 %) als auch zum Defektverschluss ( $n = 40$  von 42 Fällen; 95,2 %) am häufigsten eingesetzt. Bei Wunddebridements ( $n = 19$  von 59 Fällen; 32,2 %) und bei Wundheilungsstörungen ( $n = 2$  von 6 Fällen, 33,3 %) stellte die V.A.C.-ULTA™ das am zweithäufigsten eingesetzte Therapiesystem dar und überstieg bei diesen Indikationen ihren Einsatz unabhängig von der Indikation betrachtet (12,1 %). Zudem fiel auf, dass die V.A.C.-ULTA™ insgesamt in  $n = 25$  Fällen Anwendung fand, wovon  $n = 19$  auf Wunddebridements entfielen. Die PREVENA™ wurde fast ausschließlich nach Exzisionen verwendet ( $n = 11$  von 12 Fällen mit PREVENA™; vgl. Tab. 38/ visualisiert in Abb. 59).

**Tabelle 38. Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Indikation.**

Vakuumpumpe		Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie				Gesamt
		Exzision	Wunddebridement	Wundheilungsstörung	Defektverschluss	
mobile V.A.C.® Therapy	Anzahl	84	38	4	40	166
	%	84,8%	64,4%	66,7%	95,2%	80,6%
V.A.C.-ULTA™	Anzahl	3	**19	**2	1	25
	%	3,0%	32,2%	33,3%	2,4%	12,1%
PREVENA™	Anzahl	**11	0	0	1	12
	%	11,1%	0,0%	0,0%	2,4%	5,8%
erst V.A.C.-ULTA™, dann mobile V.A.C.® Therapy	Anzahl	1	2	0	0	3
	%	1,0%	3,4%	0,0%	0,0%	1,5%
Gesamt	Anzahl	99	59	6	42	206
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie (Gesamtzahl  $n = 206$ ,  $n = 2$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 59. Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Indikation.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 206$ ,  $n = 2$  Fälle fehlend. Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA™, PREVENA™, mobile V.A.C.® Therapy.

#### 4.3.3 SogEinstellungen nach Indikation

Wurden Sogmodus und Sogstärke je nach Indikation unterschiedlich gewählt?

Für die Therapieparameter Sogmodus und Sogstärke konnte keine Abhängigkeit von der Indikation beobachtet werden (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,053$  und  $p = 0,502$ ).

#### 4.3.4 Instillationsparameter nach Indikation

Unterschieden sich die Einstellungen der Instillationsparameter von der Indikation?

Das exakt angegebene Instillationsvolumen bei der Instillationstherapie hing nicht von der Indikation ab (Exakter Test nach Fisher:  $p = 1,0$ ). Allgemein fanden sich Angaben zum Instillationsvolumen lediglich bei der Indikation Wunddébridement. In  $n = 7$  Fällen betrug das Instillationsvolumen  $< 20$  ml, in  $n = 4$  Fällen  $20 - 50$  ml und in  $n = 1$  Fall  $> 50$  ml. In  $n = 11$  Fällen wurde das Instillationsvolumen nicht dokumentiert. Auch die Instillationsdauer hing nicht von der Indikation ab ( $p = 0,34$ ). Die verwendete Instillationslösung wurde nur bei den Indikationen Wunddébridement und Wundheilungsstörung dokumentiert. Bei der Prüfung auf Abhängigkeit von der Indikation konnte jedoch kein signifikanter Wert ( $p = 1,0$ ) ermittelt werden. Die Instillationstherapie wurde mit physiologischer Kochsalzlösung (NaCl) in  $n = 1$  Fall nach einem Wunddébridement durchgeführt. Polyhexanide (Lavasept® 0,02 %) wurden als Instillationslösung in  $n = 17$  Fällen nach Wunddébridements und in  $n = 2$  Fällen bei Wundheilungsstörungen verwendet.

#### 4.3.5 Art des Defektverschlusses nach Indikation

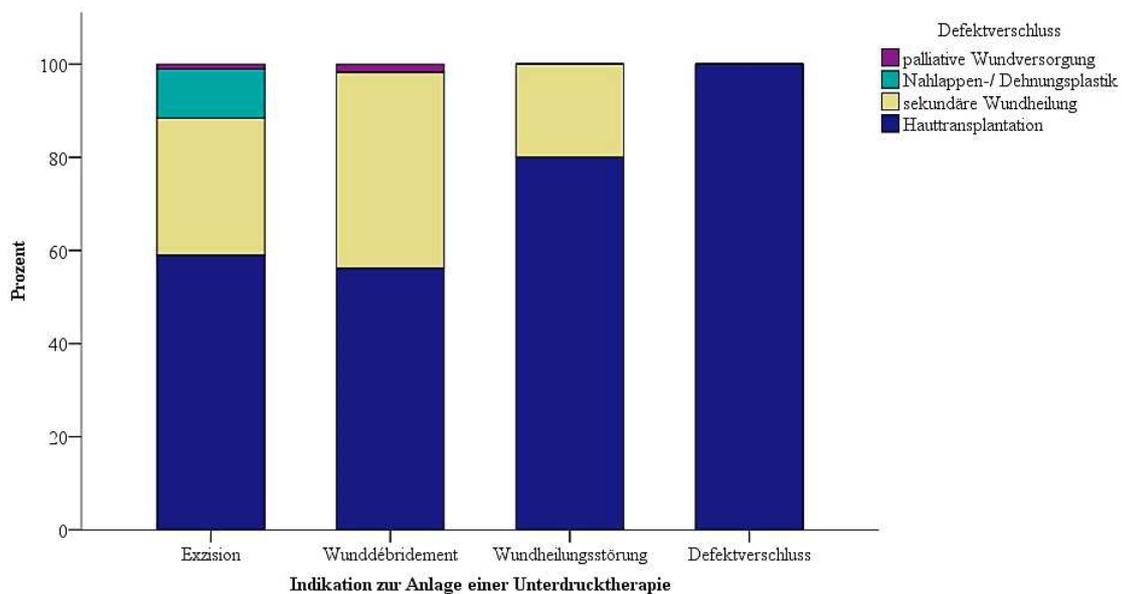
War die Wahl des Defektverschlusses abhängig davon, aus welcher Indikation eine Unterdrucktherapie verwendet wurde?

Der Defektverschluss war abhängig von der Indikation (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Dabei stellte die Hauttransplantation bei allen Indikationen die häufigste Form des Defektverschlusses dar. Weiterhin auffällig war, dass eine sekundäre Wundheilung als Defektverschluss nach Wunddébridements zu 42,1 % gewählt wurde und damit häufiger als unabhängig der Indikation betrachtet (26,4 %). In den Fällen, deren Indikation lediglich der Defektverschluss war, wurde zu 100 % eine Hauttransplantation als Defektverschluss verwendet. Eine Nahlappen-/ Dehnungsplastik wurde in  $n = 10$  von 10 Fällen nur nach Exzisionen vorgenommen (vgl. Tab. 39/ visualisiert in Abb. 60).

**Tabelle 39. Defektverschluss in Abhängigkeit von der Indikation.**

Defektverschluss		Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie				Gesamt
		Exzision	Wunddebridement	Wundheilungsstörung	Defektverschluss	
Hauttransplantation	Anzahl	56	32	4	**44	136
	%	58,9%	56,1%	80,0%	100,0%	67,7%
Nahlappen-/ Dehnungsplastik	Anzahl	10	0	0	0	10
	%	10,5%	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%
sekundäre Wundheilung	Anzahl	28	**24	1	0	53
	%	29,5%	42,1%	20,0%	0,0%	26,4%
palliative Wundversorgung	Anzahl	1	1	0	0	2
	%	1,1%	1,8%	0,0%	0,0%	1,0%
Gesamt	Anzahl	95	57	5	44	201
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie (Gesamtzahl  $n = 201$ ,  $n = 7$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 60. Defektverschluss in Abhängigkeit von der Indikation.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 201$ ,  $n = 7$  Fälle fehlend.

## 4.3.6 Verwendung eines Dermisersatzes nach Indikation

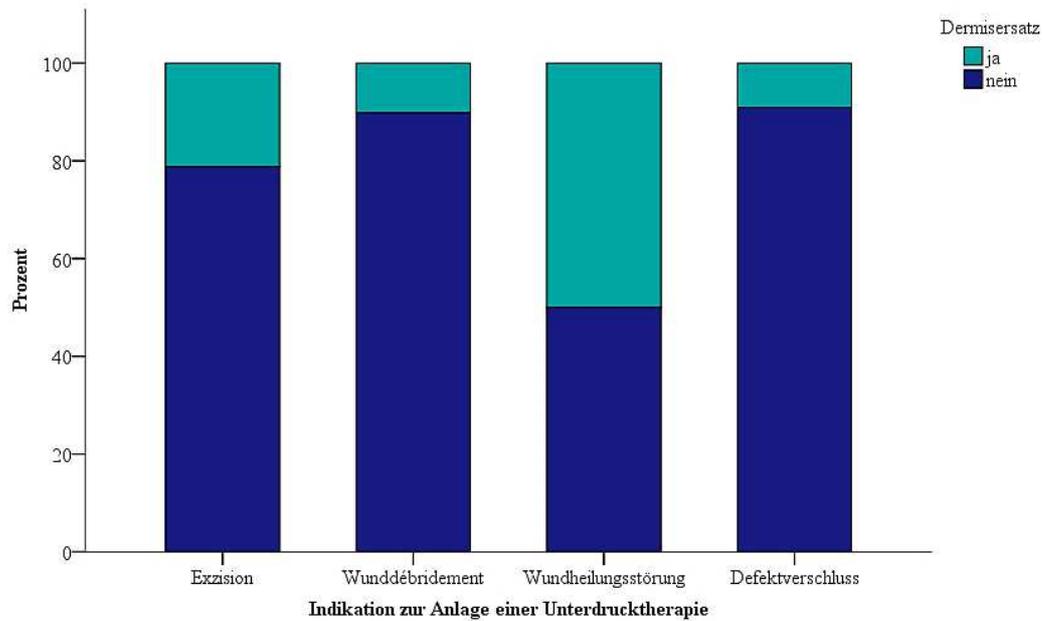
War die Verwendung eines Dermisersatzes (Integra ®) abhängig von der Indikation?

Es zeigte sich, dass eine Abhängigkeit der Verwendung von Dermisersatzverfahren (hier: Integra ®) von der Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie bestand (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,022$ ). Integra ® wurde im Rahmen der Wundkonditionierung für den Defektverschluss nach Exzisionen zu 21,2 % ( $n = 21$  von 99 Fällen), nach Wunddebridements zu 10,6 % ( $n = 6$  von 59 Fällen), bei Wundheilungsstörungen zu 50 % ( $n = 3$  von 6 Fällen) und zum Defektverschluss zu 9,1% ( $n = 4$  von 44 Fälle) eingesetzt. Die meisten Anwendungen fanden sich nach Exzisionen ( $n = 21$  von 34 Fällen; vgl. Tab. 40/ visualisiert in Abb. 61).

**Tabelle 40. Verwendung von Integra ® in Abhängigkeit von der Indikation.**

Dermisersatz (Integra ®)		Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie				Gesamt
		Exzision	Wunddebridement	Wundheilungsstörung	Defektverschluss	
ja	Anzahl	*21	6	3	4	34
	%	21,2%	10,2%	50,0%	9,1%	16,3%
nein	Anzahl	78	53	3	40	174
	%	78,8%	89,8%	50,0%	90,9%	83,7%
Gesamt	Anzahl	99	59	6	44	208
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,022$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie (Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle). Auffälliger Wert mit \* gekennzeichnet.



**Abbildung 61. Verwendung von Integra® in Abhängigkeit von der Indikation.**

$p = 0,022$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

#### 4.3.7 Outcome nach Indikation

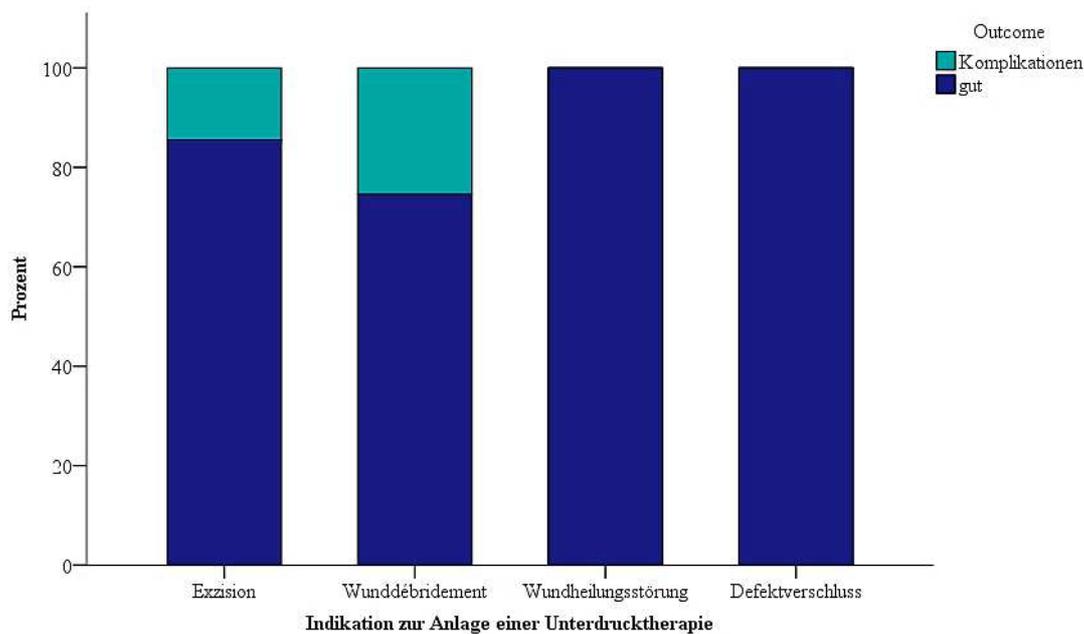
Ließen sich Abhängigkeiten bezüglich des Therapieerfolgs von der Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie ableiten?

Es wurde deutlich, dass der Therapieerfolg (Outcome) von der Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie abhängig war (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,001$ ). Komplikationen wurden nach Exzisionen zu 14,4 % ( $n = 13$  von 90 Fällen) und nach Wunddébridements zu 25,5 % ( $n = 14$  von 55 Fällen) dokumentiert. Ausschließlich ein guter Outcome wurde sowohl bei Wundheilungsstörungen als auch, wenn lediglich der Defektverschluss erfolgte, erzielt (vgl. Tab. 41/visualisiert in Abb. 62).

**Tabelle 41. Outcome in Abhängigkeit von der Indikation.**

Outcome		Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie				Gesamt
		Exzision	Wunddebridement	Wundheilungsstörung	Defektverschluss	
gut	Anzahl	77	41	**4	**42	164
	%	85,6%	74,5%	100,0%	100,0%	85,9%
Komplikationen	Anzahl	**13	**14	0	0	27
	%	14,4%	25,5%	0,0%	0,0%	14,1%
Gesamt	Anzahl	90	55	4	42	191
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie (Gesamtzahl  $n = 191$ ,  $n = 17$  fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 62. Outcome in Abhängigkeit von der Indikation.**

$p = 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 191$ ,  $n = 17$  fehlend.

Bei genauerer Betrachtung der Komplikationen (Nekrose, mangelnde Wundgranulation, Non-Compliance, Undichtigkeit, Infektion, Blutung) konnte in Bezug auf die Indikation

kein signifikanter Wert ermittelt werden (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,154$ ). Hier bestand keine Abhängigkeit.

#### 4.3.8 Dauer des stationären Aufenthalts nach Indikation

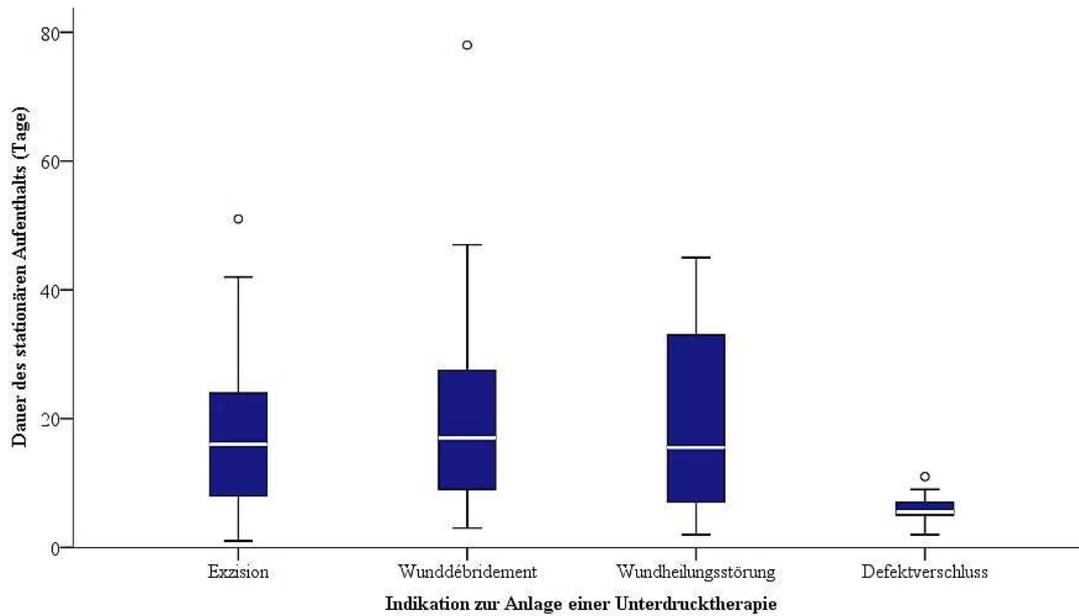
Unterschieden sich die Aufenthaltsdauern der Patienten je nach Indikation?

Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied innerhalb der Dauer des stationären Aufenthalts je nach Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie (Kruskal-Wallis-Test:  $p < 0,001$ ). Dabei waren es die Kategorien Defektverschluss und Exzision, Defektverschluss und Wundheilungsstörung sowie Defektverschluss und Wunddébridement, die sich statistisch signifikant unterschieden. In Fällen, in denen lediglich ein Defektverschluss erfolgte, wurden die Patienten im Mittel nach 6 Tagen (*Median* = 5,50 Tage) wieder entlassen. Exzision, Wunddébridement und Wundheilungsstörung zeigen mittlere Aufenthaltsdauern von gerundet 16 bis 20 Tagen (Mediane zwischen 15 und 17 Tagen; vgl. Tab. 42/ visualisiert in Abb. 63).

**Tabelle 42. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Indikation.**

Indikation	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
Exzision	99	16,84	10,46	16,00	50	1	51
Wunddébridement	59	19,76	13,07	17,00	75	3	78
Wundheilungsstörung	6	19,67	16,37	15,50	43	2	45
**Defektverschluss	44	6,00	1,54	5,50	9	2	11
Insgesamt	208	15,46	11,50	13,00	77	1	78

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle). Auffällige Variable mit \*\* gekennzeichnet



**Abbildung 63. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Indikation.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

#### 4.3.9 Dauer der Vakuumversiegelung nach Indikation

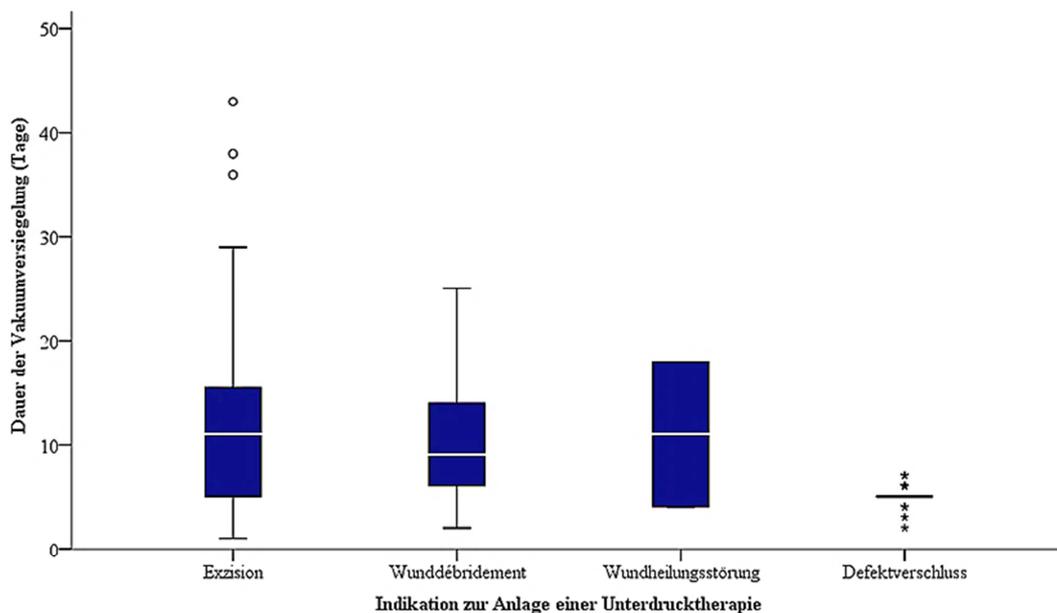
Gab es Unterschiede in der Dauer der Vakuumversiegelung je nach Indikation?

Die Dauer der Vakuumversiegelung ergab beim Vergleich über die Kategorie Indikation mittels Kruskal-Wallis-Test einen signifikanten Wert ( $p < 0,001$ ). Beim paarweisen Vergleich der Kategorien konnte mittels post-hoc-Analyse festgestellt werden, dass es die Kategorien Defektverschluss und Exzision sowie Defektverschluss und Wunddébridement waren, die sich statistisch signifikant unterschieden. Zum Defektverschluss angelegte Unterdruckverbände wurden im Mittel nach 5 Tagen wieder entfernt. Nach Exzisionen und Wunddébridements und zur Behandlung von Wundheilungsstörungen erhielten die Patienten Unterdruckverbände für im Mittel 10 bis 12 Tage (Mediane zwischen 9 und 11 Tagen; vgl. Tab. 43/ visualisiert in Abb. 64).

**Tabelle 43. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Indikation.**

Indikation	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
Exzision	80	12,38	8,78	11,00	42	1	43
Wunddebridement	55	10,75	6,25	9,00	23	2	25
Wundheilungsstörung	4	11,00	8,08	11,00	14	4	18
**Defektverschluss	43	5,02	,80	5,00	5	2	7
Insgesamt	182	10,12	7,42	7,00	42	1	43

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend). Auffällige Variable mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 64. Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach Indikation.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend.

#### 4.3.10 Anzahl der Schwammwechsel nach Indikation

Wurden die Wechsel unterschiedlich oft vorgenommen bei verschiedenen Indikationen?

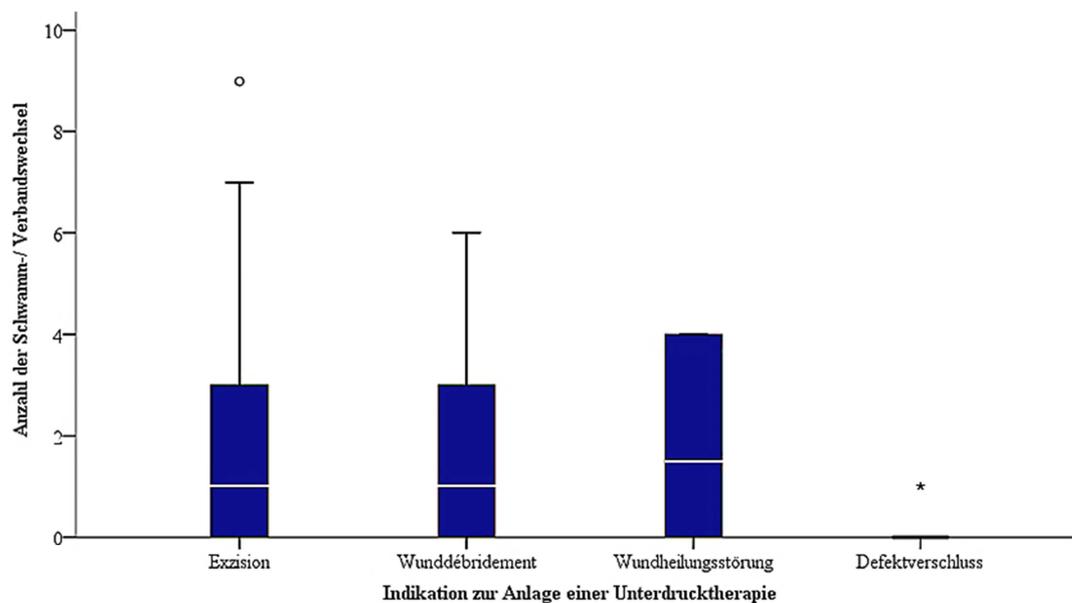
Die Anzahl der Schwamm-/ Verbandswechsel war von der Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie abhängig (Kruskal-Wallis-Test:  $p < 0,001$ ). Mittels post-hoc-Analyse konnte festgestellt werden, dass es die Kategorien Defektverschluss und

Exzision sowie Defektverschluss und Wunddébridement waren, die sich statistisch signifikant unterschieden. Nach Exzisionen wurde der Vakuumverband im Mittel 1,79-mal (*Median* = 1), nach Wunddébridements 1,66-mal (*Median* = 1) und bei Wundheilungsstörungen als Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie im Mittel 1,83-mal (*Median* = 2,04) gewechselt. Beim Defektverschluss ergab sich eine mittlere Anzahl der Wechsel von 0,02. Es erfolgte hier in der Regel kein Wechsel des Verbandes. Dieser wurde nur über wenige Tage angelegt (vgl. Tab. 44/ visualisiert in Abb. 65).

**Tabelle 44. Anzahl der Schwammwechsel in Abhängigkeit von der Indikation.**

Indikation	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
Exzision	99	1,79	1,98	1,00	9	0	9
Wunddébridement	59	1,66	1,57	1,00	6	0	6
Wundheilungsstörung	6	1,83	2,04	1,50	4	0	4
**Defektverschluss	44	0,02	0,15	0,00	1	0	1
Insgesamt	208	1,38	1,77	1,00	9	0	9

Anmerkung:  $p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle. Auffällige Variable mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 65. Anzahl der Schwammwechsel in Abhängigkeit von der Indikation.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

#### 4.4 Abhängigkeiten zur Diagnose im Rahmen der Unterdrucktherapie

Analog zum vorhergehenden Kapitel zur Indikation finden sich hier Untersuchungen darüber, ob Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Therapieparametern und Therapieverläufen von der Diagnose der Patienten bestanden. Es erfolgte eine Analyse möglicher einflussnehmender Therapieparameter (Schwammtyp, Vakuumpumpe, Sogmodus, Sogstärke, Instillationsparameter, Defektverschluss, Dermisersatz (Integra®), Outcome, Dauer des stationären Aufenthalts, Dauer der Vakuumversiegelung, Anzahl der Schwammwechsel) in folgender Reigenfolge:

- 1.) Abhängigkeit des Schwammes von der Diagnose:  
Hatte die Diagnose Einfluss auf die Wahl des Schwammtyps?
- 2.) Abhängigkeit der Vakuumpumpe von der Diagnose:  
Hatte die Diagnose Einfluss auf die Wahl des Vakuumsystems?
- 3.) Abhängigkeit von Sogmodus und –stärke von der Diagnose:  
Hing die Einstellung von Sogmodus und –stärke von der Diagnose ab?
- 4.) Abhängigkeit der Instillationsparameter von der Diagnose:  
Hing die Einstellung bestimmter Instillationsparameter von der Diagnose ab?
- 5.) Abhängigkeit des Defektverschlusses von der Diagnose:  
Beeinflusste die Diagnose die Art des Defektverschlusses?
- 6.) Abhängigkeit der Verwendung von Dermisersatz (Integra®) von der Diagnose:  
Wurde ein Dermisersatz (hier Integra®) abhängig von der Diagnose verwendet?
- 7.) Abhängigkeit des Outcomes von der Diagnose:  
Stand der Therapieerfolg (Outcome) in Zusammenhang mit der Diagnose?
- 8.) Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts von der Diagnose:  
War die Dauer des stationären Aufenthalts abhängig von der Diagnose?
- 9.) Abhängigkeit der Dauer der Vakuumversiegelung von der Diagnose:  
War die Dauer der Vakuumversiegelung abhängig von der Diagnose?
- 10.) Abhängigkeit der Anzahl der Schwammwechsel von der Diagnose:  
War die Anzahl der Schwammwechsel abhängig von der Diagnose?
- 11.) Zusammenhang der Diagnose mit der Indikation

Innerhalb dieses Kapitels wurden die Diagnosen in „Malignome“, „Ulkus (cruris)“ und „andere“ gruppiert. Die Kategorie „Malignome“ enthält die Diagnosen Melanom, Karzinom und Sarkom.

## 4.4.1 Schwammtyp nach Diagnose

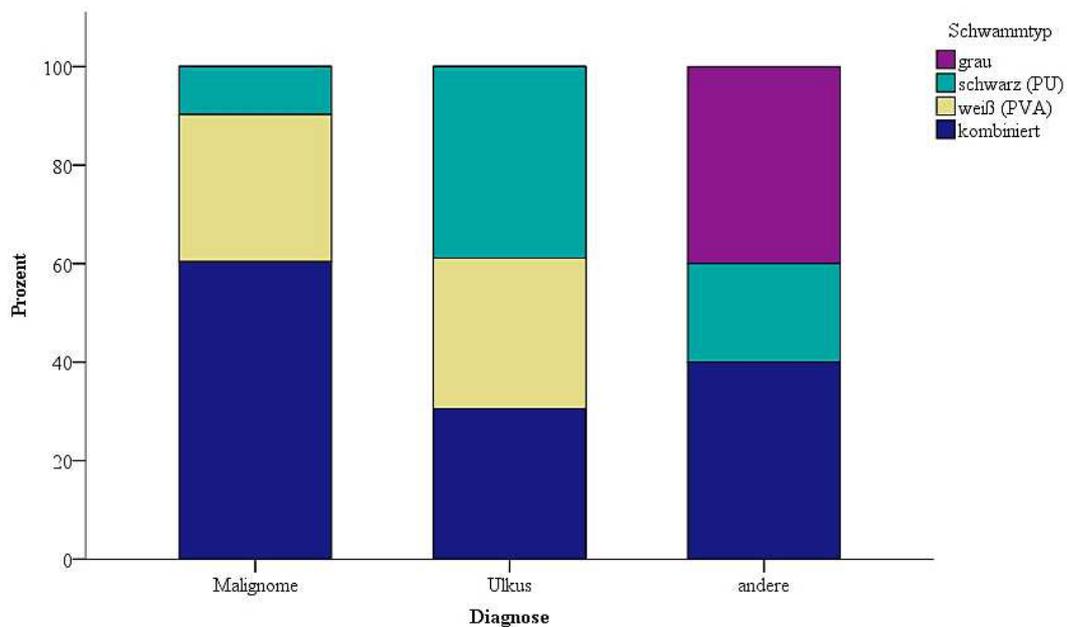
Hatte die Diagnose Einfluss auf die Wahl des Schwammtyps?

In der Analyse wurde ersichtlich, dass die Wahl des Schwammes von der Diagnose abhing (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Die Kombination der Schwämme wurde bei den Malignomen in  $n = 87$  von 144 Fällen (60,4 %) und damit am häufigsten gewählt. Ein Ulkus cruris wurde bei  $n = 14$  Patienten von 36 Patienten mit Ulkus cruris mit dem PU-Schwamm behandelt (38,9 %). Auf die Gesamtzahl der verwendeten PU-Schwämme gesehen ( $n = 29$ ), entfallen knapp die Hälfte der Anwendungen dieses Schwammtyps auf die Diagnose Ulkus cruris ( $n = 14$  von 29). Der PU-Schwamm wurde bei Ulzerationen häufiger verwendet als unabhängig der Diagnose betrachtet (15,7 %). Zu je gleichen Anteilen (30,6%) wurde das Ulkus cruris mit dem PVA-Schwamm und der kombinierten Form versorgt. Der graue Schwamm wurde ausschließlich bei anderen selten vorkommenden Diagnosen (Keloid, Acne Inversa) gewählt (vgl. Tab. 45/ visualisiert in Abb. 66).

**Tabelle 45. Schwamm in Abhängigkeit von der Diagnose.**

			Diagnose			Gesamt
			Malignome	Ulkus	andere	
Schwamm	schwarz (PU)	Anzahl	14	**14	1	29
		%	9,7%	38,9%	20,0%	15,7%
	weiß (PVA)	Anzahl	43	11	0	54
		%	29,9%	30,6%	0,0%	29,2%
	grau	Anzahl	0	0	2	2
		%	0,0%	0,0%	40,0%	1,1%
	kombiniert	Anzahl	**87	11	2	100
		%	60,4%	30,6%	40,0%	54,1%
Gesamt		Anzahl	144	36	5	185
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Diagnose (Gesamtzahl  $n = 185$  Fälle,  $n = 23$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 66. Schwamm in Abhängigkeit von der Diagnose.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 185$  Fälle,  $n = 23$  Fälle fehlend.

#### 4.4.2 Pumpensystem nach Diagnose

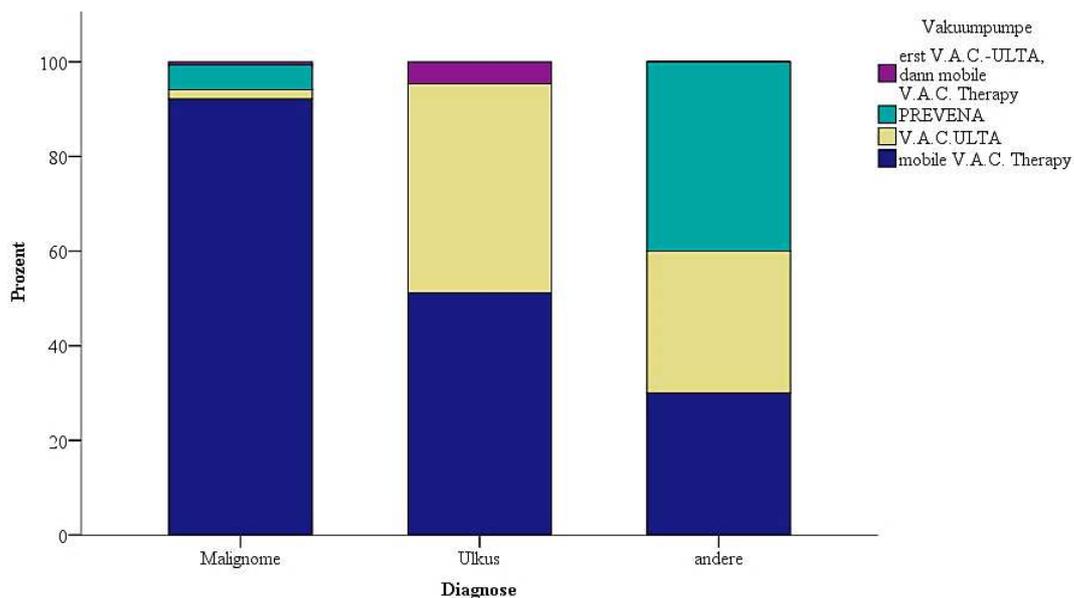
Hatte die Diagnose Einfluss auf die Wahl des Vakuumsystems?

Hinsichtlich der Wahl des Pumpensystems wurde deutlich, dass auch die Wahl der Vakuumpumpe von der Diagnose abhing (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Es wurden  $n = 141$  von 153 Malignomen mit der mobilen V.A.C.® Therapy behandelt, was 92,2 % entspricht und damit mehr als dem durchschnittlichen Gebrauch dieses Therapiesystems (80,6 %). Nur 5,2 % der Malignome wurden mit der PREVENA™ und 2 % mit der V.A.C.-ULTA™ versorgt. Das Ulkus cruris wurde in  $n = 22$  von 43 Fällen mittels mobiler V.A.C.® Therapy (51,2 %) und in  $n = 19$  von 43 Fällen mittels V.A.C.-ULTA™ behandelt (44,2 %). Beim Ulkus cruris wurde die V.A.C.-ULTA™ (Instillationstherapie) verhältnismäßig häufig verwendet (44,2 % zu 12,1 %). Innerhalb der Kategorie Vakuumpumpe wurde die V.A.C.-ULTA™ in  $n = 19$  von 25 Einsätzen beim Ulkus cruris eingesetzt, welches vorrangig mit der V.A.C.-ULTA™ behandelt. Die PREVENA™ fand beim dieser Diagnose keine Anwendung. Ein Wechsel von der V.A.C.-ULTA™ auf die mobile V.A.C.® Therapy gab es in  $n = 2$  Fällen beim Ulkus cruris und in  $n = 1$  Fall bei Malignomen. Bei „anderen“ Diagnosen verteilt sich die eingesetzte Vakuumpumpe auf die mobile V.A.C.® Therapy (30 %), die V.A.C.-ULTA™ (30 %) und die PREVENA™ (40 %), welche hier besonders häufig zum Einsatz kam (vgl. Tab. 46/ visualisiert in Abb. 67).

**Tabelle 46. Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Diagnose.**

			Diagnose			Gesamt
			Malignome	Ulkus	andere	
Vakuumpumpe	mobile V.A.C. ® Therapy	Anzahl	**141	22	3	166
		%	92,2%	51,2%	30,0%	80,6%
	V.A.C.-ULTA ™	Anzahl	3	**19	3	25
		%	2,0%	44,2%	30,0%	12,1%
PREVENA ™	Anzahl	8	0	**4	12	
	%	5,2%	0,0%	40,0%	5,8%	
	erst V.A.C.-ULTA ™, dann mobile V.A.C. ® Therapy	Anzahl	1	2	0	3
		%	0,7%	4,7%	0,0%	1,5%
Gesamt	Anzahl	153	43	10	206	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Diagnose (Gesamtzahl  $n = 206$  Fälle,  $n = 2$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 67. Vakuumpumpe in Abhängigkeit von der Diagnose.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 206$  Fälle,  $n = 2$  Fälle fehlend. Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA ™, PREVENA ™, mobile V.A.C. ® Therapy.

## 4.4.3 Sogmodus und Sogstärke nach Diagnose

Hingen die Einstellung von Sogmodus und –stärke von der Diagnose ab?

Bei den Therapieparametern Sogmodus ( $p = 0,286$ ) und Sogstärke ( $p = 0,416$ ) konnten mittels Exaktem Test nach Fisher keine signifikanten Zusammenhänge bezüglich der Diagnose beobachtet werden.

## 4.4.4 Instillationsparameter nach Diagnose

Hing die Einstellung bestimmter Instillationsparameter von der Diagnose ab?

Bei der Instillationstherapie waren weder die Instillationsdauer (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,381$ ) noch das Instillationsvolumen (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,417$ ) abhängig von der Diagnose. Ebenso bestand keine statistische Abhängigkeit der verwendeten Instillationslösung von der Diagnose (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,100$ ). Bezüglich der Instillationslösung fand sich in  $n = 20$  Fällen eine Dokumentation. Beim Ulkus cruris wurde ausschließlich Polyhexanidlösung als Instillationslösung verwendet. NaCl wurde in der Diagnosegruppe „andere“ einmal verwendet. In  $n = 1$  Fall mit Malignom wurde ebenfalls Polyhexanidlösung verwendet (vgl. Tab. 47/ auf eine Abbildung wurde bei geringer Relevanz verzichtet).

**Tabelle 47. Instillationslösung in Abhängigkeit von der Diagnose.**

			Diagnose			Gesamt
			Malignome	Ulkus	andere	
Instillations- lösung	Physiologische Kochsalzlösung (NaCl)	Anzahl	0	0	1	1
		%	0,0%	0,0%	100,0%	5,0%
	Polyhexanid (Lavasept ® 0,02%)	Anzahl	1	18	0	19
		%	100,0%	100,0%	0,0%	95,0%
Gesamt		Anzahl	1	18	1	20
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,100$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Diagnose (Gesamtzahl  $n = 20$  Fälle,  $n = 8$  Fälle mit Instillationstherapie fehlend).

## 4.4.5 Art des Defektverschlusses nach Diagnose

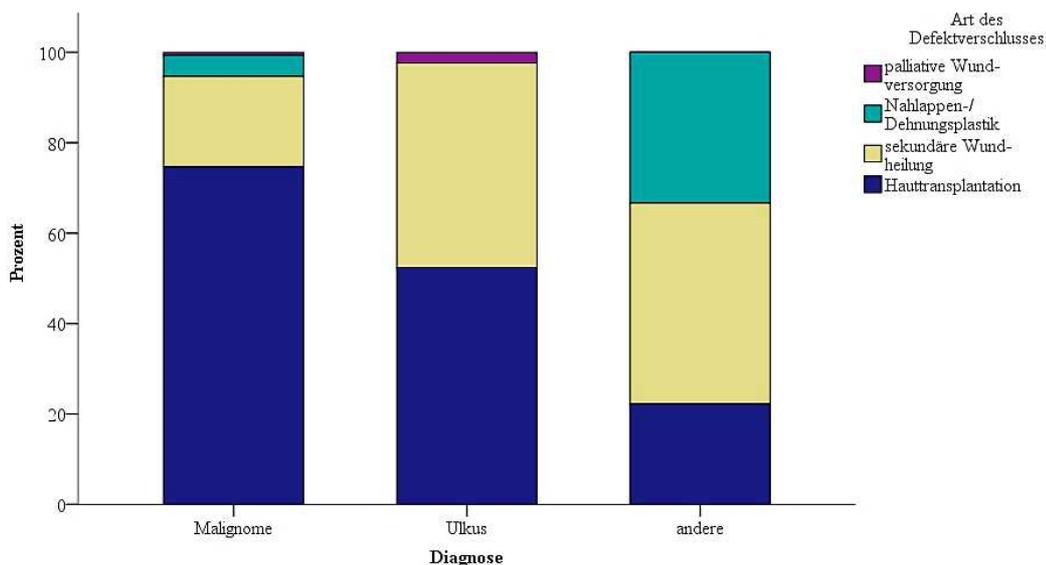
Beeinflusste die Diagnose die Art des Defektverschlusses?

Die Art des Defektverschlusses hing von der Diagnose ab (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Bei den Malignomen (74,7 %) und dem Ulkus cruris (52,4 %) stellte die Hauttransplantation die häufigste Form des Defektverschlusses dar. Bei den Malignomen wurde diese zudem häufiger verwendet als unabhängig der Diagnose betrachtet (67,7 %). Innerhalb der Diagnose Ulkus cruris fiel auf, dass die sekundäre Wundheilung in  $n = 19$  von 42 Fällen Anwendung fand (45,2 %). Ähnliche Verhältnisse fanden sich innerhalb der Diagnosegruppe „andere“ (44,4 % mit sekundärer Wundheilung). Bei beiden Diagnosen wurde sich verhältnismäßig oft für die sekundäre Wundheilung entschieden (verglichen mit 26,4 % ohne Berücksichtigung der Diagnose). Eine Nahlappen-/ Dehnungsplastik wurde beim Ulkus cruris nicht verwendet. Eine palliative Wundversorgung fand sich jeweils einmal bei Malignomen und beim Ulkus cruris (vgl. Tab. 48/ visualisiert in Abb. 68).

**Tabelle 48. Defektverschluss in Abhängigkeit von der Diagnose.**

			Diagnose			Gesamt
			Malignome	Ulkus	andere	
Defektverschluss	Hauttransplantation	Anzahl	**112	22	2	136
		%	74,7%	52,4%	22,2%	67,7%
	Nahlappen-/ Dehnungsplastik	Anzahl	7	0	3	10
		%	4,7%	0,0%	33,3%	5,0%
	sekundäre Wundheilung	Anzahl	30	**19	4	53
		%	20,0%	45,2%	44,4%	26,4%
	palliative Wundversorgung	Anzahl	1	1	0	2
		%	0,7%	2,4%	0,0%	1,0%
Gesamt		Anzahl	150	42	9	201
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Diagnose (Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 68. Defektverschluss in Abhängigkeit von der Diagnose.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 201$  Fälle,  $n = 7$  Fälle fehlend.

#### 4.4.6 Verwendung eines Dermisersatzes nach Diagnose

Wurde ein Dermisersatz (hier Integra ®) abhängig von der Diagnose verwendet?

Die Verwendung eines Dermisersatzes (Integra ®) erwies sich als nicht abhängig von der Diagnose (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,162$ ). Ein Dermisersatz wurde bei Malignomen zu 18,7 %, beim Ulkus zu 7 % und bei anderen Diagnosen zu 20 % verwendet (vgl. Tab. 49/ auf eine Abbildung wurde verzichtet).

**Tabelle 49. Verwendung von Integra ® in Abhängigkeit von der Diagnose.**

			Diagnose			Gesamt
			Malignome	Ulkus	andere	
Dermisersatz (Integra ®)	ja	Anzahl	29	3	2	34
		%	18,7%	7,0%	20,0%	16,3%
	nein	Anzahl	126	40	8	174
		%	81,3%	93,0%	80,0%	83,7%
Gesamt	Anzahl	155	43	10	208	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Anmerkung:  $p = 0,162$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Diagnose (Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle).

4.4.7 Outcome nach Diagnose

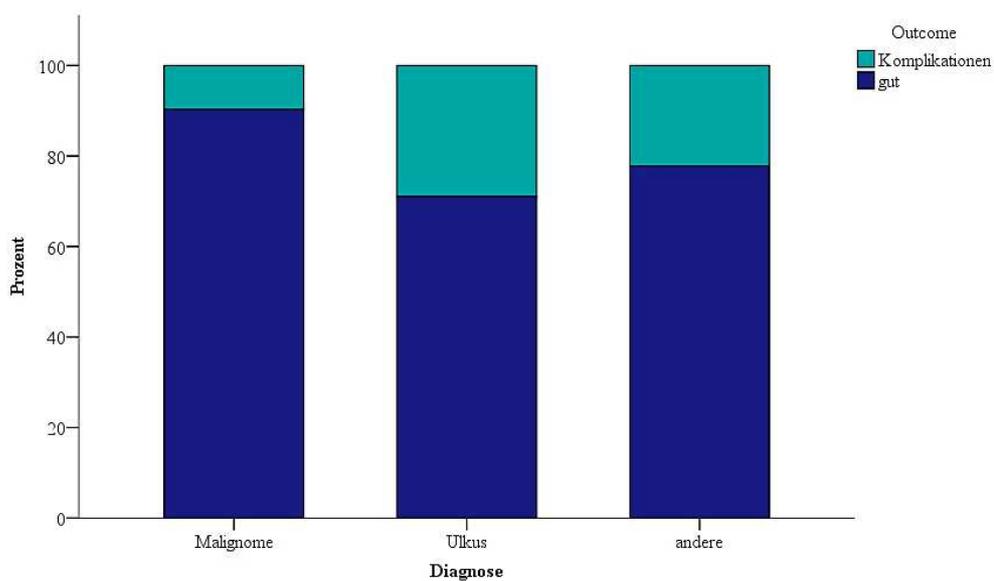
Stand der Therapieerfolg (Outcome) in Zusammenhang mit der Diagnose?

Das Ergebnis der Analyse ergab, dass das Outcome von der Diagnose abhing (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,009$ ). Komplikationen gab es bei Malignome zu 9,7 %, beim Ulkus zu 28,9 % und bei anderen Diagnosen zu 22,2 %. Besonders beim Ulkus fielen erhöhte Komplikationsraten auf (vgl. Tab. 50/ visualisiert in Abb. 69).

**Tabelle 50. Outcome in Abhängigkeit von der Diagnose.**

			Diagnose			Gesamt
			Malignome	Ulkus	andere	
Outcome gut	Anzahl	130	27	7	164	
	%	90,3%	71,1%	77,8%	85,9%	
Komplikationen	Anzahl	14	11	2	27	
	%	9,7%	**28,9%	22,2%	14,1%	
Gesamt	Anzahl	144	38	9	191	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Anmerkung:  $p = 0,009$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Diagnose (Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 69. Outcome in Abhängigkeit von der Diagnose.**

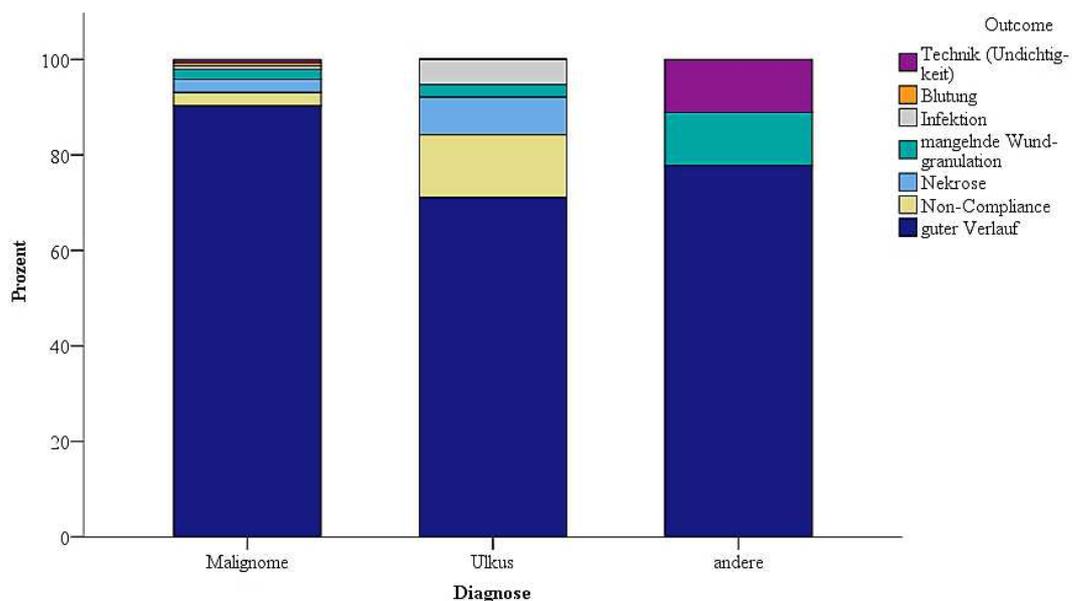
$p = 0,009$ ; Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend.

Auch bei genauerer Betrachtung der Komplikationen lieferte der Exakte Test nach Fisher einen signifikanten Wert ( $p = 0,013$ ). Das Ergebnis von Tabelle 50 zeichnen sich bereits Auffälligkeiten bei der Diagnose Ulkus cruris ab, da bei dieser die meisten Komplikationen auftraten. Jene Komplikationen bestanden aus Non-Compliance (13,2 %), Nekrosen (7,9 %), Infektionen (5,3 %) und mangelnden Wundgranulationen (2,6 %; vgl. Tab. 51/ visualisiert in Abb. 70).

**Tabelle 51. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit von der Diagnose.**

		Diagnose			Gesamt
		Malignome	Ulkus	andere	
Outcome guter Verlauf	Anzahl	130	27	7	164
	%	90,3%	71,1%	77,8%	85,9%
Nekrose	Anzahl	4	**3	0	7
	%	2,8%	7,9%	0,0%	3,7%
mangelnde Wundgranulation	Anzahl	3	1	1	5
	%	2,1%	2,6%	11,1%	2,6%
Non-Compliance	Anzahl	4	**5	0	9
	%	2,8%	13,2%	0,0%	4,7%
Technische Probleme (Undichtigkeit)	Anzahl	1	0	1	2
	%	0,7%	0,0%	11,1%	1,0%
Infektion	Anzahl	1	**2	0	3
	%	0,7%	5,3%	0,0%	1,6%
Blutung	Anzahl	1	0	0	1
	%	0,7%	0,0%	0,0%	0,5%
Gesamt	Anzahl	144	38	9	191
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,008$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Diagnose (Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 70. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit von der Diagnose.**

$p = 0,008$ ; Gesamtzahl  $n = 182$  Fälle,  $n = 26$  Fälle fehlend.

#### 4.4.8 Dauer des stationären Aufenthalts nach Diagnose

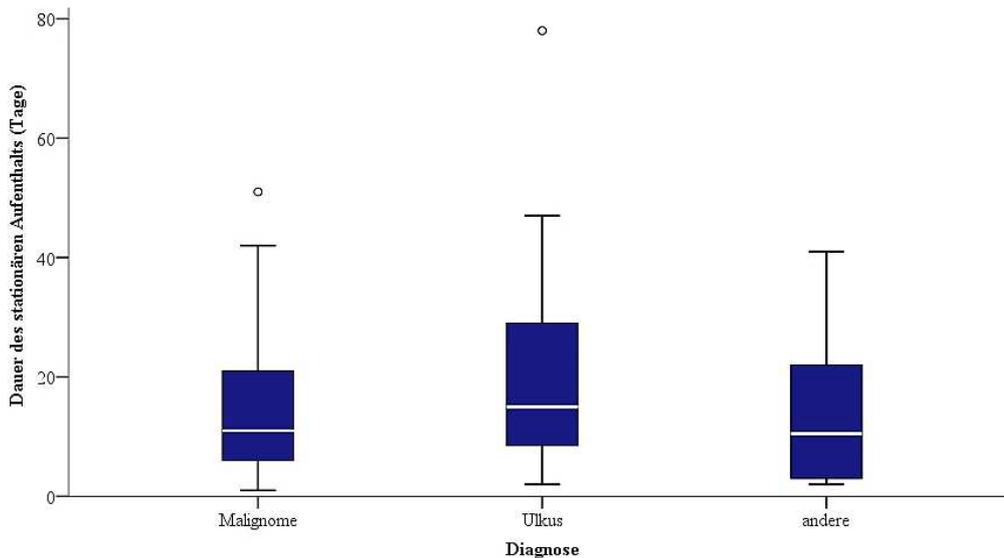
War die Dauer des stationären Aufenthalts abhängig von der Diagnose?

Es zeigten sich Unterschiede in der Dauer des stationären Aufenthalts je nach Diagnose (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,035$ ), wobei es die Kategorien Malignome und Ulkus cruris waren, die sich signifikant unterschieden. Patienten mit Malignomen wiesen eine kürzere Aufenthaltsdauer auf als Patienten mit einem Ulkus cruris (14,17 Tage zu 20,21 Tage). Die Maximale Aufenthalts-dauer von 78 Tagen wurde bei einem Fall mit Ulkus cruris erreicht (vgl. Tab. 52/ visualisiert in Abb. 71).

**Tabelle 52. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Diagnose.**

Diagnose	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
*Malignome	155	14,17	9,76	11,00	50	1	51
*Ulkus	43	20,21	15,25	15,00	76	2	78
andere	10	14,90	14,10	10,50	39	2	41
Insgesamt	208	15,46	11,50	13,00	77	1	78

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,035$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle). Auffällige Variablen mit \* gekennzeichnet.



**Abbildung 71. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Diagnose.**

$p = 0,035$ ; Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle.

#### 4.4.9 Dauer der Vakuumversiegelung nach Diagnose

War die Dauer der Vakuumversiegelung abhängig von der Diagnose?

Bei der Betrachtung der Dauer der Vakuumversiegelung (in Tagen) konnte mittels Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,559$ ) zur Diagnose ermittelt werden.

#### 4.4.10 Anzahl der Schwammwechsel nach Diagnose

War die Anzahl der Schwammwechsel abhängig von der Diagnose?

Auch die Verteilung der Anzahl der Schwammwechsel über die Kategorie Diagnose war nicht signifikant (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,504$ ).

#### 4.4.11 Zusammenhang der Diagnose mit der Indikation

Bei Patienten mit Malignomen fanden zu 59,4 % Exzisionen der Tumorregionen statt, zu 27,1 % Defektverschlüsse zuvor exzidiertem Tumorregionen. Bei 12,3 % fand ein Wunddébridement statt, bei 1,3% waren Wundheilungsstörungen die Indikation für eine Unterdrucktherapie. Patienten, die ein Ulcus cruris hatten, erhielten zu 88,4 % eine Unterdrucktherapie nach einem Wunddébridement. Bei 7 % fanden sich Wundheilungsstörungen und bei 4,7 % erfolgte der Defektverschluss, der mittels Unterdrucktherapie fixiert wurde. Bei anderen Diagnosen wurden zu 70 % Exzisionen und zu 20 % Wunddébridements durchgeführt. 10 % der Patienten zeigten eine Wundheilungsstörung.

## 4.5 Abhängigkeiten zum Therapieerfolg (Outcome) der Unterdrucktherapie

Hinsichtlich des Therapieerfolgs (Outcome) erfolgte eine Überprüfung auf Abhängigkeit möglicher einflussnehmender Therapieparameter (Schwammtyp, Vakuumpumpe, Sogstärke, Sogmodus, Defektgröße, Dauer der Vakuumversiegelung) sowie patientenseitiger Faktoren (Geschlecht, Alter, Komorbidität) vom Therapieerfolg (Outcome) in folgender Reihenfolge:

- 1.) Abhängigkeit des Outcome vom Schwammtyp:  
Wirkte sich die Art des verwendeten Schwamms auf den Outcome aus?
- 2.) Abhängigkeit des Outcome von der Vakuumpumpe:  
Wirkte sich das verwendete Vakuumsystem auf den Outcome aus?
- 3.) Abhängigkeit des Outcome von Sogstärke und Sogmodus:  
Nahmen Sogstärke und Sogmodus Einfluss auf den Outcome?
- 4.) Abhängigkeit des Outcome vom Defektverschluss  
Unterschied sich das Outcome je nach Defektverschluss?
- 5.) Abhängigkeit des Outcome vom Defektgröße:  
Spielte die Defektgröße eine Rolle hinsichtlich des Outcome?
- 6.) Abhängigkeit des Outcomes von der Verwendung eines Dermisersatzes  
Nahm Integra ® Einfluss auf den Outcome?
- 7.) Abhängigkeit des Outcome von der Dauer des stationären Aufenthalts:  
Beeinflussten sich die Dauer des stationären Aufenthalts und der Outcome?
- 8.) Abhängigkeit des Outcome von der Dauer der Vakuumversiegelung:  
Nahmen die Dauer der Vakuumversiegelung und der Outcome Einfluss aufeinander?
- 9.) Abhängigkeit des Outcome vom Geschlecht der Patienten:  
Bestand eine Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Geschlecht?
- 10.) Abhängigkeit des Outcome vom Alter der Patienten:  
Bestand eine Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Alter der Patienten?
- 11.) Abhängigkeit des Outcome von der Komorbidität der Patienten:  
Welchen Einfluss hatte die Komorbidität der Patienten auf den Outcome? Gab es Unterschiede zwischen kardiovaskulären Erkrankungen, Stoffwechselstörungen und Adipositas hinsichtlich des Outcomes?

## 4.5.1 Outcome nach Schwammtyp

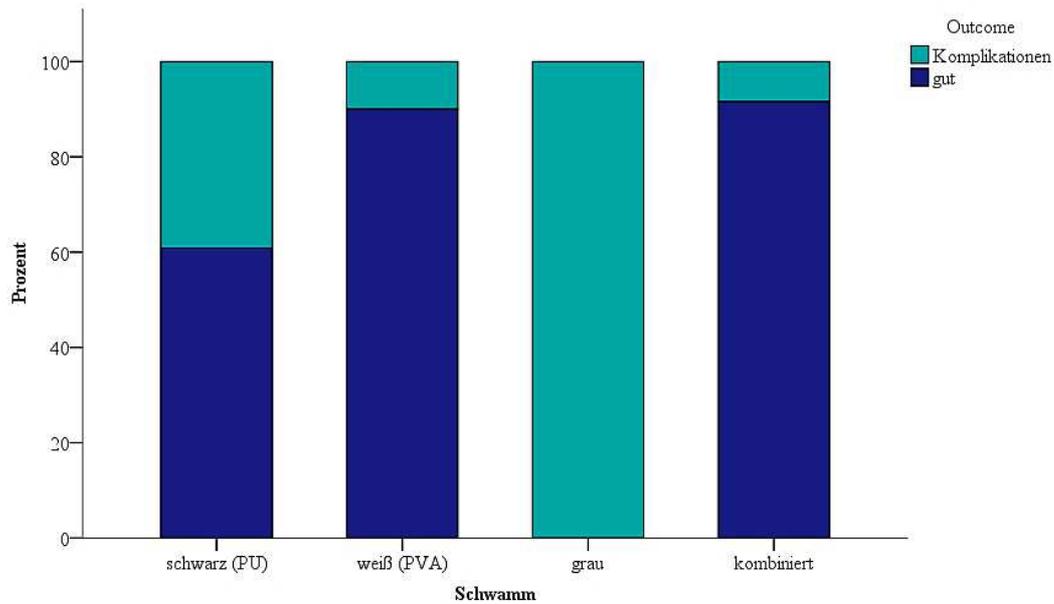
Wirkte sich die Art des verwendeten Schwamms auf den Outcome aus?

Der Outcome unterschied sich je nach Schwamm (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Komplikationen traten beim PU- Schwamm zu 39,1 % auf und damit häufiger als unabhängig des Schwamms betrachtet (13,6 %). Der PVA- Schwamm führte zu 10 % und die kombinierten Form zu 8,4 % zu Komplikationen (vgl. Tab. 53/ visualisiert in Abb. 72).

**Tabelle 53. Outcome in Abhängigkeit des Schwamms.**

		Schwamm				Gesamt
		schwarz (PU)	weiß (PVA)	grau	kombiniert	
Outcome gut	Anzahl	14	45	0	87	146
	%	60,9%	90,0%	0,0%	91,6%	86,4%
Komplikationen	Anzahl	**9	5	1	8	23
	%	39,1%	10,0%	100,0%	8,4%	13,6%
Gesamt	Anzahl	23	50	1	95	169
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Schwamm (Gesamtzahl  $n = 169$  Fälle,  $n = 39$  Fälle fehlend). Auffälliger Wert mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 72. Outcome in Abhängigkeit des Schwamms.**

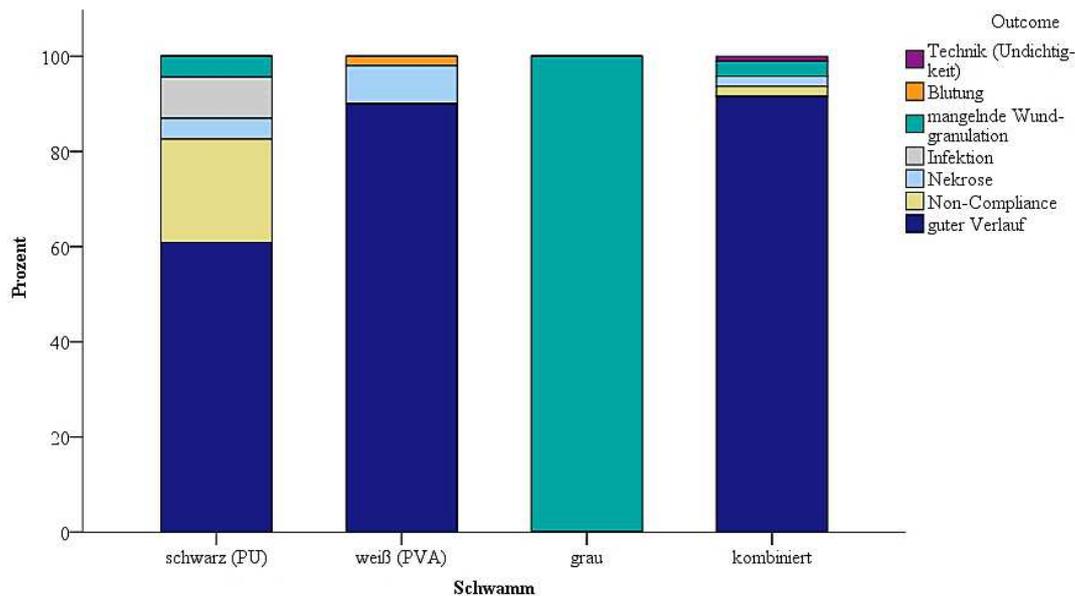
$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 169$  Fälle,  $n = 39$  Fälle fehlend.

Auch bei genauerer Betrachtung der Komplikationen zeigte sich eine Abhängigkeit vom Schwammtyp (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Die Auswertung ergab, dass die häufigsten Komplikationen des PVA- Schwamms Nekrosen waren (8 %). Außer einer dokumentierten Blutung traten während der Therapie mit dem PVA- Schwamm keine weiteren Komplikationen auf. Unter Verwendung des PU- Schwamms zeigten Patienten besonders häufig Non-Compliance (21,7 % gegenüber 4,1 % unabhängig des Schwamm betrachtet). Auch eine Infektion wurde hier häufiger als sonst dokumentiert (8,7 %). Beim grauen Schwamm und der kombinierten Form der Schwämme kam eine mangelnde Wundgranulation häufiger vor als sonst (je 100 % und 3,2 %; vgl. Tab. 54/ visualisiert in Abb. 73).

Tabelle 54. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Schwamms.

			Schwamm				Gesamt
			schwarz (PU)	weiß (PVA)	grau	kombi- niert	
Outcome	guter Verlauf	Anzahl	14	45	0	87	146
		%	60,9%	90,0%	0,0%	91,6%	86,4%
Nekrose		Anzahl	1	**4	0	2	7
		%	4,3%	8,0%	0,0%	2,1%	4,1%
Mangelnde Wundgranulation		Anzahl	**1	0	**1	3	5
		%	4,3%	0,0%	100,0%	3,2%	3,0%
Non-Compliance		Anzahl	**5	0	0	2	7
		%	21,7%	0,0%	0,0%	2,1%	4,1%
Technische Prob- leme (Undichtig- keit)		Anzahl	0	0	0	1	1
		%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,6%
Infektion		Anzahl	**2	0	0	0	2
		%	8,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%
Blutung		Anzahl	0	**1	0	0	1
		%	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%	0,6%
Gesamt		Anzahl	23	50	1	95	169
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Schwamm (Gesamtzahl  $n = 169$  Fälle,  $n = 39$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 73. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Schwamms.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 169$  Fälle,  $n = 39$  Fälle fehlend.

#### 4.5.2 Outcome nach Pumpensystem

Wirkte sich das verwendete Vakuumsystem auf den Outcome aus?

Zwischen den Kategorien Outcome und Vakuumpumpe bestand ebenfalls eine Abhängigkeit (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,013$ ), das heißt der Outcome unterschied sich je nach verwendetem Pumpensystem. Bei der V.A.C.-ULTA™ gab es in  $n = 9$  von 24 Anwendungen Komplikationen (37,5 %). Hier fanden sich gegenüber der allgemein auftretenden Komplikationsraten (14,3 %) öfter Komplikationen. Unter der mobilen V.A.C.® Therapy traten nur in  $n = 17$  von 151 Anwendungen (11,3 %) und bei der PREVENA™ in nur  $n = 1$  von 11 Fällen Komplikationen auf (9,1 %; vgl. Tab. 55/ visualisiert in Abb. 74).

Auch bei genauerer Betrachtung des Outcomes zeigte sich, dass sich die einzelnen Komplikationen je nach Vakuumpumpe unterschieden (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,006$ ). Alle  $n = 7$  Fälle mit Nekrosen traten unter der mobilen V.A.C.® Therapy auf und stellten die häufigste Komplikation dieses Pumpensystems dar (4,6 %). Auch die dokumentierte Blutung trat unter diesem Therapiesystem auf. Bei der V.A.C.-ULTA™ fand sich Non-Compliance als häufigste Komplikation (16,7 %), die hier häufiger als sonst vorkam. Danach folgten Infektionen (12,5 %), die nur bei der V.A.C.-ULTA™ dokumentiert waren. Bei der PREVENA™ fand sich ausschließlich eine technische Schwierigkeit als Komplikation (vgl. Tab. 56/ visualisiert in Abb. 75).

Tabelle 55. Outcome in Abhängigkeit der Vakuumpumpe.

		Vakuumpumpe				Gesamt
		mobile V.A.C.® Therapy	V.A.C.-ULTA™	PREVENA™	erst V.A.C.-ULTA™, dann Mobile V.A.C.® Therapy	
Outcome gut	Anzahl	134	15	10	3	162
	%	88,7%	62,5%	90,9%	100,0%	85,7%
Komplikationen	Anzahl	17	*9	1	0	27
	%	11,3%	37,5%	9,1%	0,0%	14,3%
Gesamt	Anzahl	151	24	11	3	189
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,013$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Vakuumpumpe (Gesamtzahl  $n = 189$  Fälle,  $n = 19$  Fälle fehlend). Auffälliger Wert mit \* gekennzeichnet.

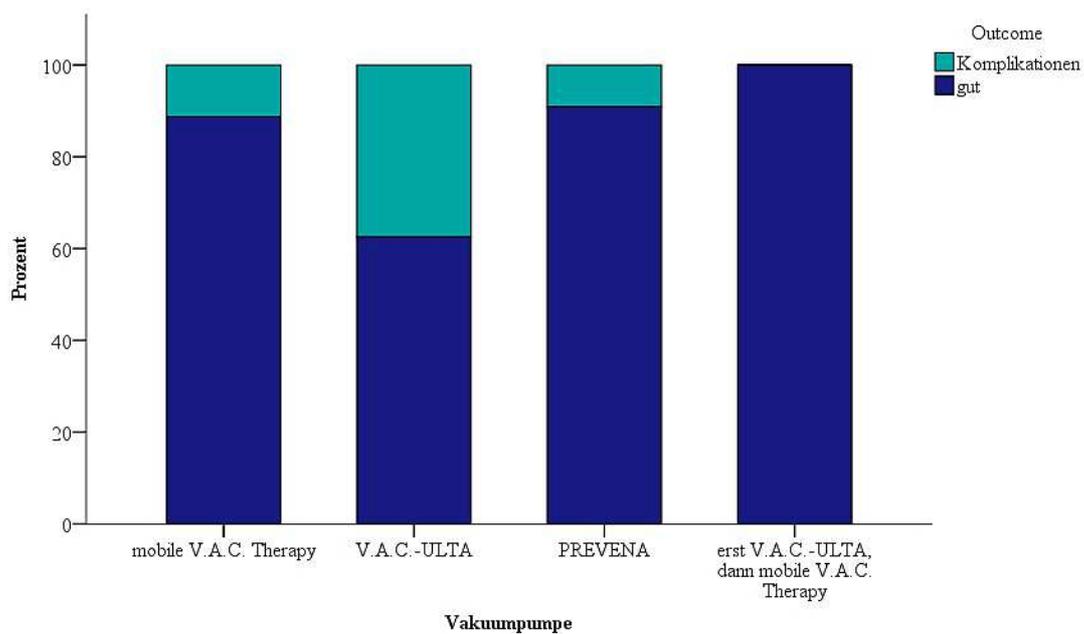


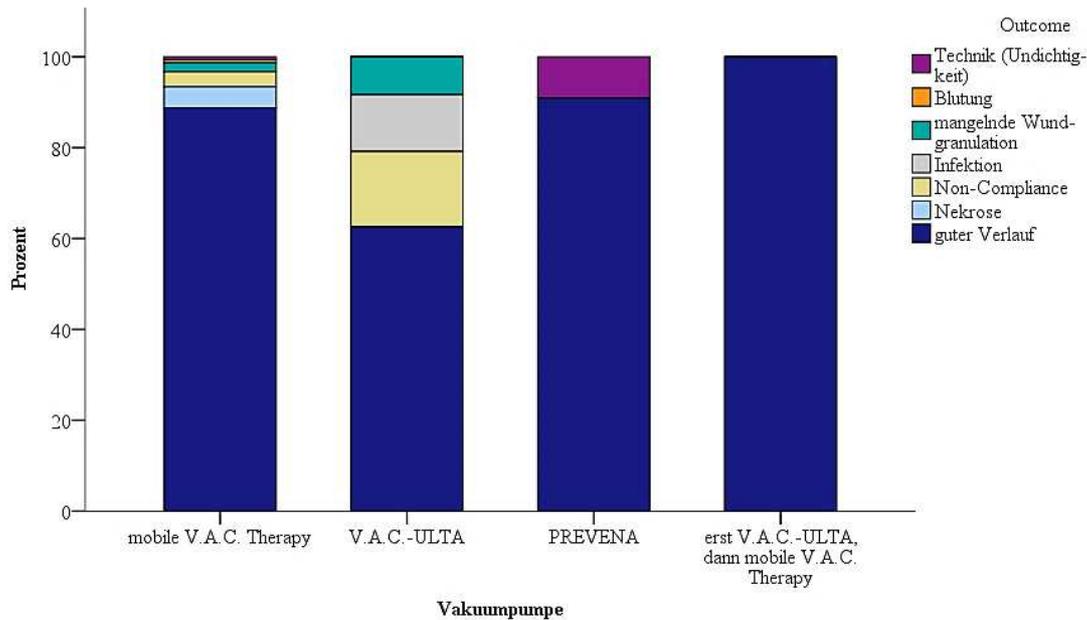
Abbildung 74. Outcome in Abhängigkeit der Vakuumpumpe.

$p = 0,013$ ; Gesamtzahl  $n = 189$  Fälle,  $n = 19$  Fälle fehlend. Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA™, PREVENA™, mobile V.A.C.® Therapy.

**Tabelle 56. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit der Vakuumpumpe.**

			Vakuumpumpe				Gesamt
			Mobile V.A.C. ® Therapy	V.A.C.- ULTA ™	PREVENA ™	erst V.A.C.- ULTA ™, dann Mobile V.A.C. ® Therapy	
Outcome guter Verlauf	Anzahl	134	15	10	3	162	
	%	88,7%	62,5%	90,9%	100,0%	85,7%	
Nekrose	Anzahl	**7	0	0	0	7	
	%	4,6%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	
Mangelnde Wund- granulation	Anzahl	3	**2	0	0	5	
	%	2,0%	8,3%	0,0%	0,0%	2,6%	
Non-Compliance	Anzahl	5	**4	0	0	9	
	%	3,3%	16,7%	0,0%	0,0%	4,8%	
Technisch (Un- dichtigkeit)	Anzahl	1	0	**1	0	2	
	%	0,7%	0,0%	9,1%	0,0%	1,1%	
Infektion	Anzahl	0	**3	0	0	3	
	%	0,0%	12,5%	0,0%	0,0%	1,6%	
Blutung	Anzahl	**1	0	0	0	1	
	%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	
Gesamt	Anzahl	151	24	11	3	189	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Anmerkung:  $p = 0,006$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Vakuumpumpe (Gesamtzahl  $n = 189$  Fälle,  $n = 19$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 75. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit der Vakuumpumpe.**

$p = 0,006$ ; Gesamtzahl  $n = 189$  Fälle,  $n = 19$  Fälle fehlend. Exakte Produktbezeichnungen der Pumpensysteme: V.A.C.-ULTA™, PREVENA™, mobile V.A.C.® Therapy.

#### 4.5.3 Outcome nach Sogmodus und Sogstärke

Nahmen Sogstärke und Sogmodus Einfluss auf den Outcome?

Bei der Betrachtung der Parameter Sogstärke (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,402$ ) und Sogmodus (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,841$ ) stellte sich heraus, dass der Therapieerfolg unabhängig von diesen Parametern war.

#### 4.5.4 Outcome nach Defektverschlusses

Unterschied sich das Outcome je nach Defektverschluss?

In der Analyse des Outcomes zeigte sich, dass dieser von der Art des Defektverschlusses abhing (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Bei sekundären Wundheilungen traten Komplikationen in  $n = 13$  von 48 Fällen auf. Palliative Behandlungen beinhalteten immer das Auftreten einer Komplikation. Hauttransplantationen standen zu 91,5 % mit einem guten Outcome in Verbindung (vgl. Tab. 57/ visualisiert in Abb. 76).

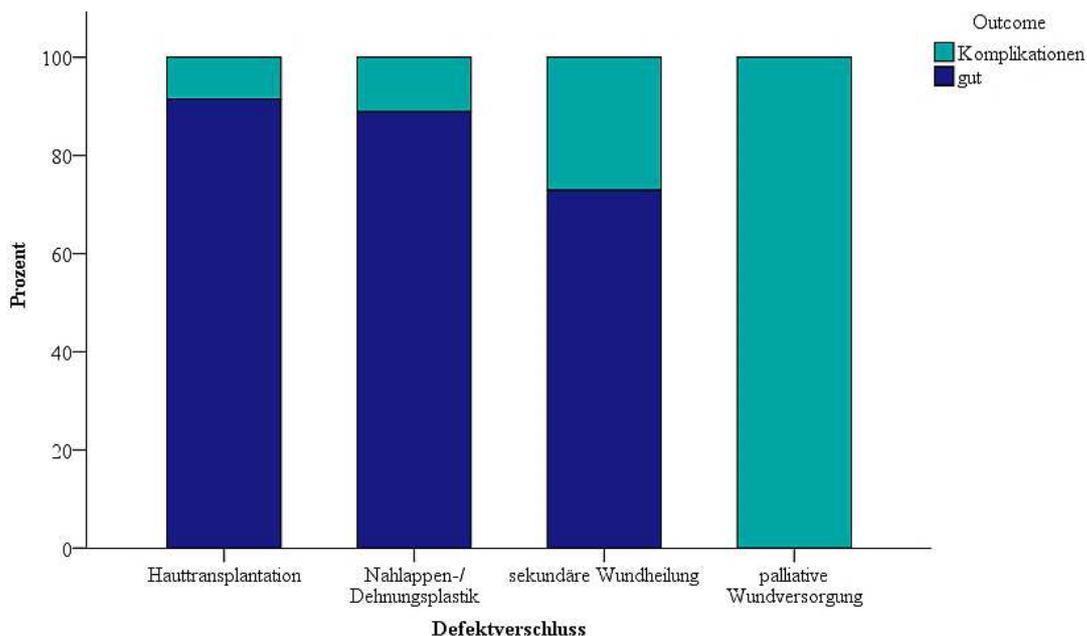
Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Komplikationen ergab sich ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang zum Defektverschluss (Exakter Test nach Fisher:  $p < 0,001$ ). Patienten, die Hauttransplantationen erhielten, zeigten in  $n = 5$  von 129 Fällen eine Nekrose des Hauttransplantats. Bei regionalen Lappenplastiken traten zu 11,1 % technische Schwierigkeiten auf und bei sekundären Wundheilungen je zu 4,2 %

mangelnde Wundgranulationen und Infektionen sowie zu 14,6 % Non-Compliance der Patienten. Die  $n = 2$  Patienten mit palliativer Wundversorgung durch die Unterdrucktherapie kennzeichneten sich je einmal durch eine aufgetretene Nekrose und einmal durch mangelnde Wundgranulation (vgl. Tab. 58/ visualisiert in Abb. 77).

**Tabelle 57. Outcome in Abhängigkeit des Defektverschlusses.**

			Defektverschluss				Gesamt
			Hauttransplantation	Nahlappen-/Dehnungsplastik	sekundäre Wundheilung	palliative Wundversorgung	
Outcome gut	Anzahl	**118	8	35	0	161	
	%	91,5%	88,9%	72,9%	0,0%	85,6%	
Komplikationen	Anzahl	11	1	**13	2	27	
	%	8,5%	11,1%	27,1%	100,0%	14,4%	
Gesamt	Anzahl	129	9	48	2	188	
	%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Defektverschluss (Gesamtzahl  $n = 188$  Fälle,  $n = 20$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



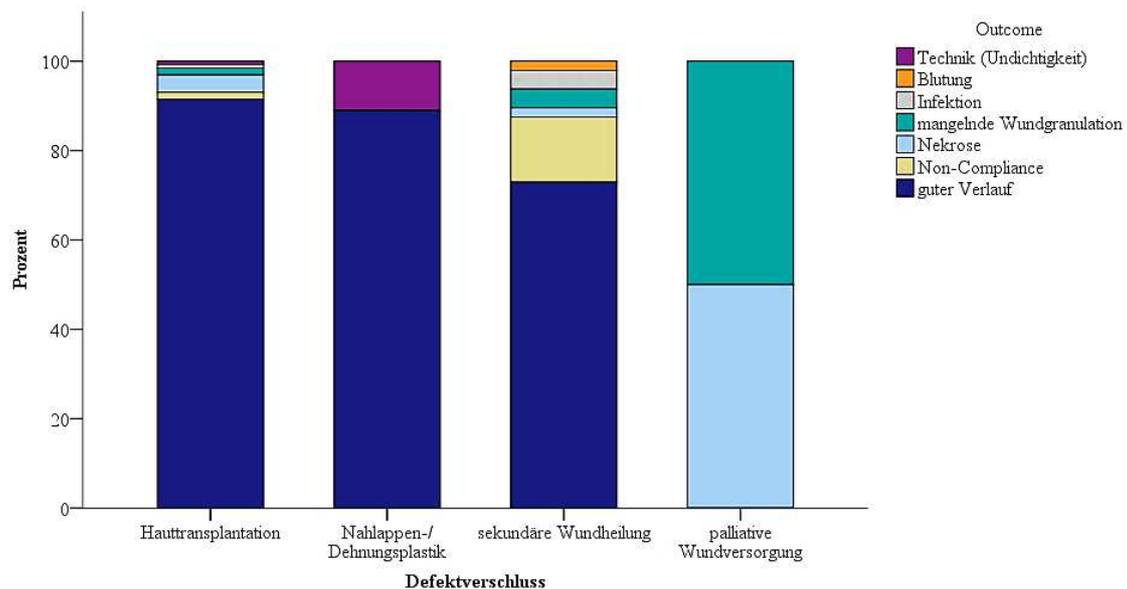
**Abbildung 76. Outcome in Abhängigkeit des Defektverschlusses.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 188$  Fälle,  $n = 20$  Fälle fehlend.

**Tabelle 58. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Defektverschlusses.**

			Defektverschluss				Gesamt
			Haut- transplan- tation	Nahlappen-/ Dehnungs- plastik	sekundäre Wundhei- lung	palliative Wundver- sorgung	
Outcome	guter Verlauf	Anzahl	118	8	35	0	161
		%	91,5%	88,9%	72,9%	0,0%	85,6%
	Nekrose	Anzahl	**5	0	1	**1	7
		%	3,9%	0,0%	2,1%	50,0%	3,7%
	mangelnde Wundgranulation	Anzahl	2	0	**2	**1	5
		%	1,6%	0,0%	4,2%	50,0%	2,7%
	Non-Compliance	Anzahl	2	0	**7	0	9
		%	1,6%	0,0%	14,6%	0,0%	4,8%
	Technik (Undich- tigkeit)	Anzahl	1	**1	0	0	2
		%	0,8%	11,1%	0,0%	0,0%	1,1%
	Infektion	Anzahl	1	0	**2	0	3
		%	0,8%	0,0%	4,2%	0,0%	1,6%
	Blutung	Anzahl	0	0	1	0	1
		%	0,0%	0,0%	2,1%	0,0%	0,5%
Gesamt		Anzahl	129	9	48	2	188
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p < 0,001$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Vakuumpumpe (Gesamtzahl  $n = 188$  Fälle,  $n = 20$  Fälle fehlend). Auffällige Werte mit \*\* gekennzeichnet.



**Abbildung 77. Outcome (ausführlich) in Abhängigkeit des Defektverschlusses.**

$p < 0,001$ ; Gesamtzahl  $n = 188$  Fälle,  $n = 20$  Fälle fehlend.

#### 4.5.5 Outcome nach Defektgröße

Spielte die Defektgröße eine Rolle hinsichtlich des Outcomes?

Der Mann-Whitney-U-Test lieferte keinen signifikanten Wert ( $p = 0,811$ ). Die zentralen Tendenzen der Defektgröße unterschieden sich nicht vom Outcome. Die Defektgröße nahm keinen Einfluss auf das Auftreten von Komplikationen.

#### 4.5.6 Outcome nach Verwendung eines Dermisersatzes

Nahm Integra ® Einfluss auf den Outcome?

Bei der Analyse des Parameters Dermisersatz ergab sich keine Abhängigkeit des Outcomes von der Verwendung von Integra ® (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,262$ ). Jedoch zeigten sich gewisse Tendenzen hinsichtlich des Auftretens von Komplikationen je nach Verwendung eines Dermisersatzes (vgl. Tab. 59/ auf eine Abbildung wurde verzichtet). Fälle, die einen Dermisersatz erhielten, zeigten weniger Komplikationen als solche, die keinen Dermisersatz erhielten (6,7 % zu 15,5 %).

**Tabelle 59. Outcome in Abhängigkeit der Verwendung eines Dermisersatzes.**

			Dermisersatz (Integra ®)		Gesamt
			ja	nein	
Outcome gut	Anzahl		28	136	164
	%		93,3%	84,5%	85,9%
Komplikationen	Anzahl		2	25	27
	%		6,7%	15,5%	14,1%
Gesamt	Anzahl		30	161	191
	%		100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,262$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie Dermisersatz (Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend).

#### 4.5.7 Outcome nach Dauer des stationären Aufenthalts

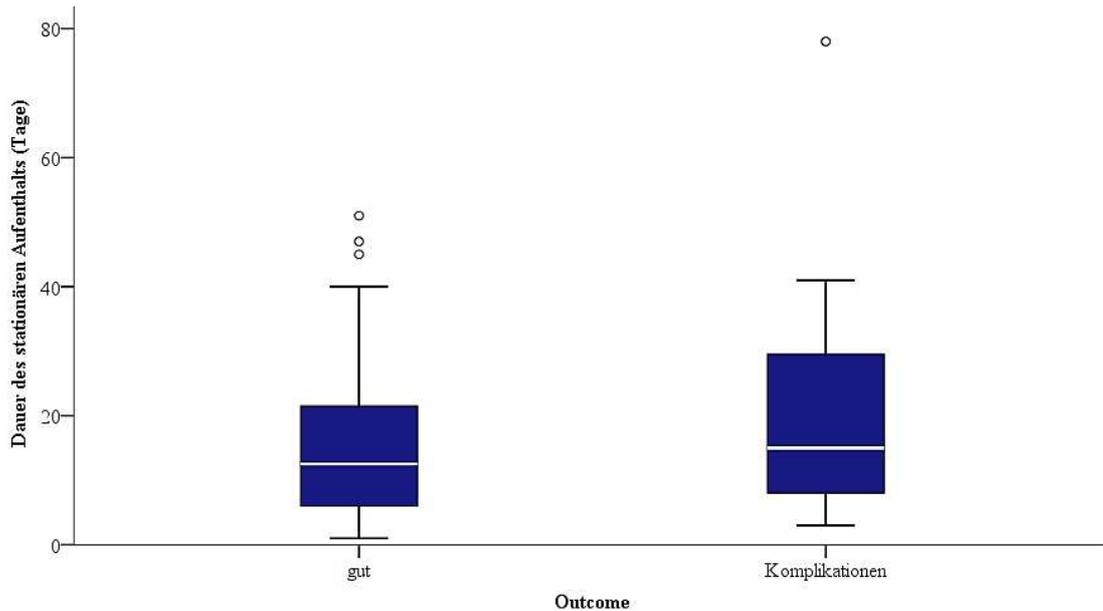
Beeinflussten sich die Dauer des stationären Aufenthalts und der Therapieerfolg?

Es zeigten sich Unterschiede innerhalb der Dauer des stationären Aufenthalts in Bezug auf den Outcome (Mann-Whitney-U-Test:  $p = 0,044$ ). Fälle mit gutem Verlauf wiesen eine kürzere Dauer des stationären Aufenthalts auf ( $M = 14,57$  Tage,  $Median = 12,50$  Tage) als Fälle, in denen Komplikationen auftraten ( $M = 20,85$  Tage,  $Median = 15$  Tage; vgl. Tab. 60/ visualisiert in Abb. 78).

**Tabelle 60. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Outcome.**

Outcome	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
gut	164	14,57	10,168	12,50	50	1	51
Komplikationen	27	20,85	16,358	15,00	75	3	78
Insgesamt	191	15,46	11,408	13,00	77	1	78

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,044$ ; Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend).



**Abbildung 78. Dauer des stationären Aufenthalts gruppiert nach Outcome.**

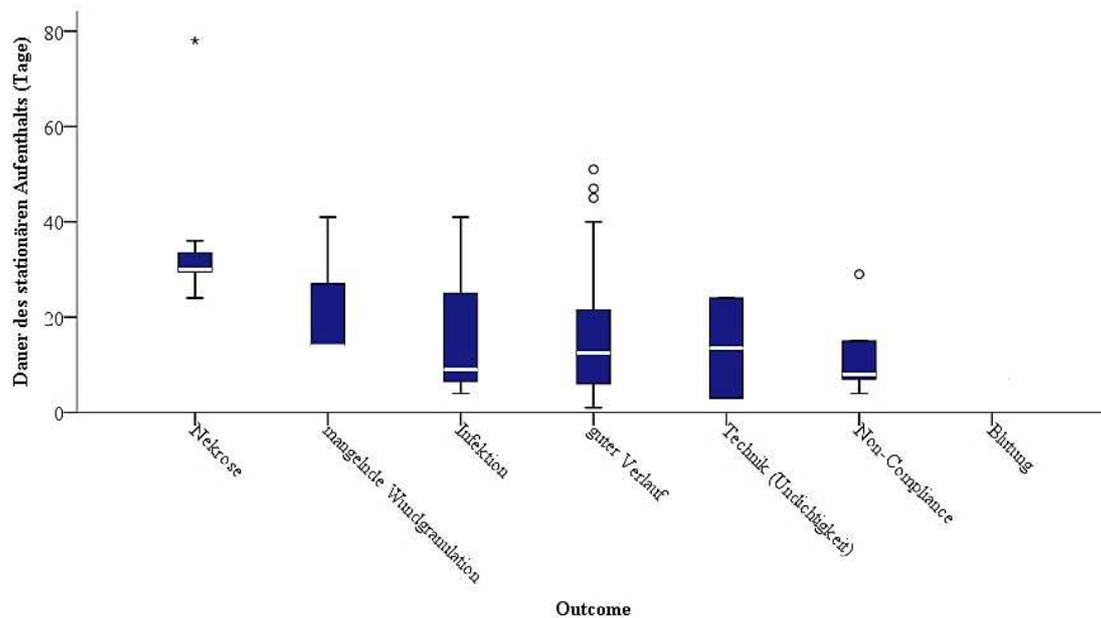
$p = 0,044$ ; Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend.

Bei genauerer Betrachtung der Komplikationen in Bezug auf die Dauer des stationären Aufenthalts ergab sich ebenfalls eine Abhängigkeit (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,007$ ). Dabei waren es die Kategorien Nekrose und Non-Compliance sowie Nekrose und guter Verlauf, die sich statistisch signifikant unterschieden. Fälle mit Nekrosen als Komplikationen waren im Mittel 36,86 Tage (*Median* = 30 Tage) stationär aufgenommen und damit länger als Fälle mit gutem Verlauf ( $M = 14,57$  Tage, *Median* = 12,50 Tage). Non-Compliance führte zu noch kürzeren Aufenthaltsdauern ( $M = 11,89$  Tage, *Median* = 8 Tage; vgl. Tab. 61/ visualisiert in Abb. 79).

**Tabelle 61. Stationäre Aufenthaltsdauer gruppiert nach Outcome (ausführlich).**

Outcome	N	Mittelwert	Standardabweichung	Median	Spannweite	Minimum	Maximum
**guter Verlauf	164	14,57	10,168	12,50	50	1	51
**Nekrose	7	36,86	18,479	30,00	54	24	78
Mangelnde Wundgranulation	5	22,00	12,021	14,00	27	14	41
**Non-Compliance	9	11,89	7,557	8,00	25	4	29
Technisch (Undichtigkeit)	2	13,50	14,849	13,50	21	3	24
Infektion	3	18,00	20,075	9,00	37	4	41
Blutung	1	7,00	.	7,00	0	7	7
Insgesamt	191	15,46	11,408	13,00	77	1	78

Anmerkung: Angaben in Tagen ( $p = 0,007$ ; Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend). Auffällige Variablen mit \*\* gekennzeichnet.

**Abbildung 79. Stationäre Aufenthaltszeit gruppiert nach Outcome (ausführlich).**

$p = 0,007$ ; Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend.

#### 4.5.8 Outcome nach Dauer der Vakuumversiegelung

Nahmen die Dauer der Vakuumversiegelung und der Outcome Einfluss aufeinander?

Hier ergab der Mann-Whitney-U-Test einen Wert von  $p = 0,280$ . Es gab keine signifikanten Unterschiede in der Dauer der Vakuumversiegelung gruppiert nach dem Outcome.

#### 4.5.9 Outcome nach Geschlecht der Patienten

Bestand eine Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Geschlecht?

Bei den patientenseitigen Faktoren konnte mittels dem Exakten Test nach Fisher zwischen dem Geschlecht und dem Outcome keine Abhängigkeit des Outcome vom Geschlecht festgestellt werden ( $p = 0,529$ ).

#### 4.5.10 Outcome nach Alter der Patienten

Bestand eine Abhängigkeit des Therapieerfolgs vom Alter der Patienten?

Auch der Vergleich des Alters der Patienten mittels Mann-Whitney-U-Test über die Variable Outcome war auf dem 5%-Niveau nicht signifikant ( $p = 0,332$ ).

#### 4.5.11 Outcome nach Komorbidität der Patienten

Welchen Einfluss hatte die Komorbidität der Patienten auf den Outcome?

Gab es Unterschiede zwischen kardiovaskulären Erkrankungen, Stoffwechselstörungen und Adipositas hinsichtlich des Outcomes?

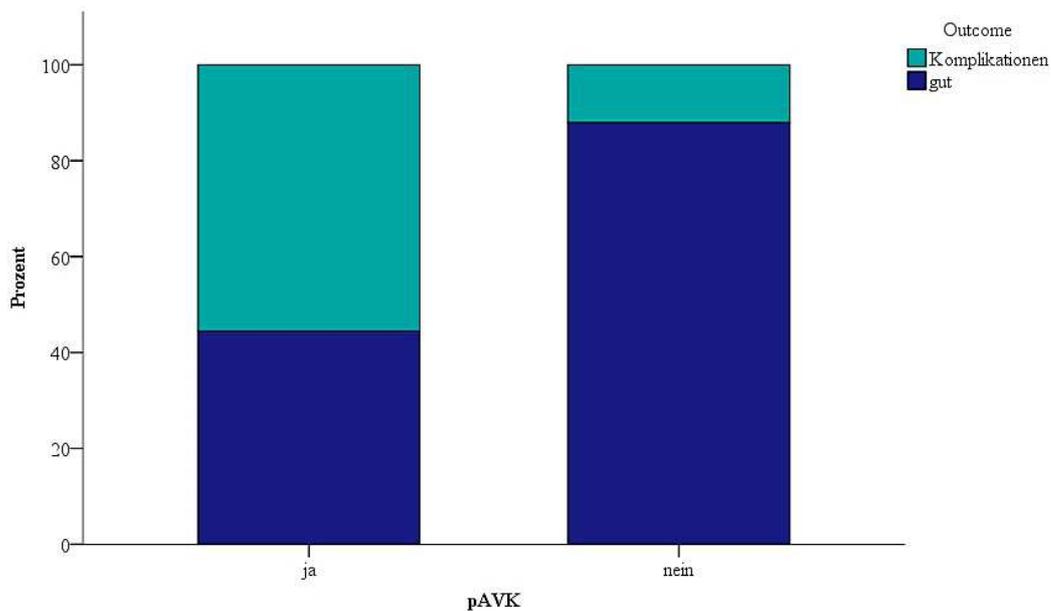
Bei der Verteilung der Häufigkeiten zwischen den Kategorien Stoffwechselstörung und Outcome (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,667$ ), Diabetes mellitus und Outcome (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,455$ ), kardiovaskuläre Erkrankung und Outcome (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,656$ ), CVI und Outcome (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,293$ ) und Adipositas und Outcome (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,216$ ) konnten keine Abhängigkeiten festgestellt werden.

Lediglich bei der Verteilung der Häufigkeiten zwischen der Kategorie pAVK und Outcome war der Outcome in Bezug auf das Vorliegen einer pAVK signifikant unterschiedlich (Exakter Test nach Fisher:  $p = 0,003$ ). Es fiel auf, dass  $n = 5$  von 9 Patienten mit pAVK während der Unterdrucktherapie Komplikationen zeigten (55,6 %). Damit wurde das mittlere Auftreten von Komplikationen (14,1 %) überschritten (vgl. Tab. 62/ visualisiert in Abb. 80).

**Tabelle 62. Outcome in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK.**

			pAVK		Gesamt
			ja	nein	
Outcome gut	Anzahl		4	160	164
	%		44,4%	87,9%	85,9%
Komplikationen	Anzahl		5	22	27
	%		55,6%	12,1%	14,1%
Gesamt	Anzahl		9	182	191
	%		100,0%	100,0%	100,0%

Anmerkung:  $p = 0,003$ . Prozentuale Angaben innerhalb der Tabelle beziehen sich auf die Kategorie pAVK (Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend).

**Abbildung 80. Outcome in Abhängigkeit des Vorliegens einer pAVK.**

$p = 0,003$ ; Gesamtzahl  $n = 191$  Fälle,  $n = 17$  Fälle fehlend.

## 4.6 Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse

Zur Übersicht wurden ausgewählte Ergebnisse in Form einer Tabelle zusammengefasst (Tab. 63). Die Auswahl der untersuchten Kombinationen richtete sich nach den Fragestellungen der Arbeit.

**Tabelle 63. Übersicht über ausgewählte Ergebnisse.**

	Schwamm	Pumpensystem	Instillation	Defektverschluss	Dermisersatz	Dauer des stationären Aufenthalts	Dauer der Vakuumversiegelung	Anzahl der Wechsel
Pumpensystem	$p < 0,001$					$p < 0,001$		
Lokalisation		$p < 0,001$		$p < 0,001$				
Frequenz der Wechsel	$p = 0,012$							
Defektgröße			<i>kS</i>					
Sogmodus	<i>kS</i>	<i>kS</i>						
Sogstärke	$p = 0,023$	<i>kS</i>						
kardiovask. Erkr.				$p = 0,005$		$p = 0,002$	$p = 0,019$	
pAVK				$p < 0,001$		<i>kS</i>	<i>kS</i>	
CVI				<i>kS</i>		<i>kS</i>	<i>kS</i>	
Stoffw.-störung				<i>kS</i>		$p = 0,011$	$p = 0,001$	
Diabetes mellitus				<i>kS</i>		$p = 0,005$	$p = 0,003$	
Adipositas				<i>kS</i>		<i>kS</i>	<i>kS</i>	
Alter				$p = 0,002$		$p = 0,031$		
Indikation	$p < 0,001$	$p < 0,001$	<i>kS</i>	$p < 0,001$	$p = 0,022$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
Diagnose	$p < 0,001$	$p < 0,001$	<i>kS</i>	$p < 0,001$	<i>kS</i>	$p = 0,035$	<i>kS</i>	<i>kS</i>
Outcome	$p < 0,001$	$p = 0,013$		$p < 0,001$	<i>kS</i>	$p = 0,044$		

Anmerkung: Bei statistisch signifikanten Ergebnissen zwischen zwei Variablen (Zeilen und Spalten) wurden die p-Werte angegeben. Ergebnisse ohne statistische Signifikanz sind mit *kS* (= keine Signifikanz) gekennzeichnet. Zusätzlich untersucht wurden folgende Variablen (nicht abgebildet): 1.) Outcome je nach Indikation:  $p = 0,001$ ; 2.) Outcome je nach Diagnose:  $p = 0,009$ ; 3.) Outcome je nach Sogmodus, Sogstärke, Alter, Defektgröße, Geschlecht, Komorbidität (außer pAVK:  $p = 0,003$ ): *kS* (keine Signifikanz). Weitere Abkürzungen: kardiovask. für kardiovaskulär, Stoffw. für Stoffwechsel.

## 5. Diskussion

### 5.1 Limitationen der Arbeit

Die Evaluation der Unterdrucktherapie an der Hautklinik erfolgte anhand einer retrospektiven Auswertung von Daten, die in Arztbriefen und Operationsberichten dokumentiert waren. Das retrospektive Design dieser Arbeit stellt dabei die erste von vier zentralen Limitationen dar. Im Vergleich zu klinischen Studien, die nach Möglichkeit randomisiert und verblindet ablaufen (Randomised Controlled Trial, RCT), kann mit einer retrospektiven Datenerhebung nur ein zweitrangiger Beitrag zur evidenzbasierten Medizin geleistet werden. Bei der Bewertung der Ergebnisse dieser Arbeit muss bedacht werden, dass eine Vergleichsgruppe fehlt, in der die Versorgung ähnlicher Wunden mit konventionellen Methoden der Wundversorgung erfolgte. Da die Unterdrucktherapie aber oft einen Endpunkt der Versorgung chronischer Wunden darstellt und daher eine gewisse Schwere der Wunde voraussetzt, kann der Vergleich zu konventionell behandelten Wunden oft nur schwer gezogen werden. Auch Wunden nach Tumorexzisionen lassen wegen ihres Ausmaßes außerdem oft keine vertretbare Alternative zur Unterdrucktherapie zu. Ob letztendlich für einzelne Ergebnisse dieser Arbeit die ausgewertete Therapieform verantwortlich ist, kann lediglich im klinischen Kontext interpretiert werden. Eine Unterscheidung und Gliederung der Fälle mit Unterdrucktherapie erfolgte allein anhand der Indikation und Diagnose. Verschiedene Typen von Wunden konnten bewertet werden; der Vergleich zur konventionellen Wundbehandlung fehlt jedoch.

Eine weitere Limitation stellt die Art der Datenerhebung dar. Diese konnte nur anhand von bereits dokumentierten Daten erfolgen. Es erfolgte keine eigene Anamnese zur Verifizierung der in den Arztbriefen dokumentierten Angaben. Beispielsweise die dokumentierten Diagnosen der Patienten, die die Grundlage für die Liste an Komorbidität darstellten, konnten in Ihrer Vollständigkeit nicht überprüft werden. Mögliche Fehler in der Dokumentation blieben unerkannt und gingen in die Ergebnisse dieser Arbeit mit ein. Die Datenerhebung war abhängig von der Sorgfalt der Dokumentation; eine Überprüfung war nicht möglich. Ein weiterer Punkt hinsichtlich dieser Limitation durch die Dokumentation stellt das Fehlen von Angaben dar. Unvollständige Dokumentation führte dazu, dass bei einigen Statistiken innerhalb dieser Arbeit Fälle fehlten und daher die Gesamtzahl der einzelnen Auswertungen sank. Bei der Dokumentation des

Schwammtyps fehlten  $n = 23$  Angaben (11 % der Gesamtfälle), beim Sogmodus  $n = 16$  (7,7 %), bei der Sogstärke  $n = 15$  (7,2 %), bei den Vakuumpumpen  $n = 2$  (1 %), bei der Art des Defektverschlusses  $n = 7$  (3,4 %) und beim Outcome  $n = 17$  (3,7 %). Entsprechend dieser fehlenden Angaben fanden sich auch in den Vergleichen von Häufigkeiten keine vollständigen Gesamtzahlen.

Des Weiteren stellte die Bewertung der Variable „Therapieerfolg“ wegen teilweise uneinheitlicher und unpräziser Dokumentation eine Herausforderung dar. In den Unterlagen fanden sich Dokumentationen wie „guter postoperativer Verlauf, bei Entlassung reizlose Wundverhältnisse“, teilweise noch mit der Formulierung „insbesondere gute Heilungstendenz“. Ob die Wunden also lediglich besser geworden sind, oder dauerhaft verheilt sind, bleibt offen. Eine objektivierbare Auswertung des Outcomes durch Messung von Wundgröße oder -tiefe war nicht möglich. Ein „guter“ Outcome ist daher nicht eindeutig definiert, stellt aber auf jeden Fall einen komplikationslosen Verlauf der Behandlung dar. Beim Fehlen von Angaben zu Komplikationen wurde daher hier auf einen guten Verlauf rückgeschlossen. Die Dokumentation von Komplikationen war immer eindeutig formuliert und daher gut zu bewerten. Ein Verlauf der Verkleinerung der Wundfläche war in den vorliegenden Dokumenten nicht festgehalten und daher im Rahmen dieser Arbeit nicht geeignet für eine Kontrolle des Therapieerfolgs. Ebenso konnte der Verlauf nach Entlassung aus stationärer Behandlung nicht bewertet werden, da keine Daten vorliegend waren.

Zudem konnten Ergebnisse dieser Arbeit teilweise nur herstellereinspezifisch ausgewertet werden. Darunter fallen Ergebnisse des Schwamms und des Pumpensystems. Es sei jedoch nochmals erwähnt, dass unabhängig der Firma KCI / Acelity gearbeitet wurde. Die Interpretation der Ergebnisse sollte unbedingt mit Hinblick auf diese Limitationen erfolgen. Inwieweit von dieser Stichprobe Rückschlüsse auf eine Grundgesamtheit gezogen werden können, muss ergebnisspezifisch beurteilt werden. Die Unterdrucktherapie stellt in vielen Fällen, insbesondere bei chronischen Wunden, die letzte Möglichkeit dar, eine dauerhafte Wundheilung möglich zu machen. Da es sich bei Unterdrucktherapiepatienten also teilweise um eine Randgruppe von Patienten handelt, bei denen viele andere Therapiemöglichkeiten bereits ausgeschöpft sind, sind weiterführende statistische Schlussfolgerungen in Bezug auf eine Grundgesamtheit kritisch zu bewerten und Gegenstand dieser Diskussion. Die genannten Punkte sind in prospektiven randomisierten klinischen Studien zu thematisieren. Bei der Beurteilung der Ergebnisse wurden vor allem die signifikanten Ergebnisse nochmals betrachtet. Die allein statisti-

sche Signifikanz eines Ergebnisses kann dabei jedoch nicht mit klinischer Relevanz gleichgesetzt werden und wurde daher im klinischen Kontext und mit medizinischem Verständnis bewertet.

## 5.2 Evaluation der Patienten mit Unterdrucktherapie

Im untersuchten Patientenkollektiv befanden sich mehr männliche als weibliche Patienten (59 % zu 41 %). Das mittlere Alter betrug 71 Jahre, wobei die Männer durchschnittlich etwas älter waren als die Frauen (72 Jahre zu 69 Jahre). In einem Review verglichen Peinemann und Sauerland verschiedene RCTs zur Unterdrucktherapie und stellten fest, dass „das mittlere Alter der überwiegend männlichen Teilnehmer [...] mehrheitlich über 50 Jahre [lag]“ (Peinemann und Sauerland 2011, S. 383). Verglichen wurden neun RCTs zu chronischen Ulzera, akuten Wunden und mittels Spalthaut verschlossenen Wunden (Peinemann und Sauerland 2011). Diese Wundtypen entsprechen zum Teil den Diagnosen und Indikationen zur Unterdrucktherapie, die in der Dermatologie in Homburg auftraten. Daraus kann geschlossen werden, dass die Unterdrucktherapie generell überwiegend bei Patienten höheren Alters Anwendung findet, wobei das Alter in der Hautklinik Homburg noch etwas höher lag als in anderen Studien beschrieben. Der relativ hohe Anteil an Patienten mit Malignomen, die sich meist erst im höheren Lebensalter entwickeln, könnte eine Erklärung für das höhere Alter der Patienten an der Hautklinik sein. Zudem werden chronische Wunden bei vielen Patienten oft lange mittels konventioneller Methoden behandelt und die Unterdrucktherapie erst gewählt, wenn diese Methoden nicht mehr genügen.

Entsprechend des höheren Alters des Patientenkollektivs war eine hohe Anzahl von Komorbidität zu erwarten. Lediglich ein Siebtel der Patienten wies keine Komorbidität auf (14,9 %). Als für die Wundheilung relevant befundene Komorbidität wurden kardiovaskuläre Erkrankungen und Stoffwechselstörungen sowie Patienten mit Adipositas ausgewertet. Stoffwechselstörungen wiesen ein Drittel der Patienten auf (34,6 %). Mehr als ein Fünftel der Patienten kam mit einem Diabetes mellitus (21,8 %). Fast genauso viele Patienten waren adipös (21,3 %). Bei über zwei Dritteln aller Patienten war eine kardiovaskuläre Erkrankung dokumentiert (68,6 %); davon bei einigen eine chronisch venöse Insuffizienz (CVI; 10,1 %) oder eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK; 4,3 %). Fast die Hälfte aller Patienten wiesen Multimorbidität auf (40,4 %), was bei der Behandlung dieser Patienten allgemein eine besondere

Herausforderung darstellen kann. Bis Ende 2017 planen die beteiligten Fachgesellschaften und die AWMF online daher eine allgemeine Leitlinie zur Multimorbidität (Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM) 2014). Im Patientenkollektiv traten besonders häufig Kombinationen aus Stoffwechselstörungen und kardiovaskulären Erkrankungen auf (22,1%). Bekanntermaßen nehmen mitunter vaskuläre Erkrankungen, wie pAVK und CVI, sowie metabolische Störungen, wie Diabetes mellitus, Einfluss auf die Wundheilung (Smola et al. 2001). Zur Beurteilung der Wundheilung durch die Unterdrucktherapie müssen daher Faktoren für Wundheilungsstörungen unbedingt mit betrachtet werden. In einer Studie von Braakenburg et al. wurden Patienten mit kardiovaskulärer Erkrankung und Diabetes mellitus als Untergruppe an Patienten speziell betrachtet. In Form signifikant kürzerer Zeiten bis zur vollständigen Wundgranulation zeigten sich Vorteile der Unterdrucktherapie bei diesen Patienten gegenüber anderen Patientengruppen (Braakenburg et al. 2006). Das Kennen und Behandeln der Komorbidität stellt einen unerlässlichen Punkt der erfolgreichen Wundheilung dar und sollte auch in Bezug auf die Unterdrucktherapie nicht vernachlässigt werden, da Patienten je nach Komorbidität von der Therapie sowohl profitieren als auch beeinträchtigt sein können. Trotzdem konnten Peinemann und Sauerland in einem Review feststellen, dass in einigen Studien Komorbidität der Patienten kaum beschrieben wurde (Peinemann und Sauerland 2011).

Die zugrunde liegenden Erkrankungen der Patienten, die die Behandlung mit der Unterdrucktherapie notwendig machten, waren in dieser Arbeit bei knapp einem Drittel der Patienten Melanome (29,8 %), gefolgt von Karzinomen (26,1 %), Ulzera (21,3 %) und Sarkomen (17,5 %). Die restlichen Patienten (5,3 %) wurden aufgrund von anderen Diagnosen behandelt (Acne inversa, Nävi, Neurofibrome und Keloide).

In der Summe machten die Hauttumore als zugrundeliegende Diagnose einer Unterdrucktherapie in der Dermatologie einen Anteil von fast 75 % aus (73,4 %), die auch fast alle maligne waren (72,3 %). Die Kategorie „Karzinom“ umfasste das Plattenepithelkarzinom und Basalzellkarzinom, das basosquamöse, spinozelluläre und trichoblastäre Karzinom, das Bowen Karzinom, Porokarzinom und das Merkelzellkarzinom. Als „Sarkome“ wurden das pleomorphe Sarkom und das Dermatofibrosarkoma protuberans dokumentiert. Die Exzision von Hauttumoren und deren anschließende Versorgung mit der Unterdrucktherapie ist bisher kaum explizit untersucht worden. Dill-Müller et al. veröffentlichten dazu eine Arbeit über die Exzision eines Melanoms,

in der die entstandene Wunde erfolgreich mit der Unterdrucktherapie versorgt wurde (Dill-Müller et al. 2004). Eine Herausforderung hinsichtlich der Zunahme der Wundgröße stellt der einzuhaltende Sicherheitsabstand je nach Tumorentität dar.

Für die Behandlung von chronischen Wunden, insbesondere Ulzera, existieren dagegen zahlreiche Studien. Hier hat die Unterdrucktherapie einen festen Stellenwert eingenommen. Mekkes et al. schätzten 3- 5 % aller über 65 Jahre alten Personen, die unter einem Ulkus cruris leiden und schlossen daraus, dass das Alter neben anderen Risikofaktoren ebenfalls eine Rolle spielte (Mekkes et al. 2003). In dieser Arbeit war die Ätiologie des Ulkus vor allem vaskulär (60 %) oder als Folge einer Pyoderma gangraenosum (22,5 %) bedingt. Unter genauerer Betrachtung machten die vaskulären Ulzera vor allem venös bedingte (37,5 %), aber auch arteriell bedingte (10 %) und gemischt bedingte Ulzera (arteriell und venös; 10 %) aus. Die Ursache anderer vaskulärer Ulzera entfiel auf Vaskulitiden (2,5 %). Wie erwartet stimmte die Ätiologie der vaskulären Ulzera mit der Komorbidität CVI und pAVK als mögliche Ursachen eines venösen bzw. arteriellen Ulkus in etwa überein. Ebenso bestätigten Mekkes et al. in ihrer Arbeit zu Beinulzera die venöse Insuffizienz als Hauptursache für Ulzera (45- 65 %), gefolgt von arteriellen Ursachen (10- 20 %) und Diabetes mellitus (15- 25 %). Die Autoren zählten Übergewicht und Diabetes mellitus mit zu den Risikofaktoren für Atherosklerose, ebenso Infektionen, Vaskulitiden und Pyoderma gangraenosum (PG). Kombinationen verschiedener Faktoren machten einen Anteil von 10- 15 % in der Ätiologie des Ulkus aus (Mekkes et al. 2003). Shelling et al. bezeichneten Wunden aufgrund venöser oder arterieller Insuffizienz und Diabetes mellitus als typisch und definierten atypische Wunden aufgrund von Infektionen, Entzündungen (Vaskulitis, Pyoderma gangraenosum) oder hypertensiv bedingten Ulzera, den HYTILU oder „hypertensive ischemic leg ulcer“. Die Autoren rund um Shelling führten letzteres als potentiell mögliche, jedoch oft verkannte Ursache eines Ulkus auf (Shelling et al. 2010), die erstmals von Martorell in Spanien beschrieben wurden (Martorell 1945). Hafner et al. konnten als Ursache der HYTILU (auch Martorell-Ulkus genannt) histologisch eine subkutane Arteriosklerose bestätigen. In ihrer retrospektiven Arbeit zeigte sich zudem, dass  $n = 3$  von 31 Patienten mit hypertensiv bedingten Ulzera schließlich an einer Sepsis verstarben, wobei  $n = 2$  dieser Patienten bei vermeintlich vorliegendem Pyoderma gangraenosum mit Immunsuppressiva therapiert wurden (Hafner et al. 2010). In Homburg wurde die Diagnose eines hypertensiv bedingten Ulkus nicht gestellt, ein Pyoderma gangraenosum hingegen kam bei einem Fünftel der Patienten vor. Bei einer Reihe von Patienten mit Ulkus

wurde die Ätiologie nicht näher beschrieben (12,5 %). Grund könnte sowohl eine mangelnde Dokumentation als auch das Verkennen atypischer Ursachen gewesen sein. Dementgegen ließ sich aus den Ergebnissen von Hafner et al. ableiten, dass gerade das Erkennen und Behandeln der tatsächlich zugrundeliegenden Ursache der Ulzera in deren Therapie eine erhebliche Rolle einnimmt und HYTILU und PG verwechselt werden können (Hafner et al. 2010).

Im Patientenkollektiv war knapp die Hälfte der Wunden an der unteren Extremität lokalisiert (47,9 %), gefolgt von Lokalisationen wie Kopf (23,4 %), Rumpf (17 %) und obere Extremität (11,7 %). Diese waren im Mittel 43,2 cm<sup>2</sup> groß, wobei minimale Defekte von 1,6 cm<sup>2</sup> und große Wunddefekte mit einer Fläche von fast 1000 cm<sup>2</sup> vorkamen. Die Defektgröße wurde mittels der angegebenen Maße im ersten Operationsbericht errechnet. Die Autoren rund um Andros versuchten in ihrem Konsens zur Unterdrucktherapie bei diabetischen Fußulzera die Frage zu klären, ob auch kleine oberflächliche Wunden für eine Unterdrucktherapie geeignet seien. Diese kamen zu dem Ergebnis, dass allein wegen der Defektgröße kein Indikation für eine Unterdrucktherapie gestellt werden kann, sondern diese von anatomischen Faktoren abhängig gemacht werden sollte. Somit seien prinzipiell auch kleine Defekte in Abwägung der Indikationen und Kontraindikationen geeignet für eine Unterdrucktherapie (Andros et al. 2006). In der Arbeit von Blume et al. konnte eine signifikante Reduktion der Wundfläche während der Unterdrucktherapie beobachtet werden (Blume et al. 2008). Hier konnte dies nicht bestätigt werden, da eine Verlaufsdokumentation nicht vorliegend war.

### 5.3 Evaluation der Unterdrucktherapieparameter und des Therapieverlaufs

Die Unterdrucktherapie wurde in jedem dokumentierten Fall mit einer bestimmten Indikation angelegt, die sich oft nach der Operation der zugrundeliegenden Diagnose (Hauttumore, Ulzera, andere) ergab. Dazu zählten Exzisionen (48 %), Wunddébridements (28 %) und Defektverschlüsse mit Sichern des Hauttransplantats (21 %) sowie Wundheilungsstörungen (3 %). Auch Renner et al. berichteten über Indikationen zur Vakuumtherapie speziell im Hinblick auf die Dermatologie. Genannt wurden verschiedene Typen an Ulzera, postoperative und posttraumatische Wunden, infizierte Wunden, Hauttransplantate und in Einzelfällen palliative Behandlungen oder solche zur Ödemreduktion (Renner et al. 2006). Dort aufgeführte Indikationen und zugrundeliegenden

Diagnosen der Patienten schließen die in dieser Arbeit evaluierten Indikationen mit ein. Jedoch wurden postoperative Wunden im Gegensatz zu dieser Arbeit nicht genauer, etwa als Exzisionen oder Wunddébridements, definiert.

Im Folgenden werden einzelne Therapiebestandteile als Grundlage für weitere Fragestellungen diskutiert (siehe 5.4, 5.5 und 5.6).

### 5.3.1 Wahl der Vakuumpumpe

Die Unterdrucktherapie wurde überwiegend mittels mobilem V.A.C. ® Gerät (80,6 %), aber auch mit V.A.C.-ULTA™ (12,1 %) oder der Vakuumpumpe für Inzisionen (PREVENA™; 5,8 %) durchgeführt. In wenigen Fällen erfolgte ein Wechsel des Geräts von einer V.A.C.-ULTA™ auf eine mobile Therapieeinheit (1,5 %). Ob hier Komplikationen eine mögliche Ursache für den Wechsel des Therapiesystems waren, ließ sich nicht eruieren. Abhängig von der Lokalisation des Hautdefekts wurde die V.A.C.-ULTA™ signifikant häufiger an der unteren Extremität, die PREVENA™ am Rumpf eingesetzt.

Die Instillation bei einer V.A.C.-ULTA™ wurde überwiegend mit Polyhexanidlösung (Lavasept® 0,02 %) durchgeführt. Polyhexanid ist laut Konsens das „Mittel der 1. Wahl für schlecht heilende chronische bzw. für sehr empfindliche Wunden“ (Kramer et al. 2004). Auch in den internationalen Leitlinien zur Instillationstherapie finden sich Empfehlungen für Instillationslösungen wie Polyhexanide, z.B. Lavasept® 0,04 % oder Prontosan® 0,1 %, aber auch für Microcyn (Kim et al. 2013). Die Empfehlung für Lavasept® 0,04 % basiert unter anderem auf Arbeiten von Lehner et al. und Timmers et al., die die Instillationstherapie an orthopädischen Infektionen und Osteomyelitis beschrieben (Lehner et al. 2011; Timmers et al. 2009). Verglichen mit den Ergebnissen dieser Arbeit zeigte sich eine Diskrepanz zwischen verwendeter und empfohlener Konzentration von Lavasept®. Die Instillationsphase hielt zwischen drei und zwanzig Minuten an und wurde alle zwei oder alle dreieinhalb Stunden wiederholt. Laut Empfehlungen sollte die Einwirkzeit zwischen 10 und 20 Minuten liegen (Kim et al. 2013). Die angegebenen drei Minuten unterschritten diese Vorgabe. Der Grund für die kurze Einwirkzeit in diesem Fall ist jedoch unbekannt. Die Instillationsvolumina betragen zwischen 8 und 65 ml und zeigten wie erwartet Tendenzen zur Abhängigkeit von der Defektgröße, die jedoch aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant waren. Die Vorgabe, so viel Volumen zu verwenden bis der Schwamm durchtränkt ist (Kim et al. 2013), wurde hier vermutlich eingehalten. In größeren Wunden wurden größere

Schwämme eingesetzt und daher ein höheres Instillationsvolumen benötigt. An der unteren Extremität könnte das Instillationsvolumen auch durch den hydrostatischen Druck limitiert sein, der bei zu viel Flüssigkeit dazu führt, dass der Verband schneller eine Leckage bekommen kann.

### 5.3.2 Wahl des Schwammes

Der weiße PVA- Schwamm wurde doppelt so häufig wie der schwarze PU- Schwamm eingesetzt (29,2 % zu 15,7 %). Der graue Silberschwamm wurde nur sehr selten gewählt (1,1 %). Über die Hälfte aller Unterdrucktherapien wurde jedoch mit einer Kombination aus schwarzem und weißem Schwamm durchgeführt. Hier konnte zum einen innerhalb der Therapie ein Wechsel des einen auf den anderen Schwamm, manchmal auch wieder zurück, erfolgen. Am häufigsten wurde anfänglich mit dem PU- Schwamm behandelt und bei zunehmender Besserung der Wundverhältnisse auf den PVA- Schwamm gewechselt, der schließlich zudem der Transplantatsicherung diene (siehe 5.5.3). Zum anderen konnte die kombinierte Form auch eine zeitgleiche Verwendung der Schwämme darstellen. Der weiße PVA- Schwamm bedeckte in diesem Fall die Wundfläche, während über ein kleines Stück eines PU- Schwamms die Ausleitung stattfand. Es stellte sich heraus, dass diese Form der Kombination in Homburg eine lange Zeit nötig war, weil der T.R.A.C. ® - Pad Connector ansonsten verstopfte. Die Ausleitung über den PU- Schwamm schien eine derartige Verstopfung des T.R.A.C. ® - Pad Connectors verhindern zu können. Die kombinierte Form der Schwämme wurde in Kombination mit der mobilen V.A.C. ® Therapieeinheit (zu 58,2 %) und beim Wechsel der Pumpensystem von der Instillationstherapie auf die klassische Vakuumpumpe (zu 66,7 %) am häufigsten eingesetzt. In Kombination mit einer V.A.C.-ULTA ®, einer Instillations-therapie, wurde der PU- Schwamm signifikant häufiger gewählt (62,5 %). Häufig bestand ein Zusammenhang zur Verwendung bei der Diagnose Ulkus cruris, die überwiegend mit PU- Schwämmen und Instillationstherapie behandelt wurde (siehe 5.5.2). Im Mittel erfolgten die Wechsel der Schwämme alle drei bis vier Tage (3,5 Tage), wobei sich die Frequenz der Wechsel je nach Schwammtyp wie erwartet unterschieden hat. Beim PU- Schwamm lagen die Wechselintervalle bei durchschnittlich 3 Tagen. Der weiße PVA- Schwamm konnte im Mittel etwas länger als 4 Tage an der Wundfläche belassen werden, bevor er gewechselt wurde (4,3 Tage). Dieser Zusammenhang entspricht den Empfehlungen für einen Schwammwechsel nach 2 – 3 Tagen beim PU- und nach maximal 7 Tagen beim PVA- Schwamm (Willy et al. 2005). Innerhalb eines

stationären Aufenthalts wurde im Mittel nur ein oder zwei Mal der Schwamm gewechselt (1,4-mal). Hier zeigte sich ein Vorteil in der Handhabung der Unterdrucktherapie für das Personal. Wie auch Braakenburg et al. aus ihren Ergebnissen schlussfolgerten, machen die seltenen Schwammwechsel die Unterdrucktherapie zu einer relativ bequemen Form der Wundtherapie, wobei Personalaufwand eingespart werden kann (Braakenburg et al. 2006). Hingegen konnten niedrigere Personalkosten nicht aufgezeigt werden. Diese basierten in der Berechnung von Vuerstaek et al. auf dem durchschnittlichen Lohn und der Zeit, die das Personal beim Patienten verbrachte und waren sogar leicht erhöht gegenüber den Kosten bei konventioneller Wundtherapie (Vuerstaek et al. 2006). Hier sei auf das Kapitel 5.4.3 verwiesen, das den Kostenstandpunkt diskutiert.

### 5.3.3 Wahl der SogEinstellungen

Die große Mehrheit der Behandlungen wurde mit einer Sogstärke von 125 mmHg durchgeführt (88,6 %), nur 6,2 % mit 100 mmHg und 5,2 % mit unterschiedlichen SogEinstellungen zwischen 75 und 125 mmHg innerhalb einer Behandlung. Bei der Sogstärke ergaben sich in Abhängigkeit vom gewählten Schwamm zwar signifikante Ergebnisse, die jedoch in der klinischen Interpretation keine Relevanz haben. Die Wahl der Pumpe und des Schwamms hingen jeweils nur von der Art der Wunde ab und bedingten sich nicht gegenseitig. Ebenfalls mehrheitlich behandelt wurde mit einem kontinuierlichen Sogmodus (91,7 %). Der intermittierende Sogmodus allein kam nur selten vor (2,1 %). In Untersuchungen von Morykwas et al. konnte gezeigt werden, dass Sogstärken von 125 mmHg (Morykwas et al. 2001) und vor allem ein intermittierender Sogmodus (Morykwas et al. 1997) am effektivsten auf die Granulationsgewebeneubildung wirkten. Dementgegen wurden bei der Instillationstherapie in den internationalen Leitlinien kontinuierliche SogEinstellungen empfohlen (Kim et al. 2013). Bei Empfehlung des intermittierenden Sogs, muss bedacht werden, dass Patienten unter intermittierenden SogEinstellungen häufiger über Schmerzen klagen. Auch in Homburg wurde innerhalb einer Behandlung von einem auf den anderen Sogmodus umgestellt (6,3 %), in der Regel vom intermittierenden auf den kontinuierlichen Sog. Rückschlüsse, ob Komplikationen, wie Schmerzen, eine Rolle bei dieser Entscheidung spielten, konnten statistisch nicht überprüft werden. Mouës et al. betonten in einer Studie ebenfalls die möglich reduzierte Compliance von Patienten mit intermittierendem Sog (Mouës et al. 2011). In diesem Fall könnte auf eine kontinuierliche Therapie umgeschaltet werden (Renner et al. 2006). Mody et al. beschrieben in ihrer Untersuchung einen Wechsel des

intermittierenden Sogs auf den kontinuierlichen, wenn die Wunden besonders ödematös waren (Mody et al. 2008). Auch ein zu hoch eingestellter Sog könnte die Ursache von Schmerzen sein. Hier wurde eine Reduktion des Sogs in 25 mmHg Schritten empfohlen (Dissemmond 2008). In der Studie von Mody et al. wurden empfindliche Wunden erst mit niedrigeren Sogstärken von 50 oder 100 mmHg behandelt, bevor der Sog gesteigert wurde (Mody et al. 2008).

### 5.3.4 Wahl des Defektverschlusses

Nach ausreichender Wundkonditionierung erfolgte der Defektverschluss bei den Patienten der Hautklinik Homburg mittels Hauttransplantaten (67,7 %), sekundären Wundheilungen (26,4 %), regionalen Lappenplastiken (5 %) und Unterdrucktherapie in palliativer Intention (1 %). Über die Unterdrucktherapie in palliativer Intention, die zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen sollte, berichteten auch andere Arbeiten. Die Wunde wurde in solchen Fällen mit dem Therapiesystem abgedeckt und drainiert, was vor allem bei stark exsudativen Wunden einen Vorteil bieten sollte (Renner et al. 2006) und in Homburg partiell unter diesem Aspekt genutzt wurde. Regionale Lappenplastiken dienten am Rumpf gegenüber anderen Lokalisationen häufig zum Defektverschluss (25,8 %). Die Wahl fiel besonders an der unteren Extremität etwas häufiger auf eine sekundäre Wundheilung (29,9 %) als an anderen Körperregionen. Lagen bei den Patienten kardiovaskuläre Vorerkrankungen vor wurden im Vergleich zu Patienten, die keine derartigen Vorerkrankungen hatte, signifikant häufiger Hauttransplantationen (69,5 % zu 63,3 %) oder sekundäre Wundheilungen (27,7 % zu 23,3 %) zum Defektverschluss verwendet als regionale Lappenplastiken (1,4 % zu 13,3 %). Beim Vorliegen einer pAVK waren sogar 77,8 % der Defektverschlüsse sekundäre Wundheilungen und 11,1 % palliative Wundversorgungen. Hauttransplantationen wurden ebenfalls nur zu 11,1 % durchgeführt. Die Wahl fiel auch tendenziell jedoch nicht statistisch signifikant häufiger auf sekundäre Wundheilungen, wenn die Patienten an einer CVI (52,6 % zu 23,6 %) oder Adipositas (37 % zu 23,2 %) erkrankt waren als bei Patienten, die keine dieser Komorbidität aufwiesen und Hauttransplantate erhielten. Regionale Lappenplastiken wurden bei zunehmender Konstellation an Komorbidität nicht mehr verwendet.

Diese Ergebnisse entsprechen den Vorstellungen zum Wundverschluss gemäß der „reconstructive ladder“ (Buchanan et al. 2014; Janis et al. 2011). Das klassische Model ordnet dabei Methoden des Wundverschlusses entsprechend ihrer Komplexität beginnend bei sekundären Wundheilungen und den primären Verschlüssen über

Hauttransplantate bis zu Lappenplastiken. Bei der Wahl des Wundverschlusses ist die Zunahme an Komorbidität ein entscheidender Faktor, da der Wundverschluss dadurch komplexer werden kann. Entsprechend den Erwartungen einer beeinträchtigten Wundheilung durch die pAVK wurde bei solchen überwiegend auf eine Hauttransplantation verzichtet und diese Patienten auf der untersten Stufe der „reconstructive ladder“ (Buchanan et al. 2014; Janis et al. 2011) mittels sekundärer Wundheilung behandelt. Neuere Modelle schließen Techniken wie die Unterdrucktherapie und Dermisersatzverfahren mit in die „reconstructive ladder“ (Janis et al. 2011) ein. Ein Dermisersatz wurde in Homburg bei einigen Patienten zur Wundkonditionierung verwendet (16,3 %), insbesondere ab dem Jahr 2012. Auffällig war, dass Janis et al. ihr neues Modell zur „reconstructive ladder“ (Janis et al. 2011), das die Dermisersatzverfahren mit einschloss, im selben Zeitraum veröffentlichten (Janis et al. 2011). In der Studie von Braakenburg et al. konnte gezeigt werden, dass bei Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen oder Diabetes mellitus die Behandlung mit der Unterdrucktherapie zu einer schnelleren Wundgranulation führte als mit konventioneller Wundbehandlung. Wie in Homburg wurde der weitere Verlauf auch dort mittels Hauttransplantat oder sekundärer Wundheilung beschrieben. Wie viel Prozent der Patienten welche Form des Defektverschlusses erhielten, wurde jedoch nicht angegeben (Braakenburg et al. 2006) und kann nicht verglichen werden. Lappenplastiken standen bei diesen Patienten als Option nicht zur Auswahl, was in Anbetracht des Vorliegens einer kardiovaskulären Komorbidität den Ergebnissen dieser Arbeit entspricht.

Als weiterer Punkt fiel abhängig vom Alter der Patienten auf, dass jene, die mit einer regionalen Lappenplastik versorgt wurden signifikant jünger waren (49,5 Jahre) als Patienten mit Hauttransplantationen (73 Jahre) oder sekundären Wundheilungen (70 Jahre). Bei den palliativen Wunderversorgungen waren die Patienten nochmal etwas älter (78,5 Jahre). Erklärung für diese Beobachtung könnte eine verminderte Qualität der Haut im Alter sein, die sich weniger gut für komplexe Lappenplastiken eignet. Mit steigendem Alter nehmen Komorbidität und deren Einfluss auf die Wundheilung zu. Zudem sind viele ältere Patienten antikoaguliert sowie die Blutungs- und Nekrosegefahr erhöht. Buchanan et al. berichteten über eine verminderte Bildung von Wachstumsfaktoren (GF, growth factor), was die Wundheilung im Alter verlangsamt (Buchanan et al. 2014). Auch Dissemond et al. führten Diabetes mellitus oder ein Alter über 70 Jahre als Faktoren auf, die zu schlechteren Einheilungsraten von Transplantaten führen können

(Dissemond et al. 2006). Diabetes mellitus stand in dieser Arbeit jedoch in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Wahl des Defektverschlusses.

### 5.3.5 Abhängigkeit der Dauer des stationären Aufenthalts

Der stationäre Aufenthalt der Patienten mit Unterdrucktherapie betrug im Mittel 13 Tage. Patienten mit Stoffwechselstörungen als Komorbidität waren gegenüber Patienten ohne Stoffwechselstörungen signifikant länger stationär aufgenommen (15 Tage zu 10 Tage). Betrachtet man speziell die Patienten mit Diabetes mellitus waren diese sogar im Durchschnitt 18 Tage stationär behandelt gegenüber 11 Tagen bei den Patienten ohne Diabetes mellitus. Diese Beobachtung entspricht den Aussagen von Buchanan et al., die Diabetes mellitus als Risikofaktor für Wundheilungsstörung beschrieben (Buchanan et al. 2014). Auch das Vorliegen einer kardiovaskulären Erkrankung verlängerte die mittlere Dauer des stationären Aufenthalts um fast eine Woche gegenüber Herz-Kreislaufgesunden Patienten (14 Tage zu 7,5 Tage). Aus den Ergebnissen lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass sich das Vorliegen eines Diabetes mellitus und / oder einer kardiovaskulären Erkrankung unmittelbar auf die Dauer der stationären Versorgung auswirkt. Das Ergebnis entspricht den Erwartungen einer verlangsamten Wundheilung durch die Risikofaktoren Diabetes mellitus, pAVK und CVI, die im Rahmen allgemeiner Gefäßveränderungen die Wundheilung beeinträchtigen können (Smola et al. 2001). Da in dieser Arbeit unter den kardiovaskulären Erkrankungen weder die pAVK noch die CVI in Bezug auf den stationären Aufenthalt eine Signifikanz aufwiesen, muss daraus geschlossen werden, dass keine der Erkrankungen allein verantwortlich für längere stationäre Dauern sein konnte und auch andere kardiovaskuläre Erkrankungen Ursache für eine Verzögerung der Wundheilung sein können. Besonders häufig wiesen die Patienten mit kardiovaskulärer Erkrankung eine arterielle Hypertonie auf, die als bekannter Risikofaktor für Atherosklerose gilt. Folglich könnte sich hier gezeigt haben, dass eine arterielle Hypertonie die Dauer der Wundheilung maßgeblich verlängern kann. In diesem Zusammenhang sollte erneut die Diagnose eines hypertensiv bedingten Ulkus bedacht werden. Hafner et al. konnten zudem Zusammenhänge des Auftretens eines HYTILU und des Vorliegens einer Hypertonie und eines Diabetes mellitus deutlich machen. Wiederum zeigte sich, dass sowohl kardiovaskuläre als auch metabolische Komorbidität gemeinsam Einfluss nehmen können.

Von der jüngsten Patientengruppe (< 19 Jahre) bis zu den ältesten Patienten (> 90 Jahre) nahm die Zeit in der Klinik kontinuierlich von durchschnittlich 2,5 Tagen

bis auf 20,5 Tage zu. Erklärung hierfür kann der Zusammenhang zu einer höheren Anzahl an Komorbidität sein, die wie oben beschrieben, den stationären Aufenthalt verlängern kann. Auch das verwendete Unterdrucktherapiesystem hing signifikant mit der Dauer des stationären Aufenthalts zusammen. Die PREVENA™ führte zu Aufenthaltsdauern von im Mittel 3 Tagen, alle anderen Pumpensysteme durchschnittlich zu Dauern von 12 Tagen (V.A.C.-ULTA™) bis 14 Tagen (mobile V.A.C.® Therapy) oder sogar bis zu 17 Tagen wenn ein Wechsel des Pumpensystems stattfand. Da die PREVENA™ für Inzisionen verwendet wird und mit keinen großen Wundflächen in Verbindung steht, wird dieses Ergebnis nachvollziehbar.

### 5.3.6 Abhängigkeit der Dauer der Vakuumversiegelung

Innerhalb des stationären Aufenthalts dauerte die Vakuumversiegelung der Patienten in der Hautklinik durchschnittlich 7 Tage an. Wie erwartet zeichneten sich auch hier Unterschiede je nach Begleiterkrankungen der Patienten ab. Bei Patienten mit Stoffwechselstörungen war die Unterdrucktherapie im Mittel für 11,5 Tage angelegt, bei Patienten ohne Stoffwechselstörung signifikant kürzer (6 Tage). Auch das Vorliegen eines Diabetes mellitus als häufigste Stoffwechselstörung führte zu einer signifikanten Verlängerung der Therapie von 7 Tage auf 12 Tage. Das Ergebnis entspricht auch den längeren Aufenthaltsdauern dieser Patientengruppe. Bei Stoffwechselstörungen schien die Unterdrucktherapie länger nötig zu sein, bis ausreichend neues Granulationsgewebe gebildet war. Diese Erkenntnis geht abermals mit der langsameren Wundheilung bei älteren multimorbiden Menschen einher, wie sie von Buchanan et al. beschrieben wurde (Buchanan et al. 2014). Fälle mit kardiovaskulären Erkrankungen wurden durchschnittlich ebenfalls signifikant länger mit der Unterdrucktherapie behandelt als ohne (7 zu 5 Tage).

Der Defektverschluss erfolgte im Mittel nach 5 Tagen. Das entspricht in etwa den Ergebnissen von Vuerstaek et al., die eine Zeit von 7 Tagen angeben bis die Wunde unter Unterdrucktherapie ausreichend granuliert war und der Defektverschluss stattfinden konnte. Die Zeit war zudem signifikant kürzer als unter konventioneller Wundtherapie (Vuerstaek et al. 2006), was jedoch aus den vorliegenden Daten dieser Arbeit nicht bestätigt werden konnte, da dieser Vergleich fehlte. Anhand der mittleren Dauer der Vakuumversiegelung (7 Tage) und der Zeit bis zum Defektverschluss (5 Tage) zeigte sich in dieser Arbeit, dass die Unterdrucktherapie über den Defektverschluss hinaus angewendet wurde und auch in den Fällen zum Sichern eines Transplantats genutzt wurde, deren ursprüngliche Indikation eine andere war. Im Gegensatz zur Untersuchung

von Blume et al., die einen kompletten Wundverschluss nach 96 Tagen beschrieben (Blume et al. 2008), ist in dieser Arbeit mit dem Wundverschluss nur das Verschließen der Wunde mittels Transplantats, das erst im anschließenden Einheilungsprozess die Wunde vollständig verschließt, zu verstehen. Peinemann und Sauerland stellten in ihrer Untersuchung fest, dass die „Zeit bis zum Wundverschluss“ (Peinemann und Sauerland 2011, S.384) in vier von neun verglichenen RCTs zur Unterdrucktherapie als Endpunkt der Behandlung beschrieben wurde. In drei RCTs konnte jeweils ein Vorteil der Unterdrucktherapie gegenüber der konventionellen Behandlung aufgezeigt werden. Hier waren die Zeiten bis zum Defektverschluss signifikant kürzer. Ein derartiger Vergleich ist mit den Ergebnissen dieser Arbeit jedoch nicht möglich. Entsprechend einer Limitation dieser Arbeit, bemängelten auch Peinemann und Sauerland, dass nach Abschluss der Studien nicht weiter untersucht wurde, ob die Wunden dauerhaft verschlossen blieben oder erneute Interventionen nötig wurden (Peinemann und Sauerland 2011).

### 5.4 Evaluation des Therapieerfolgs

Im Rahmen dieser Arbeit sollte untersucht werden, wovon das Outcome der Unterdrucktherapie abhängt. Den primären Marker für das Outcome stellten Komplikationen dar, sekundär wurde die Dauer des stationären Aufenthalts betrachtet. Fragestellungen hierzu lauteten „Was nahm Einfluss auf den Outcome?“ und „Wann kamen Komplikationen vor?“. Einen komplikationslosen Verlauf zeigten 85,9 % der Patienten. Komplikationen traten bei 14,1 % auf. Mit 4,7 % führt dabei die Non-Compliance der Patienten die Liste an Komplikationen an. Grund hierfür waren allen voran Schmerzen, die die Patienten angaben. Nekrotische Areale (3,7 %), mangelnde Wundgranulationen (2,6 %), Infektionen (1,6 %) oder aufgetretene Blutungen (0,5 %) waren ebenfalls als Komplikationen protokolliert. In 1 % der Fälle gab es technische Probleme mit dem System.

Vuerstaek et al. führten in ihrer prospektiv randomisierten Studie zur Unterdrucktherapie verglichen mit konventioneller Wundtherapie bei chronischen Ulzera eine Liste mit jeweils aufgetretenen Komplikationen auf. Allgemein fiel auf, dass in der Unterdrucktherapie-Gruppe mehr Komplikationen auftraten (40 %) als in der konventionellen Wundtherapie-Gruppe (23 %), wobei im Einzelnen keine statistisch signifikanten Zusammenhänge bestanden. Unter anderem fanden sich als Komplikationen Schmerzen, Wundinfektionen, postoperative Blutungen an der Spenderregion bei Hauttransplantaten und ausbleibende Heilungen (Vuerstaek et al. 2006). Hingegen gehören Page et al. zu

den Autoren, die der Unterdrucktherapie Vorteile hinsichtlich des selteneren Auftretens von Komplikationen gegenüber konventioneller Wundtherapie zuschrieben. Diese konnten in einer retrospektiven Arbeit ein um 83 % reduziertes Risiko für Komplikationen, wie Infektionen und Nekrosen, durch die Unterdrucktherapie aufweisen (Page et al. 2004).

Andros et al. definierten den Therapieerfolg in einem Konsens zur Unterdrucktherapie an diabetischen Ulzera primär als verkürzte Dauer der Wundheilung oder der Zeit bis zum Defektverschluss und sekundär als Steigerung der Lebensqualität, Reduktion des Schmerzes, der Therapiekosten, der Dauer der Vakuumversiegelung und der Rate an Amputationen (Andros et al. 2006). Unter welchen Voraussetzungen (in Homburg) besonders oft Therapieerfolge, die als das Ausbleiben von Komplikationen bzw. der Dokumentation einer ausreichenden Wundgranulation bestanden, verzeichnet wurden, zeigt folgende Diskussion der Ergebnisse.

#### 5.4.1 Zusammenhänge zu einem guten Outcome

In Relation zu anderen Parametern zeigte sich ein überdurchschnittlich und signifikant gutes Outcome bei der Verwendung eines weißen PVA- Schwammes (90 %) und bei der kombinierten Form der Schwämme (91,6 %, durchschnittliches Outcome aller Schwämme: 86,4 %). Auch bei den mobilen Therapiesystemen (88,7 %) und der PREVENA™ (90,9 %) war der Therapieerfolg signifikant besser als der mittlere prozentuale Wert von 85,7 % eines guten Outcomes aller Pumpensysteme. Wenn die Indikation zur Anlage einer Unterdrucktherapie eine Wundheilungsstörung oder lediglich der Defektverschluss war, zeigten alle Fälle einen guten Outcome. Generell zeigten sich bei Patienten, die eine Hauttransplantation oder eine regionale Lappenplastik erhielten (91,5 % und 88,9 %), überdurchschnittlich häufig ein gutes Outcome (Durchschnitt aller Defektverschlüsse 85,6 %). Bei den Diagnosen waren es die Malignome, die wegen ihres signifikant guten Outcomes (90,3 %) auffielen (Durchschnitt 85,9%), wobei diese zu 27,1 % nur zum Defektverschluss stationär aufgenommen waren und deren Exzision schon vorher stattgefunden hatte. Bei gutem Verlauf waren die Patienten im Mittel 12,5 Tage stationär aufgenommen.

Zusammenfassend führten PVA- Schwämme, Therapiesysteme ohne Instillation und Hauttransplantationen zu einem besseren Outcome als vergleichbare Parameter.

#### 5.4.2 Zusammenhänge zu Komplikationen

Ein überdurchschnittlich häufiges Auftreten von Komplikationen kam im Vergleich zu anderen Parametern besonders bei der Verwendung eines schwarzen PU- Schwammes vor (39,1 % zu durchschnittlich 13,6 % aller Schwämme). Die Komplikationen bestanden vor allem aus Non-Compliance der Patienten, die in einem separaten Abschnitt beschrieben wird. Komplikationen gab es zudem besonders häufig bei der V.A.C.-ULTA™ (37,5 %, Durchschnitt aller Pumpensysteme: 14,3 %). Außerdem fiel auf, dass bei Wunddébridements überdurchschnittlich häufig Komplikationen auftraten (25,5 %, Durchschnitt aller Indikationen: 14,1 %). Auch Patienten mit der Diagnose Ulkus cruris fielen durch häufige Komplikationen auf (28,9 %) und hoben sich damit von den mittleren 14,1 % der Patienten mit Komplikationen signifikant ab. Auch sekundäre Wundheilungen hingen mit dem Auftreten von Komplikationen zusammen (27,1 %, Durchschnitt aller Defektverschlüsse: 14,4 %). Hatten Patienten eine pAVK traten ebenfalls überdurchschnittlich oft Komplikationen auf. Die Rate an Komplikationen lag beim Vorhandensein einer pAVK bei 55,6 % im Vergleich zu einer Rate von 12,1 % Komplikationen bei Patienten ohne pAVK. Ähnliche Ergebnisse anderer Studien konnten nicht gefunden werden. Die Dauer des stationären Aufenthalts bei Patienten mit Komplikationen lag bei 15 Tagen im Vergleich zu 12,5 Tagen bei komplikationslosem Outcome. Grund für eine Verlängerung des stationären Aufenthalts bei komplikationsbehafteten Verläufen könnte eine intensivere Behandlung dieser Patienten gewesen sein.

Zusammenfassend stellten also Kombinationen aus einem Ulkus cruris, Wunddébridement, PU-Schwamm, einer Instillationstherapie und sekundärer Wundheilung eine Ursache für Komplikationen dar.

Sogeeinstellungen hatten statistisch keinen signifikanten Einfluss auf den Outcome. An der Hautklinik wurde aber auch fast ausschließlich mit einem kontinuierlichem Sog von 125 mmHg gearbeitet, daher sind Vergleiche schwierig. Auch die Defektgröße wirkte sich nicht auf den Outcome aus. Die Vermutung, größere Defektgrößen könnten eher zu Komplikationen führen, ist daher zu verwerfen. Ähnliche Ergebnisse bestätigten sich auch in der Arbeit von Chio et al., in der Transplantatstellen mit und ohne Unterdrucktherapie evaluiert wurden. Die Größen der Transplantate wurden entsprechend der Defektgröße in drei Gruppen (< 50 cm<sup>2</sup>, 51 – 100 cm<sup>2</sup>, > 100 cm<sup>2</sup>) unterteilt und hinsichtlich des Auftretens von Komplikationen verglichen. Signifikante Ergebnisse hinsichtlich der Defektgröße und Komplikationen ( $p = 0,428$ ) ließen sich hier ebenfalls

nicht aufweisen (Chio und Agrawal 2010). Zudem war der Outcome in der Hautklinik ebenfalls unabhängig von der Länge der Unterdrucktherapie und von patientenseitigen Faktoren wie Alter, Geschlecht und Komorbidität außer der pAVK.

Die folgenden Unterpunkte befassen sich mit der Ätiologie einzelner Komplikationen.

#### *5.4.2.1 Auftreten von Nekrosen*

Signifikante Zusammenhänge zwischen einzelnen Komplikationen und Therapieparametern zeigten sich zum einen bei den Nekrosen und der Diagnose Ulcus cruris. Von 28,9 % Gesamtkomplikationen beim Ulcus kamen 7,9 % in Form einer Nekrose vor und diese zudem signifikant häufiger als bei anderen Diagnosen (Durchschnitt aller Diagnosen: 3,7 %). Nekrotische Areale zeigten sich außerdem signifikant häufiger in Kombination mit einem weißen PVA- Schwamm (8 %, Durchschnitt 4,1 %) und ausschließlich unter mobiler V.A.C. ® Therapy. Hier stellen aber weder der Schwamm noch die Pumpe die Ursache für eine Komplikation dar. Viel mehr sind diese Ausdruck der verwendeten Therapieparameter bei Hauttransplantaten, bei denen Nekrosen besonders häufig vorkamen (3,9 %, Durchschnitt aller Defektverschlüsse 3,7 %). Hauttransplantate wurden überwiegend mit dem PVA- Schwamm und der mobilen Therapieeinheit behandelt (siehe 5.5.3). Besonders auffällig waren die stationären Aufenthaltsdauern bei Fällen mit Nekrosen. Diese lagen bei Minimum 24 Tagen und im Mittel sogar 30 Tagen im Vergleich zu Fällen mit gutem Verlauf, die durchschnittlich 12,5 Tage und somit signifikant kürzer stationär aufgenommen waren. Es zeigte sich also, dass Nekrosen die Liegedauer sehr stark erhöhten. In einer Untersuchung von Fiebiger et al. heilten  $n = 6$  von 7 Ulzera unter Unterdrucktherapie und Versorgung mit Spalthauttransplantat innerhalb von 46 Tagen ab. Bei einer Patienten entwickelte sich jedoch eine dreißig prozentige Nekrose ihres Transplantats (Fiebiger et al. 2006), was einem Anteil von 14 % entspricht. Die Rate an derartigen Komplikationen war in dieser Arbeit zwar niedriger, sollte jedoch nicht unterschätzt werden. Hafner et al. berichteten, dass 9 % der Patienten mit ausgedehnter Nekrose des Ulcus schließlich an einer Sepsis verstarben. Wie bereits in 5.2 beschrieben, war in deren Arbeit die Ätiologie eines HYTILU verkannt worden. Insgesamt 58 % der Patienten erhielten in deren Untersuchung eine Unterdrucktherapie. Um deren Ergebnisse mit denen dieser Arbeit vergleichen zu können, wäre interessant gewesen zu wissen, ob die verstorbenen Patienten zu den Patienten gehörten, die mit einer Unterdrucktherapie behandelt wurden. Dokumentationen zu dieser Fragestellung fanden sich jedoch nicht (Hafner et al. 2010).

Zusammenfassend traten Nekrosen vor allem in Form nekrotischer Transplantate auf, aber auch in Bereichen eines Ulkus cruris. Derartige Komplikationen verlängerten die Behandlung erheblich.

#### *5.4.2.2 Auftreten einer mangelnden Wundgranulation*

In dieser Arbeit zeigte sich, dass eine mangelnde Wundgranulation in Kombination mit einer V.A.C.-ULTA™ nach Non-Compliance und Infektion die dritthäufigste Komplikation bei dieser Pumpe darstellte (8,3 %). Hier muss aber bedacht werden, dass die V.A.C.-ULTA™ besonders häufig bei Ulzera diverser Ätiologie angewendet wurde (siehe 5.5.2). Da Ulzera chronische Wunden darstellen, werden diese durch andere Faktoren beeinflusst, die die Wundheilung zusätzlich stören. In der Studie von Vuerstaek et al. zu Ulzera war ein nicht-heilendes Ulkus ebenfalls als Komplikation aufgeführt, was mit einer mangelnden Wundgranulation gleichgesetzt werden kann. Diese Komplikation trat zu gleichen Anteilen unter der Unterdrucktherapie als auch unter einer konventionellen Wundbehandlung auf (Vuerstaek et al. 2006). Schlussfolgernd kann nicht die Therapie allein, sondern die zugrunde liegende Diagnose die Ursache einer mangelnden Wundgranulation darstellen. Jedoch ergaben die Ergebnisse dieser Arbeit keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Diagnose Ulkus und einer mangelnden Wundgranulation. Es war nur  $n = 1$  Fall mit Ulkus und einer mangelnden Wundgranulation verzeichnet, was 2,6 % entspricht. Bei der Kategorie „andere Diagnosen“ zeigten sich hingegen zu 11,1 % der Fälle mangelnde Wundgranulationen. Da die Diagnosen dieser Kategorie jedoch sehr uneinheitlich und mit niedriger Fallzahl vertreten waren, können hier keine Zusammenhänge abgeleitet werden. Im weiteren Sinne könnte eine Instillationstherapie bei Wunden Anwendung gefunden haben deren Wundgranulation nach Einschätzung der Behandler schon zu Anfang eingeschränkt war. Derartige Vermutungen ließen sich jedoch nicht prüfen. Allgemeine Indikationen für eine Instillationstherapie unterscheiden sich von einer Unterdrucktherapie ohne Instillation dadurch, dass diese häufig bei infizierten oder kontaminierten Wunden angewendet wird (Kim et al. 2013). Auch diese Tatsache könnte als Grund für eine mangelnde Granulationsgewebean Neubildung jener Wunden abgeleitet werden. Zusammenfassend könnte die Instillationstherapie bei Wundtypen verwendet worden sein, deren Aussicht auf eine Granulation ohnehin eingeschränkt war. Mangelnde Wundgranulation kann dann nicht der Unterdrucktherapie zugeschrieben werden. Im Gegenteil führten viele Studien verkürzte Granulationszeiten auf die Unterdrucktherapie zurück. Mody et al. konnte genannte

Vorteile bei Druckulzera aufzeigen (Mody et al. 2008), Blume et al. an diabetischen Fußulzera. Gegenüber 28,9 % der konventionell behandelten Wunden, reepithelialisierten mit der Unterdrucktherapie 43,2 % der Wunden vollständig (Blume et al. 2008). Auch die Ergebnisse dieser Arbeit zeigten, dass vor allem bei sekundären Wundheilungen, das heißt der finalen Behandlung ohne Unterdrucktherapie mangelnde Wundgranulationen dokumentiert waren (4,2 %, Durchschnitt aller Defektverschlüsse: 2,7 %). Hingegen wiesen Hauttransplantate, die eine Unterdrucktherapie erhielten, seltener mangelnde Wundgranulationen auf (1,6 %).

Zusammenfassend stellen chronische Wunden ein Risiko für mangelnde Wundgranulationen dar. Wie sich zeigte, könnte die Unterdrucktherapie ein Faktor sein, der dieses Risiko reduzieren könnte.

#### *5.4.2.3 Auftreten von Non-Compliance der Patienten*

Non-Compliance zeigte sich vor allem bei Patienten mit Ulzerationen. 13,2 % der Patienten mit Ulkus tolerierten das Pumpensystem in dieser Form nicht, was signifikant mehr waren als bei anderen Diagnosen (Durchschnitt aller Diagnosen: 4,7 %). Auch in der Untersuchung von Vuerstaek et al. zu Ulzera zeigten sich unter der Unterdrucktherapie vermehrt Komplikationen in Form von starkem Schmerz im Vergleich zu mittels konventioneller Wundtherapie behandelten Patienten (Vuerstaek et al. 2006). Das Auftreten von Schmerzen stellt eine häufige Ursache für Non-Compliance dar, wobei Patienten auch eine reduzierte Mobilität, Geräusentwicklung und Schlafstörungen durch die Therapie angaben (Andrews und Upton 2013). Bereits die Angst vor Schmerzen stellte sich bei Patienten mit Unterdrucktherapie als signifikant größer heraus als bei Patienten mit konventioneller Wundtherapie und kann den Wundheilungsprozess beeinflussen (Upton et al. 2013). Auch die Kombination mit einem schwarzen PU-Schwamm führte in Homburg zu überdurchschnittlich häufig auftretender Intoleranz der gesamten Therapie. Über ein Fünftel aller Behandlungen mit einem PU-Schwamm (21,7 %) resultierten in Non-Compliance durch die Patienten. Im Vergleich zu durchschnittlich 4,1 % der Behandlungen, in denen das System nicht toleriert wurde, waren das bei den schwarzen Schwämmen signifikant mehr Patienten. Auch andere Studien kamen zu dem Ergebnis, dass die Verwendung eines PU-Schwamms mit größeren Schmerzen verbunden sein kann, da Polyurethan mit dem Gewebe verwachsen kann (Vuolo 2009 zitiert nach Upton et al. 2013, S.35). Auch bei der V.A.C.-ULTA™ als verwendete Therapieeinheit trat Non-Compliance sogar bei 16,7 % aller Anwendungen,

und damit überdurchschnittlich häufig auf (Durchschnitt aller Pumpensysteme: 4,8 %). Patienten, die final mit sekundären Wundheilungen behandelt wurden, zeigten ebenfalls häufiger Non-Compliance (14,6 %, Durchschnitt aller Defektverschlüsse: 4,8 %).

Zusammenfassend fiel auf, dass die Kombination eines Ulkus cruris, der mit einem PU- Schwamm und einer Instillationstherapie behandelt wurde und anschließend eine sekundäre Wundheilung erhielt, am häufigsten zu Non-Compliance der Patienten führte.

Anders als erwartet, nahmen intermittierende SogEinstellungen in dieser Arbeit keinen statistischen Einfluss auf die Compliance der Patienten, wie es von einigen Autoren beschrieben wird (Mouës et al. 2011). Grund hierfür kann allerdings auch die niedrige Anzahl an Patienten sein, die mit intermittierenden SogEinstellungen an der Hautklinik Homburg behandelt wurde, weshalb statistisch keine Auffälligkeiten bestanden. Interessanterweise lagen die mittleren stationären Aufenthaltsdauern von Patienten mit Non-Compliance bei lediglich 8 Tagen im Vergleich zu 12,5 Tagen bei komplikationslosem Verlauf oder im Mittel 15 Tagen bei allen Komplikationen. Patienten, die Non-Compliance zeigten, waren signifikant kürzer stationär aufgenommen. Entgegen den Ergebnissen von Gabriel et al., die kürzere stationäre Aufenthaltsdauern bei Instillationstherapien den Vorteilen dieser Therapie zuschreiben (Gabriel et al. 2008), zeigen die Ergebnisse der Hautklinik Homburg, dass auch Komplikationen als Ursache einer kürzeren Behandlungszeit mit beachtet werden müssen. Gabriel et al. hingegen schlossen aus den Ergebnissen ihrer Untersuchung, dass die Compliance der Patienten bei Instillationstherapie verstärkt wurde und zu den Vorteilen der Therapie gehörte (Gabriel et al. 2008), was den Ergebnissen hier widerspricht. Apostoli und Caula berichteten, dass bei  $n = 5$  von 25 Patienten mit Unterdrucktherapie aufgrund von Schmerzen ein Abbruch der Therapie stattfinden musste (Apostoli und Caula 2008). In der Untersuchung von Braakenburg et al. fanden sich ebenfalls zwei Patienten, die die Schwammwechsel des PU- Schwamms als so schmerzhaft empfanden, dass die Therapie unterbrochen werden musste. Gemessen an  $n = 32$  Patienten, die insgesamt eine Unterdrucktherapie erhielten, waren das immerhin 6 % der Patienten (Braakenburg et al. 2006). Auch in Homburg könnten Therapieabbrüche zu kürzeren Behandlungsdauern geführt haben. Der Zusammenhang zu höheren Raten an Non-Compliance bei Verwendung des PU-Schwamms konnte bestätigt werden. Im Falle eines Therapieabbruchs wurden die Wunden mit konventioneller Wundbehandlung weiter versorgt, Patienten entlassen und im Rahmen dieser Arbeit nicht mehr weiter untersucht.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass die Non-Compliance der Patienten in einigen Fällen zum Therapieabbruch führt. Oft muss daraufhin die Entscheidung getroffen werden, die Patienten mittels sekundärer Wundheilung weiter zu versorgen, die wie bereits erörtert mit mangelnder Wundgranulation in Verbindung steht.

#### *5.4.2.4 Auftreten von technischen Problemen*

Technische Probleme waren nur in geringer Fallzahl vertreten ( $n = 2$ ) und standen in keinem signifikanten Zusammenhang mit einzelnen Therapieparametern. Lediglich in der Studie von Braakenburg et al. fanden sich ebenfalls technische Probleme, die unter der Unterdrucktherapie auftraten. Diese wurden der Unerfahrenheit der Anwender zu Beginn der Unterdrucktherapie zugeschrieben. Aufgetreten sind Druckstellen und Erosionen an umliegenden gesunden Geweberealen, weil diese beispielsweise versehentlich mit dem Schwamm bedeckt wurden (Braakenburg et al. 2006). In Homburg traten technische Probleme durch Undichtigkeiten des Pumpensystems beispielsweise durch die Polyurethan-Klebefolie auf. Ursache könnten schwierig zugängliche Körperstellen sein, unebenes Gewebe, Hautfalten oder starkes Schwitzen. Typische Lokalisationen beispielsweise für Acne inversa sind die Leiste oder die Achselhöhle (Wollina et al. 2013). Eine ordnungsgemäße Anbringung der Folie kann dort erschwert sein und muss generell bei dermatologischen Indikationen bedacht werden. Es zeigte sich zudem, dass technische Schwierigkeiten in Zusammenhang mit regionalen Lappenplastiken standen (11,1 %, Durchschnitt aller Defektverschlüsse: 1,1 %), wobei dieser Tatsache keine klinische Relevanz zugeschrieben werden kann.

#### *5.4.2.5 Auftreten von Infektionen*

Infektionen waren etwas häufiger bei Patienten mit Ulzerationen dokumentiert als bei Patienten mit anderen Diagnosen (5,3 %, Durchschnitt aller Diagnosen; 1,6 %), wobei bedacht werden muss, dass Ulzerationen schon vor Anlage einer Unterdrucktherapie infiziert gewesen sein könnten. Eine postoperative Antibiose erhielten in Homburg jedoch mehr Patienten (12,5 %) als tatsächlich dokumentierte Infektionen vorlagen (1,6 %). Evidenz konnte jedoch für den routinemäßig präventiven Gebrauch von systemischen Antibiotika in der Behandlung von Ulzera von O'Meara et al. in ihrem Review nicht herausgearbeitet werden. Diese schlossen daraus, dass nur im Falle einer klinischen Infektion der Gebrauch von Antibiotika empfohlen werden sollte (O'Meara et al. 2014). Außerdem traten Infektionen ausschließlich in Kombination mit dem schwarzen Schwamm auf und nahmen bei allen Behandlungen mit PU- Schwamm einen Anteil

von immerhin 8,7 % ein. Damit lagen sie über dem Durchschnitt von 1,2 % gemessen an allen Fällen mit Unterdrucktherapie. Ob die Wunden schon vor der Anlage der Unterdrucktherapie infiziert waren oder sich die Infektionen tatsächlich erst unter der Therapie entwickelten, kann aus den Daten nicht abgeleitet werden. Da der schwarze Schwamm öfter gewechselt werden muss, könnten die Wechsel jedes Mal eine Quelle für Infektionen darstellen. Andererseits ist der PU- Schwamm bei infizierten Wunden indiziert, was den statistisch signifikanten Zusammenhang des PU- Schwamms und Infektionen am wahrscheinlichsten erklären könnte. Infektionen traten zudem ausschließlich bei der Therapie mit einer V.A.C.-ULTA™ auf. Der prozentuale Anteil lag bei 12,5 % und überstieg das durchschnittliche Auftreten einer Infektion signifikant (1,6%). Wie auch die Eigenschaften des PU- Schwamms wird auch die Instillationstherapie bekanntermaßen vor allem bei infizierten Wunden angewendet. Gabriel et al. beschrieben Vorteile der Instillationstherapie gegenüber konventioneller Wundbehandlungen bezüglich kürzerer Hospitalisierungsdauern und schnelleren Ausheilungen von Infekten (Gabriel et al. 2008). Lehner et al. konnten in einer Studie an Patienten mit infizierten orthopädischen Implantaten aufzeigen, dass signifikant mehr Patienten (84,4 %) ihre Implantate durch die Anwendung einer Instillationstherapie behalten konnten (Lehner et al. 2011). Die statistisch erhöhten Raten an dokumentierten Infektionen unter den Therapieparametern PU- Schwamm und Instillationstherapie in dieser Arbeit könnten mit deren häufigeren Verwendung bei bereits infizierten Wunden mit der Dokumentation einer Infektion in Verbindung stehen. Ob die Unterdrucktherapie allgemein das Risiko für Infektionen senkt oder erhöht, wurde von verschiedenen Studien untersucht. Morykwas et al. beschrieb bereits 1997 den Vorteil der Unterdrucktherapie an infizierten Wunden an Tiermodellen. Gegenüber einer Kontrollgruppe zeigten die Wunden bei Unterdrucktherapie bereits nach 4 bis 5 Tagen einen signifikanten Rückgang der Anzahl an Bakterien (Morykwas et al. 1997). Stannard et al. verglichen in einer prospektive Studie das Auftreten tiefer Wundinfektionen bei schweren offenen Frakturen bei Unterdrucktherapie und konventioneller Wundtherapie. Dabei zeigte sich, dass 5,8 % der Patienten, die mit Unterdrucktherapie versorgt wurden, eine Infektion entwickelten. Verglichen mit der Kontrollgruppe, die zu 28 % Infektionen zeigte, stellte sich auch hier heraus, dass die Unterdrucktherapie das Risiko für Infektionen senkte (Stannard et al. 2009). Verglichen mit den Ergebnissen dieser Arbeit sind Infektionen in der Studie von Stannard et al. insgesamt etwas häufiger aufgetreten. Infektionen scheinen bei orthopädischen Patienten mit offenen Frakturen eine größere Rolle zu spielen als in der Derma-

tologie. Jedoch konnte hinsichtlich der Rate an Infektionen bei Patienten, die eine sekundäre Wundheilung erhielten (4,2 %, Durchschnitt aller Defektverschlüsse: 1,6 %) und schließlich nicht länger mit der Unterdrucktherapie behandelt wurden, ebenfalls aufgezeigt werden, dass das Absetzen der Therapie mit der Dokumentation einer Infektion in Zusammenhang steht. Die häufige Konstellation eines Ulkus und der Wahl einer sekundären Wundheilung (siehe 5.5.2), nicht zuletzt wegen Non-Compliance der gewählten Therapieparameter, könnte dieses Ergebnis allerdings mit beeinflusst haben. Mouës et al. hingegen konnten keine Überlegenheit der Unterdrucktherapie gegenüber einer Kontrollgruppe hinsichtlich des Rückgangs der Anzahl an Bakterien aufzeigen (Mouës et al. 2004). Braakenburg et al. beobachteten in ihrer Studie sogar eine Zunahme an Bakterien bei 84 % der Wunden mit Unterdrucktherapie gegenüber 58 % der Wunden mit konventioneller Wundbehandlung (Braakenburg et al. 2006).

Zusammenfassend stellten infizierte Ulzera, die mit PU- Schwämmen und Instillationstherapie behandelt wurden, die hauptsächliche Ursache einer dokumentierten Infektion dar. Offen blieb jedoch, ab wann sich die Infektion abzeichnete, das heißt, ob Patienten mit bereits infizierten Wunden in die Hautklinik aufgenommen wurden, sich die Infektion während der Unterdrucktherapie entwickelte oder erst in Zusammenhang mit sekundären Wundheilungen stattfand. Plausible Gründe konnte für alle Zustände beschrieben werden.

### *5.4.2.6 Auftreten von Blutungen*

Blutungen traten in Homburg nur in Kombination mit einem weißen PVA- Schwamm und einer mobilen Unterdrucktherapieeinheit auf. Allerdings war auch nur  $n = 1$  Fall damit verzeichnet, so dass eine Wertung hier nicht möglich ist. Der Zusammenhang mit dem weißen Schwamm könnte dafür sprechen, dass die Anwender bewusst diesen wählten, da der Wundgrund für einen schwarzen Schwamm ungeeignet war und das Risiko einer Blutung zusätzlich erhöht hätte. Bereits bestehende Blutungen oder Blutgefäße am Wundgrund stellen bekanntermaßen eine Kontraindikation für die Unterdrucktherapie dar. Eine andere Ursache einer Blutung könnte eine bestehende Antikoagulation des Patienten sein. Boxall et al. analysierten bestehende Studien zur Unterdrucktherapie an antikoagulierten Patienten und kamen zu dem Ergebnis, dass Leitlinien und speziell formulierte Kontraindikationen für die Unterdrucktherapie bei antikoagulierten Patienten nötig seien, um den Einsatz der Therapie bei diesen Patienten unter strenger Abwägung zu ermöglichen und sicherer zu machen. Generell sollten Patienten nicht wegen

einer Antikoagulation von möglichen Vorteilen der Unterdrucktherapie ausgeschlossen werden (Boxall et al. 2017).

#### 5.4.3 Behandlungszeit als Marker für den Outcome

Die Dauer des stationären Aufenthalts als Verlaufsparemeter kann als alternativer Marker für den Outcome angesehen werden, da sich diese signifikant verlängerte, wenn Komplikationen, insbesondere Nekrosen, auftraten. Zu vergleichsweise längeren Aufenthaltsdauern führten zudem ein Alter der Patienten über 70 Jahre, das Vorliegen einer Stoffwechselstörung, eines Diabetes mellitus und einer kardiovaskulären Erkrankung. Von diesen Parametern war der Outcome zwar unabhängig, jedoch führten sowohl diese Parameter als auch Komplikationen zu längeren Aufenthaltsdauern. Auch die Therapie eines Ulkus cruris verlängerte die stationäre Aufenthaltsdauer.

Aus krankenhausesökonomischer Sichtweise sollten diese Variablen bei Patienten daher besonders beachtet werden, bevor eine Unterdrucktherapie begonnen wird. Die Unterdrucktherapie stellt gegenüber einer konventionellen Wundbehandlung eine rund vier bis fünf Mal so teure Therapie dar. Renner et al. gaben in ihrem Review tägliche Kosten von circa 75 € gegenüber rund 17 € an (Renner et al. 2006). Neubauer verglich ebenfalls verschiedene Studien zur Ökonomie der Unterdrucktherapie und kam zu dem Schluss, dass „die Tageskosten der V.A.C. ® - Therapie [...] in allen untersuchten Studien höher als die der konventionellen Wundbehandlung [sind]“ (Neubauer 2004, S.123), jedoch „durch die erhebliche Verkürzung der Behandlungszeit durch die V.A.C. ® - Therapie [...] der Kostennachteil [...] kompensiert [wird]“ (Neubauer 2004, S.123). Die Hauptvorteile hinsichtlich der Ökonomie der Unterdrucktherapie liegen also in kürzeren Aufenthaltsdauern. Ebenso beschrieben Mody et al. einen Kostenvorteil der Unterdrucktherapie bei Druckulzera, die signifikant schneller heilten als unter konventioneller Wundbehandlung (Mody et al. 2008).

Die in dieser Arbeit evaluierten Faktoren, die die Vorteile kürzerer Heilungsprozesse und Aufenthaltsdauern negativ beeinflussen können, sollten mit besonderer Aufmerksamkeit kritisch eingeschätzt werden. Dazu gehören die genannten Faktoren Komorbidität, Alter und Ulkus cruris, sowie Komplikationen. Auch bei anderen Faktoren, die das Outcome beeinflussen, wie z.B. das Vorliegen einer pAVK, sollte die Anwendung einer Unterdrucktherapie abgewogen werden.

## 5.5 „Typische“ Unterdrucktherapiepatienten

Ist eine Definition eines typischen Vakuumpatienten je nach Indikation und Diagnose möglich? Unter den Fragestellung „Wie wurden Patienten je nach Indikation mit der Unterdrucktherapie konkret behandelt?“ und „Wie wurden Patienten je nach Diagnose mit der Unterdrucktherapie konkret behandelt?“ sollte versucht werden, aus den erhobenen statistischen Daten eine Therapieform abzuleiten, die einen Patienten mit einer bestimmten Diagnose oder Indikation anhand typischer, das heißt häufig gewählter und statistisch auffälliger, Therapieparameter charakterisiert. Weiterführend sollte ein Vergleich mit dem Outcome der Therapie bei der jeweiligen Indikation oder Diagnose gezogen werden und die Frage betrachtet werden, welche Patientengruppe von der Therapie besonders profitiert. Anhand dieser Leitfragen erfolge eine Charakterisierung typischer Patienten (5.5.1 bis 5.5.3).

In der statistischen Analyse zeigten sich in den Gruppen Exzision, Wunddébridement, Defektverschluss, Malignom und Ulkus cruris jeweils signifikante Ergebnisse, die die Grundlage für die Definition eines „typischen“ Patienten darstellen sollten. Signifikante Unterschiede zeigten sich hinsichtlich des Schwamms, des Pumpensystems, des Defektverschlusses, der Verwendung von Integra®, einigen Verlaufsparemtern und des Outcomes (Zusammenfassung Tab. 64). Sogeeinstellungen und Instillationsparameter unterschieden sich nicht signifikant je nach Indikation und Diagnose. Chio et al. beschrieben in ihrer Studie zur Defektdeckung mittels Transplantaten nur Sogeeinstellungen von 125 mmHg bei kontinuierlichem Sog (Chio und Agrawal 2010). Mody et al. dokumentierten bei Patienten mit Ulzera nur Sogeeinstellungen mit intermittierendem Sog von 125 mmHg (Mody et al. 2008). Anwender entschieden sich in diesen Untersuchungen je nach Indikation und Diagnose entweder für den kontinuierlichen oder den intermittierenden Sog und jeweils für eine bestimmte Sogstärke. Auch in dieser Arbeit wurden überwiegend ähnliche Sogeeinstellungen gewählt, die daher auch keine statistischen Auffälligkeiten zeigen konnten. In anderen Arbeiten, z.B. der von Blume et al. und Stannard et al., fehlten Angaben zum Sog komplett (Blume et al. 2008; Stannard et al. 2009), obwohl dieser einen wichtigen Teil der Therapieeinstellungen einnimmt und mit evaluiert werden sollte. Zusammenhänge konnten in dieser Arbeit jedoch nicht abgeleitet werden. Je nach Diagnose waren auch die Dauer der Vakuumversiegelung und die Anzahl der Schwammwechsel nicht signifikant unterschiedlich.

### 5.5.1 Der „typische“ Patient nach Malignom und Exzision

Bei Patienten, deren zugrunde liegende Diagnosen Malignome waren, fanden zum Großteil Exzisionen der Tumorregionen (59,4 %) und Defektverschlüsse zuvor exzidiert Tumorregionen (27,1 %) statt. „Typische“ Patienten nach Malignomen und Exzisionen werden daher im Folgenden besprochen. Auch bei anderen Diagnosen erfolgten überwiegend Exzisionen (70 %). Auffällige Ergebnisse dieser Gruppe werden daher ebenfalls in diesem Kapitel kurz erwähnt.

„Typische“ Patienten mit Malignomen erhielten überwiegend eine Kombination der Schwämme (60,4 %) und eine mobile Therapieeinheit (92,2 %). Sowohl die Schwammform als auch das Pumpensystem hob sich in der prozentualen Verwendung von anderen Diagnosen ab (Durchschnitt aller Diagnosen: 54,1 % und 80,6 %). Die Instillationstherapie war hier keine gängige Alternative (2 %, durchschnittliche Verwendung aller Diagnosen: 12,1 %). Hauttransplantationen stellten die häufigste Form des Defektverschlusses dar und wurden öfter als bei anderen Diagnosen verwendet. Erklärung hierfür könnte sein, dass bei diesen Patienten keine chronischen Wunden vorlagen und daher eine gute Chance für die Einheilung der Transplantate bestand, da auch häufig weniger Komorbidität vorlag. Ein Dermisersatz wurde bei knapp einem Fünftel der Patienten zur Wundgranulation verwendet (18,7 %) und im Vergleich zu Patienten mit Ulkus fast drei-mal häufiger (7 %). Nach der Exzision von Malignomen bewährte sich die Verwendung von Integra ® besonders, da häufig tiefe Wunden vorlagen, die freiliegenden Knochen oder freiliegende Sehnen beinhalteten und die Zeit bis zur Granulation verlängert hätten. Leffler et al. berichteten über eine Verkürzung der Zeit, die zwischen der Einlage von Integra ® und der Hauttransplantation lag, wodurch auch die Gesamtzeit des Klinikaufenthalts verkürzt werden konnte (Leffler et al. 2010). Auch Stiefel et al. zeigten verkürzte Dauern von 20,6 Tagen bis zur Hauttransplantation gegenüber konventionell behandelten Wunden mit 23,2 Tagen auf (Stiefel et al. 2010). So zeigte sich auch in Homburg, dass die mittlere Aufenthaltsdauer von 13 Tagen bei der Behandlung von Malignomen nicht erreicht wurde (11 Tage). Diese waren kürzer stationär aufgenommen als andere Patienten. Das Outcome dieser Patienten war signifikant gut (90,3 %), was ebenfalls die kürzeren Aufenthaltsdauern erklären kann. Komplikationen traten nur selten auf.

Abgeleitet davon kann gesagt werden, dass Patienten mit Malignomen im Verlauf ihrer Therapie von der Anlage einer Unterdrucktherapie profitieren. Im Vergleich zu anderen Patientengruppen sind die stationären Aufenthalte kürzer und komplika-

tionsärmer. „Typische“ Therapieparameter stellen kein erhöhtes Risiko für Komplikationen dar.

Zur Vollständigkeit werden die Ergebnisse der Patienten mit „anderen“ Diagnosen beschrieben, die ebenfalls überwiegend durch Exzisionen behandelt wurden. Diese können aufgrund der geringen Fallzahl jedoch nicht adäquat diskutiert werden. Zu den seltenen anderen Diagnosen gehörten Acne Inversa, Nävi, Neurofibrome und Keloide. Auffällig war, dass der graue mit Silberionen imprägnierte PU- Schwamm ausschließlich bei den seltenen Diagnosen angewendet wurde, bei denen keine Infektionen dokumentiert waren, und nicht wie erwartet auch bei potentiell infizierten Ulzera. Hier konnten Günal et al. die Überlegenheit des mit Silber imprägnierten PU- Schwamms gegenüber dem herkömmlichen PU- Schwamms in der Behandlung diabetischer Fußulzera aufzeigen. Die Wundflächen verkleinerten sich signifikant besser und die Dauer der Behandlung verkürzte sich gegenüber rund 25 Tagen auf 10 Tage (Günal et al. 2015). Als Therapiesystem wurde in Homburg sowohl die PREVENA™ überdurchschnittlich häufig bei seltenen Diagnosen eingesetzt (40 %, Durchschnitt aller Diagnosen: 5,8 %) als auch die V.A.C-ULTA™ (30 %, Durchschnitt aller Diagnosen: 12,1 %). Im Falle einer Instillationstherapie wurde als einzige Angabe physiologische Kochsalzlösung als Instillationslösung dokumentiert. Der Defektverschluss fand in den meisten Fällen und leicht überdurchschnittlich oft mittels sekundärer Wundheilung statt (44,4 %, Durchschnitt 26,4 %). Auch regionale Lappenplastiken wurden öfter als bei anderen Diagnosen verwendet (33,3 %, Durchschnitt 5 %). Bei der Verwendung von Integra® zeigte sich in Anbetracht der geringen Gesamtzahl keine signifikante Abweichung im Vergleich zum mittleren Gebrauch (20 %, Durchschnitt 16,3 %). Die Dauer des stationären Aufenthalts war bei dieser Diagnosegruppe am kürzesten (10,5 Tage). Komplikationen traten bei 22,2 % der Fälle auf (Durchschnitt 14,1%).

„Typische“ Therapiemerkmale eines Patienten mit Zustand nach Exzision, der mit Unterdrucktherapie behandelt wurde, waren Kombinationen aus weißem und schwarzem Schwamm (51,7 %) sowie eine vergleichsweise stärkere Präferenz des weißen Schwamms gegenüber anderen Indikationen (33,3 % gegenüber 29,2 %). Die Vakuumpumpe war wie auch bei den Malignomen in den meisten Fällen eine mobile Therapieeinheit (84,4 %), wobei die PREVENA™ eine Wahlmöglichkeit darstellte. Diese wurde bei Exzisionen überdurchschnittlich häufig verwendet (11,1 %, Durchschnitt aller Indikationen: 5,8 %), wenn die Wundränder adaptierbar waren. Die V.A.C.-ULTA™ hingegen wurde im Vergleich zu anderen Indikationen kaum verwendet (3 %,

Durchschnitt aller Indikationen: 12,1 %). Zum Defektverschluss kamen Hauttransplantationen am häufigsten vor (58,9 %), jedoch wurden auch sekundäre Wundheilungen vergleichsweise oft gewählt. Immerhin ein knappes Drittel und damit etwas mehr als der Durchschnitt wurden mittels sekundärer Wundheilung behandelt (29,5 %, Durchschnitt 26,4 %). Regionalen Lappenplastiken stellten eine Alternative als Defektverschluss dar (10,5 %) und wurden ausschließlich nach Exzisionen als Defektverschluss genutzt. Integra® als Dermisersatz wurde wie auch bei Patienten nach Malignomen relativ häufig verwendet (21,2 %, Durchschnitt aller Indikationen: 16,3 %). Die mittlere Dauer des stationären Aufenthalts lag bei leicht überdurchschnittlichen 16 Tagen und die Dauer der Vakuumversiegelung bei 11 Tagen. Die Anzahl an Schwammwechsellern betrug  $n = 1$  Tag. Alle drei Verlaufparameter waren nur im Vergleich mit den Dauern signifikant, bei denen nur ein Defektverschluss durchgeführt wurde (siehe 5.5.3). Der Therapieerfolg lag bei 85,6 %. Komplikationen gab es bei 14,4 % der Patienten. Das Outcome dieser Patienten lag damit im durchschnittlichen Bereich. Anhand dieser Ergebnisse besteht ein vertretbarer Einsatz der Unterdrucktherapie mit den genannten Einstellungen an Wunden nach Exzisionen. Oh et al. konnten nach der Exzision eines Melanoms sogar einen direkten Vorteil der Unterdrucktherapie gegenüber konventioneller Wundbehandlung aufzeigen. Wunden waren hier besser vaskularisiert und bekamen gegenüber der Vergleichsgruppe keine Infektionen (Oh et al. 2013).

Zusammenfassend profitieren Patienten nach Exzisionen von der Unterdrucktherapie. Die verwendeten Therapieparameter eines „typischen“ Patienten stellen einzeln betrachtet kein Risiko für Komplikationen dar. Die häufige Verwendung von Integra® könnte zudem zu den geringen Raten an Komplikationen beigetragen haben.

### 5.5.2 Der „typische“ Patient mit Ulkus und Wunddebridement

Patienten mit einem Ulkus cruris erhielten meistens eine Unterdrucktherapie nach einem Wunddebridement (88,4 %), teilweise auch bei Wundheilungsstörungen (7 %). „Typische“ Patienten mit dieser Diagnose und diesen Indikationen werden daher in einem gemeinsamen Unterkapitel aufgeführt.

Patienten, die wegen eines Ulkus cruris mit der Unterdrucktherapie behandelt wurden, unterschieden sich in der Behandlung von den Malignomen und den anderen Diagnosen. Es zeigte sich, dass die „typische“ Unterdrucktherapie bei Patienten mit Ulzera aus der Verwendung eines schwarzen Schwamms (38,9 %) bestand, der unabhängig von der Diagnose betrachtet hier öfter zum Einsatz kam (15,7 %). Die Versor-

gung der Patienten mit Ulzera fand signifikant häufiger mit PU- Schwämmen statt. Eine Kombination von Schwämmen wurde zwar in einem Drittel der Behandlung gewählt (30,6%), stellte jedoch im Vergleich einen untergeordneten Anteil dieser Schwammform dar (Durchschnitt 54,1%). Der mit Silber imprägnierte Schwamm wurde nicht verwendet, obwohl Günal et al. reduzierte Raten bestehender Infektionen am Ende der Behandlung gegenüber dem herkömmlichen PU- Schwamm aufweisen konnten (Günal et al. 2015), was in Anbetracht des häufigen Auftretens von Infektionen bei Ulzera (siehe 5.4.2.5) in Zukunft bedacht werden sollte. Weiterhin zeigte sich, dass der „typische“ Patient mit einer Instillationstherapie (44,2 %) mit Polyhexaniden mittels V.A.C.-ULTA™ behandelt wurde. Die Instillationstherapie wurde bei der Diagnose Ulkus weit über dem Durchschnitt (12,1 %) angewendet. Nach internationalem Konsens kann die Instillationstherapie unter anderem bei chronisch infizierten Wunden, diabetischen Ulzera und beim Dekubitus angewendet werden, wobei das Wunddébridement dadurch nicht ersetzt werden kann, sondern dieser vorangestellt bleiben muss (Kim et al. 2013). Auch in dieser Arbeit konnte das bestätigt werden. Bei vielen Patienten stellte die sekundäre Wundheilung eine häufig gewählte Alternative zur Hauttransplantation dar. Während die Hauttransplantation zwar prozentual am häufigsten durchgeführt wurde (52,4 %), lag der Anteil an sekundären Wundheilungen hier auffällig hoch (45,2 %, Durchschnitt aller Diagnosen: 26,4 %). Sekundäre Wundheilungen wurden bei Patienten mit Ulzera signifikant häufig gewählt, Integra® hingegen nur verhältnismäßig selten verwendet (7 %, Durchschnitt aller Diagnosen: 16,3 %). Die stationäre Aufenthaltsdauer war bei Patienten mit Ulzera am längsten und überstieg die mittlere Aufenthaltsdauer von 13 Tagen um zwei weitere Tage. Der komplikationsbehaftete Therapieverlauf war bei Ulzera keine Seltenheit. Patienten mit Ulzera waren zudem im Vergleich zu Patienten mit einer anderen Diagnose am längsten stationär aufgenommen und zeigten besonders häufig Komplikationen (28,9 %, Durchschnitt 14,1 %). Sicherlich trug hier die Kombination aus schwarzem PU- Schwamm und Instillationstherapie dazu bei, da diese jeweils mit höheren Komplikationsraten behaftet waren (siehe 5.4.2). Mouës et al. konnten bei der Untersuchung von RCTs Vorteile der Behandlung von Druckulzera Grad drei und vier durch die Unterdrucktherapie in Form einer Verkleinerung der Wundfläche aufzeigen (Mouës et al. 2011). Auch Niezgoda nannte Patienten mit Druckulzerationen Grad drei und vier als potentiell geeignet für eine Unterdrucktherapie (Niezgoda und Mendez-Eastman 2006). Zum Grad der Ulzera der Patienten in Homburg wurde in den ausgewerteten Dokumenten keine Angabe gemacht. Insgesamt führen hohe Komplika-

tionsraten zu einer fraglichen Einstufung der Unterdrucktherapie in der Behandlung von Ulzerationen.

Auch wenn zahlreiche Studien über die Vorteile der Unterdrucktherapie gerade bei diesem Krankheitsbild berichteten, sollte die hohe Non-Compliance der Patienten nicht außer Acht gelassen werden. Diese ist jedoch mehr auf die eingesetzten Therapieparameter zurückzuführen als auf die Unterdrucktherapie an sich (siehe 5.4). Entweder sollten einzelne Komponenten der Unterdrucktherapie bei der Diagnose Ulkus überdacht werden, um die hohen Raten an Non-Compliance der Patienten zu senken, oder es sollten Überlegungen für eine alternative Behandlung stattfinden. O'Meara et al. versuchten in einem Review zu venösen Ulzera der unteren Extremität den Nutzen von Antibiotika und Antiseptika in deren Behandlung zu bestimmen. 45 RCTs waren in die Untersuchung eingeschlossen, davon acht zu systemischen Antibiotika und 3 zu lokalen Antibiotika, deren Nutzen gegenüber konventioneller Behandlung, Placebo oder Antiseptika jeweils nicht belegt werden konnte. Auch lokale Anwendungen mit Silber oder Honig unterschieden sich in der Zeit bis zur kompletten Heilung des Ulkus nicht von der konventionellen Wundbehandlung oder Placebo. Zu lokalen Antiseptika, wie Povidon-Iod und Präparate mit Wasserstoffperoxid, fanden die Autoren keine vergleichbaren Angabe über die Zeit bis zur Heilung des Ulkus, bei letzterem berichteten jedoch vier RCTs über einen gefundenen Nutzen der Substanz hinsichtlich einer Veränderung der Wundfläche. In 11 RCTs wurde über die Substanz Cadexomer-Iod (Iodosorb®) berichtet. Lediglich bei Anwendung dieser Substanz konnten, verglichen mit konventioneller Wundbehandlung, insgesamt mehr Patienten geheilt werden (O'Meara et al. 2014). Die Evidenzlage zu Alternativen in der Wundbehandlung von Ulzera ist rar. Einige Studien berichteten über die Vorteile der Unterdrucktherapie, speziell der Instillationstherapie bei Ulzera gegenüber konventioneller Wundbehandlung (Gabriel et al. 2008), andere Studien fanden hingegen keine Evidenz der Unterdrucktherapie bei der Behandlung von Ulzera. In einem Review von Dumville et al. konnten die Autoren keinen evidenzbasierten Vorteil der Unterdrucktherapie gegenüber konventioneller Behandlung mit Verbänden und Kompressionen in der Zeit bis zur Heilung aufzeigen (Dumville et al. 2015). Wie sich zeigte, kann der Einsatz der Unterdrucktherapie bei Ulzera berechtigt sein, sollte bei dieser Patientengruppe in Anbetracht der Komplikationen und Risikofaktoren bei chronischen Wunden jedoch gut abgewogen werden.

Ein „typischer“ Patient, der ein Wunddébridement erhielt, wurde im Rahmen der anschließenden Unterdrucktherapie zwar häufig mit einer Kombination aus weißem und

schwarzem Schwamm versorgt (49 %), jedoch seltener als diese Schwammform sonst eingesetzt wurde (54,1 %). Stattdessen wurde auch hier der schwarze PU- Schwamm im Vergleich zu anderen Indikationen besonders gerne eingesetzt (31,4% zu 15,7%). Die meisten Patienten erhielten mobile Therapiesysteme (64,4 %), die jedoch weniger häufig als bei anderer Indikation angewendet wurden (80,6%). Immerhin jeder Dritte Patient erhielt nach einem Wunddébridement eine Instillationstherapie (32,2 %), was fast drei Mal mehr Anwendungen dieser Therapieeinheit als unabhängig von der Indikation betrachtet waren (12,1%). Bei der Art des Defektverschlusses fiel auf, dass auch nach Wunddébridements final am häufigsten Hauttransplantationen gewählt wurden, die aber unterdurchschnittlich oft auftraten (56,1 %, Durchschnitt aller Indikationen: 67,7 %). Überdurchschnittlich viele Patienten wurden hier mittels sekundärer Wundheilung versorgt (42,1 %, Durchschnitt aller Indikationen: 26,4 %). Integra ® wiederum wurde nur verhältnismäßig wenig eingebracht (nur 10,2 % gegenüber 16,3 %). Die Dauer des stationären Aufenthalts war nach Wunddébridements am längsten (17 Tage), die Dauer der Vakuumversiegelung dafür relativ kurz (9 Tage). Erklärung dafür könnte sein, dass häufig erst mehrmals ein Wunddébridement durchgeführt wurde, bevor eine Unterdrucktherapie begonnen werden konnte (siehe 4.1.3). Der Schwamm wurde im Mittel einmal gewechselt. Alle drei Verlaufsparameter waren, wie bereits bei der Exzision beschrieben, nur im Vergleich mit den Dauern signifikant, bei denen nur ein Defektverschluss durchgeführt wurde. Komplikationen traten bei Wunddébridements überdurchschnittlich häufig auf (25,5%, Durchschnitt aller Indikationen: 14,1 %), was mit der Verwendung des schwarzen PU- Schwamms und der Instillationstherapie zusammenhängen könnte, da diese einzeln gesehen oft zu Komplikationen führten (siehe 5.4.2).

Auch nach Wunddébridements bleibt der Einsatz der Unterdrucktherapie wegen des schlechten Outcomes zunächst fraglich. Allerdings stellt sich auch hier die Frage nach einer angemessenen Alternative zur Unterdrucktherapie in der Behandlung von Wunden nach Wunddébridements. Analog zu den Überlegungen bei Patienten mit Ulzerationen sollte diese Frage an Bedeutung gewinnen, da künftig die Zahl an multimorbiden Patienten steigen wird, deren Therapieerfolg durch zahlreiche Begleiterkrankungen zusätzlich eingeschränkt sein kann.

Ergebnisse bezüglich der Indikation Wundheilungsstörungen sind wegen der geringen Fallzahl nicht zu bewerten. Zur Vollständigkeit werden auffällige Ergebnisse genannt. Zum einen fiel auf, dass Wundheilungsstörungen signifikant häufiger mittels V.A.C.-ULTA™ versorgt wurden (33,3 %, Durchschnitt aller Indikationen: 12,1 %).

Der Defektverschluss war zu meist die Hauttransplantation (80 %). Die Entscheidung einen Dermisersatz zu verwenden lag hier bei immerhin 50 % und damit deutlich am höchsten im Vergleich zu allen anderen Indikationen. Alle Fälle mit Wundheilungsstörungen zeigten ein gutes Outcome. „Typische“ Patienten mit Wundheilungsstörungen profitieren von der Unterdrucktherapie insofern, als das keine Nachteile der Therapie eruiert werden konnten. Die Verwendung von Integra ® könnte eine Rolle spielen, ist jedoch aufgrund der geringen Gesamtzahl an Patienten mit Wundheilungsstörungen nicht statistisch zu prüfen.

#### 5.5.3 Der „typische“ Patient nach einem Defektverschluss

„Typische“ Patienten, die die Unterdrucktherapie nach einem Defektverschluss erhalten haben, hoben sich in einigen Bereichen von anderen Patienten ab. Die einzige Form des Defektverschlusses, wenn auch nur dieser geplant war durchzuführen, war die Hauttransplantation. Regionale Lappenplastiken kamen hier nicht vor. „Typische“ Therapiecharakteristika eines solchen Patienten waren Kombinationen aus weißem und schwarzem Schwamm (66,7 %) oder die alleinige Verwendung eines weißen PVA-Schwamms (33,3 %). Es zeigte sich, dass der PVA-Schwamm in der Therapie eines Hauttransplantats immer Verwendung fand. Bei Defektverschlüssen bestand die kombinierte Form der Schwämme nie aus einem Wechsel der Schwämme, sondern darin, dass der weiße Schwamm das Hauttransplantat bedeckte und über den schwarzen Schwamm lediglich die Ausleitung erfolgte. Auch Dissemmond berichtete zur „Vakuumtherapie chronischer Wunden in der Dermatologie“ (Dissemmond 2008), dass „[für] die Fixierung der Spalthauttransplantate [...] meist der PVA-Schwamm verwendet [wird], da er aufgrund der Oberflächenstruktur direkt auf die Spalthaut appliziert werden kann“ (Dissemmond 2008, S.646). Auch bei Vollhauttransplantaten wurde bei Vuerstaek et al. der weiße PVA-Schwamm zur Fixierung verwendet (Vuerstaek et al. 2006). Als Therapieeinheit erhielten die Patienten fast ausschließlich ein mobiles System (95,2 %); im Vergleich zu den durchschnittlich 80,6% der eingesetzten mobilen Therapieeinheiten deutlich häufiger. In einer Untersuchung von Dissemmond et al. konnte bei Patienten, deren Ulkus mittels Hauttransplantationen verschlossen und mit Unterdrucktherapie versorgt wurde, eine signifikant höhere Einheilrate der Transplantate von 92,9 % nach circa zwei Wochen gegenüber den Patienten ermittelt werden, deren Transplantate ohne postoperative Unterdrucktherapie (67,4 %) versorgt wurden (Dissemmond et al. 2006). Die Unterdrucktherapie hat hier ihre Berechtigung. Integra ® wurde in Homburg zum alleinigen

Defektverschluss in  $n = 4$  Fällen und damit seltener als bei anderen Indikationen benutzt (9,1%, Durchschnitt aller Indikationen: 16,3%). Haslik et al. untersuchten eben bei dieser Indikation die Verwendung des Dermisersatzes Matriderm® in einem Ein-Schritt-Verfahren, das heißt der einzeitigen Einlage des Dermisersatzes und des Hauttransplantats. Diese konnten Einheilungsraten von 96 % verzeichnen und damit zum berechtigten Einsatz des Dermisersatzverfahrens Matriderm® zum Defektverschluss beitragen (Haslik et al. 2010). Sogeeinstellungen standen auch hier in keinem signifikanten Zusammenhang, jedoch beschrieben andere Autoren, dass kontinuierliche Einstellungen eines Sogs von 125 mmHg für Transplantate am besten seien (Renner et al. 2006; Vogt et al. 2004). Dieser wurde in Homburg fast ausschließlich verwendet und könnten Anteil an dem guten Outcome gehabt haben. Einige Verlaufsparemeter der Therapie hoben sich bei der Indikation Defektverschluss von allen anderen Indikationen deutlich ab. Patienten dieser Kategorie waren signifikant kürzer stationär aufgenommen (5,5 Tage) und mit der Unterdrucktherapie versorgt (5 Tage) als Patienten anderer Kategorien. Aufgrund der kurzen Vakuumversiegelung war in der Regel auch kein, maximal ein Schwammwechsel nötig. Auch hier zeichnete sich ein ganz anderer Verlauf als bei anderen Indikationen ab. Patienten mit einem Defektverschluss zeigten keine Komplikationen. Das Outcome war ausschließlich gut. Entgegen den Ergebnissen von Dissemmond et al. (2006, siehe oben) kamen Mouës et al. in ihrem Review zur Unterdrucktherapie mittels des Vergleichs von RCTs zu dem Ergebnis, dass das Einheilen von Hauttransplantaten mit Unterdrucktherapie der konventionellen Therapie nicht überlegen sei. Jedoch könne die Therapie bei Patienten mit stark exsudierenden Wunden und bei Patienten, die schnell mobilisiert werden sollen, von Vorteil sein (Mouës et al. 2011).

Da in der Hautklinik Homburg bei dieser Indikation keine Komplikationen auftraten, stellt die Behandlung mit Unterdrucktherapie bei der Einheilung von Hauttransplantaten mit Sicherheit zumindest keinen Nachteil dar. Patienten, deren Defektverschluss mittels Unterdrucktherapie gesichert werden soll, profitieren zudem von den in Homburg gewählten Einstellungen, da durchgehend Komplikationen ausblieben.

**Tabelle 64. „Typische“ Unterdruck-Patienten nach Indikation und Diagnose.**

<b>„typische“ Patienten bei/ nach ... wurden behandelt mit ...</b>	Malignom und Exzision	Ulkus und Wunddébridement	Defektverschluss
PU-Schwamm		<b>X</b>	
PVA-Schwamm	<b>X</b>		<b>X</b>
Kombination der Schwämme	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
mobile V.A.C. ® Therapy	<b>X</b>		<b>X</b>
PREVENA™	<b>X</b>		
V.A.C.- ULTA™		<b>X</b>	
Hauttransplantation	<b>X</b>		<b>X</b>
Lappenplastik	<b>X</b>		
sekundäre Wundheilung		<b>X</b>	
Integra®	<b>X</b>		
<b>zeigten folgende Merkmale ...</b>			
Dauer des stationären Aufenthalts	+	-	++
Outcome	+	-	++

Anmerkung: Zusammenfassende Darstellung (Einteilung gemäß 5.5). „X“ steht für die besonders häufige Verwendung des jeweiligen Therapieparameters, schließt jedoch die Verwendung selten gewählter Parameter nicht aus (diese erhielten kein „X“). Diese Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Dauer des stationären Aufenthalts ist bei verhältnismäßig kurzen Dauern mit „+“ oder „++“ gekennzeichnet, bei längeren Dauern mit „-“. Der Outcome wird mit „+“ oder „++“ angegeben bei guten Verläufen und mit „-“ bei häufig aufgetretenen Komplikationen. Genauere Angaben finden sich in 5.5.1, 5.5.2 und 5.5.3).

## 5.6 Versuch der Ableitung einer standardisierten Therapie

Ziel dieser Arbeit war es zu untersuchen, ob es möglich sein kann eine standardisierte Therapie aus den gewonnenen Daten abzuleiten, um zukünftigen Anwendern der Unterdrucktherapie die Entscheidung der einzustellenden Therapieparameter weiter zu erleichtern. Bestehende Empfehlungen aus Leitlinien und Konsenspapieren gründen wesentlich auf Ergebnissen subjektiver Erfahrungen einzelner Anwender und sind damit interindividuell sehr uneinheitlich. Somit gehört es zu den Aufgaben dieser Arbeit zu versuchen optimale Therapieparameter je nach Wundtyp abzuleiten. Um auch

Fachdisziplinen neben der Dermatologie einzuschließen, wurde versucht Therapieparameter zur Wundkonditionierung bei akuten und chronischen Wunden und zum Defektverschluss abzuleiten. Es zeigte sich, dass akute Wunden in der Hautklinik vor allem durch Exzisionen von Malignomen entstanden (Malignome wurden zu 59,4 % mit Exzisionen behandelt) und chronische Wunden zu 88,4 % durch Wunddébridements behandelt wurden, bevor jeweils Defektverschlüsse stattfanden. Führt man die „typischen“ Charakteristika (siehe Kapitel 5.5) zusammen ergeben sich aus dieser Arbeit mögliche Therapieparameter zur Behandlung der jeweiligen Wundtypen.

- Akute Wunden können mit der kombinierten Form der Schwämme behandelt werden. Die Wundkonditionierung kann mittels PU- Schwamm erfolgen, das anschließende Transplantat mittels PVA- Schwamm gesichert werden. Als Therapieeinheit eignet sich eine mobile V.A.C. ® - Therapy. Alternativ kann die PREVENA™ genutzt werden, sofern die Wunden bereits geschlossen wurden und eine Nahtdehiszenz befürchtet wird. In einigen Fällen empfiehlt sich der Einsatz von Integra®. Stationäre Aufenthaltsdauern verkürzen sich bei dieser Kombination von Therapieparametern. Komplikationen können auftreten, sind allerdings nur im durchschnittlichen Bereich zu erwarten.
- Chronische Wunden können ebenfalls mit einer Kombination der Schwämme behandelt werden. Das empfiehlt sich vor allem dann, wenn am Ende der Wundkonditionierung eine Hauttransplantation erfolgt, die mit dem PVA-Schwamm gesichert werden soll. Ansonsten ist der PU- Schwamm Mittel der Wahl, nicht zuletzt deshalb, weil chronische Wunden häufig infiziert sein können. Daher eignet sich auch die Anwendung einer Instillationstherapie für diese Wundtypen besonders. Als Instillationslösung können Polyhexanide verwendet werden. Chronische Wunden erfordern längere Therapiedauern und führen zu längeren stationären Aufenthalten. Bei diesen Therapieparametern sollten Komplikationen erwartet werden, allen voran Non-Compliance. Mangelnde Alternativen der Wundversorgung legitimieren den Einsatz der Unterdrucktherapie jedoch.
- Wunden, die zum Defektverschluss mit einer Unterdrucktherapie behandelt werden, sollten den PVA-Schwamm zur Sicherung des Transplantats erhalten. Eine Ausleitung über ein kleines Stück eines PU- Schwamms ist möglich und soll das Verstopfen des T.R.A.C.® - Pad Connectors verhindern. Die mobile

Therapieeinheit eignet sich gut für das Sichern von Hauttransplantaten. Komplikationen sind bei dieser Konstellation an Therapieparametern nicht zu erwarten.

Der Sog war fast ausschließlich auf 125 mmHg und kontinuierlich eingestellt. All diese Therapieeinstellungen sind lediglich eine Möglichkeit der Behandlung mit der Unterdrucktherapie. Andere Therapiestrategien sind nicht nur möglich, sondern auch nötig zu erwägen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit führen zu der Schlussfolgerung, dass Komorbidität und andere Risikofaktoren der Wundheilung bedacht und individuell abgewogen werden müssen. Auch Kontraindikationen müssen bei jedem Patienten berücksichtigt werden. Die Ableitung einer standardisierten Therapie ist daher nur schwer möglich. Jede Wunde und jeder Patient müssen individuell betrachtet werden. Bukovcan et al. kamen in ihrer retrospektiven Arbeit zu ähnlichen Ergebnissen und formulierten die Behandlungsempfehlungen mit drei Schlagworten: individuell, selektiv und komplementär. Mit „individuell“ verwiesen die Autoren auf bestehende Komorbidität und Medikationen der Patienten und mit „selektiv“ auf das Beachten von Indikationen und Kontraindikationen. Als „komplementär“ wurde die Unterdrucktherapie bezeichnet, da sie zwischen einem Wunddébridement und dem Defektverschluss stehen kann, keine der Behandlungen jedoch ersetzt (Bukovcan et al. 2016). Formulierungen von Therapierichtlinien hinsichtlich der Wahl des Schwamms, des Sogs und geeigneter Indikationen versuchten auch die Autoren rund um Birke-Sorensen zu formulieren, indem sie Evidenzlevel anhand bestehender Literatur vergaben. Der PU- Schwamm wurde empfohlen bei Wunden, die besonders schnell granulieren sollen; der PVA- Schwamm bei Schmerzen. Druckeinstellungen sollten sich zwischen -50 und -150 mmHg bewegen und könnten bei Schmerzen gesenkt werden (Birke-Sorensen et al. 2011). Empfehlungen dieser Art unterschieden jedoch nicht nach Art der Wunde, sondern stellten allgemein formulierte Empfehlungen mit einem gewissen, meist niedrigen Evidenzlevel dar. Fragestellungen für zukünftige Arbeiten sollten eine Unterscheidung der Wundtypen beinhalten, wie sie in dieser Arbeit herausgearbeitet wurden, um Evidenzlevel höheren Grades spezifischer formulieren zu können.

## 5.7 Schlussfolgerung

In dieser Arbeit konnte der Einfluss von therapie- und patientenassoziierten Parametern bezüglich Komplikationen und die Bedeutung deren Kenntnisnahme und Reduktion aufgezeigt werden. Künftige Anwender sollten die evaluierte Komorbidität der Patienten in Hinblick auf Komplikationen besonders beachten sowie den Einsatz einiger komplikationsbehafteter Therapieparameter individuell abwägen. Die Definition typischer Patienten je nach Indikation und Diagnose könnte im weiteren Verlauf zu Therapieempfehlungen höheren Evidenzgrades führen. Vorerst bleibt die Evidenz der Unterdrucktherapie in der Dermatologie jedoch weiter ungenügend geklärt und bedarf der Durchführung von RCTs.

Aus den Erfahrungen dieser Arbeit könnte eine große prospektive Studie basierend auf einigen Ergebnissen zu höherer Evidenz der Unterdrucktherapie beitragen. Obligat wäre ein multizentrisches Design. Als realistisch klinische Endpunkte dieser Studie könnten sich die Aufenthaltsdauern der Patienten eignen, sowie die Verkleinerung der Wundfläche innerhalb des stationären Aufenthalts bzw. eine Zunahme des Granulationsgewebes. Zusätzlich wäre ein konkreter Kostenpunkt der Therapie interessant, der in Abwägung der klinisch evaluierten Vor- und Nachteile diskutiert werden könnte. Falls Hauttransplantate zum Defektverschluss verwendet würden, könnten deren Einheilungsraten ebenfalls evaluiert werden. Dabei sollte jeweils der Vergleich zu konventionell behandelten Wunden hergestellt werden. Generell sollte zwingend zwischen akuten und chronischen Wunden unterschieden werden, da sich die Behandlungen erheblich voneinander abheben und vermeintliche Auffälligkeiten falsch positiv erscheinen lassen könnten. Patientengruppen sollten vorrangig nach dieser Einteilung untersucht werden. Eine zusätzliche Unterscheidung der Patienten je nach Pumpensystem (mit oder ohne Instillationstherapie) würde eine Untersuchung chronisch infizierter Wunden nochmals separat möglich machen. Außerdem würde sich eine tägliche Dokumentation der Compliance (Schmerzen) stationär anbieten, wobei zusätzlich zu einer Schmerzskala Therapieeinstellungen dokumentiert sein sollten, um Zusammenhänge ableiten zu können. Diese klinische Evaluation an definierten Patientengruppen großer Zahl könnte eindeutige Vor- und Nachteile der Therapie manifestieren und deren Einsatz evidenzbasiert rechtfertigen.

Generell sollte besonders die Frage der Überlegenheit der Unterdrucktherapie gegenüber der konventionellen Wundbehandlung in zukünftigen Untersuchungen weiter

geklärt werden. Im Falle weiterer retrospektiver Studien würde sich eventuell der Vergleich mit historischen Daten zur konventionellen Wundbehandlung anbieten. Außerdem sollten in Zukunft speziell Patienten mit pAVK untersucht werden, da bei dieser Patientengruppe signifikant mehr Komplikationen auftraten. Ebenso gehört es zur Aufgabe der Anwender der Unterdrucktherapie das häufige Auftreten von Non-Compliance zu reduzieren und die Unterdrucktherapie für Patienten komfortabler zu gestalten. Insgesamt und unter Beachtung der möglichen Komplikationen und Kontraindikationen stellt die Unterdrucktherapie ein komplikationsarmes Verfahren da, das bei der Mehrzahl der Fälle zu guten Ergebnissen führt.

## 6. Literaturverzeichnis

- Andrews, A.; Upton, D. (2013): Negative pressure wound therapy: improving the patient experience part 3 of 3. In: *Journal of wound care* 22 (12), 671-2,674,676-8 passim. DOI: 10.12968/jowc.2013.22.12.671.
- Andros, G.; Armstrong, D. G.; Attinger, C. E.; Boulton, A. J. M.; Frykberg, R. G.; Joseph, W. S. et al. (2006): Consensus statement on negative pressure wound therapy (V.A.C.® Therapy) for the management of diabetic foot wounds. In: *Ostomy wound management* Suppl, S. 1–32.
- Anghel, E. L.; Kim, P. J. (2016): Negative-Pressure Wound Therapy: A Comprehensive Review of the Evidence. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 138 Suppl 3, S. 129S–137S. DOI: 10.1097/PRS.0000000000002645.
- Apostoli, A.; Caula, C. (2008): Pain and basic functional activities in a group of patients with cutaneous wounds under V.A.C therapy in hospital setting. In: *Professioni infermieristiche* 61 (3), S. 158–164.
- Argenta, L. C.; Morykwas, M. J. (1997): Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. In: *Annals of plastic surgery* 38 (6), S. 563–577.
- Beckerath, O. von; Zapenko, A.; Dissemond, J.; Kroger, K.; on behalf of the Initiative Chronische Wunden (ICW) e.V. (2017): Ten-year analyses of the German DRG data about negative pressure wound therapy. In: *International wound journal* 14, S. 501–507. DOI: 10.1111/iwj.12635.
- Birke-Sorensen, H.; Malmstro, M.; Rome, P.; Hudson, D.; Krug, E.; Berg, L. et al. (2011): Evidence-based recommendations for negative pressure wound therapy: treatment variables (pressure levels, wound filler and contact layer) - steps towards an international consensus. In: *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery: JPRAS* 64, S. 1–16. DOI: 10.1016/j.bjps.2011.06.001.
- Blume, P. A.; Walters, J.; Payne, W.; Ayala, J.; Lantis, J. (2008): Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. In: *Diabetes care* 31 (4), S. 631–636. DOI: 10.2337/dc07-2196.
- Böttcher-Haberzeth, S.; Biedermann, T.; Reichmann, E. (2010): Tissue engineering of skin. In: *Burns: journal of the International Society for Burn Injuries* 36 (4), S. 450–460. DOI: 10.1016/j.burns.2009.08.016.
- Boxall, S. L.; Carville, K.; Leslie, G. D.; Jansen, S. J. (2017): Treatment of anticoagulated patients with negative pressure wound therapy. In: *International wound journal (Epub ahead of print, Zugriff vom 28.6.2017)*, S. 1–5. DOI: 10.1111/iwj.12737.

- Braakenburg, A.; Obdeijn, M. C.; Feitz, R.; van Rooij, I. A. L. M.; van Griethuysen, A. J.; Klinkenbijn, J. H. G. (2006): The clinical efficacy and cost effectiveness of the vacuum-assisted closure technique in the management of acute and chronic wounds: a randomized controlled trial. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 118 (2), S. 390–397. DOI: 10.1097/01.prs.0000227675.63744.af.
- Buchanan, P. J.; Kung, T. A.; Cederna, P. S. (2014): Evidence-based medicine: Wound closure. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 134 (6), S. 1391–1404. DOI: 10.1097/PRS.0000000000000720.
- Bukovcan, P.; Koller, J.; Hajská, M.; Záhorec, P. (2016): Clinical Experience With the Use of Negative Pressure Wound Therapy Combined With a Silver-impregnated Dressing in Mixed Wounds: A Retrospective Study of 50 Cases. In: *Wounds : a compendium of clinical research and practice* 28 (8), S. 255–263.
- Burke, J. F.; Yannas, I. V.; Quinby, W. C., JR; Bondoc, C. C.; Jung, W. K. (1981): Successful use of a physiologically acceptable artificial skin in the treatment of extensive burn injury. In: *Annals of surgery* 194 (4), S. 413–428.
- Chio, E. G.; Agrawal, A. (2010): A randomized, prospective, controlled study of forearm donor site healing when using a vacuum dressing. In: *Otolaryngology-head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 142 (2), S. 174–178. DOI: 10.1016/j.otohns.2009.11.003.
- Clark, R. A. F. (1988): Overview and General Considerations of Wound Repair. In: R. A. F. Clark und P. M. Henson (Hg.): *The Molecular and Cellular Biology of Wound Repair*. New York: Springer Science+Business Media, LLC, S. 3–33.
- Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM) (2014): S3-Leitlinie: Multimorbidität. Angemeldetes Leitlinienvorhaben bei AWMF online. Geplante Fertigstellung 31.12.2017. Online verfügbar unter <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/anmeldung/1/11/053-047.html>, zuletzt geprüft am 10.07.2017.
- Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKCH); Lange, B.; Wessel, L. M. (2011): S1-Leitlinie: Wunden und Wundbehandlung. Publiziert bei AWMF online. Online verfügbar unter [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/006-1291\\_S1\\_Wunden\\_Wundbehandlung\\_2016-06.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/006-1291_S1_Wunden_Wundbehandlung_2016-06.pdf), zuletzt aktualisiert am 09/2014, zuletzt geprüft am 10.04.2017.
- Deutsche Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e.V. (2012): S3-Leitlinie 091-001 "Lokaltherapie chronischer Wunden bei Patienten mit den Risiken periphere arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mellitus, chronisch venöse Insuffizienz". Publiziert bei AWMF online. Online verfügbar unter [https://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/fileadmin/Redakteur/Leitlinien/Evidenzbasierte\\_Leitlinien/091-0011\\_S3\\_Lokaltherapie\\_chronischer\\_Wunden\\_2012-06.pdf](https://www.deutsche-diabetes-gesellschaft.de/fileadmin/Redakteur/Leitlinien/Evidenzbasierte_Leitlinien/091-0011_S3_Lokaltherapie_chronischer_Wunden_2012-06.pdf), zuletzt aktualisiert am 12.06.2012, zuletzt geprüft am 05.04.2017.

- Dill-Müller, D.; Bonowitz, A.; Wagner, A.; Tilgen, W. (2004): Vacuum assisted wound closure after excision of a high risk melanoma heel wound - using the V.A.C. heeldressing. In: *Zentralblatt für Chirurgie* 129 Suppl 1, S. 108–112. DOI: 10.1055/s-2004-822670.
- Dissemond, J. (2008): Vacuum-therapy of chronic wounds in dermatologic departments. In: *Der Hautarzt; Zeitschrift für Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete* 59 (8), S. 642–648. DOI: 10.1007/s00105-008-1565-4.
- Dissemond, J.; Augustin, M.; Eming, S. A.; Goerge, T.; Horn, T.; Karrer, S. et al. (2014): Modern wound care - practical aspects of non-interventional topical treatment of patients with chronic wounds. In: *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (Journal of the German Society of Dermatology: JDDG)* 12 (7), S. 541–554. DOI: 10.1111/ddg.12351.
- Dissemond, J.; Bültmann, A.; Gerber, V.; Jäger, B.; Münter, C.; Kröger, K. (2016): Definitionen für die Wundbehandlung. In: *Der Hautarzt; Zeitschrift für Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete* 67 (3), S. 265–266. DOI: 10.1007/s00105-016-3761-y.
- Dissemond, J.; Körber, A.; Grabbe, S. (2006): Verbesserte Einheilrate von Mesh-graft-Transplantaten bei Patienten mit Ulcus cruris durch postoperativen Einsatz von Vakuumversiegelung. In: *Zentralblatt für Chirurgie* 131 Suppl 1, S. 165–167. DOI: 10.1055/s-2006-921449.
- Dumville, J. C.; Land, L.; Evans, D.; Peinemann, F. (2015): Negative pressure wound therapy for treating leg ulcers. In: *The Cochrane database of systematic reviews* Issue 7, S. 1-37, Art.-Nr. CD0011354. DOI: 10.1002/14651858.CD011354.pub2.
- Fiebiger, M.; Innertsberger, W.; Molcan, J. (2006): Multi therapy of large chronic leg ulcers: a combination of necrectomy, vacuum assisted closure and mesh graft. In: *Zentralblatt für Chirurgie* 131 Suppl 1, S. 168–169. DOI: 10.1055/s-2006-921458.
- Ford-Dunn, S. (2006): Use of vacuum assisted closure therapy in the palliation of a malignant wound. In: *Palliative medicine* 20 (4), S. 477–478. DOI: 10.1191/0269216306pm1117cr.
- Gabriel, A.; Shores, J.; Heinrich, C.; Baqai, W.; Kalina, S.; Sogioka, N.; Gupta, S. (2008): Negative pressure wound therapy with instillation: a pilot study describing a new method for treating infected wounds. In: *International wound journal* 5 (3), S. 399–413. DOI: 10.1111/j.1742-481X.2007.00423.x.
- Gregor, S.; Maegele, M.; Sauerland, S.; Krahn, J. F.; Peinemann, F.; Lange, S. (2008): Negative pressure wound therapy: a vacuum of evidence? In: *Archives of surgery* 143 (2), S. 189–196. DOI: 10.1001/archsurg.2007.54.
- Günal, Ö.; Tuncel, U.; Turan, A.; Barut, S.; Kostakoglu, N. (2015): The Use of Vacuum-Assisted Closure and GranuFoam Silver® Dressing in the Management of Diabetic Foot Ulcer. In: *Surgical infections* 16 (5), S. 558–565. DOI: 10.1089/sur.2014.093.

- Hafner, J.; Nobbe, S.; Partsch, H.; Läuchli, S.; Mayer, D.; Amann-Vesti, B. et al. (2010): Martorell hypertensive ischemic leg ulcer: a model of ischemic subcutaneous arteriolosclerosis. In: *Archives of dermatology* 146 (9), S. 961–968. DOI: 10.1001/archdermatol.2010.224.
- Haslik, W.; Kamolz, L-P; Manna, F.; Hladik, M.; Rath, T.; Frey, M. (2010): Management of full-thickness skin defects in the hand and wrist region: first long-term experiences with the dermal matrix Matriderm . In: *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery: JPRAS* 63 (2), S. 360–364. DOI: 10.1016/j.bjps.2008.09.026.
- Huang, C.; Leavitt, T.; Bayer, L. R.; Orgill, D. P. (2014): Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. In: *Current problems in surgery* 51 (7), S. 301–331. DOI: 10.1067/j.cpsurg.2014.04.001.
- Isago, T.; Nozaki, M.; Kikuchi, Y.; Honda, T.; Nakazawa, H. (2003): Effects of different negative pressures on reduction of wounds in negative pressure dressings. In: *The Journal of dermatology* 30 (8), S. 596–601.
- Janis, J. E.; Kwon, R. K.; Attinger, C. E. (2011): The new reconstructive ladder: modifications to the traditional model. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 127 Suppl 1, S. 205–212. DOI: 10.1097/PRS.0b013e318201271c.
- Kamolz, L.-P; Andel, H.; Haslik, W.; Winter, W.; Meissl, G.; Frey, M. (2004): Use of subatmospheric pressure therapy to prevent burn wound progression in human: first experiences. In: *Burns: journal of the International Society for Burn Injuries* 30 (3), S. 253–258. DOI: 10.1016/j.burns.2003.12.003.
- Kastenbauer, E. R. (2005): Rekonstruktive Chirurgie an der äußeren Nase - Grundprinzipien. In: E. R. Kastenbauer und E. A. Aguilar (Hg.): Ästhetische und Plastische Chirurgie an Nase, Gesicht und Ohrmuschel. 3., unveränd. Aufl. Stuttgart: Thieme, S. 121–128.
- KCI Licensing, Inc. (2010): SensaT.R.A.C. -Technologie. Online verfügbar unter [http://www.kci-medical.ch/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheadername1=Content-type&blobheadername2=Content-disposition&blobheadername3=MDT-Ty-pe&blobheadervalue1=application%2Fpdf&blobheadervalue2=inline%3B+filename%3D578%252F815%252FVAC%2BSensaTrac\\_DE%252C0.pdf&blobheadervalue3=abinary%3B+charset%3DUTF-8&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1226642414156&ssbinary=true](http://www.kci-medical.ch/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheadername1=Content-type&blobheadername2=Content-disposition&blobheadername3=MDT-Ty-pe&blobheadervalue1=application%2Fpdf&blobheadervalue2=inline%3B+filename%3D578%252F815%252FVAC%2BSensaTrac_DE%252C0.pdf&blobheadervalue3=abinary%3B+charset%3DUTF-8&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1226642414156&ssbinary=true), zuletzt geprüft am 07.08.2016.

KCI Licensing, Inc. (2011): V.A.C.-Ultra™ Produktbroschüre. Online verfügbar unter [http://www.kci-medical.de/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheadername1=Content-type&blobheadername2=Content-disposition&blobheadername3=MDT-Type&blobheadervalue1=application%2Fpdf&blobheadervalue2=inline%3B+filename%3D755%252F466%252F20678%2BKCI%2BUltra\\_Broch\\_EMEA\\_Mv7\\_DE\\_reduced\\_file.pdf&blobheadervalue3=abinary%3B+charset%3DUTF-8&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1226664102514&ssbinary=true](http://www.kci-medical.de/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheadername1=Content-type&blobheadername2=Content-disposition&blobheadername3=MDT-Type&blobheadervalue1=application%2Fpdf&blobheadervalue2=inline%3B+filename%3D755%252F466%252F20678%2BKCI%2BUltra_Broch_EMEA_Mv7_DE_reduced_file.pdf&blobheadervalue3=abinary%3B+charset%3DUTF-8&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1226664102514&ssbinary=true), zuletzt geprüft am 07.04.2017.

KCI Licensing, Inc. (2012): V.A.C.ULTA™ Negative Pressure Wound Therapy System, Monograph. Online verfügbar unter <http://www.veraflo.com/wp-content/uploads/2016/06/Ultra-Monograph-DSL16-0148-US-LIT29-A-215-REV5-16.pdf>, zuletzt geprüft am 07.04.2017.

KCI Licensing, Inc.; LifeCell Corporation; Systagenix Wound Management (2016): Produktübersicht. Online verfügbar unter <http://www.kci-medical.de/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1226717428885&ssbinary=true>, zuletzt geprüft am 07.08.2016.

Kerstein, M. D. (1997): The scientific basis of healing. In: *Advances in wound care: the journal for prevention and healing* 10 (3), S. 30–36.

Kilpadi, D. V.; Bower, C. E.; Reade, C. C.; Robinson, P. J.; Sun, Y. S.; Zeri, R. et al. (2006): Effect of Vacuum Assisted Closure® Therapy on early systemic cytokine levels in a swine model. In: *Wound repair and regeneration : official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society* 14 (2), S. 210–215. DOI: 10.1111/j.1743-6109.2006.00112.x.

Kim, P. J.; Attinger, C. E.; Steinberg, J. S.; Evans, K. K.; Lehner, B.; Willy, C. et al. (2013): Negative-pressure wound therapy with instillation: international consensus guidelines. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 132 (6), S. 1569–1579. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182a80586.

Kramer, A.; Daeschlein, G.; Kammerlander, G.; Andriessen, A.; Aspöck, C.; Bergemann, R. et al. (2004): Konsensusempfehlung zur Auswahl von Wirkstoffen für die Wundantiseptik. In: *Zeitschrift für Wundheilung* (3), S. 110–120.

Krug, E.; Berg, L.; Lee, C.; Hudson, D.; Birke-Sorensen, H.; Depoorter, M. et al. (2011): Evidence-based recommendations for the use of Negative Pressure Wound Therapy in traumatic wounds and reconstructive surgery: steps towards an international consensus. In: *Injury* 42 Suppl 1, S. 1–12. DOI: 10.1016/S0020-1383(11)00041-6.

- Leffler, M.; Horch, R. E.; Dragu, A.; Bach, A. D. (2010): The use of the artificial dermis (Integra ®) in combination with vacuum assisted closure for reconstruction of an extensive burn scar - a case report. In: *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery: JPRAS* 63 (1), S. e32-e35. DOI: 10.1016/j.bjps.2009.05.022.
- Lehner, B.; Fleischmann, W.; Becker, R.; Jukema, G. N. (2011): First experiences with negative pressure wound therapy and instillation in the treatment of infected orthopaedic implants: a clinical observational study. In: *International orthopaedics* 35 (9), S. 1415–1420. DOI: 10.1007/s00264-011-1274-y.
- Levenson, S. M.; Geever, E. F.; Crowley, L. V.; Oates, J. F. 3rd; Berard, C. W.; Rosen, H. (1965): The Healing of Rat Skin Wounds. In: *Annals of surgery* 161 (2), S. 293–308.
- Li, T.; Zhang, L.; Han, L. I.; Wang, G.; Yin, P.; Li, Z. et al. (2016): Early application of negative pressure wound therapy to acute wounds contaminated with *Staphylococcus aureus*: An effective approach to preventing biofilm formation. In: *Experimental and therapeutic medicine* 11 (3), S. 769–776. DOI: 10.3892/etm.2016.3008.
- Löser, C. R.; Rompel, R.; Möhrle, M.; Häfner, H.-M.; Kunte, C.; Hassel, J. et al. (2015): S1-Leitlinie: Mikroskopisch kontrollierte Chirurgie (MKC). In: *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft* 13 (9), S. 942–951. DOI: 10.1111/ddg.140\_12665.
- Martorell, F. (1945): Las ulceras supramaleolares por arteriolitis de las grandes hipertensas. In: *Actas (Reun Cientif Cuerpo Facul) Inst Policlinico Barcelona* 1 (1), S. 6–9.
- Mekkes, J. R.; Loots, M. A. M.; Van Der Wal, A C; Bos, J. D. (2003): Causes, investigation and treatment of leg ulceration. In: *The British journal of dermatology* 148 (3), S. 388–401.
- Mody, G. N.; Nirmal, I. A.; Duraisamy, S.; Perakath, B. (2008): A blinded, prospective, randomized controlled trial of topical negative pressure wound closure in India. In: *Ostomy/wound management* 54 (12), S. 36–46.
- Molnar, J. A.; DeFranzo, A. J.; Hadaegh, A.; Morykwas, M. J.; Shen, P.; Argenta, L. C. (2004): Acceleration of Integra incorporation in complex tissue defects with subatmospheric pressure. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 113 (5), S. 1339–1346.
- Morykwas, M. J.; Argenta, L. C.; Shelton-Brown, E. I.; McGuirt, W. (1997): Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. In: *Annals of plastic surgery* 38 (6), S. 553–562.
- Morykwas, M. J.; Falser, B. J.; Pearce, D. J.; Argenta, L. C. (2001): Effects of varying levels of subatmospheric pressure on the rate of granulation tissue formation in experimental wounds in swine. In: *Annals of plastic surgery* 47 (5), S. 547–551.
- Mouës, C. M.; Heule, F.; Hovius, S. E. R. (2011): A review of topical negative pressure therapy in wound healing: sufficient evidence? In: *American journal of surgery* 201 (4), S. 544–556. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2010.04.029.

- Mouës, C. M.; Vos, M. C.; van den Bemd, G.-J. C M; Stijnen, T.; Hovius, S. E. R. (2004): Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. In: *Wound repair and regeneration : official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society* 12 (1), S. 11–17. DOI: 10.1111/j.1067-1927.2004.12105.x.
- Müller, C. S. L.; Burgard, B.; Zimmerman, M.; Vogt, T.; Pföhler, C. (2016): On the significance of negative-pressure wound therapy with instillation in dermatology. In: *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (Journal of the German Society of Dermatology: JDDG)* 14 (8), S. 786–795. DOI: 10.1111/ddg.13038.
- Müller, C. S. L.; Schiekofe, C.; Körner, R.; Pföhler, C.; Vogt, T. (2013): Improved patient-centered care with effective use of Integra ® in dermatologic reconstructive surgery. In: *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (Journal of the German Society of Dermatology: JDDG)* 11 (6), S. 537–548. DOI: 10.1111/ddg.12038.
- Neubauer, G. (2004): V.A.C. ® therapy: economic issues of the health care market. In: *Zentralblatt für Chirurgie* 129 Suppl 1, S. 122–124. DOI: 10.1055/s-2004-822673.
- Nguyen, D. Q. A.; Potokar, T. S.; Price, P. (2010): An objective long-term evaluation of Integra (a dermal skin substitute) and split thickness skin grafts, in acute burns and reconstructive surgery. In: *Burns: journal of the International Society for Burn Injuries* 36 (1), S. 23–28. DOI: 10.1016/j.burns.2009.07.011.
- Niezgoda, J. A.; Mendez-Eastman, S. (2006): The Effective Management of Pressure Ulcers. In: *Advances in Skin & Wound Care* 19 Suppl 1, S. 3–15. DOI: 10.1097/00129334-200601001-00001.
- Oh, B. H.; Lee, S. H.; Nam, K. A.; Lee, H. B.; Chung, K. Y. (2013): Comparison of negative pressure wound therapy and secondary intention healing after excision of acral lentiginous melanoma on the foot. In: *The British journal of dermatology* 168 (2), S. 333–338. DOI: 10.1111/bjd.12099.
- O'Meara, S.; Al-Kurdi, D.; Ologun, Y.; Ovington, L. G.; Martyn-St James, M.; Richardson, R. (2014): Antibiotics and antiseptics for venous leg ulcers. In: *The Cochrane database of systematic reviews* Issue 1, S. 1-190, Art.-Nr. CD003557. DOI: 10.1002/14651858.CD003557.pub5.
- Orgill, D. P.; Bayer, L. R. (2013): Negative pressure wound therapy: past, present and future. In: *International wound journal* 10 Suppl 1, S. 15–19. DOI: 10.1111/iwj.12170.
- Orsted, H. L.; Keast, D.; Forest-Lalande, L.; Françoise, M. (2011): Basic Principles of Wound Healing. In: *Wound Care Canada* 9 (2), S. 4–12.
- Page, J. C.; Newswander, B.; Schwenke, D. C.; Hansen, M.; Ferguson, J. (2004): Retrospective analysis of negative pressure wound therapy in open foot wounds with significant soft tissue defects. In: *Advances in Skin & Wound Care* 17 (7), S. 354–364.

- Peinemann, F.; Sauerland, S. (2011): Negative-pressure wound therapy: systematic review of randomized controlled trials. In: *Deutsches Ärzteblatt international* 108 (22), S. 381–389. DOI: 10.3238/arztebl.2011.0381.
- Petres, J.; Rompel, R. (1996): Einfache Exzisions- und Rekonstruktionstechniken. In: J. Petres und R. Rompel (Hg.): *Operative Dermatologie. Lehrbuch und Atlas*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 51–58.
- Renner, R.; Rogalski, C.; Friedlein, H.; Simon, J. C. (2006): Vacuum therapy in dermatology: a review. In: *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (Journal of the German Society of Dermatology: JDDG)* 4 (6), S. 468–475. DOI: 10.1111/j.1610-0387.2006.06004.x.
- Saxena, V.; Hwang, C.-W.; Huang, S.; Eichbaum, Q.; Ingber, D.; Orgill, D. P. (2004): Vacuum-Assisted Closure. Microdeformations of Wounds and Cell Proliferation. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 114 (5), S. 1086–1096. DOI: 10.1097/01.PRS.0000135330.51408.97.
- Shelling, M. L.; Federman, D. G.; Kirsner, R. S. (2010): Clinical approach to atypical wounds with a new model for understanding hypertensive ulcers. In: *Archives of dermatology* 146 (9), S. 1026–1029. DOI: 10.1001/archdermatol.2010.213.
- Smola, H.; Eming, S. A.; Hess, S.; Werner, S.; Krieg, T. (2001): Wundheilung und Wundheilungsstörungen. Moderne Konzepte zur Pathophysiologie und Therapie. In: *Deutsches Ärzteblatt* 98 (43), S. A 2802-A 2809.
- Stannard, J. P.; Volgas, D. A.; Stewart, R.; McGwin, G., JR.; Alonso, J. E. (2009): Negative pressure wound therapy after severe open fractures: a prospective randomized study. In: *Journal of orthopaedic trauma* 23 (8), S. 552–557. DOI: 10.1097/BOT.0b013e3181a2e2b6.
- Stiefel, D.; Schiestl, C.; Meuli, M. (2010): Integra Artificial Skin for burn scar revision in adolescents and children. In: *Burns: journal of the International Society for Burn Injuries* 36 (1), S. 114–120. DOI: 10.1016/j.burns.2009.02.023.
- Stiefel, D.; Schiestl, C. M.; Meuli, M. (2009): The positive effect of negative pressure: vacuum-assisted fixation of Integra artificial skin for reconstructive surgery. In: *Journal of pediatric surgery* 44 (3), S. 575–580. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2008.07.006.
- Suissa, D.; Danino, A.; Nikolis, A. (2011): Negative-pressure therapy versus standard wound care: a meta-analysis of randomized trials. In: *Plastic and Reconstructive Surgery* 128 (5), S. 498e–503e. DOI: 10.1097/PRS.0b013e31822b675c.
- Timmers, M. S.; Graafland, N.; Bernards, A. T.; Nelissen, R. G.; van Dissel, J. T.; Jukema, G. N. (2009): Negative pressure wound treatment with polyvinyl alcohol foam and polyhexanide antiseptic solution instillation in posttraumatic osteomyelitis. In: *Wound repair and regeneration: official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society* 17 (2), S. 278–286. DOI: 10.1111/j.1524-475X.2009.00458.x.

- Upton, D.; Stephens, D.; Andrews, A. (2013): Patients' experiences of negative pressure wound therapy for the treatment of wounds: a review. In: *Journal of wound care* 22 (1), S. 34–39. DOI: 10.12968/jowc.2013.22.1.34.
- Vig, S.; Dowsett, C.; Berg, L.; Caravaggi, C.; Rome, P.; Birke-Sorensen, H. et al. (2011): Evidence-based recommendations for the use of negative pressure wound therapy in chronic wounds: steps towards an international consensus. In: *Journal of tissue viability* 20 Suppl 1, S. 1–18. DOI: 10.1016/j.jtv.2011.07.002.
- Vogt, P. M. (2004): Fortschritte in der Verbrennungsmedizin: Innovative Materialien verbessern die langfristigen Heilungserfolge. In: *Deutsches Ärzteblatt* 101 (25), S. A 1823–A 1826.
- Vogt, P. M.; Kall, S.; Boorboor, P.; Lahoda, L.-U. (2004): Several aspects of foam materials and their possible interactions with the wound surface in the vacuum therapy. In: *Zentralblatt für Chirurgie* 129 Suppl 1, S. 92–94. DOI: 10.1055/s-2004-822620.
- Vuerstaek, J. D. D.; Vainas, T.; Wuite, J.; Nelemans, P.; Neumann, M. H. A.; Veraart, J. C. J. M. (2006): State-of-the-art treatment of chronic leg ulcers: A randomized controlled trial comparing vacuum-assisted closure (V.A.C.) with modern wound dressings. In: *Journal of vascular surgery* 44 (5), S. 1029–1037. DOI: 10.1016/j.jvs.2006.07.030.
- Vuolo, J. C. (2009): Wound-related pain: key sources and triggers. In: *British journal of nursing* 18 (15), S. 20–25. DOI: 10.12968/bjon.2009.18.Sup5.43569.
- Wackenfors, A.; Sjögren, J.; Gustafsson, R.; Algotsson, L.; Ingemansson, R.; Malmsjö, M. (2004): Effects of vacuum-assisted closure therapy on inguinal wound edge microvascular blood flow. In: *Wound repair and regeneration: official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society* 12 (6), S. 600–606. DOI: 10.1111/j.1067-1927.2004.12602.x.
- Webster, J.; Scuffham, P.; Sherriff, K. L.; Stankiewicz, M.; Chaboyer, W. P. (2012): Negative pressure wound therapy for skin grafts and surgical wounds healing by primary intention. In: *The Cochrane database of systematic reviews* Issue 4, S. 1–64, Art.-Nr. CD009261. DOI: 10.1002/14651858.CD009261.pub2.
- Weise, K. (2008): Die Wunde - Physiologie der Wundheilung. In: A. Hirner, K. Weise und M. Ziegler (Hg.): *Chirurgie. 234 Tabellen, 427 Textboxen mit vertiefendem Wissen; [inklusive CD-ROM mit 36 Videofilmen]. 2., überarb. Aufl.* Stuttgart: Thieme, S. 34–35.
- Wetzel-Roth, W.; Zöch, G. (2004): Consensus of the German and Austrian Societies for Wound Healing and Wound Management on vacuum closure and the V.A.C.® treatment unit. In: *Zentralblatt für Chirurgie* 129 Suppl 1, S. 7–11. DOI: 10.1055/s-2004-822677.

- Willy, C. (2005): Indikationen und Kontraindikationen. In: Christian Willy und Stefan Benesch (Hg.): Die Vakuumtherapie. Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. 1. Aufl. Ulm, Donau: Willy, S. 17–22.
- Willy, C.; Schmidt, R.; Gerngross, H. (2005): Das Prinzip der Vakuumtherapie. In: Christian Willy und Stefan Benesch (Hg.): Die Vakuumtherapie. Grundlagen, Indikationen, Fallbeispiele, praktische Tipps. 1. Aufl. Ulm, Donau: Willy, S. 3–8.
- Wollina, U.; Koch, A.; Heinig, B.; Kittner, T.; Nowak, A. (2013): Acne inversa (Hidradenitis suppurativa): A review with a focus on pathogenesis and treatment. In: *Indian dermatology online journal* 4 (1), S. 2–11. DOI: 10.4103/2229-5178.105454.
- Zhivotaev, V. M. (1970): Vacuum therapy of postoperative infected wounds of the urinary bladder. In: *Klinicheskaja khirurgija* 5, S. 36–39.

## 7. Danksagung

Während der Ausarbeitung dieser Arbeit standen mir stets liebe Menschen zur Seite, denen ich hier meinen Dank aussprechen möchte.

Ich möchte allen voran meiner Doktormutter OÄ PD Dr. med. Cornelia Müller danken, die mich bei der Ausarbeitung dieser Arbeit unterstützt hat und stets für alle Fragen offen war. Bedanken möchte ich mich für die vielen Anregungen, die Gespräche und die Feedbacks, Kritik und Lob, oder einfach einen guten Rat. Und ich möchte unbedingt auch sagen: danke für die Zeit zusammen.

Einen weiteren Dank möchte ich dem Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Medizinische Informatik in Homburg, insbesondere PD Dr. med. Stefan Gräber aussprechen, der mir bei der Ausarbeitung der statistischen Analyse zur Seite stand. Für die Unterstützung in der Datenerhebung möchte ich den Sekretariaten der Dermatologie Homburg und den Mitarbeiterinnen des Dermatopathologischen Labors, vor allem Alexandra danken. Für die Bereitstellung von Bildmaterialien möchte auch an KCI (an Acelity Company) und deren Ansprechpartnerin für mich, Heike Britten, meinen Dank aussprechen.

Als nächstes möchte ich meinen Eltern danken, die mich nicht nur während meines Studiums sondern wirklich immer unterstützt und ermutigt haben. Danke für alles. Euer Rückhalt ist mir sehr wichtig. Ich möchte auch meiner lieben Schwester Daniela, deren ehrliche Meinung und offene Kritik mir sehr wichtig ist, sowie meinen Großeltern danken, die mir des Öfteren Büromaterial zur Verfügung stellten. Ich danke meiner Kommilitonin und Freundin Josefine, die mir in allen Lebenssituationen beratend zur Seite steht, für die Unterstützung während der gesamten Zeit meines Studiums und darüber hinaus. Danke fürs Korrekturlesen an meine Familie und Freundin Kira. Darüber hinaus gilt mein Danke all denen, die mich auf meinem Weg unterstützen und unterstützt haben.

## 8. Publikationen

- Wertenauer A, Gräber S, Müller CS. Retrospective 8- year analysis of negative pressure wound therapy in dermatosurgery: A single center experience. J Eur Acad Dermatol Venereol. (JEADV). Accepted Author Manuscript. doi:10.1111/jdv.14572
- Wertenauer A, Gräber S, Müller CS. 8-Jahres-Analyse der Wundbehandlung mittels Unterdrucktherapie in einem deutschen Zentrum. Posterpräsentation auf der 33. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Dermatochirurgie. Abstractpublikation in press.

## 9. Lebenslauf

## 10. Anhang

Anbei findet sich die Genehmigung ausgestellt von der Firma KCI / Acelity über die Verwendung von Bildmaterialien, die diese zur Verfügung gestellt haben (I). Außerdem ist eine Patientenliste des untersuchten Patientenkollektivs hinterlegt (II).

D)



September 6, 2016

Anja Wertenuer  
Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie  
Klinische Medizin der Medizinischen Fakultät  
Der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar  
[anjawertenuer@gmx.de](mailto:anjawertenuer@gmx.de)

Re: Use of Product Name, Related Information, Photo Request: V.A.C.ULTA™ Therapy System;  
ACTIV.A.C.™ Therapy System; PREVENA™ Incision Management System; V.A.C.® GRANUFOAM™  
Dressing; V.A.C. WHITEFOAM™ Dressing; V.A.C.® Therapy Dressing Application Illustration

Dear Anja:

It is our understanding that you are writing a thesis review paper and would like to use the above-referenced and attached images. Please accept this letter as permission to use the authorized images referenced above for this work.

Permission is granted to reproduce the above-referenced images in this and all subsequent versions of this work, its ancillaries, and other derivative works in any form or medium (including but not limited to internet/intranet publication), in English and in all foreign languages, translations and other derivative works for distribution throughout the world. Full credit to the original source, including publisher, will be given as "Used with Permission. Courtesy of KCI, an Acclity Company." All product trademarks and registration acknowledgments and usage shall be as noted above without exception. You agree not to use these images, company trademarks, or company name in any manner that might tarnish, disparage, or reflect adversely on Acclity, its affiliates, and/or customers.

The permissions granted by KCI are not to be construed as an indication of any level of review or as sponsorship, approval, or endorsement of the materials in which KCI's copyrighted information is being used. In all situations, KCI requests that you review the most up-to-date safety information, instructions and indications for use, contraindications, and warnings by clicking <http://www.acclity.com> or contacting KCI at 1-800-275-4524 to ensure your materials accurately reflect and depict manufacturer's guidelines where appropriate.

These images are to be used only for the purpose set forth above. In the event any of the conditions set forth are not adhered to, this permission will be deemed automatically revoked.

If you have any questions or concerns, please feel free to contact me at 210-255-4543. Thank you.

Sincerely,

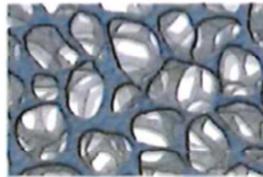
KCI Licensing, Inc.

  
Nadeem G. Bridi, Intellectual Property Officer

NGB:glp



12930 Interstate 10 West San Antonio, TX 78249 USA t: 800.275.4524 | e: [info@acclity.com](mailto:info@acclity.com) | [acclity.com](http://acclity.com)



12930 Interstate 10 West San Antonio, TX 78249 USA t: 800.275.4524 | e: info@acelity.com | [acelity.com](http://acelity.com)

II)

Darstellung aller analysierten Fälle mit Vakumpumpenversorgung mit Übersicht über die für diese Arbeit relevantesten Daten. Originalrohdaten sind beim Verfasser. Erläuterung: (1) Fall: Fallnummern aufgelistet, Gesamtzahl  $n = 208$  Fälle. Patienten, die mehrere stationäre Aufenthalte hatten, stellen neue Fallnummern dar. Daher sind bei diesen Fällen in Klammern die Anzahl des erneuten Aufenthalts und danach die entsprechende erste Fallnummer des Patienten angegeben. (2) kA: keine Angabe

Fall	Sex	Alter (Jahre)	Dauer (stat. Aufenthalt, Tage)	Indikation	Diagnose	Lokalisation	Defektgröße (cm <sup>2</sup> )	Vakumpumpe	Sogstärke	Sogmodus	Schwamm	Dauer (Vaku. unversieglung, Tage)	Wechsel (Anzahl)	Wechselintervall (Tage)	Defektverschluss	Dermisersatz	Stoffwechselförderung	Diabetes	Kardiovask. Erkrankung	CVI	pAVK	Adipositas	Outcome
1.	männlich	64	24	Exzision	Melanom	Untere Extremität	33,17	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	intermittierend	kombiniert	11,0	2	4,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
2.	männlich	67	29	Exzision	Karzinom	Kopf	5,89	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	8,0	1	3,00	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
3.	männlich	65	19	Exzision	Sarkom	Kopf	18,86	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	weiß (PVA)	10,0	1	5,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
4.	männlich	69	6	Exzision	Melanom	Rumpf	32,97	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
5.	weiblich	67	25	Exzision	Melanom	Untere Extremität	8,76	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	weiß (PVA)	11,0	1	5,00	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
6.	weiblich	75	14	Exzision	Melanom	Untere Extremität	15,73	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
7.	weiblich	83	21	Exzision	Melanom	Untere Extremität	45,92	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kA	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf
8.	männlich	81	27	Exzision	Karzinom	Kopf	3,14	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	weiß (PVA)	8,0	1	3,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
9.	weiblich	77	29	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	kA	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	12,0	1	6,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	kA
10.	weiblich	59	16	Exzision	Melanom	Untere Extremität	21,59	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	weiß (PVA)	13,0	2	4,00	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
11.	männlich	75	40	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	kA	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	intermittierend	schwarz (PU)	14,0	2	4,50	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
12.	männlich	72	30	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	56,72	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	6,0	1	3,00	palliative Wundversorgung	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein	Nekrose
13.	männlich	66	29	Exzision	Karzinom	Kopf	9,42	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	43,0	1	6,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
14.	weiblich	86	9	Defektverschluss	Ulkus	Untere Extremität	kA	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
15.	männlich	80	30	Exzision	Karzinom	Rumpf	62,80	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	schwarz (PU)	15,0	4	2,75	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Nekrose
16.	männlich	58	15	Exzision	Melanom	Untere Extremität	kA	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	kombiniert	13,0	2	3,50	Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
17.	weiblich	76	33	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	kA	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	kontinuierlich	kombiniert	12,0	2	3,50	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf
18.	weiblich	21	21	Exzision	Sarkom	Untere Extremität	9,25	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	intermittierend	kombiniert	29,0	3	3,33	Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
19.	männlich	91	29	Exzision	Karzinom	Kopf	94,99	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	weiß (PVA)	20,0	3	5,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
20.	weiblich	78	33	Exzision	Melanom	Untere Extremität	19,63	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	11,0	2	3,50	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
21.	männlich	63	37	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	235,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	7,0	1	4,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
22.	weiblich	53	16	Exzision	Melanom	Untere Extremität	12,56	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	kombiniert	15,0	3	3,33	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
23.	weiblich	76	8	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	kA	Mobile V.A.C.®	kA	kA	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
24.	männlich	42	10	Exzision	Sarkom	Rumpf	15,70	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	11,0	1	6,00	Nahliggend-Dehnungsplastik	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
25.	männlich	83	17	Exzision	Melanom	Kopf	9,42	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	intermittierend	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
26.	männlich	63	7	Defektverschluss	Sarkom	Rumpf	53,38	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
27.	weiblich	63	78	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	69,08	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	18,0	3	4,67	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	Nekrose
28.	männlich	78	47	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	981,25	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	22,0	4	4,50	Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
29.	weiblich	79	36	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	27,48	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	6,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	Nekrose
30.	weiblich	73	20	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	113,04	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf
31.	weiblich	80	31	Exzision	Karzinom	Untere Extremität	15,70	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	3	5,67	Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	Nekrose
32.	männlich	76	11	Exzision	Karzinom	Untere Extremität	93,42	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	0,0	3	3,00	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
33.	männlich	80	8	Defektverschluss	Ulkus	Untere Extremität	69,08	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	kA

10. Anhang

34.	weiblich	83	30	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	ka	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	18,0	2	6,50	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
35.	männlich	81	6	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	35,33	ka	ka	ka	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
36.	weiblich	43	14	Exzision	andere	Rumpf	62,80	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	7,0	1	4,00	sekundäre Wundheilung	nein	guter Verlauf							
37.	männlich	75	20	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	47,10	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf	
38.	männlich	70	14	Wunddebridement	Karzinom	Kopf	12,56	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	kombiniert	6,0	1	2,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	mangelnde Wundgranulation	
39.	weiblich	83	25	Exzision	Melanom	Untere Extremität	81,00	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	kombiniert	19,0	3	4,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
40.	männlich	72	19	Wunddebridement	Karzinom	Kopf	367,38	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	12,0	1	5,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
41.	weiblich	77	22	Exzision	Sarkom	Untere Extremität	53,38	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	15,0	5	2,75	sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
42.	männlich	53	18	Exzision	Sarkom	Rumpf	91,85	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	11,0	2	3,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
43.	weiblich	85	27	Exzision	Sarkom	Kopf	28,26	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	17,0	5	2,80	palliative Wundversorgung	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	mangelnde Wundgranulation	
44(2) (Δ43)	weiblich	85	12	Exzision	Sarkom	Kopf	21,20	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	weiß (PVA)	11,0	2	4,00	sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
45.	weiblich	87	4	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	37,68	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	3,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	Non-Compliance	
46.	männlich	54	11	Defektverschluss	Melanom	Oberer Extremität	54,95	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
47.	männlich	74	11	Wunddebridement	Karzinom	Kopf	64,81	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	8,0	1	4,00	Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
48.	männlich	44	29	Wunddebridement	Melanom	Kopf	78,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	25,0	3	6,67	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
49.	männlich	52	5	Defektverschluss	Sarkom	Rumpf	81,64	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
50.	männlich	68	15	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	43,18	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	7,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf	
51.	weiblich	48	5	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	78,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
52.	weiblich	58	27	Exzision	Karzinom	Kopf	165,05	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	20,0	2	6,50	Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
53.	männlich	82	29	Exzision	Karzinom	Rumpf	94,23	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	28,0	7	3,29	sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	Non-Compliance	
54(2) (Δ53)	männlich	82	5	Defektverschluss	Karzinom	Rumpf	43,96	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf	
55.	männlich	82	5	Defektverschluss	Melanom	Kopf	42,39	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
56.	männlich	45	9	Exzision	Sarkom	Untere Extremität	90,28	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	0,0	1	4,00	ka	nein	ka							
57.	männlich	46	6	Defektverschluss	Karzinom	Oberer Extremität	14,13	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	6,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
58.	männlich	76	6	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	69,08	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	6,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
59(2) (Δ58)	männlich	76	5	Defektverschluss	Karzinom	Oberer Extremität	69,08	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
60.	weiblich	59	42	Exzision	Karzinom	Kopf	51,81	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	4	6,50	sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	ka	
61(2) (Δ60)	weiblich	59	6	Defektverschluss	Karzinom	Kopf	39,25	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
62.	männlich	84	5	Defektverschluss	Karzinom	Kopf	18,84	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
63.	männlich	72	5	Defektverschluss	Karzinom	Oberer Extremität	25,12	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf	
64.	männlich	83	5	Defektverschluss	Melanom	Oberer Extremität	27,48	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
65.	weiblich	75	30	Exzision	Karzinom	Untere Extremität	23,75	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	8,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
66.	weiblich	86	5	Defektverschluss	Karzinom	Oberer Extremität	42,39	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
67.	weiblich	63	6	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	43,96	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
68.	weiblich	80	29	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	52,99	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	12,0	2	3,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
69.	weiblich	81	5	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
70.	weiblich	80	16	Exzision	Melanom	Untere Extremität	47,76	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	unterschiedliche Sogmodi innerhalb einer Behandlung	kombiniert	14,0	3	3,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
71.	weiblich	73	19	Wunddebridement	Karzinom	Kopf	15,90	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	19,0	3	4,00	Hauttransplantation	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
72.	männlich	83	13	Exzision	Sarkom	Rumpf	51,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	13,0	2	4,00	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
73.	weiblich	80	14	Exzision	Karzinom	Untere Extremität	109,90	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	11,0	1	6,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
74.	männlich	37	5	Defektverschluss	Sarkom	Oberer Extremität	15,70	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf							
75.	männlich	73	24	Wunddebridement	Ulkus	Rumpf	113,04	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	18,0	4	3,75	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
76.	männlich	83	28	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	141,30	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	7,0	1	5,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf	
77.	weiblich	67	20	Exzision	Karzinom	Rumpf	56,80	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	3,0	0		ka	nein	ka							

10. Anhang

78.	männlich	79	7	Defektverschluss	Karzinom	Untere Extremität	11,78	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	4,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
79.	männlich	64	7	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	37,68	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
80.	weiblich	57	6	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	35,33	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
81.	weiblich	72	13	Exzision	Melanom	Untere Extremität	51,31	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	10,0	2	3,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
82.	weiblich	81	17	Exzision	Melanom	Oberer Extremität	45,92	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	15,0	3	3,33	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
83.	männlich	48	6	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	43,96	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
84.	männlich	80	18	debridement	Melanom	Untere Extremität	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	9,0	2	2,50	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
85.	weiblich	68	9	Defektverschluss	Melanom	Oberer Extremität	19,43	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
86.	weiblich	60	3	Wunddebridement	Melanom	Oberer Extremität	0,00	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	1	2,00	KA	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
87.	weiblich	55	13	Exzision	Melanom	Untere Extremität	78,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	12,0	2	3,50	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
88.	männlich	45	19	Exzision	Melanom	Untere Extremität	60,45	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	13,0	3	2,67	Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
89.(2) (±88)	männlich	45	23	Wunddebridement	Melanom	Untere Extremität	KA	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	0,0	1	5,00	KA	nein	KA						
90.	weiblich	51	5	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	28,26	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
91.	männlich	64	14	Wunddebridement	Karzinom	Oberer Extremität	63,59	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	14,0	4	2,25	Hauttransplantation	nein	ja	ja	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
92.	weiblich	76	22	Wunddebridement	Melanom	Untere Extremität	71,44	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	15,0	2	5,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
93.	männlich	76	35	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	78,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	26,0	4	5,25	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	KA
94.	männlich	46	5	Defektverschluss	Sarkom	Kopf	84,78	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
95.	weiblich	75	19	Exzision	Melanom	Untere Extremität	19,63	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	18,0	4	3,25	Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
96.	weiblich	76	25	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	47,10	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	25,0	5	4,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
97.	männlich	62	38	Exzision	Sarkom	Kopf	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	38,0	9	3,67	Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
98.	männlich	72	22	Exzision	Melanom	Untere Extremität	19,63	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	4	5,25	sekundäre Wundheilung	nein	guter Verlauf						
99.(2) (±98)	männlich	72	5	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	38,47	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
100.	weiblich	47	33	Wunddebridement	andere	Rumpf	353,25	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	16,0	5	2,40	Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
101.	weiblich	28	6	Exzision	Melanom	Untere Extremität	28,26	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		sekundäre Wundheilung	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
102.	weiblich	57	5	Exzision	Melanom	Untere Extremität	15,70	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
103.	männlich	85	13	Exzision	Sarkom	Kopf	32,97	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	4,0	0		Hauttransplantation	ja	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
104.	weiblich	69	8	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	38,47	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
105.	männlich	73	7	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	49,46	PREVENA™	KA	KA	KA	5,0	0		Nahappen-Dehnungsplastik	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
106.	weiblich	54	8	Exzision	Melanom	Untere Extremität	25,01	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	ja	nein	nein	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
107.	männlich	36	5	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	23,55	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
108.	männlich	70	12	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	94,99	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	7,0	1	5,00	Hauttransplantation	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	KA
109.	männlich	86	24	Exzision	Karzinom	Kopf	34,12	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	Nekrose
110.	weiblich	73	4	Exzision	Melanom	Untere Extremität	32,03	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	3,0	0		sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	KA
111.(2) (±110)	weiblich	73	5	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	27,48	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	KA
112.	weiblich	18	3	Exzision	andere	Rumpf	23,55	PREVENA™	KA	KA	KA	0,0	0		KA	nein	guter Verlauf						
113.	männlich	22	3	Exzision	andere	Rumpf	32,97	PREVENA™	KA	KA	KA	0,0	0		Nahappen-Dehnungsplastik	nein	Technik (Undichtigkeit)						
114.	männlich	62	6	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	18,84	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	4,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
115.	männlich	71	28	Wunddebridement	Melanom	Rumpf	27,48	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	23,0	4	4,00	Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
116.	männlich	83	18	heilungsstörung	Karzinom	Kopf	28,26	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	18,0	3	3,67	Hauttransplantation	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
117.	weiblich	80	33	Wundheilungsstörung	Karzinom	Kopf	23,55	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	4	4,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
118.	weiblich	62	29	Exzision	Melanom	Rumpf	32,97	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	28,0	7	3,00	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	Nekrose
119.	weiblich	44	41	Exzision	andere	Rumpf	523,60	V.A.C. ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	grau	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	mangelnde Wundgranulation
120.	männlich	93	14	Wunddebridement	Karzinom	Kopf	0,00	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	13,0	2	3,50	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	mangelnde Wundgranulation
121.	weiblich	70	9	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	33,17	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	13,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
122.	männlich	75	5	Defektverschluss	Melanom	Kopf	12,56	KA	KA	KA	KA	5,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
123.	männlich	89	22	Exzision	Melanom	Rumpf	183,69	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	13,0	2	3,50	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf

10. Anhang

124.	männlich	93	27	Wunddebridement	Karzinom	Kopf	32,97	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	10,0	3	2,67	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
125.	männlich	77	10	Exzision	Melanom	Untere Extremität	28,26	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	3	2,50	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
126.(2) (±125)	männlich	77	1	Exzision	Melanom	Untere Extremität	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	0		sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
127.(3) (±125)	männlich	77	8	Defektverschluss	Melanom	Untere Extremität	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	3,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
128.	männlich	70	36	Exzision	Sarkom	Kopf	63,59	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	36,0	6	4,83	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	KA
129.	männlich	61	8	Defektverschluss	Melanom	Rumpf	49,46	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	6,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
130.	männlich	87	51	Exzision	Sarkom	Kopf	94,99	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	21,0	4	3,75	Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
131.	männlich	76	25	Exzision	Melanom	Kopf	69,08	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	25,0	5	4,40	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
132.	männlich	63	3	Exzision	Melanom	Rumpf	84,78	PREVENA™	KA	KA	KA	0,0	0		Nahklappen-/Dehnungsplastik	nein	guter Verlauf						
133.	männlich	66	24	Exzision	Karzinom	Kopf	17,66	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	4,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	Technik (Udichtigkeit)
134.	männlich	45	15	Exzision	Sarkom	Rumpf	52,20	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	14,0	2	3,50	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	Non-Compliance
135.	männlich	64	16	Exzision	Sarkom	Kopf	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	14,0	0	2,75	sekundäre Wundheilung	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
136.(2) (±135)	männlich	64	7	Defektverschluss	Sarkom	Kopf	31,40	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	7,0	1	5,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
137.	männlich	86	7	Wunddebridement	Sarkom	Kopf	56,52	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	6,0	1	3,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
138.	weiblich	65	17	Exzision	Karzinom	Rumpf	63,59	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	7,0	2	2,50	Nahklappen-/Dehnungsplastik	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
139.	männlich	73	9	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	31,40	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
140.	weiblich	72	25	Wunddebridement	Karzinom	Untere Extremität	77,72	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	24,0	6	3,67	Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
141.	männlich	65	20	Exzision	Karzinom	Oberer Extremität	30,62	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	4	4,00	KA	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
142.	männlich	84	21	Exzision	Karzinom	Kopf	51,31	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	21,0	3	4,67	Hauttransplantation	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
143.	männlich	72	22	Exzision	Karzinom	Untere Extremität	16,61	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	21,0	4	3,50	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
144.	männlich	63	2	Wundheilungsstörung	Ulkus	Untere Extremität	98,13	Mobile V.A.C.®	KA	KA	schwarz (PU)	0,0	0		KA	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	KA
145.	weiblich	57	2	Exzision	Karzinom	Rumpf	26,49	PREVENA™	125 mmHg	kontinuierlich	KA	0,0	1	2,00	Nahklappen-/Dehnungsplastik	nein	KA						
146.	männlich	66	7	Wundheilungsstörung	andere	Rumpf	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	grau	4,0	0		sekundäre Wundheilung	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	KA
147.	männlich	65	18	Exzision	Karzinom	Kopf	43,96	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	4,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
148.	männlich	80	14	Wunddebridement	Melanom	Untere Extremität	42,39	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	10,0	1	4,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
149.	weiblich	65	2	Exzision	Melanom	Untere Extremität	9,62	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	2,0	0		sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
150.	weiblich	38	6	Exzision	Sarkom	Rumpf	196,25	PREVENA™	125 mmHg	kontinuierlich	KA	4,0	0		Nahklappen-/Dehnungsplastik	nein	guter Verlauf						
151.	weiblich	24	7	Defektverschluss	Sarkom	Rumpf	56,52	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	7,0	0		Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
152.	weiblich	34	22	Wunddebridement	andere	Rumpf	164,85	V.A.C.-ULTA™	KA	KA	KA	7,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
153.	weiblich	61	5	Defektverschluss	Karzinom	Untere Extremität	117,75	PREVENA™	KA	KA	KA	5,0	0		Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
154.	männlich	83	8	Exzision	Sarkom	Kopf	91,85	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	1	7,00	sekundäre Wundheilung	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
155.(2) (±154)	männlich	83	6	Defektverschluss	Sarkom	Kopf	49,46	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	0,0	0		Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
156.	männlich	69	27	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	37,68	erst V.A.C.-ULTA™, dann Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	17,0	4	3,00	Hauttransplantation	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf
157.	weiblich	75	7	Exzision	Melanom	Oberer Extremität	54,95	PREVENA™	KA	KA	KA	6,0	0		sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
158.(2) (±139)	männlich	73	8	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	31,40	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	7,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	KA
159.	weiblich	34	22	Exzision	andere	Rumpf	353,25	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	3,0	0		sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
160.	weiblich	45	4	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	196,25	V.A.C.-ULTA™	100 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	2,0	0		sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	ja	nein	nein	ja	Infektion
161.	männlich	84	14	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	13,74	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	14,0	3	3,00	Hauttransplantation	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	mangelnde Wundgranulation
162.	weiblich	83	13	Exzision	Melanom	Untere Extremität	7,07	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	7,0	1	1,00	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
163.	männlich	77	17	Exzision	Sarkom	Kopf	37,68	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	4,0	0		sekundäre Wundheilung	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
164.(2) (±163)	männlich	78	5	Defektverschluss	Sarkom	Kopf	70,65	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0		Hauttransplantation	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
165.	männlich	71	13	Wundheilungsstörung	Ulkus	Untere Extremität	19,63	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	KA	4,0	0		Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
166.	männlich	76	11	Exzision	Sarkom	Kopf	38,27	erst V.A.C.-ULTA™, dann Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	11,0	2	3,50	sekundäre Wundheilung	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
167.	männlich	77	21	Exzision	Sarkom	Oberer Extremität	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	21,0	3	4,67	Hauttransplantation	ja	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf

10. Anhang

168.	weiblich	55	4	Exzision	Melanom	Rumpf	125,60	PREVENA™	ka	ka	ka	0,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
169.	männlich	82	11	Exzision	Sarkom	Kopf	63,59	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	11,0	0	5,00	sekundäre Wundheilung	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
170.	männlich	16	2	Exzision	andere	Rumpf	94,99	PREVENA™	ka	ka	ka	0,0	0	Nahappendehnungsplastik	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf	
171.	männlich	83	8	Exzision	Sarkom	Kopf	78,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	7,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	Non-Compliance
172.(2) (Δ171)	männlich	83	5	Defektverschluss	Sarkom	Kopf	62,80	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	5,0	0	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
173.	männlich	37	45	Wundheilungsstörung	Ulkus	Untere Extremität	282,60	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	18,0	4	3,50	Hauttransplantation	nein	guter Verlauf						
174.	weiblich	42	5	Defektverschluss	Sarkom	Oberer Extremität	37,68	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	5,0	0	Hauttransplantation	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf
175.(3) (Δ163)	männlich	78	7	Wunddebridement	Sarkom	Kopf	62,80	Mobile V.A.C.®	100 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	7,0	0	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
176.	männlich	70	10	Exzision	Karzinom	Untere Extremität	84,78	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	7,0	1	4,00	sekundäre Wundheilung	ja	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ka
177.(2) (Δ176)	männlich	70	9	Wunddebridement	Karzinom	Untere Extremität	131,88	V.A.C.-ULTA™	ka	ka	ka	2,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	Infektion	
178.(3) (Δ176)	männlich	70	7	Defektverschluss	Karzinom	Untere Extremität	50,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	6,0	0	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf	
179.	weiblich	46	10	Exzision	Sarkom	Kopf	9,42	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	0,0	0	2,67	sekundäre Wundheilung	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
180.(2) (Δ179)	weiblich	46	2	Defektverschluss	Sarkom	Kopf	ka	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	2,0	0	Hauttransplantation	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf	
181.	männlich	33	9	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	117,75	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	7,0	0	4,00	sekundäre Wundheilung	nein	guter Verlauf						
182.	männlich	28	1	Exzision	Sarkom	Rumpf	39,25	PREVENA™	100 mmHg	kontinuierlich	ka	0,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf	
183.	weiblich	60	6	Exzision	Melanom	Untere Extremität	37,68	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	0,0	1	4,00	Nahappendehnungsplastik	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	guter Verlauf
184.	männlich	53	4	Exzision	Melanom	Untere Extremität	27,48	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	2,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	guter Verlauf	
185.	weiblich	78	24	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	7,07	Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	kontinuierlich	schwarz (PU)	22,0	2	10,00	sekundäre Wundheilung	nein	ja	ja	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf
186.(2) (Δ183)	männlich	83	41	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	353,25	V.A.C.-ULTA™	100 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	3,0	0	Hauttransplantation	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Infektion	
187.	männlich	42	14	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	18,84	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	13,0	3	2,67	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	ja	nein	ja	guter Verlauf
188.	männlich	51	7	Exzision	Karzinom	Kopf	117,75	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	1,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Blutung	
189.	weiblich	79	8	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	25,12	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	ka	7,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf
190.	männlich	40	7	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	25,12	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	7,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf
191.	männlich	52	9	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	23,55	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	ka	6,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	ja	ja	ja	ja	ja	nein	guter Verlauf
192.	männlich	60	5	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	21,20	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	ka	3,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja	guter Verlauf	
193.	männlich	86	16	Wunddebridement	Karzinom	Kopf	43,96	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	8,0	2	3,00	Hauttransplantation	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
194.	männlich	78	4	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	1,57	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	ka	3,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	guter Verlauf	
195.	männlich	53	17	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	32,97	erst V.A.C.-ULTA™, dann Mobile V.A.C.®	unterschiedliche Sogstärken innerhalb einer Behandlung	kontinuierlich	schwarz (PU)	11,0	2	4,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	ja	nein	nein	guter Verlauf
196.	männlich	86	22	Exzision	Sarkom	Kopf	78,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	14,0	3	3,67	Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
197.	männlich	80	6	Defektverschluss	Karzinom	Untere Extremität	37,68	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	6,0	0	Hauttransplantation	nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf	
198.	männlich	75	18	Exzision	Sarkom	Kopf	28,26	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	weiß (PVA)	16,0	4	3,25	sekundäre Wundheilung	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	guter Verlauf
199.	weiblich	90	7	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	24,73	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	ka	0,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	ja	ja	ja	nein	Non-Compliance	
200.	männlich	73	22	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	2,36	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	22,0	6	2,83	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	ja	nein	guter Verlauf
201.	weiblich	75	15	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	19,63	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	14,0	3	3,33	sekundäre Wundheilung	nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	Non-Compliance
202.	männlich	41	2	Exzision	andere	Rumpf	35,78	PREVENA™	ka	ka	ka	0,0	1	2,00	Nahappendehnungsplastik	nein	guter Verlauf						
203.	weiblich	68	8	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	62,80	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	0,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	Non-Compliance	
204.(2) (Δ191)	männlich	53	14	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	6,28	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	ka	ka	4,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	Non-Compliance
205.	männlich	74	12	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	18,84	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	12,0	3	2,67	sekundäre Wundheilung	nein	ja	ja	ja	nein	ja	ja	guter Verlauf
206.	weiblich	69	11	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	25,12	V.A.C.-ULTA™	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	7,0	1	3,00	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein	ka
207.	weiblich	52	7	Wunddebridement	Ulkus	Untere Extremität	5,50	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	schwarz (PU)	2,0	0	sekundäre Wundheilung	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Non-Compliance	
208.	männlich	86	28	Exzision	Sarkom	Kopf	8,24	Mobile V.A.C.®	125 mmHg	kontinuierlich	kombiniert	23,0	7	2,57	Hauttransplantation	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	guter Verlauf