

Aus dem Institut für Geschichte der Medizin  
der Ruhr-Universität Bochum  
Ehemalige Leitung: Prof. Dr. Irmgard Müller

Die Geschichte der Armprothese unter besonderer Berücksichtigung der Leistung von  
Ferdinand Sauerbruch (1875-1951)

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
einer  
Hohen Medizinischen Fakultät  
der Ruhr-Universität Bochum

vorgelegt von  
Martin Friedrich Karpa  
aus Essen  
2004

Dekan: Prof. Dr. med. Gerd Muhr

Referent: Prof. Dr. Irmgard Müller

Korreferent: PD Dr. med. Thomas A. Schildhauer

Tag der mündlichen Prüfung: 10.05.2005

# Die Geschichte der Armprothese unter besonderer Berücksichtigung der Leistung von Ferdinand Sauerbruch (1875-1951)

	Seite
<b>I. Einleitung</b>	
1. Ziel und Methoden der Arbeit	5
2. Literaturübersicht und Stand der Forschung	6
<b>II. Hauptteil</b>	
1. Historische Einleitung	15
2. Stand der Armprothesenversorgung um die Jahrhundertwende (19./20. Jhdt.) in Deutschland	32
3. Anfänge: Chirurgische Vorarbeit für eine willkürlich bewegliche künstliche Hand	36
4. Einrichtung des „Vereinslazarets Singen“ (1915-1918)	46
5. Durchführung des Verfahrens für Amputierte	
5.1. Vorbereitende Maßnahmen	49
5.2. Klinikablauf	55
6. Probleme des Sauerbruch-Verfahrens	57
6.1. Stumpflänge	57
6.2. Kraftwulstbildung	60
6.3. Kanalbildung	64
6.4. Muskelkanalstift	67
6.5. Nachbehandlung	68
7. Gründung der Singener Ersatzgliederwerkstätte und die Zusammenarbeit Sauerbruchs mit den Technikern	71
8. Die Suche nach der geeigneten Hand	81
9. Erweiterung des Reservelazarets Singen	96
10. Nachsorge und Schulung der Prothesenträger	105
11. Finanzierungsprobleme	107
12. Sauerbruchs Konflikt mit der Prüfstelle für Ersatzglieder	114
12.1. Ziele und Aufgaben der Prüfstelle	116
12.2. Ergebnisse der Prüfstelle	121
12.3. Die „Carnes-Hand“, der Favorit der Prüfstelle	128
12.4. Die Leistungsfähigkeit des Carnesarm in der Diskussion	130
12.5. Die Auswirkungen des Carnespatentankaufes auf Sauerbruchs Arbeit	134
12.6. Sauerbruchs Position zum Carnesarm	137

12.7. Der Ingenieur G. Schlesinger, Leiter der Prüfstelle für Ersatzglieder	148
13. Zeitgenössischer Vergleich der Operationsmethode Sauerbruchs mit der Krukenberg-Plastik und Walcher-Methode	150
13.1. Krukenberg-Verfahren	150
13.2. Walcher-Verfahren	170
14. Die Firmengründung „DERSA“	172
15. Weiterentwicklung des Sauerbruch-Verfahrens	178
16. Nachuntersuchung von „Ohnhändern“	191
16.1. Kunstmaler Hubert Weber, Lichtenfels	191
16.2. Heinrich K., Dortmund	195
<b>III. Ergebnisse</b>	197
<b>IV. Quellennachweis</b>	209
1. Handschriftliche Quellen/Objekte	209
2. Literaturverzeichnis	211
3. Verzeichnis der Tabellen	
3.1. Anzahl der Patienten und erstellten Prothesen des Reservelazarett Singen (1915-1918)	77
3.2. Zusammenstellung der Armamputierten des Reservelazarett Singen (1915-1918)	78
3.3. Zusammenstellung der Prothesenversorgung des Reservelazarett Singen (1915-1918)	79
3.4. Prothesenversorgung unter Berücksichtigung des Sauerbruchsverfahrens (1915-1949)187	
4. Abbildungsnachweis	227
<b>V. Anlagen</b>	229
1. Protokoll über Orthopädische Werkstätte (nach Aufzeichnung der Else Georg, Tochter des Martin Schechtl, 03.03.1977, Stadtarchiv Singen)	229
2. Brief Sauerbruchs vom 18.11.1916 an Geheimrat Hartmann, Vorsitzender und Prof. Schlesinger, Geschäftsführer der Prüfstelle für Ersatzglieder, Berlin-Charlottenburg, Frauenhoferstraße	232
3. Brief Sauerbruchs vom 14.12.1916 an Direktor Meyer, Verein Deutscher Ingenieure, Berlin N.W. 7., Sommerstraße 4a	234

## **I. Einleitung**

### **1. Ziel und Methoden der Arbeit**

Obwohl für die Geschichte der Prothetik, speziell der Armprothetik, eine Reihe einschlägiger Darstellungen vorliegen, hat weder die Entwicklungs- noch die Rezeptionsgeschichte des Sauerbruchverfahrens, das über ein halbes Jahrhundert eine besondere Faszination auf die Chirurgen ausstrahlte, in der wissenschaftshistorischen Literatur größere Beachtung erfahren. Ziel der Arbeit soll daher sein, die Ausbildung der operativen Methode Sauerbruchs ebenso wie der orthopädischen Technik in ihren einzelnen Schritten unter Einbeziehung der historischen und sozialen Rahmenbedingungen zu rekonstruieren. Dabei soll vor allem die Zusammenarbeit zwischen Chirurgen und Technikern genauer untersucht und das Wechselspiel sowie die Vermittlung zweier unterschiedlicher Denkweisen näher betrachtet werden; der Aspekt ist insofern bedeutsam als ein Techniker, nicht ein Arzt, unter dem Eindruck der verheerenden Massenverletzungen des 1. Weltkrieges den Anstoß zu dieser Entwicklung gab. Äußerer Anlaß zur Bearbeitung der bisher vernachlässigten Thematik bot die Öffnung des Sauerbruch-Nachlasses, der seit 1998 in der Staatsbibliothek in Berlin für wissenschaftliche Studien zugänglich ist. Mit der Freigabe der Materialien konnten erstmals neben der gedruckten Literatur zahlreiche bisher ungedruckte oder unveröffentlichte Quellen herangezogen werden. Die Durchführung der Studie schien auch deswegen besonders dringlich zu sein, da es nur noch wenig lebende Zeitzeugen gibt, die Träger einer Sauerbruch-Prothese sind. Einige dieser Zeitzeugen konnten noch vom Verfasser selbst untersucht und in die Studie einbezogen werden (vgl. die Anlage 16).

## 2. Literaturübersicht und Stand der Forschung

Der technische Fortschritt ist für die Entwicklung künstlicher Arme und Hände von großer Bedeutung. Verbesserungen in allen Bereichen des Prothesenbaus wie des Materials und der Technik, sowie die handwerklichen Fertigkeiten und der Erfindungsgeist einzelner Konstrukteure ermöglichten oft in Schüben Kunstglieder mit immer höherem Gebrauchswert herzustellen.<sup>1</sup> Dieser Entwicklungsgang muß jedoch im zeitgeschichtlichen Zusammenhang gesehen werden. So bestimmten besonders Kriege und soziale Aspekte den Fortgang des Prothesenbaus. Ferner dürfen bedeutende Entwicklungsschritte in der Chirurgie nicht außer Acht gelassen werden, wie die Einführung der Extremitätenoperation in Blutleere (1873) durch den Kieler Chirurgen Friedrich von Eschmarch (1823-1908) und die Antisepsis mittels Carbonsäure (Phenol) durch den englischen Chirurgen J. Lister (1827-1912) in den sechziger und siebziger Jahren des 19. Jahrhunderts.<sup>2</sup> Durch die aseptische Wundbehandlung konnte zahlreichen Kriegsverletzten des 1. Weltkrieges das Leben gerettet werden.<sup>3</sup> Die Mortalität der Amputationspatienten nahm deutlich ab, so daß aufgrund der zunehmenden Primärheilungen völlig neue Anforderungen an die Nachbehandlung entstanden.

Die erste umfassende Darstellung der Kunstglieder für Arme und Füße ist 1842 von Hermann Eduard Fritze (1811-1866) vorgelegt worden. Die Monographie trägt den Titel: „Arthroplastik, oder die sämtlichen, bisher bekannt gewordenen künstlichen Hände und Füße zum Ersatz dieser verlorenen gegangenen Gliedmassen nach Manuscripten des Königl. Geheimen Medicinal-Rathes, Professors Dr. C. A. F. Kluge“. Auf 61 Seiten werden unter Angaben der Quellen mit im Anhang befindlichen ausführlichen Zeichnungen die künstlichen Hände beginnend mit der Hand des „kleinen Lotharingers“ (16. Jhdt.) und der Schmuckhand von J. B. van Lamzweerde (17. Jhdt.), die Hände des Götz von Berlichingen (1480-1562), Gavin Wilson (Edinburgh, 2. Hälfte des 18. Jhdt.), Carl Heinrich Klingert (Breslau, Ende des 18. Jhdt.), Pierre Ballif (Berlin, 1812), Carl Geissler (Leipzig, 1814), Margarethe Karoline Eichler (Berlin, 1836) bis zu Wilhelm Pfnor (1840) näher untersucht, beschrieben und

---

<sup>1</sup>Löffler, L., 1984, S. 7.

<sup>2</sup>Elgart, J., 1909, S. 240-241; Porter, R., 2000, S. 374-376.

<sup>3</sup>Thomann, K.-D., In: Eckart, W.; Gradmann, Ch., 1996, S. 185.

beurteilt.<sup>4</sup> Erwähnung findet außerdem die Hand des Marcus Sergius (218-201 v. Chr.) und des Seeräubers Horuk Barbarossa (Anfang des 16. Jhd.) über deren Existenz nur Notizen, jedoch keine Konstruktionspläne überliefert sind.

Fritze fordert für den Bau einer Prothese, wenn sie für die gewöhnlichen Anforderungen des Lebens von Nutzen sein soll, die folgenden Eigenschaften:

„1.) Übereinstimmung in Grösse und Form mit dem noch vorhandenen natürlichen Gliede der anderen Seite, 2.) geringe Schwere, bei dauerhafter Masse, 3.) einfache, bequeme und doch sichere Befestigung am Gliedstumpfe, 4.) naturgemässe, leichte, vielseitige, der Art und dem Grade nach zu modificirende Bewegungsfähigkeit der Gelenke, 5.) einfachen, zuverlässigen und zugänglichen Mechanismus für die Bewegung und 6.) Wohlfeilheit im Bezug auf Anschaffung und etwa nöthig werdende Reparaturen.“<sup>5</sup>

Unter diesen Gesichtspunkten beleuchtet er die bis dahin öffentlich bekannt gewordenen Konstruktionen künstlicher Hände. Dabei ist er sich sehr wohl bewußt, daß es das Ideal nicht gibt. Nicht anders sind seine Worte im Vorwort zu verstehen: „Mögen nun recht viele Chirurgen und Mechaniker aus diesem Buch Stoff zu Verbesserungen und neuen Erfindungen nehmen und recht viele Unglückliche auf diese Weise ihren traurigen Verlust zweckmäßig ersetzt sehen.“<sup>6</sup>

Während in Friedenszeiten Fabrik- und Eisenbahnarbeiter die Mehrzahl der Amputierten ausmachten<sup>7</sup>, wuchs durch 3 Kriege in rascher Folge in der 2. Hälfte des 19. Jhdts. die Zahl der Schwerverletzten beträchtlich, denen, um ihr Leben zu erhalten, ein Glied amputiert werden mußte. Dies führte zu einer erhöhten Aufmerksamkeit bei der Prothesenversorgung.

An der Beschaffung von Kunstgliedern beteiligte sich in erheblichem Maße die freiwillige Krankenpflege und auch verschiedene Hilfsvereine vom Roten Kreuz, außerdem der „Stuttgarter Verein für künstliche Glieder“, der „Badische Frauenverein“, die in Basel gegründete „Internationale Anstalt zur Beschaffung von künstlichen Gliedmaßen“, die „Victoria-National-Invaliden-Stiftung“ und die „Kaiser-Wilhelm-Stiftung“.<sup>8</sup> Erst Ende der sechziger Jahre des 19. Jahrhunderts erließ die Medizinal-Abteilung des Preußischen

---

<sup>4</sup>Fritze, H.E., 1842.

<sup>5</sup>ibidem, S. 5.

<sup>6</sup>ibidem, Vorwort, S. VI.

<sup>7</sup>Karpinski, O., 1881, S. 9.

<sup>8</sup>ibidem, S. 4-7; Schwiening, H., 1919, S. 3.

Kriegsministeriums bestimmte Vorschriften für die Verabfolgung von Ersatzgliedern für Heeresangehörige.<sup>9</sup>

Über die Erfahrungen mit den 1864, 1866 und 1870/71 im Auftrag der Militärverwaltung gelieferten Ersatzglieder hat 1881 der preußische Oberstabsarzt O. Karpinski (1838-1893) in seinem Werk „Studien über künstliche Glieder“ berichtet, dem ein Atlas mit zahlreichen Zeichnungen von Arm- und Beinprothesen beigelegt ist, wodurch es bis heute seinen Wert als einzigartiges Quellenwerk nicht verloren hat. Karpinski liefert eine historische Sammlung aller bis dahin bekannt gewordenen künstlichen Glieder für Arme und Beine. Seine Ausführungen beginnen mit der Hand des M. Sergius aus dem 2. Punischen Krieg, danach springt er gleich ins 15. Jhdt., in welches er die Altruppiner Hand einordnet und schließt mit der Hand von O. Dalisch (Berlin, 1877). Bei seinen Prothesenbeschreibungen stützt er sich auf Fritze und übernimmt auch dessen Zeichnungen. Ergänzend beschreibt er die neu entwickelten Handkonstruktionen: van Peetersen (1844), Charrière (1860), Mathieu (Paris, 1860), Graf de Beaufort (Paris, 1860) und C. E. Pfister (Leipzig, 2. Hälfte des 19. Jhdt.). Das Königliche preußische Kriegsministerium beauftragte Karpinski mit der Fragestellung, welche der Prothesenversorgung für Heeresangehörige zweckmäßig sei. In seinem Werk kommt er zu folgendem Ergebnis: „Alle Versuche, dem Ersatzmittel für Arm und Hand durch complicirte Mechanismen eine scheinbar selbständige Bewegung zu verschaffen, sind ohne jeden practischen Werth. Es genügt in den meisten Fällen, dem künstlichen Arm eine passive, durch den natürlichen bestimmbare Beweglichkeit zu geben und dazu einfache aber dauerhafte, den Verstümmelten wirklich unterstützende, ihn nicht unnöthig belästigende Mechanismen zu verwenden. Stets richte sich die Construction im Einzelfalle nach der socialen Stellung des Auszurüstenden.“<sup>10</sup>

Der Berliner Chirurg E. Gurlt (1825-1899) widmet dem Problem der Ersatzglieder für obere Extremitäten in seinem dreibändigem Standardwerk der Geschichte der Chirurgie (1898) nur kurze Kapitel. Abgesehen von der von Cajus Plinius Secundus (23-79 n. Chr.) erwähnten eisernen Hand des Römers M. Sergius stammen alle künstlichen Hände aus dem 16. Jhdt. Die genannten Prothesen von Vidus Vidius (?- 1569)<sup>11</sup>, Giovan Tammaso Minadoi (1540-1615)<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup>Schwiening, H., 1919, S. 1.

<sup>10</sup>Karpinski, O., 1881, S. 65-66.

<sup>11</sup>Gurlt, E., Bd. 3, 1898, S. 303.

<sup>12</sup>ibidem, Bd. 3, S. 484.

sind ebenfalls von ihrer Konstruktion her nicht näher bekannt. Dagegen erhält man durch Abbildungen Kenntnis von den künstlichen Händen und Armen des A. Paré (1510-1590)<sup>13</sup>. Es werden von Gurlt noch vier weitere Prothesen angeführt, von denen heute noch zwei erhalten sind: die Hand des Götz von Berlichingen und die Altruppiner Hand.<sup>14</sup> Die Hand von Horuk Babarossa und des Herzog Christian von Braunschweig (1622) werden nur genannt.

Das Werk „Künstliche Glieder“ von H. Gocht, R. Radike, F. Schede (1920) stellt eine Neuauflage des im Jahr 1907 von Gocht (1869-1938) allein und des zuvor im Jahr 1882 von M. Schede (1844-1902) geschriebenen gleichnamigen Werkes dar. Die Veröffentlichungen von Schede (1882) und Gocht (1907) dienten Sauerbruch als wichtige Quelle für die eigene Forschung.<sup>15</sup> Die enorme Vermehrung des Stoffes durch die Kriegserfahrungen des 1. Weltkrieges hat eine Dreiteilung erforderlich gemacht. Der 1. „Allgemeine Teil“ ist von Gocht (Berlin), der 2. „Künstliche Arme und Hände“ von Radike (Berlin) und der 3. „Künstliche Beine und Füße“ von F. Schede (1882-1976, München) bearbeitet. Der sehr ausführliche allgemeine Teil bringt zunächst eine kurze Darstellung der Anatomie und Physiologie der Extremitäten. Daran anschließend werden Untersuchungen über die Gelenkmechanik besprochen. Das nächste Kapitel ist dem Amputationsstumpf gewidmet. Länge, Beweglichkeit und Tragfähigkeit des Stumpfes sind die drei Punkte, die die Qualität eines Stumpfes bedingen. Im folgenden Kapitel werden die künstlichen Glieder im allgemeinen geschildert. Die Anfertigung der Ersatzglieder, deren mechanischen Probleme, die Unterweisung im Gebrauch und die Prüfung der Leistungsfähigkeit gehören dazu. Der zweite Teil „Künstliche Arme und Hände“ nimmt den größten Raum ein. Zunächst wird ein historischer Überblick der Entwicklung künstlicher Arme und Hände gegeben, dann folgen die Beschreibungen der Bandagen, des eigentlichen Armes und des Handsatzes. Es wird das gesamte Material zusammengetragen, welches der 1. Weltkrieg an Neuerungen und Verbesserungen gebracht hat, jedoch wird nur mit wenigen Sätzen und Abbildungen auf Sauerbruch verwiesen.<sup>16</sup> Arbeitsarme, Schmuckarme und die willkürlich beweglichen Hände werden beschrieben, wobei dem Verfasser die Erfahrungen der Charlottenburger Prüfstelle für Ersatzglieder zugute kommen, deren Vorstand er seit dem 1. Juli 1918 als orthopädischer Fachbeirat des Gardekorps und III. Armeekorps angehört.<sup>17</sup>

---

<sup>13</sup>ibidem, Bd. 2, S. 775, Tafel XXI. Fig. 147, 148, 149 und Fig. 150.

<sup>14</sup>ibidem, Bd. 3, S. 207-208.

<sup>15</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 1-7.

<sup>16</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 230-231, S. 261-267.

<sup>17</sup>Hartmann, K., 1919, S.20-21.

Der Stand der Armprothesenversorgung bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wird von dem Chirurgen und Orthopäden L. Heusner (Wuppertal, 1843-1916) in dem zweibändigen Werk des chirurgischen Orthopäden Georg Joachimsthal (1863-1914) „Handbuch der orthopädischen Chirurgie“ (1905) dargestellt. Das knapp zweieinhalbtausend Seiten umfassende Buch enthält in der zweiten Hälfte des letzten Bandes ein Kapitel über künstliche Gliedmaßen, von dem 30 Seiten den Armprothesen gewidmet sind, 20 davon entfallen auf ihre geschichtliche Entwicklung.

F. Sippel (1877-1963), damals leitender Arzt des Vereinslazarett Paulinenhilfe und der Amputierten-Abteilung des Weimarspitals Stuttgart, liefert 1916 einen kurzen historischen Abriß der Entwicklung von Ersatzgliedern und gehört mit zu den ersten Autoren, die auf das Sauerbruchverfahren der Armprothesenversorgung hinweisen.<sup>18</sup> „Das genial erdachte (Anm.: Sauerbruchverfahren), segensreiche Verfahren dürfte für nicht wenige - geeignet ausgewählte - Fälle die Operation der Zukunft bedeuten, zumal wenn auch die Lösung des technischen Problems gleich erfolgreich gelungen sein wird, die Herstellung einer mechanisch zweckmäßig gebauten Hand, die durch Verbindung mit der lebenden Kraftquelle die normalen Bewegungen und Leistungen der lebenden möglichst erfolgreich nachahmt.“<sup>19</sup> Ansonsten konzentriert sich seine Arbeit auf die Beschreibung von Armersatzgliedern, die werktätige Arbeit wieder ermöglichen, ohne dabei Rücksicht auf die Kosmetik zu nehmen. Die Arbeitsprothesen der Rota-Werke (Aachen), der Emil Jagenberg-Arm (Düsseldorf) und der Siemens-Schuckert-Arm (Nürnberg) werden von ihm beschrieben und durch anschauliches Bildmaterial vorgestellt. Diese Arbeitsarme finden auch bei Sauerbruch Anerkennung. „Durch die Bemühungen von Technik und Industrie wurden in der letzten Zeit eine Reihe sehr zweckmäßiger, leistungsfähiger Behelfsglieder eingeführt, die nach unserer Überzeugung auch in der Zukunft für bestimmte Berufe der Schwerindustrie sich halten werden.“<sup>20</sup> Die Arbeitsarme waren so konstruiert, daß an ein proximales Grundgerät verschiedene Ansatzstücke (Haken, Zange, Ring, etc.) befestigt werden konnten, die nur eine bestimmte Tätigkeit erlaubten. Die Spezialisierung der Arbeitshand bedeutete aber auch den Verlust der Vielfältigkeit. Zudem führten diese „Behelfsglieder“ wie Sauerbruch sie auch nannte, trotz beachtenswerter

---

<sup>18</sup>Sippel, F., 1916, S. 3-70.

<sup>19</sup>ibidem, S. 70.

<sup>20</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 6-7.

Leistungen zu einer Untätigkeit des Armstumpfes, deren Folge eine Schmerzhaftigkeit, Zirkulationsstörungen und Atrophie desselben war.<sup>21</sup>

Die Blütezeit der Arbeitsarme<sup>22</sup> befand sich um die Wende des 19. Jahrhunderts. „So wetteifern neuerdings in der Förderung der Arbeitsfähigkeit mit den Ersatzarmen, die wir dem Altmeister Prof. Höftmann = Königsberg, Prof. Riedinger = Würzburg, Prof. Biesalski = Berlin, Prof. Spitzky = Wien und zahlreichen anderen Mitarbeitern verdanken, andere von Ingenieuren gefertigte Ersatzglieder, so der von Emil Jagenberg = Düsseldorf, sowie der von Felix Meyer, dem Direktor der deutschen Rota-Werke in Aachen, konstruierte Armersatz, weiter der auf Anregung von Stabsarzt Dr. Silberstein von den Siemens-Schuckert-Werken in Nürnberg hergestellte Arm.“<sup>23</sup>

Daß sich zahlreiche Ärzte bereits mit den vorhandenen Arbeitsgliedern für die Kriegsverletzten zufrieden zeigten, stieß bei Sauerbruch in seinen Bestrebungen eine willkürlich bewegbare Hand zu schaffen auf Unverständnis, das er wie folgt begründet: „Demgegenüber muß darauf hingewiesen werden, daß für viele Berufe die bisher konstruierten Behelfsglieder nicht dienlich sind. Hinzukommt, daß unsere Soldaten nicht nur ein Arbeits-, sondern auch ein Ersatzglied wünschen und dabei großen Wert auf die äußere Nachahmung der Hand legen. Die große Zahl der Kriegsinvaliden gebildeter Stände empfindet besonders den Mangel einer brauchbaren und wohlgestalteten künstlichen Hand.“<sup>24</sup>

Die „Prüfstelle für Ersatzglieder“ in Berlin-Charlottenburg hatte ab 1916 anhand wissenschaftlicher Untersuchungen für 14 verschiedene Berufsarten die passenden „Arbeitsansätze“ durchkonstruiert.<sup>25</sup>

Mit dem Ersten Weltkrieg nehmen die Veröffentlichungen zur Prothesenfrage der oberen Extremität deutlich zu, jedoch fallen sie zahlenmäßig zu denen für die untere Extremität deutlich geringer aus.<sup>26</sup> Eine mögliche Erklärung könnte dazu R. Baumgartners Feststellung liefern: „Amputation an den oberen Extremitäten kommen zehn - zwanzigmal weniger häufig

---

<sup>21</sup>ibidem, S. 7.

<sup>22</sup>Anmerkung: Der französische Arzt A. Gripouilleau aus Mont-Louis (Südfrankreich) hat bereits 1870-73 für Landarbeiter einen einfachen Arbeitsarm für Oberarm- und Unterarmstümpfe entwickelt. Siehe: Gocht, H., 1907, S. 85-86.

<sup>23</sup>Sippel, F., 1916, S. 62.

<sup>24</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 7.

<sup>25</sup>Böhm, M., 1925, S. 557; Hartmann, K., 1919, S. 24-29 u. S. 35.

<sup>26</sup>Löffler, L., 1984, Einleitung; Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, Vorwort.

vor als an den unteren. Daher können nicht einmal Zentren, die das Thema als Spezialität pflegen, mit eindrücklichen Statistiken aufwarten.<sup>27</sup>

In der neueren Literatur „Geschichte der Orthopädie“ (1961) von B. Valentin (1885-1969) findet die Armprothesenversorgung keine Berücksichtigung.<sup>28</sup>

L. Löffler weist in seiner Arbeit „Der Ersatz für die obere Extremität“ (1984) nach, daß der Prothesenbau für die obere Extremität eine über zweitausendjährige Geschichte besitzt. Beginnend mit der Schmuckhand eines ägyptischen Tempelpriesters, die aus der Zeit um das Jahr 300 vor Christus stammt, stellt er den historischen und technischen Entwicklungsgang bis zu den myoelektrischen Prothesen mit ihrer möglichen Weiterentwicklung bis zum Stand von 1981 dar. Myoelektrische Prothesen sind Fremdkraftprothesen, die im Gegensatz zu Eigenkraftprothesen nicht durch Muskelkraft (Eigenkraft) Bewegungen ausführen können, sondern mittels einer fremden Energiequelle, der Elektrizität, angetrieben werden.<sup>29</sup> Das Verdienst Löfflers bei der ausführlichen Darstellung der Geschichte der Prothesenentwicklung besteht in einer übersichtlich gegliederten Bestandsaufnahme von Armprothesen mit Beschreibung ihrer Mechanik unter Angabe von 214 Literaturquellen. Enttäuschend sind dagegen seine Angaben zum „Sauerbrucharm“. Unter den Gliederungspunkten „mechanische, willkürlich bewegliche Kunsthände mit Zugschnurverbindungen“ und „Arme mit direkter Kraftübertragung“ übernimmt er den Text einschließlich deren Abbildungen von R. Radike (1920) ohne jede Zeitangabe, die bei einer entwicklungsgeschichtlichen Darstellung eigentlich zu erwarten wäre.<sup>30</sup> Die Sauerbruch-Hand, eine Modifikation der Rohrman-Hand (1914) und die Singener-Arbeitsklaue (1918) einschließlich ihrer Modifikation werden wiedergegeben. Hingegen bleibt die Hüfner-Hand (1917), die bis heute noch ihren Stellenwert beim Sauerbruchverfahren beibehalten hat, gänzlich unberücksichtigt.

---

<sup>27</sup>Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, Vorwort.

<sup>28</sup>Valentin, B., 1961.

<sup>29</sup>Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 167-171.

<sup>30</sup>Löffler, L., 1984, S. 130-131 u. S. 153-156; Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 230-231 u. S. 261-268.

In der jüngsten ausführlichen „Geschichte der Orthopädie“ von David Le Vay (1990) wird das Problem der Prothesenentwicklung auf nur wenigen Seiten abgehandelt. Die „Sauerbruchhand“ findet hier keine Erwähnung.<sup>31</sup>

R. Baumgartner, ehemaliger Direktor der Klinik und Poliklinik für Technische Orthopädie und Rehabilitation der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster, hat 1997 zusammen mit dem Orthopädietechniker P. Botta (Biel, Schweiz) ein Buch über „Amputation und Prothesenversorgung der oberen Extremität“ herausgegeben. In seinem Vorwort schreibt er, daß der Grundstock zu diesem Werk neben den eigenen Erfahrungen auch auf die von H. Krukenberg und F. Sauerbruch aus dem Ersten Weltkrieg zurückzuführen ist. Die „Krukenberg-Plastik am Unterarm“ und die „Kineplastik nach Sauerbruch“ werden im 4. Kapitel der „Amputationschirurgie“ kurz abgehandelt. Obwohl das Sauerbruchverfahren heute aus der Mode geraten ist, wie er sagt, schätzt er das Verfahren immer noch hoch ein. „Heute hat die myoelektrische Prothesentechnik die Kineplastik (nach Sauerbruch) völlig in den Hintergrund gedrängt, obwohl sie in vielen Punkten der Myoelektronik überlegen ist und bleibt: Physiologischer Bewegungsablauf, direkte Rückinformation, geringes Gewicht, kostengünstig. Der größte Nachteil ist die Notwendigkeit eines weiteren operativen Eingriffes, frühestens zwei Monate nach der Amputation.“<sup>32</sup>

Vom 26. März bis 30. Juni 2002 fand im Ruhrlandmuseum Essen eine Ausstellung unter dem Motto „Ebenbilder. Kopien von Körpern-Modelle des Menschen“ statt. Erwähnenswert erscheint dies, weil hier eine technisch hochwertige Anfertigung, einer aus Messing- bzw. Bronzeblech gefertigten Unterarmprothese aus dem 17. Jhdt. gezeigt wurde, die als mögliches Ersatzglied des Herzog Christians des Jüngeren von Braunschweig-Lüneburg (1599-1626) gilt.<sup>33</sup> Alle Fingerglieder sind wie bei der zweiten Hand Götz von Berlichings beweglich. „Besondere Beachtung verdient die wohlgestaltete Ausbildung der zierlichen Finger, deren Spitzen mit naturalistisch wirkenden Fingernägeln ausgearbeitet sind.“<sup>34</sup> Während Fritze (1842) diese Armprothese unerwähnt läßt, berichten O. Karpinski (1881) und E. Gurlt (1898)

---

<sup>31</sup>Le Vay, D., 1990, S. 479-487.

<sup>32</sup>Baumgartner, R., Botta, P., 1997, S. 143 u. S. 235.

<sup>33</sup>Gerchow, J., 2002, Abb.: V/14, S. 260-261.

<sup>34</sup>Walz, A., 1999, S.59.

von einer solchen, jedoch sei über deren Verbleib nichts bekannt.<sup>35</sup> Löffler führt 1984 unter der Rubrik „Passive Kunsthände mit einzelnen beweglichen Fingern“ die Hand des Christian von Braunschweig auf und hielt sie damals ebenfalls für verschollen.<sup>36</sup>

Nach Auskunft von Herrn A. Walz vom Herzog Anton Ulrich-Museum in Braunschweig, dem

Heimatort der Prothese, ist die Geschichte der fragmentarisch erhaltenen Armprothese bis zum Jahr 1832 völlig unbekannt.<sup>37</sup> Am 8. Mai 1832 erscheint sie erstmals im sogenannten „Annotationsbuch für das Fürstliche Museum“ (seit 1927 Anton Ulrich-Museum) „ein künstlicher, durch Mechanismus bewegbarer in einem Grabe gefundener Arm“, der erst 1980 inventarmäßig erfaßt und fachgerecht deponiert wurde.<sup>38</sup> Im Jahr 1989 wurde unter Hinzuziehung von Löffler mit der Metallrestaurierung begonnen, bei der jedoch keine Erdreste festgestellt werden konnten.<sup>39</sup> Am 5. Dezember 1995 wurde erstmals der Sarkophag von Herzog Christian geöffnet, in dem sich dessen präparierter linker Arm durch Kupferdraht zusammengehalten als Grabbeigabe befand. Herzog Christian überlebte seine Amputation fast vier Jahre, bevor er am 6. Juni 1626 vermutlich an deren Spätfolgen verstarb. Wahrscheinlich wurde sein Arm nach der Amputation präpariert, aufbewahrt und nach seinem Tod in den Sarg gelegt. Durch DNA-Analysen gelang es Prof. B. Hermann vom Institut für Anthropologie der Universität Göttingen aus Proben des Humerus und der Ulna die Zugehörigkeit des linken Unterarms zum Skelett Christians zu beweisen.<sup>40</sup> Jedoch konnte dieselbe Methode ihn nicht als Besitzer der Prothese ausweisen, da diese bereits einer gründlichen Oberflächenbehandlung bei ihrer Restaurierung unterzogen worden war, so daß bedauerlicherweise kein organisches Material mehr von der „Braunschweiger Prothese“ gewonnen werden konnte.<sup>41</sup> Dennoch könnte die wiederentdeckte Prothese nach Löffler aufgrund ihres Alters, gebaut zwischen 1570 und 1700, und der Amputationshöhe entsprechend, dem Herzog zugeschrieben werden, wäre da nicht der schriftliche Beleg, daß sie aus einem Grabe stamme. Das Alter des Kunstarmes konnte anhand von Konstruktionsteilen aus der Büchsenmacherei eingegrenzt werden.

---

<sup>35</sup>Karpinski, O., 1881, S. 34 ; Gurlt, E., Bd. 3, 1898, S. 209 u. S. 804.

<sup>36</sup>Löffler, L., 1984, S. 65-67.

<sup>37</sup>Walz, A., 1999, S. 59.

<sup>38</sup>ibidem, S. 55-62.

<sup>39</sup>Löffler, L., 1999, S. 65-73.

<sup>40</sup>ibidem, S. 70-71.

<sup>41</sup>ibidem, S. 70.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, daß die Frage, ob die wiederentdeckte „Braunschweiger Hand“ tatsächlich den Ersatz des Herzog Christian II. darstellt, weiterer fachwissenschaftlicher Auseinandersetzungen bedarf.

## II. Hauptteil

### 1. Historische Einleitung

Jede Form von Amputation an einer Extremität bedeutet für den betroffenen Menschen den irreversiblen Verlust seiner körperlichen Integrität. Sie beinhaltet den Anfang eines neuen Lebensabschnitts. Indirekt davon betroffen sind sowohl die Familie, das soziale Umfeld, als auch die Medizin und Technik. Trotz des verständlichen Wunsches, die körperliche Unversehrtheit funktionell wie kosmetisch wiederherzustellen, kann weder die ärztliche Kunst noch die ausgeklügelte Prothesentechnik die Folgen einer Amputation ungeschehen machen. Wenn auch heutzutage erst das ganze Spektrum der Wiederherstellungschirurgie bis hin zur Replantation einer abgetrennten Gliedmaße vor einer Amputation in Betracht gezogen werden, so gilt es nach wie vor, den Schaden in Grenzen zu halten, da die Brauchbarkeit des Armstumpfes sich ungewöhnlich schnell mit abnehmender Länge verschlechtert. „Jeder Zentimeter bedeutet bereits ein Kapital.“<sup>42</sup>

Mit der Prothesenversorgung allein ist das Problem der Hand- und Armprothese jedoch nicht gelöst, da durch sie der Verlust der Sensibilität nicht ersetzt werden kann, wie Sauerbruch 1916 resümiert: „Von vornherein muß aber betont werden, daß die Leistungen einer künstlichen Hand auch im günstigsten Falle hinter denen der normalen weit zurück bleiben müssen. Alle die feinen Wechselbeziehungen zwischen der lebenden Hand und dem Gesamtorganismus, die das peripherische und zentrale Nervensystem besorgen, fallen fort. Kein Ersatzglied kann dem Invaliden das Fühlen, Tasten vermitteln. Das für die Bewegungen der Hand so wichtige Lagegefühl, den Muskelsinn und alles das, was wir unter dem Namen der Koordination

---

<sup>42</sup>Spitzzy, H., 1915, S. 1167.

zusammenfassen, wird dem Invaliden fehlen. ...Es folgt daraus, daß unsere Erwartungen im Bezug auf die Leistungen der willkürlich bewegbaren, künstlichen Hand in engen Grenzen sich bewegen müssen. Wir betrachten es sogar als eine wichtige Notwendigkeit, im Anfang unsere Aufgabe darauf zu beschränken, daß nur die einfachen mechanischen Leistungen der lebenden Hand durch die künstliche nachgeahmt werden. ...Aber wenn es auch nur in bescheidenem Rahmen gelingt, willkürliche kraftvolle Bewegungen mit Hilfe der künstlichen Hand auszuführen, so ist ein großer Fortschritt gegenüber unseren bisherigen Ersatzgliedern erreicht.<sup>43</sup>

Die Bemühungen, brauchbare Armprothesen zu schaffen, die kosmetisch allen Anforderungen der Amputierten genügen und funktionell viel leisten, entstammen nicht dem Erfindungsgeist eines Einzelnen, vielmehr bedurfte es eines mühsamen Entwicklungsweges über Generationen, die ideenreichen Konstruktionen und vielfältigen Kraftübertragungssysteme in praktische Brauchbarkeit umzusetzen.<sup>44</sup> Um die Leistungen auf dem Gebiet des künstlichen Armersatzes zu verstehen und um sich ein Urteil über den Wert des Sauerbruchschen Konstruktionssystems bilden zu können, ist es notwendig, an Hand einer historischen Skizze die Entwicklung des bis dahin gebräuchlichen Materials kennenzulernen. Über die Geschichte der Prothesenkunde geben vor dem Bekanntwerden des Sauerbruchverfahrens die Bücher von H. E. Fritze (1842), O. Karpinski (1881), M. Schede (1882), E. Gurlt (1898), H. Gocht (1907) und die Arbeit von L. Heusner (1905) Auskunft. Sie liefern Einzelbeschreibungen, Erklärungen der Konstruktion und mechanischen Funktion, je nach deren historischen Entwicklungsstand und sind größtenteils mit Bildmaterial ausgestattet.<sup>45</sup>

In den überlieferten Schriften der berühmten Ärzte der griechischen und römischen Antike finden sich keine Angaben über den Gebrauch von Armprothesen. Weder der wohl bekannteste Arzt der Antike Hippokrates von Kos (460-ca. 375 v. Chr.), noch die wichtigsten Vertreter der römischen Antike Aulus Cornelius Celsus (1. Jh. n. Chr.) und Galen aus Pergamon (129-199 n. Chr.) berichten darüber. Auch in den Werken eines der bedeutendsten

---

<sup>43</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S.9-10.

<sup>44</sup>Karpinski, O., 1881, S.3.

<sup>45</sup>Vgl. die Literaturübersicht in Kap. I.2..

Ärzte der Frühphase der byzantinischen Medizin Oreibasios von Pergamon (ca. 325-395 n.Chr.) fehlen Angaben über künstliche Armglieder.<sup>46</sup>

Jedoch gibt es einen Hinweis in der Literatur, daß bereits im Altertum eine künstliche Hand angefertigt wurde. C. Plinius Secundus, der Ältere (23-79 n. Chr.), ein Staats- und Kriegsmann, der zu den „fruchtbarsten Schriftstellern“ des alten Roms gehörte, selbst kein Arzt war, berichtet im 29. Kapitel seines 7. Buches der „Naturalis Historiae“ von dem ersten Handsatz in Europa.<sup>47</sup> Demnach hatte der römische Ritter Markus Sergius im 2. Punischen Krieg (218-201 v. Chr.) seine rechte Hand verloren und ließ sich eine eiserne Hilfshand anfertigen mit der er weiter kämpfen konnte. Angaben über Bau und Funktion liefert die Literatur nicht. Löffler geht bei seinen Nachforschungen davon aus, daß es sich möglicherweise um eine zeitentsprechende, passive Greifhand handelte, die aus einer beweglichen Fingergruppe und einem starren Daumen bestand.<sup>48</sup>

Zwischen der eisernen Hand des Marcus Sergius und den spätmittelalterlichen Armen und Händen in Europa liegt eine lange Zeitspanne, in der Nachrichten von Kunstgliedern für die obere Extremität fehlen. Neuere Forschungen (1960) erklären sich den Umstand mit einer starken Regression auf medizinischen und chirurgischem Gebiet in jener Periode.<sup>49</sup>

Im Mittelalter gab das hochentwickelte Kunsthandwerk der Waffen- und Panzerschmiede, sowie der Uhrmacherei die Anregungen zu Konstruktionen für künstliche Gliedmaßen. Interessant ist, daß die Berufsgruppe der Uhrenmacher bis in die Neuzeit hinein an der Entwicklung brauchbarer Handprothesen maßgeblich beteiligt war.<sup>50</sup>

Eine erste große Häufung an Prothesenmodellen entstand zwischen dem 15. und 18. Jahrhundert, in der Zeit um die Bauernkriege in Deutschland (1524-1525), während des

---

<sup>46</sup>Gocht, H., 1907, S. 47; Sauerbruch, F., 1916 c, S. 1.

<sup>47</sup>Gurlt, E., Bd. 3, 1898, S. 395-396; Löffler, L., 1984, S. 8-9.

<sup>48</sup>Löffler, L., 1984, S. 9.

<sup>49</sup>ibidem, S. 187.

<sup>50</sup>Erinnert sei hier an den Berliner Uhrenmacher O. Dalisch, dessen künstliche Hand (1877) wegen ihrer Schnelligkeit, Kraft und Sicherheit von M. Schede und E. Gurlt bewundert wurde. (Siehe: Lange, F., 1917 b, S. 661; Sippel, F., 1916, S. 37; Heusner, L., 1905, S. 740.) J. Hüfner, ebenfalls gelernter Uhrenmacher, konstruierte eine Handprothese (München, 1917), die von der Reichsprüfstelle für Ersatzglieder in Berlin-Charlottenburg mit „sehr gut“ beurteilt wurde. Sie gehört bis heute noch wegen ihres geringen Gewichtes und der leichtgängigen Mechanik zur Grundausrüstung einer Sauerbruch-Prothese. (Siehe: Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 144 u. S. 183 (Abb. 5.22); Plöger, J., 1991, S. 47.

Dreißigjährigen Krieges (1618-1648) und der französischen Revolution (1789-1792).<sup>51</sup>

Die wohl berühmteste Armprothese stammt aus dem Spätmittelalter. Es ist die noch heute im Museum zu Jagsthausen aufbewahrte Hand des fränkischen Ritters Götz von Berlichingen (1480-1562), der 1504 bei der Belagerung der Stadt Landshut (Bayern) durch einen Schuß aus einer Feldschlange seine rechte Hand verlor. Während seines Krankenlagers soll er sich den Mechanismus seiner eisernen Ersatzhand selbst ausgedacht haben. Einige Quellen gehen davon aus, daß sie von einem Nürnberger andere, daß sie von seinem eigenen Waffenschmied in Olnhausen (bei Jagsthausen) angefertigt wurde, dessen Name unbekannt ist.<sup>52</sup> Aufgrund der technischen Elemente im Innenleben der Prothese und Nachforschungen Löfflers gilt Nürnberg als wahrscheinlicher Entstehungsort, da im 16. Jahrhundert nur durch ein Zusammenwirken von hochentwickelten Handwerkern, wie sie in großen Städten vorkamen, eine solche Bauweise denkbar ist.<sup>53</sup> Tatsächlich befinden sich jedoch in dem Museum zu Jagsthausen zwei eiserne Götz-Hände. Die ältere, weniger bekannte Prothese, über die es keine zeitgenössischen Angaben gibt, wurde erstmalig von O. Martini (Dresden, 1862) später von Löffler (1980) wissenschaftlich untersucht.<sup>54</sup> Sie besteht aus Eisenblech und wiegt 600 g.<sup>55</sup> Der Daumen ist im Grundgelenk mobil. Die übrigen starren, gekrümmten Finger sind gelenkig mit dem Handkörper verbunden. Je zwei Finger bilden einen Block und lassen sich jeweils passiv zum Daumen beugen, jedoch nur zusammen wieder strecken mittels eines Druckknopfes auf dem Handrücken im Bereich der Handwurzel. Untersuchungen über Mechanik und Funktion dieser Hand wurden in letzter Zeit von G. Quasigroch (1980, 1982, 1983) angestellt.<sup>56</sup>

Die zweite, jüngere Götz-Hand ist wesentlich bekannter. Sie wurde ebenfalls aus Eisenblech hergestellt und wiegt drei Pfund.<sup>57</sup> Eine genaue Zeitangabe ihrer Anfertigung existiert nicht. Es ist anzunehmen, daß sie zwischen 1504 und 1510 gebaut wurde.<sup>58</sup> Sauerbruch hat sie sich 1916 aus dem Familienbesitz ausgeliehen, um den Mechanismus der Prothese für sein Vorhaben zu studieren.<sup>59</sup> Sie stellt gegenüber der Ersthand und anderen zeitgenössischen

---

<sup>51</sup>Löffler, L., 1984, S. 187.

<sup>52</sup>Karpinski, O., 1881, S. 30.

<sup>53</sup>Löffler, L., 1984, S. 54; Aberle, R. v., 1916, S. 595.

<sup>54</sup>Martini, O., 1862, S. 103-113; Karpinski, O., 1881, S. 33; Löffler, L. 1980, S. 11-15.

<sup>55</sup>Löffler, L., 1984, S. 24-25.

<sup>56</sup>Löffler, L., 1984, S. 25-27.

<sup>57</sup>Karpinski, O., 1881, S. 30.

<sup>58</sup>Löffler, L., 1984, S. 23.

<sup>59</sup>Sauerbruch, F., 1951, S. 240-241; Die genaue Jahreszahl (1916) beruht auf einer mündlichen Auskunft des Schloß-Museums Götzenburg zu Jagsthausen/Württ..

Prothesen in technischer und kosmetischer Hinsicht einen wesentlichen Fortschritt dar. Das besondere an ihr ist, daß sie der natürlichen, menschlichen Hand durch ihre erstmals einzeln, passiv beweglichen, dreigliedrigen Finger sehr viel näher kommt. Die Hand besitzt am Handgelenk drei Druckknöpfe. Der Druckknopf an der Ulnarseite diente zur Auslösung der Federn für die Fingerstreckung. Der Daumen verfügte über einen eigenen Mechanismus. Er ist im Grundgelenk starr, jedoch im ersten Gelenk beweglich und kann dem Zeigefinger opponiert werden. Der Druckknopf an der Radialseite ermöglichte die Streckung des Daumens. Der Streck- und Beugemechanismus der einzelnen Finger war in dem Handteller untergebracht und wie ein Flintenschloß eingerichtet. Jeder Finger konnte in jedem einzelnen Gelenk beliebig gebeugt und in der gewünschten Lage festgestellt werden. Dies geschah entweder durch Aufstemmen der Finger oder durch Mithilfe der anderen Hand. Während jeder Finger für sich allein gebeugt werden konnte, erfolgte die Streckung nur gemeinschaftlich. Der Gebrauch der Götz-Hand war sehr geräuschvoll, da bei der Bewegung eines jeden Fingergliedes das Knacken der Sperrungshebel ertönte, als ob ein Gewehrhahn angespannt würde.<sup>60</sup> Nach dem seitlichen Öffnen einer Metallklappe an der Unterarmhülse der Prothese konnte der Unterarmstumpf bequem von ihr aufgenommen werden. Eine Lederkappe zur Hand hin sorgte für einen festen Sitz. Mit Hilfe von Lederriemen am proximalen Ende der Unterarmhülse wurde die Prothese am Arm befestigt. Der Mechanismus dieser Kunsthand war ausschließlich auf das Umfassen und Festhalten des Schwertgriffes ausgelegt.<sup>61</sup>

Die neueste Forschung kommt anhand von endoskopischen Untersuchungen beider Hände zu dem Ergebnis, daß aufgrund massiver Gebrauchsspuren im Inneren der älteren Hand, diese einfachere Konstruktion wohl ihren Zweck viel besser erfüllte, als die wesentlich berühmtere Kunsthand des Götz, die mehr eine „Sonntagshand“ gewesen zu sein scheint.<sup>62</sup>

Vermutlich stammt die Altruppiner Hand<sup>63</sup> ebenfalls aus den ersten Jahren des 16. Jahrhunderts. Es ist eine linke Eisenhand mit langem Unterarmschaft zum Festschnallen am Arm und für einen Vorderarmamputierten bestimmt. Wahrscheinlich diente sie zum Führen der Zügel beim Reiten. Löffler, der sich unter anderem auf die Angaben im Werk des gebürtigen Neuruppiners Theodor Fontane (1819-1898) „Wanderungen durch die Mark

---

<sup>60</sup>Karpinski, O., 1881, S. 33.

<sup>61</sup>Karpinski, O., 1881, S. 33.

<sup>62</sup>Löffler, L., 1984, S. 54; Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 161.

<sup>63</sup>Löffler, L., 1984, S.27-28; Karpinski, O., 1881, S. 29, Taf. I. Fig. 1; Gurlt, E., Bd. 3, 1898, S. 208-209, Taf. XXVIII. Fig. 17-20.

Brandenburg“ (1862-1882) stützt, gibt an, daß die Hand neben Sporen, Schwert und Steigbügel im Februar 1836 bei der Schiffbarmachung des Rhins (Nebenfluß der Havel) innerhalb der Stadt Alt-Ruppin neben einer Brücke gefunden wurde. Die Fertigungsweise dieser Fundstücke, die heute im Heimatmuseum von Neuruppin aufbewahrt werden, lassen auf ihr Alter schließen. Die Hand soll vor dem Jahr 1528 entstanden sein.<sup>64</sup> Dagegen datiert Fritze den Fund im August 1834 und ordnet sie dem Anfang des 15. Jh. zu.<sup>65</sup> In ihrem Mechanismus sieht er Ähnlichkeiten mit der Hand des Götz von Berlichingen.

Der Wundarzt A. Paré (1510-1590), der auch dafür gerühmt wird, die Gefäßligatur zur Blutstillung bei Amputationen (1564)<sup>66</sup> eingeführt zu haben anstelle der alleinigen Anwendung des Glüheisens, war der erste, der Prothesen und orthopädische Apparate ausführlich beschrieb und abbildete.<sup>67</sup> Seine Werke spiegeln den Stand der Chirurgie und Orthopädie in der 2. Hälfte des 16. Jh. wieder. Bei der Beschreibung der Armprothesen handelt es sich um zwei künstliche Hände, einen künstlichen Vorderarmersatz und eine linke, eiserne Armprothese mit mechanischem Ellbogen (1564), die alle gegen Ende des 16. Jahrhunderts von einem in Paris lebenden Schlosser, genannt „der kleine Lothringer“ nach seinen Ideen gefertigt wurden.<sup>68</sup> Die zwei verschiedenen Armprothesen waren mit gleicher Handkonstruktion versehen, von denen eine für einen linken Vorderarmstumpf, die andere für einen linken Oberarmstumpf bestimmt war.<sup>69</sup> Paré veröffentlichte seine Konstruktionen, damit Schlosser und Uhrmacher sie nachbauen konnten.<sup>70</sup> Eine Hand des Paré war aus Eisenblech nach Art eines Ritterhandschuhs gefertigt, deren Handinnenfläche von den Fingerspitzen bis zum Handgelenk aus gekochtem Leder besteht. Eine weitere Hand, deren Finger eine Schreibfeder halten, war aus „cuir bouilli ou papier collé“, gepreßtem Leder hergestellt und bei Verlust der ganzen Hand zum Einschieben des Stumpfes von oben eingerichtet.<sup>71</sup> Diese Hand wurde von Paré 1585<sup>72</sup> abgebildet, jedoch erst 1692 von J. B. van Lamzweerde<sup>73</sup> unzureichend beschrieben, so daß

---

<sup>64</sup>Löffler, L., 1984, S. 28.

<sup>65</sup>Fritze, H. E., 1842, S. 123, Taf. XXVI. Fig. 1-5.

<sup>66</sup>Porter, R., 2000, S. 190-191; Paré, A., 1564.

<sup>67</sup>Gurlt, E., Bd. 2, 1898, S. 696.

<sup>68</sup>Löffler, L., 1984, S. 62-65; Gurlt, E., Bd. 2, 1898, S. 775.

<sup>69</sup>Heusner, L., 1905, S. 723-726.

<sup>70</sup>Paré, A., 1585.

<sup>71</sup>Gurlt, E., Bd. 2, 1898, S. 775.

<sup>72</sup>ibidem, S. 775.

<sup>73</sup>Lamzweerde, J. B. van, 1692.

sich in der Folgezeit von Autor zu Autor Übertragungsfehler einstellten.<sup>74</sup> Die überlieferten Zeichnungen der Prothese lassen keine klare Deutung über deren Bewegungsmöglichkeiten zu.<sup>75</sup> „In ihrem Mechanismus erscheint die Hand ebenso wie in ihrer Leistungsfähigkeit unvollkommener als die Hand des Götz von Berlichingen. Dasselbe gilt von dem Arm.“<sup>76</sup> Ende des 18. Jh. wurde erstmals von dem Königlichen Regierungsmechaniker Carl Heinrich Klingert in Breslau der Versuch unternommen, mit Hilfe einer Prothese die natürlichen Bewegungen der Hand nachzuahmen. Er konstruierte zur Zeit Friedrich des Großen (1712-1786) für einen Adligen, der durch einen Jagdunfall seinen rechten Arm oberhalb des Ellbogens verloren hatte, eine Prothese mit Zugschnüre, wodurch die Streckung und Beugung sämtlicher Gelenke einschließlich die Drehung der Hand ausgeführt werden konnten. Die Streckung geschah passiv durch Federn bzw. durch das Gewicht der Glieder, die Beugung aktiv mit Hilfe von Zugschnüren in Form von 9 Darmsaiten, welche durch das Innere des Armes verliefen und am Oberarmschaft an einer Reihe kleiner, durch Sperrvorrichtung fixierbarer Messingschieber endigte. Durch einen Griff der linken Hand konnte jeder einzelne Schieber angezogen und das dazugehörige Glied gebeugt werden, beim Nachlassen des Zuges sank es durch die Wirkung der Schwerkraft in die geöffnete Lage zurück. Obwohl der Mechanismus Klingerts Prothese als sinnreich gilt, Löffler von „meisterlicher Präzisionsarbeit“ spricht, hatte sie nie praktischen Nutzen erreicht. Das hohe Eigengewicht der Prothese (2 ¼ Pfund), die unzureichende Befestigungsmöglichkeit am Körper, der falsch plazierte Daumen, der komplizierte Mechanismus mit seinen Reibungswiderständen und der Gebrauch der gesunden Hand zu ihrer Betätigung führten bereits bei H. E. Fritze (1842) zu der Erkenntnis der mangelnden Brauchbarkeit im alltäglichen Leben.<sup>77</sup> Zu Karpinskis Lebzeit war sie noch in der Modellkammer des Königlich medizinisch-chirurgischen Friedrich-Wilhelm-Instituts (1818-1895) in Berlin zu besichtigen, derweil Löffler sie heutzutage als verschollen meldet.<sup>78</sup> Aus den nächsten Jahrhunderten wird über Versuche der Konstruktion eines Ersatzarmes sehr wenig berichtet. Erst in Folge langer Kriege in Europa - 5 Koalitionskriege gegen Napoleon (1792-1809) - taucht zu Anfang des 19. Jh. verstärkt der Wunsch nach Ersatzgliedern für die Kriegsinvaliden auf. Da alle bekannten Prothesen ungenügend erschienen, unternahm der deutsche Zahnarzt und chirurgische Techniker Hofrat Pierre Ballif (1775-1831) in Berlin den Versuch eine künstliche Hand nach dem Vorbild der eisernen Hand des Götz von Berlichingen

---

<sup>74</sup>Heusner, L., 1905, S. 724; Radike, R., 1920 b, S. 199.

<sup>75</sup>Karpinski, O., 1881, S. 34, Taf. III. Fig. 1-4; Löffler, L., 1984, S. 63.

<sup>76</sup>Karpinski, O., 1881, S. 34.

<sup>77</sup>ibidem, S. 36, S. 41-42.

<sup>78</sup>Karpinski, O., 1881, S.36; Löffler, L., 1984, S.72.

anzufertigen, die einfacher, leichter und ohne Mithilfe der anderen Hand zu bewegen sein sollte.<sup>79</sup> Ballif kam bei dem Bau seiner Hand für einen Unterarmamputierten als erster auf die Idee, die vorhandenen Muskelkräfte an dem amputierten Arm zu Betätigung der Finger heranzuziehen. Die Verwirklichung des Gedankens bedeutete die Herstellung der ersten willkürlich bewegbaren Hand und stellte für den Prothesenbau einen außerordentlichen Fortschritt dar.<sup>80</sup> Alle weiteren Konstruktionen einer willkürlich bewegbaren Hand basieren auf den von ihm eingeschlagenen Weg. Ballif konstruierte 1812 eine Hand aus Messingblech, die einschließlich der Halteriemen 1 Pfund wog<sup>81</sup>, bei welcher die in allen Gelenken beweglichen Finger bei angewinkeltem Arm durch Spiralfedern passiv in permanenter Beugstellung gehalten werden. Streckt der Prothesenträger den Arm, so wird durch ein System von Zugschnüren aus elastischen Darmsaiten die Hand willkürlich geöffnet. Riemen und Darmsaiten, die von den beweglichen Fingern und dem Unterarm über die Schulter zu einem Brustgurt liefen, waren die Kraftübertrager (Schulterzug; „Ballifsche Prinzip“). Der Berliner Chirurg und königlicher Generalstabsarzt der preußischen Armee, Geheimrat Prof. Carl Ferdinand von Graefe (1787-1840) machte sie erstmals 1812 bekannt.<sup>82</sup> Erst 1818 folgte Ballifs Originalbeschreibung mit genauen Abbildungen in französischer Sprache.<sup>83</sup> Trotz allen Fortschritts übte Fritze (1842) Kritik an Ballifs Konstruktion, die von Karpinski (1881) einschließlich dessen Prothesenbeschreibung wiedergegeben wird. Demnach hält Fritze den Mechanismus der Hand für verkehrt, da das Beugen der Finger eigentlich der aktive und das Strecken eher die passive Bewegung einer Hand widerspiegeln, insofern hält er die Verwendung der Federkraft für die Streckbewegung für angebrachter. Folglich sei die Hand zu kraftlos und nur zum Greifen und Festhalten leichter Gegenstände geeignet. „Der praktische Wert der Hand von Ballif war also doch noch ein recht geringer.“<sup>84</sup> Weiterhin empfindet Fritze die Wirkung einer stets geballten Faust in Ruhestellung der Hand als bedrohlich, anstelle einer leichten Streckstellung.<sup>85</sup>

---

<sup>79</sup>Karpinski, O., 1881, S. 42.

<sup>80</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 199-200; Sauerbruch, F., 1916 c, S. 4.

<sup>81</sup>Karpinski, O., 1881, S. 43.

<sup>82</sup>Graefe, C. F. von, 1812; Gocht, H., 1907, S. 50.

<sup>83</sup>Ballif, P., 1818.

<sup>84</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 201.

<sup>85</sup>Karpinski, O., 1881, S. 44-45.

Eine verbesserte Konstruktion des Kunstarmes von Ballif lieferte 1836 die Berliner Instrumentenmacherin Margarethe Karoline Eichler für Unterarmamputierte.<sup>86</sup> Sie verfügte bereits über Erfahrungen in der Konstruktion künstlicher Glieder. 1832 hatte sie Normen für den Bau von Kunstbeinen aufgestellt.<sup>87</sup> Ihre Konstruktion enthält Elemente der Götz-Hand und der Ballif-Hand, jedoch vermied sie den Fehler, den Ballif gemacht hatte. Sie wandte das Prinzip Ballifs den natürlichen Verhältnissen entsprechend umgekehrt an, indem sie die Bewegung des Oberarmstumpfes zum Beugen der Finger gebrauchte, bewirkte sie einen viel besseren Faustschluß, während sie die Streckung durch Federkraft erzielte. Die Eichlersche Hand bestand wie die Vorderarm- und Oberarmkapsel aus Neusilberblech, war elegant gearbeitet und wog nur ¼ Pfund.<sup>88</sup> Die Prothese wurde am Armstumpf mittels eines Klemmverschlusses befestigt.

Der holländische Bildhauer van Peetersen kam 1844 als erster auf den Gedanken die Vorwärtsbewegung der Schulter oder des Oberarmstumpfes, bzw. die Kombination beider Bewegungen zur Ellbogenbeugung des Kunstarmes zu benutzen.<sup>89</sup> Dadurch schuf er für den Oberarmamputierten erstmalig eine neue Kraftquelle zum Gebrauch des Armersatzes. Durch das neugeschaffene Ellbogengelenk ist der Kunstarm in seiner Bewegung unabhängig von der gesunden Hand. Die Armprothese ist an einem Brustkorsett befestigt. Die Beugung im Ellbogengelenk wird durch einen Schulterzug, dem berühmten „Peetersen-Zug“ bewirkt, der vom Rücken des Korsetts in Höhe des Schulterblattes der gesunden Seite ausgeht und am Unterarm ansetzt. Das Vorwärtsbewegen der Schulter bewirkt dann eine Ellenbeugung. Dieser van Peetersen-Zug ist zu einem festen Bestandteil in der Folgezeit der Armprothesenversorgung geworden und dient bei fast allen willkürlichen Armen als die Kraftquelle zur Beugung des künstlichen Unterarmes bei Oberarmamputierten.<sup>90</sup> Die Handöffnung wird durch einen Ballif-Zug erreicht, der von der Oberarmhülse zur Hand geht. Durch einen Abduktionszug, der von einem Knopf an der lateralen Brustseite des Korsetts durch das Innere der Prothese zur Hand läuft, können die Finger bei gebeugtem Unterarm gestreckt werden. Die Beugung der Finger wird durch Federn nach dem Ballifschen Prinzip der Handbewegung bewirkt, so daß nur leichte Griffe ausgeführt werden können. Die Finger werden durch

---

<sup>86</sup>Barth, C.; Schlesinger, G.: Entwicklung des Baues künstlicher Hände und Arme. Merkblatt Nr. 7 vom 15. Dezember 1916, S. 7, Prüfstelle für Ersatzglieder Charlottenburg 2, Frauenhoferstr. 11/12, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

<sup>87</sup>Karpinski, O., 1881, S. 48.

<sup>88</sup>Heusner, L., 1905, S. 732.

<sup>89</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 205; Heusner, L., 1905, S. 732.

<sup>90</sup>Böhm, M., 1925, S. 566.

Federkraft geschlossen, aber nicht wie bei Ballifs Prothese zur Faust geballt, sondern der Daumen legt sich nur gegen die Fingerspitzen. Die Armhülsen bestanden aus Hartleder, die Hand aus Holz. Obwohl die Konstruktion von Peetersen einen großen Schritt nach vorne in der Entwicklung des Prothesenbaus bedeutete, war der praktische Wert noch gering.<sup>91</sup> Ihr großer Nachteil liegt darin, daß das Greifen durch die zwangsläufige Verbindung mit dem Ellbogengelenk immer nur bei seitwärts gehobenen und im Ellbogengelenk gebeugten Arm durchführbar ist. Ein Gegenstand kann also nur bei angewinkelter Ellbogen festgehalten werden.

Die vom Graf de Beaufort in Paris 1860 vorgelegten Ersatzarme für Ober- und Unterarmamputierte stützten sich in abgeänderter Form auf das Prinzip von Peetersen.<sup>92</sup> Sie zeichneten sich durch ihre Leichtigkeit, zweckmäßige und einfache Konstruktion und preiswerte Herstellung aus. Beaufort nannte seinen Arm zu Recht „Prothese du pauvre“, da er nur 25 France kostete.<sup>93</sup> Damit wurde erstmals einer breiteren Bevölkerungsschicht der Zugang zu einer Prothese ermöglicht. Alle zuvor beschriebenen Kunstarme waren dagegen komplizierte, mechanische Kunstwerke, deren Luxus sich nur wenige gestatten konnten. Sie eigneten sich auch nicht für körperliche Arbeiten in Handwerksberufen.<sup>94</sup>

Eine wesentliche Weiterentwicklung bedeutet der künstliche Arm von Charrière, den er 1860 für den bekannten Pariser Opernsänger Roger konstruierte, dessen rechter Arm im Ellbogengelenk nach einem Jagdunfall exartikuliert wurde.<sup>95</sup> Mit dieser Prothese ist eine weitgehende Beweglichkeit des künstlichen Armes erreicht. Außer den Beugungen der Hand und der Beweglichkeit des Daumens besitzt er alle Bewegungsmöglichkeiten des natürlichen Armes. Charrière lieferte eine Prothese, deren lederne Ober- und Unterarmhülse samt den aus Stahl und Holz gebildeten Hand- und Fingergliedern nur 350g wogen.<sup>96</sup> Die Befestigung erfolgte an einem leichten Korsett. Das Originelle der Prothese besteht darin, daß ihr Mechanismus bei Beugung und Streckung des Ellbogens gleichzeitig mit einer aktiven Pro-

---

<sup>91</sup>Radike, R., 1920 b, S. 205.

<sup>92</sup>Beaufort, Comte de, 1861.

Beaufort, Comte de, 1867.

<sup>93</sup>Gocht, H., 1907, S. 57.

<sup>94</sup>Heusner, L., 1905, S. 741.

<sup>95</sup>Gocht, H., 1907, S. 59-62; Schlesinger, G., 1919, S. 406-407.

<sup>96</sup>Heusner, L., 1905, S. 735.

und Supinationsbewegung verbunden ist.<sup>97</sup> Zu bedenken ist, daß der Arm für einen besonderen Zweck gebaut war, nämlich die Armgesten eines Opersängers auszuführen. Diese Aufgabe ist gut gelöst, für die Verrichtungen des täglichen Lebens ist der Arm weniger praktisch.

Erst drei Kriege in rascher Folge führten im 19.Jh. in Europa zu einer neuen Bewegung auf dem Gebiet des Prothesenbaus. 1864 führte Preußen gegen das Königreich Dänemark Krieg, dann folgte 1866 durch die Militärallianz Preußens mit Italien der „Deutsche Krieg“ und schließlich 1870/71 der Krieg gegen Frankreich, auf den die Gründung des (zweiten) Deutschen Kaiserreiches 1871 erfolgte.

Am 21. März 1877 demonstrierte Stabsarzt Dr. Bruberger in einer Sitzung der militär-ärztlichen Gesellschaft die von Oskar Dalisch (Neiße; Berlin) gefertigte künstliche Hand, die einen weiteren Fortschritt in der Herstellung willkürlich bewegbarer Hände darstellt.<sup>98</sup> Dalisch hatte im Alter von 14 Jahren durch eine Pulverexplosion seine linke Hand verloren und fertigte sich selbst in dem Atelier seines Vaters, des Goldarbeiters H. Dalisch in Neiße, eine Hand an.<sup>99</sup> Er führte eine neue Kraftübertragung für seine aus Prima-Neusilber bestehende künstliche Hand ein. Anstelle der bisher zur Betätigung der Finger angewandten Darmsaiten und Federn, die aufgrund mangelnder Widerstandsfähigkeit Anlaß vieler Reparaturen waren, benutzte er Metallstäbe als feste Zugstangen, wodurch die Finger eine besondere Festigkeit erlangen. Außerdem hat er als erster die Idee, die Drehbewegung im Unterarm (Pro- und Supination) für die Fingerbewegung zu verwenden.<sup>100</sup> Grundvoraussetzung für die Verwendung einer solchen Prothese war die Erhaltung der Drehbewegung im Armstumpf und ein kolbiges Stumpfende, an dem sie sich befestigen ließ.<sup>101</sup> Die Drehbewegung im Unterarm war jedoch zugleich mit einer Beschränkung der Beweglichkeit verbunden. Das Ergreifen und Festhalten eines Gegenstandes war nur in einer bestimmten Lage des Unterarmes möglich. Wurde zum Beispiel die Pronation für den Fingerschluß benutzt, dann durfte der Betroffene keine weiteren Drehbewegungen im Unterarm ausführen, da sonst der Gegenstand aus der Hand gefallen wäre. Ein weiterer Nachteil dieser Prothese bestand darin, daß eine selbstständige Sperre für die Finger fehlte, um einen erfaßten Gegenstand länger ohne ständigen Kraftaufwand festzuhalten. H. Gocht schreibt 1907 über den künstlichen Dreharm von Dalisch: „Die Bewegungen der natürlichen Hand sind

---

<sup>97</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 207.

<sup>98</sup>Karpinski, O., 1881, S. 62.

<sup>99</sup>ibidem, S. 62.

<sup>100</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 246; Karpinski, O., 1881, S. 62-64.

<sup>101</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 6.

durch diese Prothese in der Tat in einer bisher unerreichten Vollkommenheit nachgeahmt.<sup>102</sup> Trotzdem fand die Hand, so sehr sie auch zu ihrer Zeit gelobt wurde, keine allgemeine Verwendung.<sup>103</sup>

Sie wurde von der Carneshand (1911), die eine ganz ähnliche Hebelübertragung hat, jedoch viel komplizierter ist, verdrängt. Der amerikanische Mechaniker William T. Carnes entwarf und baute einen Kunstarm und eine Kunsthand, bei denen die brauchbarsten Elemente früherer Konstruktionen zusammengefaßt und technisch meisterlich ausgeführt worden sind. Der Chirurg O. Witzel (Düsseldorf) fällt 1915 über die amerikanischen Hände folgendes Urteil: „Aber selbst die neuesten amerikanischen Hände, ..., zeigen nur mehrfache Sonderleistungen (für das An- und Auskleiden, Essen und Trinken, Schreiben usw.), die dann allerdings geschickt gruppiert den Eindruck eines weitgehenden funktionellen Ersatzes hervorrufen. In Wirklichkeit wird in summa mit all den kostspieligen, sehr verletzlichen Stücken älteren und neueren Datums nicht viel mehr geleistet als mit einfacheren Prothesen.“<sup>104</sup>

Gegen Ende des 19. Jh. trat in der Frage des künstlichen Gliedersatzes der oberen Extremität eine grundlegende Veränderung ein. Bislang diente der Amputationsstumpf lediglich als Halt für die Prothese, um diese am Körper zu befestigen. Etwaige Bewegungen des Ersatzgliedes wurden, wenn nicht rein passiv durch die gesunde Hand, so durch Lageveränderung des Stumpfes gegenüber dem Rumpf mit Hilfe von kunstvoll erdachter Kraftübertragungen vermittelt. Mit der Veröffentlichung der Versuche des Italieners Giuliano Vanghetti (1861-1940), ein praktischer Arzt aus Empoli (Toskana), im Jahre 1898 erhält die Versorgungsfrage der oberen Extremität eine völlig neue Grundlage.<sup>105</sup> Angeregt durch seine Beobachtungen im Italien-Abessinien(Äthiopien)-Krieg (1894) entwickelte Vanghetti seit 1896 anhand eingehender Versuche an Hühnern insgesamt 52 Methoden<sup>106</sup>, die unversehrt gebliebenen Muskeln und Sehnen in einem Amputationsstumpf zur Bewegung einer künstlichen Hand zu verwenden.<sup>107</sup> Die bekanntesten Methoden sind das Schlingen- und Keulenverfahren. Er gab

---

<sup>102</sup>Gocht, H., 1907, S. 67,

<sup>103</sup>Lange, F., 1917 b, S. 661; Hohmann, G.; Schede, F., 1922, S. 558.

<sup>104</sup>Witzel, O., 1915, S. 1491.

<sup>105</sup>Vanghetti, G., 1898.

<sup>106</sup>Kessler, H. H., 1947, S. 54; Weir, R. F., 1998.

<sup>107</sup>Ceci, A., 1906, S. 745-747.

seinem neuen Prinzip den Namen „Plastische Amputation“ oder „Cinematische Prothese“.<sup>108</sup> Begeistert von seinen eigenen Versuchen überreichte Vanghetti sein handgeschriebenes Werk dem damaligen Direktor der chirurgischen Klinik der Universität von Pisa Prof. Antonio Ceci (1852-1920). Dieser kommentiert die Arbeit wie folgt: „Der Autor hat sein Thema auf sehr theoretische Art behandelt; mehrere seiner Vorschläge sind in der Praxis nicht durchführbar. Herrn Vanghettis Grundidee gehört jedoch tatsächlich zu den schönsten und originellsten und verdient es in der zeitgenössischen chirurgischen Technik ihren Platz einzunehmen.“<sup>109</sup> Mit dem Namen, den Vanghetti seiner Methode zudachte, zeigte sich Ceci weniger einverstanden. Ceci vertrat die Ansicht, daß diese „neue Chirurgie“ exakter mit der Bezeichnung „Cineplastik“ wiedergegeben wird, womit er Recht behalten sollte.<sup>110</sup> Die beiden Hauptgedanken Vanghettis neuer Amputationsmethode bestanden in der Bildung einer die Muskel- und Sehnenstümpfe enthaltenden, von Haut überkleideten Keule oder einer, sei es durch Durchbohrung von Muskeln oder Sehnen oder deren Vereinigung gebildeten, ebenfalls hautbedeckten Schlinge. Mit Hilfe der Keulen- oder Schlingenmethode sollte die Kraftübertragung auf die Prothese erfolgen.<sup>111</sup>

Ermutigt durch die tierexperimentellen Arbeiten Vanghettis führte Ceci erstmals am Menschen drei „Kineplastische Amputationen“ am 21.12.1900, 11.04.1902 und am 24.01.1906 durch.<sup>112</sup> Er berichtete darüber auf dem XIX. französischen Chirurgenkongress in Paris im Oktober 1906.<sup>113</sup> Zweimal handelte es sich um eine Amputation im oberen Drittel des Unterarmes und einmal um eine Oberarmamputation. In zwei Fällen habe er hervorragende Ergebnisse erzielen können.<sup>114</sup> Bei einer 75jährigen Frau aus Pisa trat nach verspätetem ersten Verbandswechsel eine Gangrän auf, die das Ergebnis der plastischen Operation (Schlingenmethode) vollständig zerstörte. Bei der Oberarmamputation wurde die Schlinge durch Vernähung von Bizeps und Trizeps gebildet. Der Chirurg E. Payr (1871-1948) zeigte Abbildungen von „Ceci's Fälle“ auf der zweiten Kriegschirurgen-tagung in Berlin am 26./27. April 1916, einen 33jährigen Arbeiter aus Castiglione di Gasfagnana (Operation in Pisa am 21. Dezember 1900), der mit Hilfe einer von C. Redini aus Pisa hergestellten Prothese eine

---

<sup>108</sup>ibidem.

<sup>109</sup>ibidem.

<sup>110</sup>ibidem. Anmerkung: Unter Cineplastik (Kineplastik) oder Kinematisation versteht man in der Extremitäten-Chirurgie die Ausnutzung von Muskel-Amputations-Stümpfen zur Bewegung von Prothesenteilen.

<sup>111</sup>Payr, E., 1916 b, S. 161; Francesco, D. De, 1908, S. 572-573.

<sup>112</sup>Ceci, A., 1906, S. 745-747.

<sup>113</sup>Ceci, A., 1907, S. 472.

<sup>114</sup>Ceci, A., 1906, S. 745-747.

Petroliumlampe und ein Beil halten kann.<sup>115</sup> Die betreffenden Abbildungen entstammen der Monographie Vanghettis aus dem Jahre 1906.<sup>116</sup> Ceci selbst stellte diesen Patienten auf dem Kongress der Italienischen Gesellschaft für Chirurgie in Pisa am 30. Oktober 1905 vor.<sup>117</sup> Beim zweiten Fall wurde am Vorderarm die Beuger- als auch Streckergruppe und beim dritten Fall die Gesamtmuskelmasse zur Schlingenbildung benutzt.<sup>118</sup> Im Gegensatz zu Vanghetti vermeidet Ceci die Isolierung einzelner Muskeln und Sehnen, stets verwendet er die Gesamtmuskelmasse für seine Plastik.<sup>119</sup>

Nachdem im Jahr 1906 die Monographie Vanghettis über kinetische Prothesen („Plastica e Protesi cinematiche“, Empoli)<sup>120</sup> erschienen war, berichtete 1908 der Chirurg Donato De Francesco (Mailand) über einen nach der Keulenmethode Vanghettis operierten Fall, bei dem ein gutes Ergebnis erzielt wurde. Der Patient erhielt eine Prothese von dem Orthopädietechniker Giovanni Marelli (Mailand) mit der er zahlreiche Verrichtungen des Alltagslebens ausführen konnte.<sup>121</sup>

In Deutschland griff als erster der Chirurg Erwin Payr (Leipzig, 1871-1948) die Idee Vanghettis auf.<sup>122</sup> Bereits bei seiner Antrittsvorlesung in Leipzig (1912) berichtete er von seinem Plan, einen Bewegungsstumpf nach der Vorstellung Vanghettis bei einem 21-jährigen Mann mit schwerer Maschinenverletzung am Unterarm durchzuführen.<sup>123</sup> Er bildete 1912/13 oberhalb des Handgelenkes je eine hautbekleidete Sehnenschlinge aus den Streckern und Beugern, so daß zwei große „ohrenartige“, die beiden Sehnenschlingen enthaltende Gebilde am distalen Ende des Amputationsstumpfes entstanden. Bei der nachfolgenden Operation führte er eine Durchlochung, der die Schlingen enthaltenden gedoppelten Hautlappen durch. Die Löcher im Hautsehnenring sollten an einer Vorrichtung angreifen, um so als Kraftquelle eine Prothese aktiv zu bewegen. Da der Heilungsverlauf sich verzögerte und Payr den Patienten zeitweilig aus den Augen verlor, stellte er den Fall der Leipziger medizinischen Gesellschaft erst auf der

---

<sup>115</sup>Payr, E., 1916 b, Abb.: 15a, b, c, d, S. 162-163; Enderlen, E., 1916, S. 1092.

<sup>116</sup>Payr, E., 1916 a, S. 357; Vanghetti, G., Empoli 1906.

<sup>117</sup>Ceci, A., 1906, S. 745-747; Kessler, H. H., 1947, S. 49.

<sup>118</sup>Ceci, A., 1906, S. 745-747.

<sup>119</sup>Payr, E., 1916 b, S. 161; Ceci, A., 1906, S. 745-747.

<sup>120</sup>Payr, E., 1916 b; Francesco, D. De, 1908, S. 573.

<sup>121</sup>Francesco, D. De, 1908, S. 571-587.

<sup>122</sup>Drüner, L., 1918 b, S. 700.

<sup>123</sup>Payr, E., 1916 b, S. 165.

Sitzung am 25. Januar 1916 vor.<sup>124</sup> Die Prothesenversorgung unterblieb jedoch aus „finanziellen Gründen“.<sup>125</sup> Zwischenzeitlich stellte P. von Kuzmik auf dem 4. internationalen Chirurgenkongreß in New York, 13.-16. April 1914, das Vanghetti-Verfahren („the plastic motors of Vanghetti“) vor.<sup>126</sup> Sauerbruch, der Payrs Patient selbst in Augenschein nahm, hielt diese Art der Kraftquelle für eine bewegliche künstliche Hand zu schwach.<sup>127</sup> „Auch die von einigen deutschen Chirurgen, wie z.B. Witzel u. Payr dargestellten Versuche scheitern an der Art der anatomischen Zusammensetzung und Auskleidung der Kraftquellen, vor allem aber an der geringen Hubhöhe und mangelnden Hubkraft.“<sup>128</sup>

Der Chirurg P. Janssen teilte 1917 mit, daß in der Chirurgischen Klinik der Akademie für praktische Medizin in Düsseldorf („Witzelsche Klinik“) unter der Leitung von Geh. Rat Prof. Dr. O. Witzel ebenfalls bereits vor Bekanntwerden der Versuche Sauerbruchs in Greifswald (1915) das Verfahren Vanghettis versucht wurde. „Es scheiterte aber an der mangelnden Ausdauer der Verletzten gegenüber den wiederholten Operationen, denen sie sich zu unterziehen hatten.“<sup>129</sup>

J. Elgart (Brünn) veröffentlichte 1909 eine Arbeit, wohl ohne Kenntnis der Mitteilungen von Vanghetti und Ceci, in der er den Vorschlag macht, bei langen Vorderarmstümpfen die zurückgebliebenen Sehnen zu Schlingen umzubilden oder zu durchbohren, um sie auf diese Weise für eine mechanische Kraftleistung brauchbar zu machen. Er selbst hat sein Verfahren einmal bei einem Patienten ohne Erfolg versucht.<sup>130</sup>

Im Jahr 1913 berichtete der Chirurg Z. Slawinski, St. Rochushospital in Warschau, ebenfalls in Unkenntnis der Arbeiten von Vanghetti von einer anderen Idee, durch Bildung eines künstlichen Gelenkes am Unterarmamputationsstumpf einer Prothese einen Bewegungsimpuls zu geben.<sup>131</sup> Am 15. Oktober 1912 führte er bei einem 33 jährigen Mann, der unter einer „Carpaltuberkulose am linken Vorderarm“ litt, eine Amputation desselben zwischen mittlerem

---

<sup>124</sup>Payr., E., 1916 a, S. 356-358.

<sup>125</sup>ibidem, S. 357.

<sup>126</sup>Kessler, H. H., 1947, S. 50.

<sup>127</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 8.

<sup>128</sup>Sauerbruch, F., 1916 b, S. 1769.

<sup>129</sup>Janssen, P., 1917, S. 400.

<sup>130</sup>Elgart, J., 1909, S. 240-260.

<sup>131</sup>Slawinski, Z., 1913, S. 459-460.

und unteren Drittel durch, um dann mittels zweier seitlicher Längsschnitte eine Kontinuitätsresektion von Ulna und Radius in einer Ausdehnung von 3 cm auszuführen, so daß die im distalen Stumpf zurückgebliebenen Knochen in keinem Kontakt mehr zu denen des proximalen Vorderarms standen. Zwecks Aufrechterhaltung der gebildeten Pseudarthrose wurden die Knochenlücken mit Muskelgewebe gefüllt. Ferner wurden im Stumpf selbst die Enden der Strecker- und Beugermuskeln der Amputationsebene miteinander über den Sägeflächen der Knochen vernäht. Nach der Heilung konnte der Patient das beweglich gebliebene Ende seines Amputationsstumpfes wie eine kleine Hand aktiv beugen und strecken. Jedoch konnte diese plastisch erzeugte Stumpfbeweglichkeit nicht für die Bewegung einer künstlichen Hand verwertet werden, da die Konstruktion einer entsprechenden Armprothese auf technische Schwierigkeiten stieß. „Jedenfalls ist die Verwendung der Muskelkraft des Pat. als Kraftmotor im Prinzip erreicht worden.“<sup>132</sup>

A. Nagy machte 1915 den Vorschlag beim Verlust einzelner Finger oder Teilen der Hand die Beugeschnen herauszupräparieren, mit einem Hautlappen zu umhüllen und diese als Kraftquellen zur Bewegung einer Prothese zu verwenden. „Die Skelettmuskeln und Sehnen haben für den Menschen nur dann einen funktionellen Wert, wenn sie mit beweglichen Körperteilen in Verbindung stehen. ...Wenn wir den Sehnen geeignete Ansatzstellen an künstlichen Artikulationsstellen verschaffen und wenn wir die peripheren Sehnenenden chirurgisch so behandeln, daß sie ohne Schaden für ihre Vitalität mit *a n o r g a n i s c h e n* *E r s a t z t e i l e n* in solide Verbindung treten, so können wir es, wie ich hoffe, zustande bringen, daß künstliche Glieder in viel vollkommenerer Weise bewegt werden, als es mit Hilfe der bisher *b l o ß m e c h a n i s c h* wirkenden Prothesen möglich war.“<sup>133</sup> „Das Keulenverfahren Vanghetti's kommt hierbei zum Ausdruck.“<sup>134</sup>

Vor dem 1. Weltkrieg beschränkte sich der Bau von künstlichen Armen im wesentlichen auf die Herstellung von Schmuckarmen, auch „Sonntagsarm“ genannt, der der Wiederherstellung des Patienten in kosmetischer Hinsicht diente. Aus diesen entwickelten sich die „Arbeitsklauen“. Die Arbeitsklaue bestand aus einer Stumpfhülse, an der ein Haken, ein Ring oder eine Klemme befestigt werden konnte, wodurch sein Träger in die Lage versetzt wurde,

---

<sup>132</sup>Slawinski, Z., 1913, S. 459.

<sup>133</sup>Nagy, A., 1915, S. 158-160.

<sup>134</sup>Payr, E., 1916 b, S. 164.

einige leichte Tätigkeiten zu verrichten. Bei ihr wurde auf die Nachahmung der äußeren Form des natürlichen Armes verzichtet. Seine Funktion bestand ausschließlich darin, ein für die verschiedensten Arbeiten und Berufe zweckmäßiges Arbeitsgerät zu schaffen.<sup>135</sup>

Da die meisten Orthopäden in der Friedenszeit kaum Gelegenheit hatten, sich eingehend mit Amputierten zu beschäftigen, weil dies Gebiet bisher die Domäne der Bandagisten war, traf sie der Krieg in der Frage des Gliedersatzes für den Arm völlig unvorbereitet.<sup>136</sup> Bald nach Kriegsbeginn setzte jedoch ein großes Interesse bei Orthopäden und Ingenieuren zur Schaffung von Arbeitsarmen ein, d. h. leistungsfähiger Behelfsglieder. „Viele dieser Arme waren freilich zu schwer oder zu kompliziert, so daß sie von den damit Beglückten nach dem Abflauen anfänglicher Begeisterung nicht getragen, sondern an den Nagel gehängt wurden.“<sup>137</sup>

Die gebräuchlichsten Formen und ihren praktischen Wert haben 1917 K. Biesalski und A. Blencke, jeder aus den Erfahrungen seines Arbeitsgebietes heraus, zusammengestellt.<sup>138</sup>

Im zweiten Jahr des 1. Weltkrieges begann Sauerbruch sich aufgrund eigener Kriegserfahrungen für den Prothesenbau zu interessieren. „Seine (Sauerbruch) manuell-technische Begabung, die Schnelligkeit und Zielstrebigkeit seiner Bewegungen verrieten den geborenen Chirurgen. Die kleine und fein ziselirte Hand war in sich selbst ein technisches Wunderwerk, und es ist kein Zufall, daß die Funktion der menschlichen Hand viele Jahre hindurch eines seiner großen Arbeitsthemen gewesen ist.“<sup>139</sup>

---

<sup>135</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 6-7; Hohmann, G.; Schede, F., 1922, S. 553; Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 280-281.

<sup>136</sup>Zuelzer, R., 1919, S. 919; Hohmann, G.; Schede, F., 1922, S.553.

<sup>137</sup>Hohmann, G.; Schede, F., 1922, S.553.

<sup>138</sup>Biesalski, K., 1917, S. 174-278; Blencke, A., 1917, S. 20-82.

<sup>139</sup>Nissen, R., 1951, S. 967.

## **2. Stand der Armprothesenversorgung um die Jahrhundertwende ( 19./ 20. Jhdt.) in Deutschland.**

Hilfsmittel zum Ersatz amputierter Gliedmaßen sind, wie bereits beschrieben, seit Jahrhunderten bekannt. Unter ihnen haben sich verschiedene Konstruktionen als brauchbar für die Verrichtung des täglichen Lebens erwiesen. Der Bedarf an Ersatzgliedern war jedoch von seinen Anfängen bis zum 1. Weltkrieg immer nur gering, so daß keine besonderen Erfahrungen auf dem Gebiete der künstlichen Glieder vorlagen. Bei der verhältnismäßig kleinen Zahl von Armamputationen war verständlicherweise das Interesse der Ärzte an der Prothesenversorgung nicht sonderlich groß. Erst die Kriege und deren Folgen führten zu einer deutlichen Zunahme des Bedarfs an künstlichen Gliedern. Der Zweck der Prothese besteht in dem möglichsten Ersatz der Funktion und Form des fehlenden Gliedabschnittes. Das Kunstglied soll deshalb in Form und Größe mit dem erhaltenen, gesunden Gliede übereinstimmen.<sup>140</sup>

Im Sommer 1864, kurz nach Beendigung des deutsch-dänischen Krieges hatte sich auf Veranlassung des Chirurgen Friedrich von Esmarch (1823-1908) - Prof. für Chirurgie in Kiel (1857-99) - ein Ausschuß in Kiel mit der Aufgabe gebildet, alle Amputierten mit Ersatzgliedern zu versehen. Jeder Verstümmelte sollte einen Betrag von 40 Talern erhalten, der auch ausbezahlt werden sollte, wenn er die Lieferung des künstlichen Gliedes nicht abwarten wollte oder aber ein adäquater Gliedersatz nicht zu beschaffen war.<sup>141</sup>

Preußens Krieg mit Österreich 1866 führte am 31. Juli 1866 zu einer kriegsministeriellen Verfügung, in der die zuständigen Dienststellen angewiesen wurden zur Beschaffung künstlicher Glieder die Amputierten auf geeignete Reservelazarette hinzuweisen. Ein weiterer Erlaß vom 13. September 1866 regelte die Verteilung der Amputierten nach ihrer Zugehörigkeit zu den verschiedenen Armeekorps auf bestimmte Lazarette. Es standen 7 Garnisonsorte zur Verfügung, in denen die Herstellung von künstlichen Gliedern möglich war.<sup>142</sup>

Ein Erlaß vom 10. September 1867 gibt genaue Anweisungen über das Verfahren bei Reparaturen an den künstlichen Gliedern, deren Kosten einschließlich des erforderlichen Lazarett-

---

<sup>140</sup>Lotsch, F., 1925, S. 503.

<sup>141</sup>Schwiening, H., 1919, S.1.

<sup>142</sup>ibidem, S. 2.

aufenthaltes von der Staatskasse übernommen wurde.<sup>143</sup> Neu ist, daß erstmalig nicht nur von der Lazarettaufnahme zur Anpassung, sondern auch von der Eingewöhnung in den Gebrauch der Gliedmaßen gesprochen wird. Die mit einem Ersatzglied ausgestatteten Kriegsversehrten, sollten nach Empfang des Kunstgliedes sich erst an seinem Gebrauch gewöhnen, bevor sie aus dem Lazarett entlassen wurden.

Der Deutsch-französische Krieg 1870/1 brachte eine geänderte Vorschrift über die Verabfolgung an künstlichen Armen in der Weise, daß nur solche nach den Angaben des Grafen v. Beaufort („prothèse du pauvre“, Paris, 1860; „bras de travail“, Paris, 1867)<sup>144</sup> geliefert werden sollten, während teurere Kunstarme nur nach Genehmigung des Kriegsministeriums verabfolgt werden durften.<sup>145</sup> Beim Fehlen eines Oberarmstumpfes sollte von der Beschaffung eines künstlichen Armes wegen praktischer Unbrauchbarkeit abgesehen werden.

Die Zahl der Gliedabtrennungen der Deutschen im Krieg 1870/1 betrug im ganzen 3031, von denen 1419 starben. Von den 3031 Amputierten entfielen 1233 auf die oberen Gliedmaßen, von denen 907 am Leben blieben.<sup>146</sup> Läßt man die Gliedauslösungen und -absetzungen an der Hand außer Betracht, so ergibt sich eine Anzahl von 452 Betroffenen mit einem Verlust der oberen Gliedmaßen, für die ein künstliches Glied in Frage gekommen sein dürfte. Im Frühjahr 1890 - 20 Jahre nach dem Krieg - lebten noch 150 Armamputierte in den preußischen Armeekorpsbezirken (Deutschland außer Bayern, Sachsen u. Württemberg), die im Besitz staatlich gelieferter Glieder waren. Die damaligen Ermittlungen führten zu dem Ergebnis, daß nur 6 Armamputierte ihren Arm nicht mehr trugen, da er ihnen zu schwer war.<sup>147</sup>

Über die damalige Leistungsfähigkeit der Menschen mit ihren Prothesen liegen leider keine Daten vor. Trotzallem können diese Ergebnisse als günstig bewertet werden, wenn auch die künstlichen Arme bei dem damaligen Stand der Technik nur als Schmuckarme dienten.<sup>148</sup> Schmuckarme sind Kunstarme, die dem natürlichen Arm nachgebildet sind und deren Mechanismus „passiv“ ist, d.h. von der gesunden Hand aus betätigt werden.

Durch den Krieg 1870/ 71 erhielt der Prothesenbau mancherlei Anregungen, jedoch konnte

---

<sup>143</sup>ibidem, S. 2.

<sup>144</sup>Löffler, L, 1984, S. 98-101 und S. 194-195.

<sup>145</sup>Schwiening, H., 1919, S. 2.

<sup>146</sup>ibidem, S. 3.

<sup>147</sup>ibidem, S. 4.

<sup>148</sup>ibidem, S. 5.

bei der noch relativ kleinen Fallzahl der erforderlich gewordenen Ersatzglieder, das Interesse und auch die Erfahrung der im Prothesenbau beteiligten Ärzte, Bandagisten und Orthopädiemechaniker nicht nachhaltig genug dadurch beeinflußt werden.

Außerdem hatte die Weiterentwicklung der konservativen Chirurgie und die Wirkungen der Unfallverhütungsgesetzgebung die Zahl der Amputationen auch in der bürgerlichen Bevölkerung immer mehr vermindert.<sup>149</sup> Somit beschränkte sich die Erfahrung im Prothesenbau, besonders für die obere Extremität, nur auf einen kleinen Kreis von Fachärzten und Bandagisten.

Die Heeresverwaltung verfolgte jedoch alle Fortschritte auf diesem Gebiet und suchte das Interesse und das Verständnis weiterer Kreise dafür zu wecken. So erschien im Auftrage des Königlich preußischen Kriegsministeriums im Jahr 1881 die „Studie über künstliche Glieder“ von Oberstabsarzt O. Karpinski (1838-1893), die das gesamte damals vorliegende ältere und neuere Material zum Thema Ersatzglieder zusammenfaßte.

Während des 1. Weltkrieges (1914-1918) ergab eine am 10. Januar 1916 durchgeführte Zählung sämtlicher in deutschen Heimatlazaretten befindlicher Amputierter, eine Zunahme der Unterarmamputationen im Vergleich zu den Zahlen aus dem Krieg 1870/71. Weitgehend übereinstimmend überwiegt jeweils der Anteil der Oberarmverluste im Vergleich zu den Unterarmamputationen. Das Verhältnis lag 1870/71 bei 4,4:1 und 1916 bei 2,7:1.<sup>150</sup> Die Kriegstechnik hatte sich seit dem letzten Krieg 1870-1871 wesentlich gewandelt. Die höhere Durchschlagskraft der Projektile und der vermehrte Einsatz von Explosionsgeschossen ließ die Zahl der Verwundeten und Gefallenen stark ansteigen.<sup>151</sup> Plötzlich wurde in steigendem Maße ein Bedarf an künstlichen Armen und Beinen erzeugt, der den bisherigen bei weitem übertraf. Das Bestreben der Wiedereingliederung von Männern mit schweren Armschäden in ihren früheren Beruf ließ erkennen, daß die bisher bekannten Bauarten von künstlichen Armen und Händen den in sie gesetzten Anforderungen meistens nicht genügten. Dem Ziel den Verletzten Prothesen zum Arbeitszweck zu verschaffen, um sie so bald als möglich zu vollwertigen Arbeitern und damit wieder zu nützlichen Gliedern der Gesellschaft zu machen, stand die Erkenntnis gegenüber, daß der Prothesenbau im Frieden mit den Fortschritten der Technik nicht Schritt gehalten hatte. Schon kurz nach Ausbruch des Krieges

---

<sup>149</sup>ibidem, S. 7.

<sup>150</sup>ibidem, S. 4 und S.16.

<sup>151</sup>Thomann, K.-D., In: Eckart, W.; Gradmann, Ch., 1996, S.185.

wurde die Notwendigkeit erkannt, eine Verbesserung in der Gestaltung der künstlichen Arme Fortschritten der Technik nicht Schritt gehalten hatte. Schon kurz nach Ausbruch des Krieges in der Weise herbeizuführen, daß sie auch als Arbeitsarme gebraucht werden konnten. Der große Bedarf bewirkte eine Zunahme der Erfindungs- und Konstruktionstätigkeit, die zwar eine Menge neuer Formen hervorbrachte, jedoch in ihrer praktischen Brauchbarkeit von ihren Erfindern und Herstellern meist überschätzt wurden. Es wurden dringend Ersatzarme benötigt, die zur Verwendung bei der praktischen Arbeit geeignet waren. Eine Lösung des Problems konnte nur geschaffen werden, wenn der Ersatzarm bestimmte Anforderungen, wie sie Dr. Ing. e. h. K. Hartmann nachfolgend formuliert, erfüllt:

„Diese Anforderungen verlangen nicht nur einfache Gestalt des Hilfsgerätes, sondern auch lange Haltbarkeit, geringes Gewicht, bequeme Einstellbarkeit, schnelles Anlegen, gutes Sitzen und sichere Befestigung, billige Herstellung unter Verwendung der Verfahren der Massenfertigung und neuerdings auch von Ersatzstoffen an Stelle der fehlenden Materialien (Leder, Gummi, Messing u. dgl.), ferner leichte Instandhaltung und Instandsetzung unter Benützung von Teilen, die nach Normalien angefertigt und ohne Schwierigkeit zu beziehen sind, schließlich möglichst uneingeschränkte, vorteilhafte und gefahrlose Verwendbarkeit bei den Verrichtungen des täglichen Lebens und bei der Ausübung bestimmter Arbeiten.“<sup>152</sup>

Die Vorschriften über die Lieferung von Ersatzgliedern für Heeresangehörige war bisher im § 120 der seit 1891 gültigen Friedens-Sanitäts-Ordnung festgelegt.<sup>153</sup> Danach erfolgte die Beschaffung der Prothesen vor der Entlassung nach Genehmigung des Sanitätsamtes. Die kriegsbedingte, steigende Zahl der Amputierten veranlaßte das Kriegsministerium am 3. Juli 1915 eine Versammlung mit Vertretern der Chirurgie, Orthopädie und des Bandagistengewerbes einzuberufen, um eine neue, der Nachfrage entsprechenden Regelung herbeizuführen. Das Ergebnis dieser Beratung wurde in einem Erlaß vom 15. September 1915 zusammengefaßt (Kriegsministerium, Medizinal-Abteilung, Nr. 10305/8. 15. MA 1.).<sup>154</sup> Das Wesentliche dieses 8 Punkte umfassenden Erlaßes bestand darin, daß 1.) eine Zentralisierung der Beschaffung von künstlichen Gliedern durch Zusammenlegung der Amputierten in bestimmte Lazarette angestrebt wird. 2.) In diesen Lazaretten dringend die Einrichtung eigener orthopädischer Werkstätten empfohlen wird. 3.) Wird die Anordnung getroffen, daß grundsätzlich nur

---

<sup>152</sup>Hartmann, K., 1919, S. 18.

<sup>153</sup>Schwiening, H., 1919, S. 6.

<sup>154</sup>Schwiening, H., 1919, S. 8-11.

künstliche Arme mit Arbeitsansätzen bewilligt werden. Später wurden die Sanitätsämter mit der Verfügung vom 4. März 1916 (Nr. 5406/2. 16 MA.) ermächtigt, Kriegsverletzte, denen zuvor ein Schönheitsarm geliefert wurde, daneben noch einen Arbeitsarm zu verabfolgen.<sup>155</sup> Der 4. Punkt schreibt vor, daß Leute mit künstlichen Gliedern nicht eher aus dem Lazarett entlassen werden dürfen, bis sie in deren Gebrauch genügend geübt sind. Im Jahre 1867 wurde im kriegsministeriellem Erlaß lediglich auf die Eingewöhnung im Gebrauch hingewiesen. Zur Erreichung dieses Zieles sollen die Amputierten in geeigneten Werkstätten, im Garten und auf dem Felde beschäftigt werden, um so noch nützliche Hinweise für die Verbesserung der Prothesen zu erhalten. Ausdrücklich wurde darauf hingewiesen, daß diese Einübungsphase noch in den Rahmen der ärztlichen Behandlung falle und sich niemand dieser Maßnahme entziehen kann.

Die Einrichtung von eigenen orthopädischen Werkstätten wurde im Laufe der Zeit in fast allen Korpsbereichen durchgeführt. Zum Teil entstanden sie in Anlehnung an bereits vorhandene Werkstätten in einigen Krüppelanstalten und auch in Betrieben der bürgerlichen Kriegsbeschädigtenfürsorge.

Bestimmte Muster von künstlichen Armen wurden in dem Erlaß nicht vorgeschrieben. Die Auswahl lag im Ermessen des jeweils behandelnden Arztes. Ein wirklich brauchbarer Armersatz, insbesondere ein geeigneter Arbeitsarm für Kopfarbeiter war ohnehin noch nicht gefunden.

### **3. Anfänge: Chirurgische Vorarbeit für eine willkürlich bewegliche künstliche Hand**

Um den Stellenwert der Arbeit Sauerbruchs in Singen (1915-1918) besser einordnen zu können, erscheint ein kurzer Rückblick auf seine Biographie sinnvoll.

Der 33. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, der vom 6. - 9. April 1904 in Berlin stattfand, machte Sauerbruch weltbekannt. Am 6. April 1904 hielt der 28jährige Sauerbruch als Assistenzarzt der chirurgischen Universitätsklinik Breslau vor zahlreichen internationalen Kapazitäten einen Vortrag: „Über die physiologischen und physikalischen Grundlagen bei intrathorakalen Eingriffen in meiner pneumatischen Operationskammer.“<sup>156</sup>

---

<sup>155</sup>ibidem, S. 12.

<sup>156</sup>Vossschulte, K., 1991, S. 336.

Im Anschluß erfolgte die Demonstration mit seinem Chef und Initiator Geheimrat Johannes von Mikulicz-Radecki (1850-1905). Sie führten einen Eingriff in der Brusthöhle eines Hundes in Sauerbruchs Operationskammer durch ohne das Versuchstier dabei zu töten. Sauerbruch hatte eine „pneumatische Kammer“ konstruiert, in der Unterdruck hergestellt und der Körper des Versuchstieres untergebracht wurde, während der Kopf mit dem Luftwegsystem der Lunge unter luftdichtem Abschluß einer eng um den Hals angelegten Gummimanchette nach außen ragte und unter normalem Atmosphärendruck stand. Unter diesen Bedingungen war es möglich den Brustkorb zu eröffnen, ohne daß es zum Pneumothorax kam. Mit seinem Druckdifferenzverfahren hatte Sauerbruch den Weg für Operationen im Brustraum eingeleitet.<sup>157</sup>

Nach dem Tod seines Lehrers Mikulicz am 14. Juni 1905 ging Sauerbruch im Herbst 1905 zu Paul Leopold Friedrich (1864-1916) nach Greifswald und folgte ihm als 1. Oberarzt im Sommer 1907 nach Marburg. Im Alter von 35 Jahren erhielt Sauerbruch zum 15. Oktober 1910 die Berufung zum ordentlichen Professor der Chirurgie an der Hochschule Zürich und zum Direktor der chirurgischen Klinik und Poliklinik des Kantospitals in Zürich. Dort trat er die Nachfolge von Rudolf-Ulrich Krönlein (1847-1910) an. In der Schweiz war man an einen Thoraxchirurgen interessiert, um die Situation der großen Zahl von Lungenkranken, insbesondere die an Lungentuberkulose litten und einer internen Behandlung nicht mehr zugänglich waren mittels chirurgischer Behandlung zu bessern. Die großen Lungenheilstätten in Davos und St. Moritz und die weiteren, zahlreichen Sanatorien für Lungenerkrankte in der Schweiz hatten Sauerbruchs Arbeiten zur Brustraumchirurgie mit besonderem Interesse verfolgt.<sup>158</sup>

Nach fast 4jähriger Tätigkeit in der Schweiz brach 1914 der 1. Weltkrieg aus. Deutschland verkündete am 1. August 1914 die Mobilmachung und die Kriegserklärung an Rußland und traf Vorbereitungen für die Durchführung des Angriffs auf Belgien und Frankreich. Am 3. August erfolgte die Kriegserklärung an Frankreich und am 3./4. August der Einmarsch der deutschen Truppen in Belgien. Wegen der Nichtbeachtung der völkerrechtlich garantierten belgischen Neutralität erfolgte am 4. August der Beschluß der britischen Regierung zum Kriegseintritt. Es begann ein Krieg, der bereits damit zum Weltkrieg wurde und zu Wasser, zu Lande und in der Luft geführt wurde.

---

<sup>157</sup>Frey, E. K., 1951, S. 1621-1623; Felix, W., 1955, S. 1618; Genschorek, W., 1978, S. 33-49.

<sup>158</sup>Frey, E. K., 1951, S. 1623; Norpoth, L., 1961, S. 214; Genschorek, W., 1978, S. 65; Sauerbruch, F., 1951, S. 167-169.

Die Kriegserklärung rief in Deutschland zunächst überall Begeisterung hervor. Es gab nur wenige Mahner. Auch Sauerbruch ließ sich von dieser vaterländischen Begeisterung in der neutralen Schweiz anstecken. Obwohl er keine Mobilmachungsorder erhalten hatte und nie Soldat war, ließ er sich umgehend von den Schweizer Behörden auf unbestimmte Zeit beurlauben und meldete sich als Kriegsfreiwilliger bei der deutschen Gesandtschaft in Bern. Daraufhin wurde er als Oberstabsarzt zum beratenden Chirurgen des XV. Armeekorps in Straßburg ernannt. Bereits im August 1914 nahm er seine Tätigkeit auf und wurde anfänglich in den Vogesen, später bei Ypern (nördlich von Lille) eingesetzt.<sup>159</sup>

Die deutsche Armee bestand in den Jahren 1914-1918 aus im Durchschnitt jeweils 6,4 Millionen Soldaten. Insgesamt wurden im Verlauf des Krieges etwa 13,1 Millionen Soldaten eingezogen, von denen etwa 2 Millionen starben und zirka 4,8 Millionen im Felde verwundet wurden.<sup>160</sup>

Sauerbruch wurde mit den schrecklichen Auswirkungen des Krieges in den Lazaretten und auf den Verbandsplätzen hinter der Front konfrontiert. Diese Erlebnisse begannen sein Bewußtsein zu verändern. „Es ist schmerzlich zu sehen, wenn vielfältiger Jammer und endloses Elend von der Front heranfluten, und man alle Hände voll zu tun hat - und doch noch ein Dutzend Hände mehr brauchte. Es ist schmerzlich, jungen Leuten Gliedmaßen wegnehmen zu müssen, ohne ihnen einen einigermaßen ausgleichenden Ersatz geben zu können. Es ist schmerzlich, so viele sterben zu sehen, ohne daß ihnen die Kunst anders zu helfen vermag, als ihnen das Sterben zu erleichtern.“<sup>161</sup> Die Tätigkeit als Oberstabsarzt war jedoch nur von kurzer Dauer, da die Züricher Universität seine Rückkehr forderte. Die deutsche Regierung ihrerseits war an einem guten Kontakt zu der neutralen Schweiz gelegen und beurlaubte ihn von seiner Tätigkeit, so daß er im Juni 1915 wieder seine Hochschultätigkeit in Zürich aufnehmen konnte.

Noch von seinen Kriegserfahrungen tief bewegt, hatte Sauerbruch im Juni 1915 in Zürich auf der Trambahn eine folgenreiche Begegnung mit A. Stodola, Professor für Mechanik an der Technischen Hochschule Zürich.<sup>162</sup> „Ich schilderte das wenig befriedigende Gefühl für einen

---

<sup>159</sup>Sauerbruch, F., 1951, S. 222-223 u. S. 226; Genschorek, W., 1978, S. 74-75.

<sup>160</sup>Sanitätsbericht über das deutsche Heer im Weltkrieg 1914/1918, Berlin 1934, Bd. III, S. 9, 12, 19, 31, In: Ulrich, B.; Ziemann, B., 1995, S. 21.

<sup>161</sup>Sauerbruch, F., 1951, S. 226.

<sup>162</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruchprothesen, gehalten beim Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen im Auftrag des badischen Landesgewerbeamtes, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

Chirurgen, jungen Leuten Arme und Beine abschneiden zu müssen und sie auf diese Weise zu Krüppeln zu machen. Daraufhin regte Herr Prof. Stodola die Frage an, ob man denn die Muskeln zu einer der physiologischen ähnlichen Arbeit nicht wieder benützen könnte; er würde schon eine Hand konstruieren, die durch die Muskeln betrieben werden könnte.<sup>163</sup>

Stodola - nach Aussage von Sauerbruch ein überzeugter Pazifist - zeigte sich ebenfalls von dem Schicksal der jungen Kriegsversehrten betroffen und beschrieb seine Überlegungen, die zur Verbesserung der bisherigen Prothesenversorgung beitragen sollten. „Die Frage, wie man das Los der zahlreichen Verstümmelten des gegenwärtigen Krieges mildern, insbesondere ihnen die verlorene Erwerbstätigkeit wieder verschaffen könnte, hat ein tiefgehendes menschliches, staatliches, soziales und zuletzt auch mechanisches Interesse. In der Tat ist der geradeste Weg, das erstrebte Ziel zu erreichen, der, die verlorenen Gliedmaßen durch möglichst vollkommene künstliche zu ersetzen. Von dem Wunsch erfüllt, zur Lösung dieser Aufgabe beizutragen, überlegte ich in erster Linie, welche Kraftquellen zur Betätigung der künstlichen Glieder verfügbar wären.“<sup>164</sup>

Stodolas Idee bestand darin, die in einem Stumpf unversehrt zurückgebliebenen Muskeln als Kraftquelle für die Bewegung einer künstlichen Hand auszunützen. Die Voraussetzung war, daß es mittels chirurgischer Technik gelingt aus der noch vorhandenen lebenden Substanz einen Kraftangriffspunkt herauszuarbeiten, an dem das mechanische Organ, d.h. die Prothese einhängt. „Nun ist auch dem Laien bekannt, daß die Muskeln, die beispielsweise die Hand bewegen, in der Hauptsache im Unterarm gruppiert sind, diejenigen zur Bewegung des Unterarms im Oberarm usw.. Wenn also die Hand verloren geht, so ist zunächst fast die Gesamtheit der sie betätigenden Muskeln unversehrt, und diese verlieren die Fähigkeit, sich unter dem Einflusse eines bewußten Willensimpulses zusammenzuziehen, erst nach längerer Zeit infolge Nichtgebrauches. Um diese Kraftquelle nutzbar zu machen, ist nun ein chirurgischer Eingriff erforderlich, durch den die Muskelenden (Sehnen) mit Haut umgeben zu einer frei vorstehenden Schleife oder einer sonstigen für mechanischen Kraftangriff geeigneten Endigung geformt und zum Verheilen gebracht werden. Die Frage, ob das Bilden eines solchen „l e b e n d e n M a s c h i n e n e l e m e n t e s“ vom chirurgischen Standpunkt lösbar erscheint, wurde mir von namhaften medizinischen Fachleuten bejaht, und es gebührt insbe-

---

<sup>163</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 8.

<sup>164</sup>Stodola, A., 1915, S. 842.

sonderen Hrn. Prof. Sauerbruch aus Zürich, derzeit in Greifswald, das Verdienst, die Sache auf mein Ansuchen sofort äußerst tatkräftig als erster unterstützt zu haben.“<sup>165</sup>

Einen weiteren Vorteil bei der Verwirklichung des neuen chirurgischen Verfahrens sah er darin, daß durch den Gebrauch der Muskelreste als Kraftquelle eine Muskelatrophie vermieden würde, die bisher ein ständiges Nacharbeiten der Prothese zur Folge hatte. Ist das chirurgische Problem erst einmal gelöst, kann man seiner Meinung nach zur Lösung des mechanischen Problems übergehen. „Dieses bietet, als bisher sozusagen unbetretenes Land, einen besonderen Reiz, ist indessen in hohem Maße abhängig von der Stufe der Entwicklung des chirurgischen Verfahrens, insbesondere von der Zahl der verfügbaren Kraftquellen.“<sup>166</sup>

Mit dem Beginn einer neuen Entwicklung in der Prothesenfrage weiß sich Stodola mit Sauerbruch einig, daß nur eine enge Zusammenarbeit zwischen Technik und Chirurgie zu einem Fortschritt führen kann. „Die ausführlichen Besprechungen mit Hrn. Prof. Sauerbruch haben mich überzeugt, daß insbesondere im Anfang ein inniges Zusammenarbeiten des Chirurgen und des Konstrukteurs unentbehrlich ist, soll der richtige Mittelweg zwischen den großen Feinheiten der chirurgischen Technik und den Anforderungen der Mechanik gefunden werden.“<sup>167</sup>

Die Anregung Stodolas aus der vorhandenen Anatomie des Armstumpfes chirurgischerseits eine Kraftquelle so zu gestalten, daß mit deren Verbindung eine Prothese im Stande ist weitgehendst die normalen Bewegungen und Leistungen der lebenden Hand nachzuahmen, ließ Sauerbruch nicht mehr los, obgleich sein Schwerpunkt bisher der praktischen und wissenschaftlichen Arbeit auf dem Gebiet der Thoraxchirurgie galt.<sup>168</sup> Nach Auswertung der Fachliteratur kam Sauerbruch im September 1915 zu folgendem Ergebnis. „Trotz aller vorliegenden schönen Erfolge bleibt das Ideal: die Herstellung einer willkürlich durch die normalen Bewegungskräfte arbeitenden Hand. Alle bisherigen Prothesen, die die lebende Hand ersetzen sollen, arbeiten passiv. Der Arbeitshaken, der Faßring, ja selbst Hände mit beweglichen Fingern haben alle zur Voraussetzung, daß durch Federdruck oder Unterstützung

---

<sup>165</sup>ibidem, S. 842.

<sup>166</sup>ibidem, S. 842.

<sup>167</sup>ibidem, S. 843.

<sup>168</sup>Nissen, R., 1969, S. 146.

der anderen Hand die Greif- oder Faßbewegung ermöglicht wird. ...Allen diesen Händen fehlt das wichtigste Attribut der lebenden Hand: die s p o n t a n e G r e i f f ä h i g k e i t.“<sup>169</sup>

Bemerkenswert ist, daß Sauerbruch bei seiner Quellenforschung die Arbeiten Vanghettis (1898, 1899, 1906) übersah. Dieser hatte bereits Verfahren entwickelt, funktionstüchtige Muskeln und deren Sehnen derart zu vereinigen, daß eine aktiv bewegliche Schlinge (Ring) vor dem Knochenstumpf geschaffen wird, mit deren Kraft eine künstliche Hand bewegt werden sollte. Später erschienen weitere Arbeiten von Francesco (1908), Elgart (1909) und Slawinski (1913) über dasselbe Thema in der deutschen Fachliteratur. 1913 wurde Vanghettis - „Kinetische (kineplastische) Stumpfbildung“ - von W. Müller (Rostock) in der 1. Auflage der Chirurgischen Operationslehre, herausgegeben von A. Bier (1861-1949), H. Braun (1862-1934) und H. Kümmell (1852-1937) im 3. Band auf den Seiten 424-425 und 574-575 mit Abbildungen dargestellt. Ein Lehrbuch, das damals in der Hand aller Chirurgen war.<sup>170</sup>

Der Chirurg F. Lotsch vertritt 1925 die Ansicht, daß sich in der Zeit der „Friedenschirurgie“ wenig Gelegenheit bot das Vanghettische Verfahren anzuwenden, so daß es bei Beginn des 1. Weltkrieges in Deutschland nahezu unbekannt war.<sup>171</sup> Warum Sauerbruch noch Jahre später in dem Literaturverzeichnis seines 2. Bandes „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ (1923) eine ältere Auflage der Chirurgischen Operationslehre, nämlich die von 1921 mit dem Beitrag von W. Müller angibt, anstatt der genannten 1. Auflage von 1913, bleibt unklar.<sup>172</sup>

Aufgrund der zahlreichen, vorausgegangenen Mitteilungen in der chirurgischen Fachliteratur zu diesem Thema hegte Payr in einer Sitzung der Medizinischen Gesellschaft zu Leipzig am 25. Januar 1916 Zweifel an der Urheberschaft Stodolas an dem Sauerbruchverfahren.<sup>173</sup>

Sauerbruch hingegen gab an, erst nach seiner 1. Veröffentlichung : „Chirurgische Vorarbeit für eine willkürlich bewegliche künstliche Hand.“ im Oktober 1915 von Fachkollegen auf Vanghetti aufmerksam gemacht worden zu sein.<sup>174</sup> Dabei verwies er allerdings auf eine ihm noch ältere, bekannte Literaturstelle, in der der Gedanke mittels Muskelkraft des Amputationsstumpfes eine künstliche Hand zu bewegen beschrieben worden sei. „Die Arbeit des Grafen B e a u f o r t „Recherches sur la prothese des membres, Paris 1867“, enthält eine

---

<sup>169</sup>Sauerbruch, F., 1915, S. 125.

<sup>170</sup>Drüner, L., 1918 a, S. 181; Drüner, L., 1918 b, S. 700.

<sup>171</sup>Lotsch, F., 1925, S. 539.

<sup>172</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 244.

<sup>173</sup>Payr, E., 1916 a, S. 356-358.

<sup>174</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S. 139; Sauerbruch, F., 1919, S. 236.

kurze Bemerkung, nach der ein Zeitgenosse L a r r e y s den Vorschlag machte, die Muskelkräfte eines Amputationsstumpfes zur Bewegung einer künstlichen Hand zu benutzen.<sup>175</sup> Diese ungenaue Quellenangabe Sauerbruchs findet sich bis in die Gegenwart reichend bei zahlreichen Autoren wieder. In seiner Autobiographie korrigiert er sie dahingehend, indem er erklärt, diesen Gedanken in den Aufzeichnungen des Dominique Jean Larrey (1766-1842) entdeckt zu haben.<sup>176</sup> Vanghetti, der für sich in Anspruch nimmt, als erster die Idee der kineplastischen Stumpfbildung gehabt zu haben, bezieht zu Sauerbruchs Quellenangaben im September 1918 im *British Medical Journal* Stellung: „The terms „cinematization“ and „cinematize“ are twenty years old and of common use. ...The book of Beaufort, cited by him, does not contain anything at all about the „surgical cinematic prosthesis“. The same is to be said of other writings of Beaufort. Sauerbruch wrote also that one contemporary (who?) of Larrey (which of the three, 1700-1800?)<sup>177</sup> had planned the idea; but he has forgotten any citation. ...On the scientific field there is no proof that the priority belongs to any other than to myself, and I would be very obliged to any one who could demonstrate the contrary.“<sup>178</sup> Daraus geht hervor, daß die Idee und ersten Forschungsversuche, Armstümpfe durch chirurgisch-plastische Umgestaltung als Kraftquelle für den Gebrauch einer willkürlich bewegbaren Kunsthand auszunutzen, erstmalig von Vanghetti (1898) beschrieben wurden. Seine Denkweise war für die damalige Chirurgie völlig neu. Es gab keine Analogien zu seinem Verfahren.<sup>179</sup>

In Unkenntnis der Arbeiten Vanghettis begann Sauerbruch in Zürich mit tierexperimentellen Versuchen am Ziegenbock.<sup>180</sup> Bei der Umsetzung der Idee Stodolas kam es Sauerbruch in erster Linie darauf an, die Übertragung der normalen Muskelkraft auf die Mechanik der Handprothese zu ermöglichen. Bei den Tierversuchen bestätigte sich, daß nach einer Amputation die vorhandenen Muskeln und Sehnen zu leistungsfähigen Kraftquellen umgearbeitet werden konnten, so daß es ihm berechtigt schien ein Versuch beim Menschen zu wagen. Zuvor schloß

---

<sup>175</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S. 139.

<sup>176</sup>Sauerbruch, F., 1951, S. 242-244.

<sup>177</sup>Anmerkung: Tatsächlich sind aus jener Zeit sogar 4 französische Chirurgen namens Larrey bekannt, die miteinander verwandt bzw. einer Familie angehören: 1. Alexis Larrey (Toulouse, 1750-1827), 2. Claude-Francois-Hilaire L. (1774-1819) Neffe und Schüler des Vorherigen, 3. Dominique Jean L. (Lyon, 1766-1842) ebenfalls Neffe und Schüler des Alexis L., Chefchirurg Napoleons I., 4. Felix-Hippolyte L. (1808-1895) Sohn von Dominique Jean L. .

<sup>178</sup>Vanghetti, G., 1918, S. 269.

<sup>179</sup>Ceci, A., 1906, S. 747.

<sup>180</sup>Sauerbruch, F., 1951, S. 244; Sauerbruch, F., 1919, S. 236.

er noch entsprechende Leichenoperationen an.<sup>181</sup>

Während der Züricher Sommersemesterferien im Jahr 1915 stellte sich Sauerbruch wieder der deutschen Armee zur Verfügung. Diesmal wurde ihm die Leitung des Reservelazaretts an der Chirurgischen Universitätsklinik in Greifswald übertragen. Das Kriegsministerium und das Sanitätsamt des 2. Korps (Stettin) erteilten ihm die Erlaubnis die Anwendung seiner Erkenntnisse erstmals auf Brauchbarkeit zu erproben. „Bei einem Oberarmamputierten mit einem chronisch granulierten Stumpf war eine Reamputation unbedingt nötig. Ich setzte dem Verletzten Sinn und Zweck meines Operationsplanes auseinander und erhielt die Erlaubnis, den Vorschlag zu erproben. Das Resultat dieser ersten Operation war der einwandfreie Nachweis, daß eine aus den vorhandenen Muskeln gebildete Kraftquelle fähig war, wieder eine der normalen ähnliche Arbeit zu leisten. Mit dieser Feststellung war eigentlich das Prinzip der Idee als richtig erwiesen.“<sup>182</sup>

Sauerbruch führte in Greifswald die ersten 6 Operationen nach seiner Methode durch.<sup>183</sup> In Abhängigkeit von Art und Größe des Gliedverlustes entstanden in gemeinsamer Arbeit mit Stodola 3 „Operationstypen“, die er als grundlegend für den weiteren Ausbau seines Verfahrens erachtete. Beim „Operationstyp 1“ wird ein Hautmuskellappen aus den Beugern und Streckern nach hoher Absetzung des Oberarmes gebildet. Die sich gegenüberliegenden Hautmuskellappen werden so vereinigt, daß ein mit Haut ausgebildeter Kanal zustandekommt, durch den ein Stift eingeführt wird, der als Kraftübertrager dient. Beim „Typ 2“ erfolgt die Bildung der organischen Kraftquelle entweder aus den Beugern oder den Streckern. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Umbildung der Sehnen und Muskeln zu einer mit Haut bedeckten Kraftschlinge nach Absetzen des Unterarmes. Während bei den vorangehenden Verfahren zur Gestaltung eines guten Stumpfes immer erst eine Knochenverkürzung erforderlich ist, verzichtet er beim „Operationstyp 3“ auf diese und empfiehlt nach Bildung der Kraftquelle eine plastische Deckung des Hautdefektes aus der Bauch- oder Brusthaut. Für den Operationserfolg hält Sauerbruch drei Voraussetzungen für erforderlich:

- 1.) Die zur Kraftquelle umgestalteten Muskeln und Sehnen müssen sich genügend verkürzen.
- 2.) Eine Vorbehandlung der Verletzten zur Erzielung einer besseren Zugfähigkeit der Muskeln.
- 3.) Die Bildung eines guten Knochenstumpfes.

---

<sup>181</sup>Sauerbruch, F., 1915, S. 125.

<sup>182</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 9.

<sup>183</sup>Sauerbruch, F., 1915, S. 125-126.

Die Züricher Sommersemesterferien reichten in Greifswald nicht aus, die Entwicklung des chirurgischen Verfahrens zum Abschluß zu bringen. Trotzdem entschied sich Sauerbruch bereits am 10. Oktober 1915 zur Erstveröffentlichung seiner epochemachenden Arbeit. Er hatte nämlich in Erfahrung gebracht, daß anderenorts bereits Versuche unternommen wurden sein bekannt gewordenes Verfahren nachzuahmen.<sup>184</sup> „Die vorliegenden Erfahrungen bei sechs Operierten zeigen, daß durch plastische Operation eine geeignete und ausreichende Kraftquelle für die willkürliche Bewegung einer künstlichen Hand geschaffen werden kann. Die weitaus schwierigere Aufgabe, eine solche Hand herzustellen, hatte Stodola selbst gelöst. Vor allem aber war es gelungen, durch Verbindung der organischen Kraftquelle der Stodolaschen Hand die erwarteten spontanen Bewegungen zu erzielen. ...**Die chirurgischen und mechanischen Voraussetzungen für eine willkürlich bewegliche künstliche Hand sind erfüllt.**“<sup>185</sup>

Bisher gab es Arbeitsarme, Schmuck- und Gebrauchsarme, Ansatzstücke wie Gebrauchshand, die zu ihrer Bewegung bzw. Einstellung stets auf die Hilfe der gesunden Hand angewiesen waren. Nach Ceci war es Sauerbruch gelungen die bisher wertlos gewordenen Muskeln des Amputationsstumpfes als direkte Kraftquelle auszunutzen, um damit eine Prothese zu betreiben. Sein genialer Einfall war es, durch das Anlegen eines Hautkanals mittels Tunnelisierung der Stumpfmuskulatur ein neue - bisher nicht bekannte - Kraftquelle für die Betätigung der Kunsthand zu erschließen. Mit Hilfe eines Stiftes, der in den Kanal eingeführt wurde, konnte bei Muskelkontraktion dieser als Kraftübertrager die willkürliche Bewegung einer künstlichen Hand herbeiführen.

Um die Weiterentwicklung seines Verfahrens als zuverlässige, chirurgische Methode mit praktischer Brauchbarkeit erreichen zu können, war unbedingt eine Fortsetzung seiner Arbeit nach Beendigung der Universitätsferien erforderlich. Sauerbruch wandte sich deshalb in Berlin an Otto von Schjerning (1853-1921), Chef des Feldsanitätswesens (1914-1918), der sich von Sauerbruchs bisherigem Schaffen beeindruckt zeigte und ihm zur Fortführung seiner Arbeit ein Lazarett in der Nähe der Schweizer Grenze vorschlug, das er von Zürich gut erreichen

---

<sup>184</sup>ibidem

<sup>185</sup>ibidem

konnte.<sup>186</sup> Mit Unterstützung des Sanitätsamtes des 14. Korps (Karlsruhe) wurde ihm das Vereinslazarett Singen mit seinem Chefarzt Alfred Stadler (1868-1934) zugewiesen, derweil die Züricher Regierung seine Tätigkeit in Singen neben seinen Hochschulverpflichtungen genehmigte.<sup>187</sup> Sauerbruchs Arbeitspensum in seiner Züricher Zeit (1910-1918) war besonders während des 1. Weltkrieges (1914-1918) enorm. Lehrstuhl, Krankenhaus, Privatklinik in Zürich mit prominenten Patienten, das Lazarett in Singen, die Tätigkeit als beratender Chirurg an der Front und als stellvertretender Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik in Greifswald wegen seiner plastischen Operationen sind zu erwähnen. Bereits 1911 war in Zürich die erste Auflage der Chirurgie der Brustorgane mit dem Titel „Technik der Thoraxchirurgie“ erschienen. Die zweite Auflage war 1920 kurz nach seiner Übernahme des chirurgischen Lehrstuhls in München zum Wintersemester 1918/19 als Nachfolger von Ottmar Ritter von Angerer (1850-1918) vollendet. Dieses Buch wurde zu einem Standardwerk der Thoraxchirurgie.<sup>188</sup>

Autoren, die aus unterschiedlichen Gründen und Anlässen über Sauerbruchs Leben und Wirken geschrieben haben, berichten häufig ungenau und teilweise auch widersprüchlich.<sup>189</sup> Dazu trug auch sicherlich die Persönlichkeit Sauerbruchs bei. Bereits zu seinen Lebzeiten existierte ein Kranz von Anekdoten um seine Person, die er teilweise durch seinen pointierten Erzählstil selbst in Umlauf brachte.<sup>190</sup> Auch die Entstehungsgeschichte seiner Autobiographie, die erstmals 1951 erschien, macht es erforderlich, deren Aussagewert einer kritischen Nachprüfung zu unterziehen.<sup>191</sup> In Anlehnung an Sauerbruchs Autobiographie würdigte W. Genschorek als bisher einziger Autor Sauerbruchs Leben in der erstmals 1978 erschienenen Biographie „Ein Leben für die Chirurgie“.

---

<sup>186</sup>Sauerbruch, F., 1951, S. 245-246.

<sup>187</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S.139; Sauerbruch, F., 1916 c, S. IV (Vorwort).

<sup>188</sup>Norpoth, L., 1961, S. 207-223; Redwitz, E. v., 1951, S. 386.

<sup>189</sup>Felix, W., 1955, S. 1618; Norpoth, L., 1961, S. 207; Genschorek, W., 1978, S. 8; Kümmerle, F., 1987, S. 359; Vosschulte, K., 1991, S. 347.

<sup>190</sup>Vosschulte, K., 1991, S. 344; Genschorek, W., 1978, S. 118.

<sup>191</sup>Nissen, R., 1969, S. 172-177; Norpoth, L., 1961, S. 221-222; Genschorek, W., 1978, S. 223-226.

#### 4. Einrichtung des “Reservelazarets Singen“ (1915-1918)

Die Stadt Singen liegt im Hegau am Fuß des Hohentwiels, einem ausgewitterten Vulkanschlot, auf dessen Gipfel sich eine mächtige Burgruine befindet, die zu den größten Festungsrainen Deutschlands gehört. Als Verkehrsknotenpunkt ist Singen unmittelbar am westlichen Bodensee, nahe der Schweizer Grenze gelegen. Urkundlich wird Singen erstmals 787 als “Sisinga zum Hohentwiel“ erwähnt. Bekannt wurde die Stadt durch das 1887 von Julius Maggi zur Herstellung von Suppenwürze errichtete Werk. Nach der Gründung der Maggi-Werke folgte 1894 die Schaffhauser Georg-Fischer AG, nach ihrem Hauptprodukt im Volksmund “Fitting“ genannt. Im Jahre 1912 wurden die Aluminium-Walzwerke errichtet. Mit den drei großen Fabriken wurde Singen die wichtigste Industriestadt der badischen Bodenseeregion.<sup>192</sup>

Mit Ausbruch des 1. Weltkrieges am 1. August 1914 wurden die wehrtüchtigen Männer der Stadt eingezogen, die Bautätigkeit kam zum Erliegen und die ausländischen Arbeitskräfte - überwiegend Italiener - kehrten in ihre Heimat zurück. Singen diente als Übergangslager für heimkehrende Soldaten aus Frankreich und als Austauschstelle für französische Kriegsgefangene gegen deutsche Kriegsgefangene. Der Schulbetrieb, der am 12. Juli 1910 eingeweihten neuen Realschule (heute: Hegau-Gymnasium) in der Waldstraße (heute: Alemannenstraße 21) wurde unterbrochen und im Erdgeschoß des neuen Gebäudes erfolgte die Einrichtung eines Reservelazarets (Abb. 5., Abb. 6.).<sup>193</sup> Hier und im Singener Krankenhaus wurden zahlreiche armamputierte Soldaten von Sauerbruch in der Zeit von 1915 bis 1918 behandelt. Dadurch geriet Singen in medizinischer Hinsicht ins Rampenlicht. Das Stadtbild war während der Kriegszeit von arm- oder handverletzten Soldaten geprägt, wie die „Singener Nachrichten“ vom 05. Juli 1916 zu berichten weiß.<sup>194</sup> Außerdem fanden sich viele namhafte Mediziner in Singen ein, um das Sauerbruchverfahren vor Ort zu studieren.

Im Oktober 1915 veröffentlichte Sauerbruch seine epochemachende Arbeit: „Chirurgische Vorarbeit für eine willkürlich bewegliche Hand.“<sup>195</sup> Sauerbruch wurde nach seinen

---

<sup>192</sup>Siebenhaar, Hans-Peter: Bodensee. Erlangen <sup>4</sup>1999, S. 134-139; Baedeker, K.: Deutschland. Ostfildern <sup>3</sup>1995, S. 697.

<sup>193</sup>Berner, H., 1994, S. 439.

<sup>194</sup>Bethe, A., 1916 a.

<sup>195</sup>Sauerbruch, F., 1915, S. 125-126.

vielversprechenden operativen Vorversuchen auf Vermittlung der Medizinalabteilung des Preußischen Kriegsministeriums und des Sanitätsamtes des XIV. Armeekorps (Karlsruhe) das Vereinslazarett in Singen zur Fortsetzung seiner Arbeit und wegen der Nähe Zürichs zugewiesen.<sup>196</sup> „Prof. Sauerbruch traf am 17. Oktober (1915) hier ein und ich (Stadler) erklärte ihm meine Bereitwilligkeit unter ihm die erforderlichen Betten und Räume zur Verfügung zu stellen. Am 24. Oktober 1915 traten die 5 operierten Amputierten aus dem Lazarett Greifswald hier ein und damit ist das Sonderlazarett für Sauerbruch-Operationen hier ins Leben getreten.“<sup>197</sup> Das Sonderlazarett hatte zwei Aufgaben zu erfüllen: 1.) die chirurgische Methode auszubauen, 2.) für die zweckentsprechende Prothesenversorgung zu sorgen.<sup>198</sup>

Als Sauerbruch im Oktober 1915 nach Singen kam, brachte er erst die Erfahrung von 6 nach seiner Methode in Greifswald Amputierten mit. Der weitere Ausbau seines Verfahrens, das erst 1918 als abgeschlossen galt, erfolgte in Singen.<sup>199</sup>

Hier stand ihm mit Stadler ein Chirurg zur Seite, der wesentlich zur Vervollkommnung des Verfahrens beigetragen hatte. Sauerbruch charakterisiert Stadler wie folgt: „Herr Medizinalrat Stadler ist ein opferfreudiger und selbstloser Mitarbeiter der nur einen Fehler hat, dass er zu weich ist...“<sup>200</sup> Anlässlich Stadlers 60. Geburtstages, am 17. Juli 1928, weist Sauerbruch in einer Widmung die ärztliche Öffentlichkeit auf die bedeutende Rolle Stadlers hin. „Ohne Stadlers Hilfe wäre die „willkürlich bewegbare Hand“ nicht zur Tatsache geworden.“<sup>201</sup> Stadler ist auch Mitautor des 1916 von Sauerbruch herausgegebenen Buches „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“. Seine Ehefrau, die die Pflegeleitung des Singener Lazarettes innehatte, trug ebenfalls zum Gelingen des Verfahrens bei, wie Sauerbruch in seiner Autobiographie (1951) ausdrücklich erwähnt: „Seine Frau, eine geborene von Westernhagen aus Köln, übernahm als „Schwester Angela“ die Leitung der Schwesternschaft und die

---

<sup>196</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S. 139.

<sup>197</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>198</sup>ibidem

<sup>199</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruchprothesen, Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>200</sup>Sauerbruch über A. Stadler in einem Brief an Brown-Boveri vom 24.01.1919, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>201</sup>Sauerbruch, F., 1928, S. 225-226.

Betreuung des Lazarettes. Sie war Oberin beim Roten Kreuz gewesen. Ihre Verdienste um das Gelingen des Ganzen sind außerordentlich.“<sup>202</sup>

## 5. Durchführung des Verfahrens für Amputierte, Klinikablauf

Der 1. Weltkrieg hatte den Ärzten ein unerwartet gewaltiges Arbeitsgebiet eröffnet. Während Amputationen in Friedenszeiten selten sind, hatte der Krieg plötzlich eine immense Zahl von Extremitätenamputationen nötig werden lassen und damit sowohl im medizinischen Bereich als auch in Hinsicht der damit verbundenen sozialen Folgen zu Versorgungsproblemen geführt. Die große Anzahl der Kriegsverletzten machte eine Auswahl mit Verlegung in entsprechende Fachlazarette erforderlich.<sup>203</sup> Bis zum Jahre 1916 standen in 64 Krüppelheimen 7.334 Betten zur Verfügung, die zum großen Teil mit Kriegsinvaliden belegt waren.<sup>204</sup> Der Singener Lazarettaufenthalt für Armamputierte beinhaltete eine Behandlung, die sich unterteilte in Vorbehandlung, Operation, Nachbehandlung und Prothesenversorgung. Die Besonderheit dieses Lazarettes lag darin, daß hier mit dem Sauerbruch'schen Operationsverfahren ein neues Versorgungssystem von Grund auf geschaffen wurde, für das es noch keine Vorbilder gab. „Wir mußten in jener Zeit, da wir keine Werkstätte hatten, unsere Amputierten von Stadt zu Stadt zu Bandagisten schicken, die sich erboten Prothesen zu konstruieren. Es ergab sich aber sehr bald, dass fast alle den Sinn der Methode nicht erkannten und es zeigte sich, dass nur unter Mitwirkung der Aerzte eine Prothese gebaut werden konnte.“<sup>205</sup> Dies hatte für die ersten Patienten einen langen Lazarettaufenthalt zur Folge. Er betrug im Jahr 1915 durchschnittlich 15,8 Monate. Der Fortschritt im Prothesenbau und die Einrichtung einer eigenen Prothesenwerkstatt (April 1916) führte im Jahr 1918 zu einer Absenkung auf durchschnittlich 4,1 Monate.<sup>206</sup>

---

<sup>202</sup>Sauerbruch, F., 1951, S. 246.

<sup>203</sup>Vulpius, O., 1918, S. 254.

<sup>204</sup>Thomann, K.-D., In: Eckart, W.; Gradmann, Ch., 1996, S. 195.

<sup>205</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruchprothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>206</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57, S. 18.

## 5.1. Vorbereitende Maßnahmen

Vor der Operation war eine gründliche Untersuchung des Amputationsstumpfes erforderlich. Das Hauptaugenmerk richtete sich dabei auf die Stumpflänge, den Zustand der Stumpfmuskulatur, der Stumpfoberfläche, der Dicke der Haut, der Beweglichkeit der angrenzenden Gelenke und auf das Vorhandensein von Narben und deren Lokalisation. Für eine erfolgreiche Operation war die Stumpflänge nicht unerheblich. „Bei weniger als 10 cm Stumpflänge (Anmerkung: gemessen vom Akromion bis zur Knochenspitze.) werden an ihm selbst keinesfalls noch Kanäle angelegt; dagegen sehr häufig in der Muskulatur oberhalb des nächsten Gelenkes.“<sup>207</sup> Von der Operation ausgeschlossen waren Stümpfe mit Muskellähmung und bei denen die Muskulatur aufgrund von Verbrennungen, Eiterungen oder Durchsetzung mit Narbengewebe verloren gegangen waren. Lag eine Gelenkversteifung vor, die durch physikalische Maßnahmen nicht zu beheben war, wurde ebenfalls von der Operation Abstand genommen. Dagegen führte eine Inaktivitätsatrophie der Stumpfmuskulatur nicht zu einem Operationsausschluß. Sie bedurfte einer Vorbehandlung mit Massagen, Gymnastik und Reizstrombehandlung mit galvanischem Strom, um wieder gut beweglich und gekräftigt zu werden. Die präoperative Behandlung betrug in günstigen Fällen durchschnittlich 4 Wochen.<sup>208</sup> Das Lebensalter hatte keinen Einfluß auf die Indikationsstellung zur Operation, jedoch war es nicht unbedeutend für deren Folgen. „Das Alter der Patienten spielt insofern eine Rolle, als ältere Leute, über 40 Jahre, ganz entschieden ungeschickter in der Betätigung ihrer Prothesen sind und daß bei manchem in dem sogenannten Gefühlsempfinden in der Kunsthand eine ganz beträchtliche Verschlechterung im Vergleich zu jüngeren Leuten besteht. Während die leider ja sehr zahlreichen Amputierten in jüngeren Jahren ein ausgezeichnet feines Gefühl in ihrer Kunsthand haben, das ihnen unter anderem auch erlaubt zu greifen ohne hinzusehen, sind die älteren Leute dazu im allgemeinen nicht mehr imstande.“<sup>209</sup> Der Zeitpunkt der vorausgegangenen Amputation hatte keine Bedeutung für die Indikationsstellung.<sup>210</sup>

---

<sup>207</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 67 u. S. 117.

<sup>208</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 499-500.

<sup>209</sup>ibidem, S. 499.

<sup>210</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 68.

Die Umsetzung des neuen Operationsverfahrens war mit Hindernissen verbunden.

Einerseits war das Sauerbruchverfahren anfänglich noch nicht ganz ausgereift, andererseits waren die Amputationsstümpfe, die nach Singen kamen in einem schlechten Zustand. „Die meisten Amputierten, die nach Singen kommen, haben mehr oder weniger vernachlässigte oder für das Sauerbruch-Verfahren vorläufig ganz ungeeignete Stümpfe. Fast alle zeigen starke Atrophie, die bis 4-5 cm Umfangsunterschied im Verhältnis zum gesunden Arm sein kann. Sehr viele kommen auch mit mehr oder weniger versteiften Gelenken, vor allem Schultergelenken, an. Eine kleinere Zahl leidet an chronischen Ekzemen, wieder andere haben sehr viel überflüssiges Fett. Sehr hinderlich sind auch die an den Stümpfen manchmal vorhandenen Narben, die von früheren Incisionen wegen Phlegmonen herrühren. Recht unangenehm sind die trophischen Störungen, Hyperästhesie, Hypästhesie, Kältegefühl, Lymphstauung usw., die entweder durch zu stark schnürende Verbände oder durch direkte Nervenverletzung oder Nerven und Gefäßkompression durch Narbenukulus hervorgerufen sind. Narbenulcera am Stumpf von schlechter Ernährung oder auch von Knochenfisteln herrührend, treffen wir nicht selten an. Die für die Amputierten so sehr lästigen Neurome finden wir sehr häufig. Man kann sagen, jeder dritte Amputierte klagt, sobald er in unsere Massagebehandlung kommt, über beträchtliche Schmerzen im Stumpf. Wenn man dann nachsieht, ist es meistens ein Neurom. Bevorzugt sind die Neurome am Medianus; ...“<sup>211</sup>

Nicht jeder Ankömmling in Singen stimmte sogleich einer weiteren Operation zu. Die ablehnende Haltung hatte unterschiedliche Beweggründe wie Sauerbruch 1916 schildert.

„Nur wenige Invaliden lehnen trotz sehr schlechter Beschaffenheit des Stumpfes die vorgeschlagene Operation ab. Sie wollen den Verlust oder die Kürzung der Rente vermeiden. Andere fürchten sich vor neuen Schmerzen und Leiden. Sie stehen noch so sehr unter der Einwirkung ihrer Kriegserlebnisse und besonders ihrer Verwundung, daß sie den Eingriff schwerer einschätzen, als er ist.“<sup>212</sup> Die finanziellen Überlegungen der Amputierten, die zum Widerstand gegen das Sauerbruchverfahren führten, waren nicht unbegründet, da bei Steigerung ihrer Arbeitsleistung eine nicht unbeträchtliche Kürzung ihrer Unfallrente sowohl

---

<sup>211</sup>Zimmermann, A., Vor- und Nachbehandlung der Amputierten im Reservelazarett Singen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>212</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 76.

von Seiten der Berufsgenossenschaften als auch anderer Versicherungen drohte.<sup>213</sup> Diejenigen jedoch, die Schmerzen im Stumpf hatten und deren Stumpfform den Gebrauch einer Prothese ausschloß, bedurften keiner großen Überzeugungsarbeit für die vorgeschlagene Operation. Ekzeme, trophische Störungen, Narbenulcera und Fisteln am Stumpf wurden nach den damals allgemeingültigen Regeln behandelt. Sie führten lediglich zu einer Verschiebung der Operation. Bei Entzündungsprozessen und Phlegmonen wartete man mit der Operation mindestens ½ Jahr nach vollkommener Abheilung aus Sorge vor „schlummernden Entzündungserregern“. Narben versuchte man je nach deren Lage durch Massagen weich und geschmeidig zu machen. Die Neurome wurden bei der Kanaloperation entfernt.<sup>214</sup>

War man von der Brauchbarkeit des Stumpfes überzeugt, so erhielt jeder neue Patient einen Behandlungsplan für die Massage und die gymnastischen Stumpfübungen.

„Ausserdem haben wir noch einen einfachen Apparat zum Selbstüben. Es wird hierbei das Schulterblatt in der Weise fixiert, dass ein Zügel von der Schulter zum Fuss als Gegenzug angebracht ist. An einem an der Decke über eine laufende Rolle laufenden Zug mit Gegengewicht kann der Amputierte ohne Hilfe sein Gelenk in geeigneter Weise üben.“<sup>215</sup>

Das Ziel der Vorbehandlung war, die sogenannten „toten Muskeln“ der Armstümpfe wieder zu der Fähigkeit einer Arbeitsleistung zu verhelfen. „Den Amputierten fehlt sehr häufig beim Eintritt ins Lazarett jede Möglichkeit der Betätigung ihrer Stumpfmuskulatur, oder sie bewegen beide Muskelgruppen zugleich.“<sup>216</sup> Die Herstellung der Bewegungsfähigkeit des Stumpfes und der Beweglichkeit bestimmter Muskelkräfte, die als Arbeitskräfte für die künstliche Hand in Betracht kamen, waren für den späteren Operationserfolg von großer Bedeutung.

„Bringen die Amputierten Prothesen mit, so ist das Erste, ihnen dieselben abzunehmen und ihnen zu verbieten, dieselben weiter zu benutzen; denn in allen Prothesen, welche die Leute besitzen, atrophieren die Stümpfe infolge der Unbeweglichkeit immer mehr. In Singen dürfen nur Sauerbruch Prothesen getragen werden. Wer noch keine hat, trägt den Stumpf ohne jegliche

---

<sup>213</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 212.

Nissen, R., 1933, S. 122.

<sup>214</sup>Zimmermann, A., Vor- und Nachbehandlung der Amputierten im Reservelazarett Singen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>215</sup>ibidem, S. 2.

<sup>216</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 497.

Armierung.<sup>217</sup> Die Stumpfübungen und der Plan für die Massage wurden in Singen vom Sanitätsunteroffizier Rohde entwickelt. „Die Stumpfübungen, auf die wir hier sehr grossen Wert legen, werden täglich abgehalten und beanspruchen etwa  $\frac{3}{4}$  bis 1 Stunde Zeit. Alle Amputierten sind angewiesen, d.h. haben den dienstlichen Befehl, an denselben teilzunehmen. Die Übungen werden kommandiert von San.Uoff. Rohde. Der Arzt ist nach Möglichkeit täglich eine zeitlang dabei. Die Leute treten wie zum Excercieren an, um dann mit dem nötigen Seiten- u. Tiefenabstand die für die Freiübungen übliche Aufstellung zu nehmen. ...Jede Übung wird 30-40 mal hintereinander wiederholt.“<sup>218</sup> Eine genaue Beschreibung der „Stumpfübungen der Einarmer am Reservelazarett Singen“, die in 15 verschiedenen Übungseinheiten unterteilt sind, wird von dem Chirurgen und Oberarzt der Reserve A. Zimmermann in seinem Beitrag „3 Jahre Sauerbruch'sche Armstumpfoperationen“ in Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie (1919) auf der Seite 520 wiedergegeben. Derweil zwei Fotos im 2. Band „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ einen anschaulichen Eindruck von den „gemeinsamen Stumpfübungen“ hinterlassen.<sup>219</sup>

Die Stumpfübungen führten schließlich auch zu interessanten Beobachtungen. Zunächst stellte man fest, daß die Beuger vor den Streckern ihre Leistungsfähigkeit zurückgewannen. Die Beuger stellen den Arbeitsmuskel dar, während die Strecker die Rolle der Gegenmuskel ausüben. C. ten Horn hatte zudem durch Versuche am Ober- und Unterarm bei Sauerbruch - Patienten herausgefunden, daß die Muskelsensibilität bei den Beugern entsprechend feiner entwickelt ist als bei den Streckern.<sup>220</sup> Während normalerweise die Verkürzung des Beugers eine Verlängerung des Streckers zur Folge hat, und umgekehrt, ist dieses Verhalten bei Amputierten gestört. Die Stumpfmuskulatur zeigt ein von der Physiologie abweichendes Verhalten. Amputierte können keine getrennten Bewegungen vornehmen. Es erfolgt eine gleichzeitige Kontraktion der Beuger und Strecker. Erst nach eingehenden gymnastischen Übungen ist es ihnen möglich zunächst die Beuger und dann die Streckermuskulatur gesondert zu bewegen. Hinzu kam die Feststellung, daß der Amputierte noch 4-5 Wochen nach seiner Amputation ein Gefühl für die verlorene Hand oder den Arm hat. Aufgrund dieser „zentralen Vorstellung“ (Assoziationszentrum)<sup>221</sup> kann dieser die einzelnen Muskelgruppen normal bewegen. Sauer-

---

<sup>217</sup>Zimmermann, A., Vor- und Nachbehandlung der Amputierten im Reservelazarett Singen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26, S. 4.

<sup>218</sup>ibidem, S. 4-5.

<sup>219</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S.69 (Abb. 40) u. S. 70 (Abb. 41).

<sup>220</sup>Horn, C. ten, 1921, S. 338-355.

Horn, C. ten, 1922 c, S. 175-184.

<sup>221</sup>Ruge, G.; Felix, W., In: Sauerbruch, F., 1916 c, S. 12.

bruch empfahl in diesen Fällen die „psychogene Stumpfgymnastik“, d.h. Stumpfübungen durch das Abrufen der im Gedächtnis gespeicherten Bewegungsvorstellungen auszuführen.<sup>222</sup> Das Erlernen der getrennten Innervierung der einzelnen Muskelgruppen war für den Erfolg des Sauerbruch Verfahrens unerlässlich. „Im allgemeinen kann man rechnen, dass nach 4 Wochen Uebungen bereits ein derartiger Erfolg eingetreten ist, dass man die Kraftkanaloperation vornehmen kann.“<sup>223</sup>

Von der Beschaffenheit der Muskulatur hing der ganze Operationsplan ab. Daher waren die vorbereitenden Maßnahmen zur Beweglichkeit und Kräftigung der Muskulatur so außerordentlich wichtig. Ebenso die aktive und passive Bewegung der in Betracht kommenden Gelenke, die die Grundlage für eine erfolgreiche Stumpfbehandlung darstellten. „Es ist unbedingt nötig, daß neben der passiven Massage möglichst viel aktive Muskelarbeit geleistet wird, man muß den Amputierten immer und immer wieder sagen, daß sie selbst den größten Teil der Verantwortung für ein günstiges Resultat tragen, die besten Kanäle sind wertlos, wenn nicht ständig aktive Uebung ihre Leistungsfähigkeit garantieren und erhöhen.“<sup>224</sup> Der Operationserfolg war nur gewährleistet bei intensiver, disziplinierter Mitarbeit des Invaliden bei den vorbereitenden Muskelübungen. Daher sei hier nochmals Zimmermann zitiert, der sehr anschaulich in seinem unveröffentlichten Manuskript, das Sauerbruch handschriftlich redigierte, die täglich zu verrichtenden Muskelübungen aus der Sicht eines Neuankömmlings in Singen beschreibt. „Fast jeder Amputierte hat ein gewisses Lage- und Haltegefühl des fehlenden Gliedes. Man frage also den Oberarmamputierten z.B. wie steht ihr Unterarm, gebeugt oder gestreckt? Den Unterarmamputierten: wie stehen ihre Finger? überstreckt, gebeugt oder überhaupt in welcher Lage? Die von dem Patienten angegebene Lage benutzt man dann als Ausgangspunkt für die Uebungen. Hat er also z.B. das Gefühl, dass der fehlende Unterarm gebeugt ist, so sagt man ihm, er solle den Unterarm strecken und zwar hat es sich herausgestellt, dass es gut ist, diese Streckung mit einem Ruck ausführen zu lassen. Der Patient kann dann besser arbeiten. Weiterhin empfiehlt es sich sehr, stets den gesunden Arm dieselbe Uebung mitmachen zu lassen. Man wird also dem Patienten sagen: stellen Sie ihren gesunden Unterarm genau so, wie

---

<sup>222</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 71; Bettmann, 1917, S. 630-631.

<sup>223</sup>Zimmermann, A., Vor- und Nachbehandlung der Amputierten im Reservelazarett Singen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26, S. 7.

<sup>224</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 500.

Sie das Gefühl haben, dass der fehlende Unterarm steht, dann strecken oder beugen sie beide Unterarme zu gleicher Zeit, mit einem Ruck. Gibt der Patient an, er habe das Gefühl, der Unterarm oder der Finger stünden gebeugt, so wird der Strecker gut arbeiten, umgekehrt bei dem Gefühl des Gestrecktseins der Beuger. ...Sehr gut für die Muskelkraft und ausserdem unterhaltend für die Invaliden ist es, sogenannte Ringkämpfe ausführen zu lassen, d.h. je ein rechts und ein links Amputierter suchen sich ihre Stümpfe nach auf- oder abwärts zu drücken. Ferner halten wir die Amputierten stets an, beim Spaziergehen immer wieder ihre Stumpfmuskeln zu betätigen, und ganz besonders eine Muskelgruppe möglichst lange hintereinander in Kontraktion zu versetzen. Die Invaliden sollen mit der Uhr kontrollieren, wie lange es ihnen möglich ist ununterbrochen die einzelnen Muskelgruppen anzuspannen. Bei der bekannten Trägheit und Gleichgültigkeit des Menschen (es ist in diesem Falle kein wesentlicher Unterschied zwischen gebildet oder ungebildet) ist es gut, die ganzen Uebungen nicht nur rein dienstlich, sondern auch sportlich aufzufassen. Die Invaliden bekommen dann mehr Lust und Freude an den für sie sonst langweiligen Uebungen.<sup>225</sup>

Neben den Muskelübungen gehörte in Singen auch die Massage zu der vorbereitenden Behandlung. Der Masseur mußte jeden Stumpf individuell behandeln. Das Massageprogramm ist ebenfalls dem unveröffentlichten Manuskript von Zimmermann entnommen:

„ Die Massage.

- 1.) Sanfte Streichung des Stumpfes, des Schulter- und Ellenbogengelenkes.
- 2.) Knetung ( die einzelnen Muskeln werden gefasst).      dazwischen immer wieder aktive
- 3.) Schlagen.      Bewegungen
- 4.) Fibrationsmassage.      “
- 5.) Kneten.      “
- 6.) Streichen.      “
- 7.) Bei Verwachsungen am Stumpfe zurück- und vorwärtsziehen der Haut und der Muskeln.
- 8.) Narbenlösung durch kreisförmiges Streichen mit festgelegten Fingern.
- 9.) Bei Lymphstauungen und trophischen Störungen Ausstreichen der Stümpfe dem Verlauf der Lymphgefäße entsprechend.<sup>226</sup>

---

<sup>225</sup>Zimmermann, A., Vor- und Nachbehandlung der Amputierten im Reservelazarett Singen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26, S. 6-8.

<sup>226</sup>ibidem, S. 9.

„Die ganze Dauer der Vorbehandlungen schwankt sehr, je nach dem Zustand der Mukulatur und der Tatkraft des Amputierten. Durchschnittlich genügen 2-5 Wochen.“<sup>227</sup> Die sich anschließende Weiterbehandlung war von der Intelligenz, Kooperationsbereitschaft, der Amputationshöhe und der Beschaffenheit des Stumpfes des Kriegsversehrten abhängig.

## 5.2. Klinikablauf

Die Operation wurde in Äthernarkose oder in Plexusanästhesie durchgeführt. „Die Soldaten ziehen gewöhnlich die Narkose vor.“<sup>228</sup> Auf die künstliche Blutleere wurde verzichtet.<sup>229</sup>

Vor der Operation wurde die Lage des zu schaffenden Muskelkanales durch 2 Punkte auf der Haut markiert. Dies erfolgte entweder mit dem Höllenstift oder mit Skarifikationen.<sup>230</sup> Das Operationsgebiet wurde mit Jodalkohol desinfiziert und die Lagerung des Patienten erfolgte in Rückenlage auf dem Operationstisch.

Zuerst wurde täglich vormittags operiert, später entschloß man sich den Montag und Samstag operationsfrei zu halten.<sup>231</sup> „Die Beaufsichtigung der Stumpfübungen, der täglich zwei Mal vorgeschriebenen Übungen an dem Zugaparat, die ersten und weiteren Verbände nach der Operation nahmen viel Zeit in Anspruch.“<sup>232</sup> Außerdem war die ärztliche Mitarbeit beim Prothesenbau erforderlich. Durch den Fortschritt der Prothesentechnik nahm dieser Teil der ärztlichen Tätigkeit zu, so daß sogenannte Prothesentage eingeführt wurden, an dem die Prothesen angepaßt, geprüft und Änderungen vorgenommen wurden.<sup>233</sup> Jede Prothese wurde individuell angefertigt. „Geheimrat Sauerbruch fuhr in den Jahren 1915-18 anfänglich jede Woche 2-3 mal, später seltener von Zürich nach Singen und scheute keine Zeit und keine Mühe um den chirurgischen Aufbau zu fördern.“<sup>234</sup>

---

<sup>227</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 71.

<sup>228</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 76.

<sup>229</sup>ibidem, S. 76.

<sup>230</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 77-78.

<sup>231</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57, S. 10.

<sup>232</sup>ibidem, S. 10.

<sup>233</sup>ibidem, S. 10.

<sup>234</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26, S. 3.

W. von Brunn (1876-1952), Facharzt für Chirurgie in Rostock, Stabsarzt der Reserve und späterer Medizinhistoriker, hatte im Herbst 1918 den Verlust seines rechten Armes zu beklagen. Daraufhin vertraute er sich Sauerbruch in Singen an. Später liefert er seinen Berufskollegen einen Erfahrungsbericht über den Klinikaufenthalt, um ihnen, falls erforderlich, eine Entscheidungshilfe in der Versorgungsfrage zu geben. Nach seinen Angaben stellte sich der Klinikablauf folgendermaßen dar. Vier Wochen Vorbehandlung mit Stumpfübungen, Massage und passiven Bewegungen. Dann wird operiert. Nur einmal, wenn z. B. ein guter Oberarmstumpf vorhanden ist. Zweimal in 4wöchigem Abstand, wenn eine Stumpfplastik erforderlich ist. Zwischen den Operationen finden stets gymnastische Übungen statt. Nach völliger Heilung wird zur Prothese Maß genommen, die im allgemeinen nach 3 Monaten erhältlich ist. In der Zwischenzeit werden die Hautkanäle durch Zugübungen abgehärtet und die Muskelstümpfe dadurch gekräftigt. Das Einüben mit der Prothese dauert ungefähr zwei Wochen. Amputierte, die ihre Muskeln wie früher physiologisch gebrauchen, können ihre Prothese sofort betätigen. Dies trifft insbesondere auf Unterarme und lange Oberarmstümpfe zu. Seine Ausführungen beschließt er mit folgendem Fazit: „Man kann jedem Armamputierten mit gutem Gewissen raten, in Singen sich behandeln zu lassen. ...Wer keine Energie und keinen guten Willen hat, soll von Singen wegbleiben, damit er den Vielen, die gern hierher verlegt werden wollen, um arbeitsfähig gemacht zu werden, nicht den Platz wegnimmt.“<sup>235</sup>

---

<sup>235</sup>ibidem

## 6. Probleme des Sauerbruchverfahrens

### 6.1. Stumpflänge

Sauerbruch teilte 1916 aus praktischen Gründen die Stümpfe nach ihrer Länge ein.<sup>236</sup>

Am Oberarm unterschied er zwischen langen und kurzen Stumpf. Die Langen zeichneten sich durch eine erhaltene und funktionstüchtige Muskulatur aus. Die Kurzen waren in ihrer Beweglichkeit im Schultergelenk eingeschränkt. Den Unterarm unterteilte er in langen, mittleren und kurzen Stümpfen. Die Einteilung ergab sich aus der Bedeutung der Beuge- und Streckbewegung des Stumpfes einerseits und der Pro- und Supinationsbewegung andererseits. Beim langen Unterarmstumpf sind alle genannten Bewegungen möglich. Bei dem mittleren Stumpf sind Streckung und Bewegung möglich, jedoch keine Pro- und Supination. Bei den kurzen Stümpfen sind zusätzlich die Beuge- und Streckbewegungen im Ellenbogen beeinträchtigt. Bei einer Unterarmstumpflänge von 10 cm und weniger kam ebenso wie am Oberarm die Umbildung der vorhandenen Muskulatur zur Kraftquelle für die Kunsthand nicht mehr in Betracht. Sie hätten die Leistung des Stumpfes noch verschlechtert.<sup>237</sup> Die Einteilung der Stumpfform ergibt sich also aus den anatomischen Unterschieden und der damit verbundenen funktionellen Leistungsfähigkeit. Sie diente der Erstellung von Leitlinien bei der Ausführung der chirurgischen Aufgabe.

Die

Entscheidung, ob die Stumpflänge für eine erfolgreiche Operation ausreichte, war an zwei Bedingungen geknüpft. Erstens bedurfte der kanalisierte, arbeitende Muskel einer genügenden Bewegungsfreiheit, die nicht zu knapp bemessen sein durfte. Zweitens mußte ein Teil der Länge zur Fassung der späteren Prothese dienen. Unter Berücksichtigung dieser beiden Forderungen hatte man die Entscheidung zu treffen, ob die Stumpflänge zur Vornahme der Operation ausreicht.

Die Kraftquelle wurde immer möglichst aus einer ganzen Gruppe von Muskeln oder Sehnen der Beuger oder Strecker gebildet, niemals aus einzelnen Vertretern dieser Gruppe. Da die Kraft nach physiologischen Feststellungen im Verhältnis zur Vergrößerung des Muskelquerschnittes zunimmt. Daher wurden nur Muskeln von annähernd gleicher Hubhöhe vereint. Den Vorzug erhielten immer die Beuger, weil ihre Arbeitsleistung die der Strecker beträchtlich überwiegt.

---

<sup>236</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S. 139-144.

<sup>237</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 135.

Wie bereits geschildert, waren die Stümpfe, die nach Singen kamen in der Mehrzahl keine normalen, sondern eher pathologische. Folglich konnte es nicht die Methode zur Umsetzung des Sauerbruchverfahrens geben. Vielmehr bedurfte jeder Eingriff einer individuellen Planung und Durchführung aufgrund der unterschiedlichen anatomischen Gegebenheiten. Um dem Verwundeten zu einer willkürlich bewegbaren, künstlichen Hand zu verhelfen, war es für den Operateur daher zwingend erforderlich, sich vorab mit der Anatomie des jeweiligen Armstumpfes und dessen komplexen Muskelspiel auseinanderzusetzen. Kenntnisse über Ursprung und Ansatz der jeweiligen Muskeln, deren Innervation und einzelnen Funktion waren nötig, um über deren Verwendungsmöglichkeit zwecks Kanalbildung zu entscheiden. Unter allen Umständen galt es, die Ansätze aller den Stumpf noch bewegenden Muskeln bei der Operation zu schonen und die Muskeln, die als Arbeitskräfte für die künstliche Hand in Betracht kommen, zu erkennen.

Den grundlegenden Stellenwert der funktionellen Anatomie für seine Methode erkennend, wandte sich Sauerbruch an die Züricher Anatomen Georg Ruge (1852-1919) und Walther Felix (1860-1930). Sauerbruch ließ sich von beiden die Muskeln einschließlich ihrer Innervierung und die Gelenke der oberen Extremität exakt beschreiben, um die Indikationen für seine Operationsmethode besser festlegen zu können. Zusätzlich stellten sie für Ober- und Unterarme entsprechend der Ursprünge und Ansätze der Muskulatur „Wertezonen“ auf. Mit den „Wertezonen“ sollten dem Operateur und dem Techniker eine Entscheidungshilfe über die Brauchbarkeit einzelner Muskeln bzw. Muskelgruppen zur Herstellung einer willkürlich bewegbaren, künstlichen Hand bei unterschiedlicher Amputationshöhe an die Hand gegeben werden. Je nach Länge der Stümpfe besaß die Verwendung der erhaltenden Muskulatur eine verschiedenartige Wertigkeit. Bei diesen „Wertezonen“ handelt es sich um physiologisch-anatomische Gesichtspunkte, deren Berücksichtigung bei der Operation wichtig waren. Der Oberarm ist in 5 Zonen verschiedener Werte eingeteilt, der Unterarm in 6. Sie sind gemäß der Höhe des Wertes von unten nach oben zu zählen, da der Wert der einzelnen Zone sich verringert, je mehr er sich dem Schultergelenk nähert. Er ist am höchsten, wenn der Oberarm unmittelbar über dem Ellenbogengelenk abgesetzt (der Unterarm im Handwurzelgelenk) oder nach Exartikulation des Unterarmes (oder nach Exartikulation der Hand) im letzteren erhalten ist. Diese anatomischen Angaben und die daraus folgende Abgrenzung in „Wertezonen“ muß jedoch durch die klinische Beobachtung ergänzt werden. Die Wertigkeit

des einzelnen Stumpfes kann dadurch eingeschränkt oder erweitert werden. „Die Güte eines Oberarmstumpfes nimmt ab mit seiner Verkürzung. Ein nach der Exartikulation des Unterarmes übriggebliebener Stumpf stellt das Maximum und ein oberhalb der Ansatzstelle des Deltamuskels amputierter Oberarm das Minimum der Leistungsfähigkeit dar.“<sup>238</sup>

Die anatomische Stumpfteilung nach „Wertezone“ erleichtert es, zu entscheiden, welcher Teil der Stumpfmuskulatur für die Operation in Frage kommt und welcher Abschnitt geschont werden muß. Zusammenfassend erklärt sich daraus die Bedeutung, die die vorherige genaue klinische und anatomische Untersuchung eines jeden Stumpfes hatte. „Schließlich müssen Chirurg und Techniker in jedem Einzelfall vor Beginn ihrer Arbeit darüber sich ein klares Urteil verschaffen, was überhaupt möglich ist.“<sup>239</sup> Die genaue Darstellung der „Wertezone“ findet sich in Sauerbruchs 1. Band „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ (1916) wiedergegeben.<sup>240</sup>

Die Idee, eine künstliche Hand durch die eigene Muskel- oder Sehnenkraft eines Amputationsstumpfes zu bewegen, war nicht neu (G. Vanghetti, A. Ceci, J. Elgart, E. Payr, Z. Slawinski, A. Nagy). „Der Hauptunterschied der neuen Methoden gegenüber den alten Vorschlägen beruht darauf, daß man nicht mehr die einzelnen Sehnen eines Stumpfes zu s c h w a c h e n , sondern ganze Muskel- und Sehnengruppen zu s t a r k e n und damit wirksameren Kraftquellen ausbaut.“<sup>241</sup>

Der Stumpf hat zwei Arten von Muskelkräften zur Verfügung. Einerseits die, welche unverseht über ihr proximales Gelenk hinweg am Stumpf ansetzen und ihn nach allen Richtungen hin bewegen, andererseits verfügt er noch über Reste der amputierten Muskeln, welche als zu ihm gehörig betrachtet werden müssen. Diese als Kraftquelle zu erschließen war die Aufgabe. Sauerbruch bildete in einem zweizeitigen Verfahren nach Knochenstumpfresektion - ab 1923 nur noch bei langen Unterarmstümpfen<sup>242</sup> - und Mobilisierung der entsprechenden Muskulatur des Vorder- oder Oberarmes ein oder zwei mit Haut überzogene Muskellappen, die er später mit Kanäle versah. Das Ergebnis war der „Kraftwulst“. Oder er ging von vornherein einzeitig vor, indem er quer durch den Muskel sofort den hautausgekleideten Kanal anlegte

---

<sup>238</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 68-69.

<sup>239</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 11.

<sup>240</sup>Felix, W.; Ruge, G., In: Sauerbruch, F., 1916 c, S. 23-35 und S. 46-55.

<sup>241</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S. 139.

<sup>242</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 135-136.

(Kanalisation des M.biceps bei Amputationen im Unterarm). Durch den Kanal wurde ein etwa 1 cm dicker Elfenbeinstift geführt, der mit dem zu betätigen Prothesenteil durch Zugschnüre in Verbindung trat. Auf diese Weise hat Sauerbruch den M.biceps, das Caput longum des M.triceps und den M.deltoideus am Oberarm, ebenso die Beuger und Strecker am Unterarm als Kraftquellen erschlossen. Bei Oberarmexartikulierten ist der M.pectoralis major und der M.latissimus dorsi kanalisiert worden.

## 6.2. Kraftwulstbildung

Jede Kraftquelle setzt sich aus einem "Kraftwulst" und einem "Kanal" zusammen. Als "Kraftwulst" bezeichnet Sauerbruch die willkürlich kontraktions- und verkürzungsfähige Stumpfmuskulatur. Diese mechanische Verkürzungsfähigkeit wurde für die Bewegung der Prothese verwendet. Die Form der plastisch umgebildeten Stumpfmuskeln gab ihr den Namen "Kraftwulst". Die operativ hergestellte, wulstartige Verdickung der Muskulatur ist allseitig mit Haut bekleidet. Der Wulst vereint die vorhandenen, willkürlich zu betätigen Muskelkräfte. Besitzt die Stumpfmuskulatur noch ihre Beweglichkeit und Verschieblichkeit, so spricht er von einem "natürlichem Kraftwulst". Hier erfolgte die Operation einzeitig. Ist ein solcher nicht vorhanden und auch durch Stumpfgymnastik nicht zu erreichen, wurde vor der Kanaloperation durch chirurgische Umgestaltung der Stumpfmuskulatur der Kraftwulst hergestellt. „Überall da, wo der Stumpfmuskulatur die freie Beweglichkeit fehlt und durch sachgemäße Vorbehandlung nicht erzielt werden kann, ist die operative Bildung von Kraftwülsten geboten. ...Die operative Bildung der Kraftwülste muß vor allem eine ausgiebige Mobilisierung der Muskulatur anstreben.“<sup>243</sup>

Der "Kanal" wird aus gesunder Haut gebildet. Er ist allseitig vom "Kraftwulst" umschlossen und macht daher jede Verkürzung der Muskulatur mit. Die willkürlichen Muskelbewegungen werden dadurch auf den in dem Kanal eingelegten Stift übertragen, der durch Bügel und Metalldraht mit dem mechanischen Getriebe der Prothese verbunden ist. Bei Verkürzung der

---

<sup>243</sup>ibidem, S. 74.

Muskulatur steigt der Stift, bei ihrer Entspannung senkt er sich. Je größer ihre physiologische Verkürzung ist, desto effektiver ist ihre Leistung. Der Stift stellt also den Ausgangspunkt für die Bewegung der Kunsthand dar.

An Hand der Kraftwulstbildung läßt sich die Entwicklung der Sauerbruch'schen Operationsmethodik aufzeigen. Im Februar 1916<sup>244</sup> schrieb Sauerbruch noch, daß die Methode der Kraftwulstbildung für alle Stumpfformen, außer für den kurzen Oberarmstumpf ausgearbeitet worden sei. Beim kurzen Oberarmstumpf würde die Bildung eines Kraftwulstes auf Grund der mangelnden Beweglichkeit des Stumpfes im Schultergelenk die Leistung desselben verschlechtern. Bereits im Mai 1917<sup>245</sup> erklärt er, daß man bei guter Beweglichkeit und Verschieblichkeit der Stumpfmuskulatur am Oberarm "fast immer" und am Unterarm "sehr häufig" auf die Kraftwulstbildung verzichten kann. Um dann schließlich 1923 eine weitere Neuerung hervorzuheben: „Ein wichtiger Fortschritt ist die Erkenntnis, daß "Kraftwülste" nicht grundsätzlich notwendig sind. Bei den Oberarmen verzichtet man sogar im allgemeinen darauf und beginnt sofort mit der Kanalisierung. Auch an Unterarmen sind sie oft überflüssig. Nur wenn es durch intensive Übung nicht gelingt, die Muskeln oder Muskelgruppen völlig frei beweglich zu machen, muß man vor der Kanaloperation Kraftwülste bilden....Erübrigt sich die Herstellung von Kraftwülsten, so darf einzeitig operiert werden.“<sup>246</sup> Bei fehlender Muskelbeweglichkeit, insbesondere bei großen Narben, ebenso bei Reamputationen an langen Unterarmstümpfen, bei denen die Sehnen untereinander mit dem Knochen verwachsen sind, wurde operativ zweizeitig vorgegangen. Die Kanalbildung erfolgte dann 3-5 Wochen später in einer 2. Operation.<sup>247</sup> Nach einer Reamputation wartete man sogar 8-12 Wochen mit der Kanalbildung.<sup>248</sup> Der "Kraftwulst" mußte in der Lage sein eine Arbeitsleistung zu vollbringen, die imstande war die Mechanik der Prothese zu bedienen. Er benötigte dafür genügend Kraft und Hubhöhe. Unter Erfüllung dieser beiden Eigenschaften konnte von ihm eine Arbeitsleistung erwartet werden. Da Reibung und Weg in der Prothese einen Teil der Kraft absorbieren, war ein Mindestmaß an Kraft erforderlich. „Nach unseren Erfahrungen muß man 3-5 kg als Mindestforder-

---

<sup>244</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S. 141.

<sup>245</sup>Sauerbruch, F., 1917 a, S. 657.

<sup>246</sup>Sauerbruch, F., Horn, C. ten, 1923, S. 6.

<sup>247</sup>ibidem, S. 74-75.

<sup>248</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 489.

ung ansehen, und zwar 5 kg für den Oberarm, 3 kg für den Unterarm. Diese Zahlen sind bis jetzt immer erreicht, in der Regel aber weit überschritten worden.“<sup>249</sup>

Neben der Kraft ist die zweite Eigenschaft des Kraftwulstes die Hubhöhe. Beim Anspannen der Unterarm- oder Oberarmstumpfmuskulatur wird ein Weg zurückgelegt, den man Hub nennt. Der Hub wird zur Bewegung der Finger an der Kunsthand benutzt. Die größte Kraft hatte keinen Wert für die Prothese, wenn die Hubhöhe nicht ausreichend war. „Als Mindestmaß soll für den Oberarm 2 cm, für den Unterarm 1-1,2 cm gelten.“<sup>250</sup> Alle Muskeln, die weit vom Gelenk, das sie bewegen, entspringen, haben eine große Hubhöhe. Setzt sich der Ursprung bis nahe an das Gelenk fort, so ist der Hub geringer. Die tiefergelegene Muskelschicht gehört zur letzten Gruppe, da sie breit vom Knochen entspringt. Ohne operative Umgestaltung eignet sie sich deshalb nicht zum Kraftwulst. Dagegen weisen die oberflächlichen Muskelgruppen meistens größeren Hub auf. In vielen Fällen sind sie noch so gut beweglich, daß sie einen “natürlichen Kraftwulst“ darstellen, weil die darunter gelegene Muskelmasse eine Verwachsung mit dem Knochen verhindert hat. So sind der M.biceps, der lange Kopf des M.triceps, der M.pectoralis major, die oberflächlichen Handbeuger infolge ihrer starken Kontraktilität als “natürliche Kraftwülste“ sehr geeignet.

Die Arbeitsleistung der Kraftquelle ist nach dem physikalischen Gesetz der Mechanik meßbar. Arbeit ist das Produkt aus Kraft und Weg. Übertragen auf die Kraftquelle bedeutet das Produkt aus Hubhöhe und Gewicht die Arbeitsleistung des Kanals. Diese wird in Zentimeterkilogramm angegeben. „Auf dieses physikalische Gesetz muß auch unsere chirurgische Aufgabe Bezug nehmen. Größte Verkürzung des Muskels und größte Kraft geben zusammen größte Arbeitsleistung. Je kleiner der Hub, desto größer wird die Kraft und je kleiner die Kraft, desto größer wird der Hub des Muskels sein müssen.“<sup>251</sup> Nachdem die Invaliden im Besitz der Stifte waren, wurde die Arbeitsleistung am Zugapparat gemessen. In Singen standen drei Modelle zur Verfügung. „Mindestanforderung an Arbeit für den Oberarm 10 kg/cm, für den Unterarm 3-4 kg/cm. Unsere Durchschnittszahlen sind jedoch viel größer. Bei Oberarmen sind Leistungen von 100 kg/cm keine Ausnahmen.“<sup>252</sup> Jedoch kam die am Zugapparat gemessene

---

<sup>249</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 72.

<sup>250</sup>ibidem, S. 72.

<sup>251</sup>Sauerbruch, F., 1919, S. 236.

<sup>252</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, S. 73-74.

Kraft keineswegs in gleicher Höhe an der Kunsthand zum Vorschein. „Den Kraftverlust in der Prothese gegenüber der Leistung am Zugapparat kann man mindestens auf 60 % annehmen.“<sup>253</sup>

Sprach Sauerbruch im Oktober 1915<sup>254</sup> noch von „3 Operationstypen“, so gibt er 1923<sup>255</sup> fünf Operationsverfahren an. „Sie unterscheiden sich nicht allein durch die Art der Ausführung, sondern auch durch den Zeitpunkt der Kanalbildung. ... Von den fünf verschiedenen Verfahren ist bei dem zweiten und dritten die Kanalisierung in zweiter Sitzung angezeigt. Bei dem vierten und fünften werden Kanal und Kraftwulst in einem einzigen Eingriffe hergestellt. Dagegen ist es bei dem ersten Verfahren unwesentlich, ob die Kanalisierung zur selben Zeit oder nachträglich erfolgt.“<sup>256</sup> R. Bestelmeyer, Leiter des im Herbst 1918 gegründeten Amputationslazarettes in München, gibt 1920 noch 4 Haupttypen von Operationen an.<sup>257</sup>

Drei der fünf Operationsverfahren wurden von Sauerbruch selbst entwickelt ( Methode I, II, IV). Die beiden übrigen Verfahren stellen eine Modifikation der Kraftwulstbildung dar und wurden einerseits von E. Borchers (Tübingen)<sup>258</sup> und R. Bestelmeyer (Methode III) andererseits von W. Anschütz (1870-1954)<sup>259</sup> eingeführt (Methode V). Borchers und Bestelmeyer unterfütterten die breit losgelöste Muskulatur mit einem transplantierten Fettlappen und erreichten dadurch eine gute Beweglichkeit des Kraftwulstes, insbesondere bei Muskeln mit starkem Querschnitt, bei breiter Knochenanheftung und besonders beim M. triceps. Die häufigste Form der Kraftwulstbildung bestand nach Sauerbruch (Methode II) im Loslösen der Muskeln und Zurückschlagen ihrer Enden nach außen. Zur Deckung des meist danach zum Vorschein kommenden Knochens verwendete er einen gestielten Hautlappen aus der Brust oder dem Bauch (Thiersch-Transplantation). Nur bei sehr langen Unterarmstümpfen wurde eine Kürzung des Knochens vorgenommen, damit der prothesenzuversorgende Arm nicht länger als der gesunde wurde.

Als Methode I (Sauerbruch) galt die einfache Durchtrennung von Verwachsungen der Muskeln

---

<sup>253</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 503.

<sup>254</sup>Sauerbruch, F., 1915, S. 125-126.

<sup>255</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 74-75.

<sup>256</sup>ibidem, S. 75-76.

<sup>257</sup>Bestelmeyer, R., 1920, S. 760; Anmerkung: Sauerbruch wechselte zum Wintersemester 1918/19 von Zürich nach München.

<sup>258</sup>Borchers, E., 1917, S. 1097-1100.

<sup>259</sup>Anschütz, W., 1919, S. 459-461.

oder Sehnen am Stumpfende. Bei Methode IV (Sauerbruch) wurde die losgelöste Muskulatur in Form einer Schlinge über dem Kanal zurückgeschlagen. Dieses Verfahren empfahl sich bei Muskeln von geringem Querschnitt und bei längeren Unterarmstümpfen. Beim Anschütz-Verfahren (Methode V) wurde der Muskel kurz unterhalb des Kanals quer durchtrennt und von der Schnittfläche aus in Längsrichtung gespalten. Der obere Teil des gespaltenen Muskels wurde über den Kanal geschlagen und unterhalb mit dem anderen Teil vereint. Diese Operationsmethode konnte bei gut beweglichen, kräftigen Muskeln gewählt werden, so beim M. biceps, beim Caput longum des M. triceps und beim M. pectoralis major u.a..

### 6.3. Kanalbildung

Für die Kanalbildung entwickelte Sauerbruch 2 Methoden, eine weitere wurde durch Anschütz<sup>260</sup> ergänzt. Da sich der Kraftwulst gewöhnlich nahe dem Stumpfende befand, sah Sauerbruch die Kanalbildung mittels eines Stiellappens aus der Haut des Stumpfes als das Verfahren der Wahl an. Seine Herstellung erfolgte anfänglich aus zwei schmalen Hautlappen, später (1916) durch einen zum Schlauch vernähten breiten, gestielten Stumpfhautlappen. Seine Innenwand wird von der Epidermis gebildet. Die Naht des Hautschlauches mußte proximal gerichtet sein, um einen späteren Stiftdruck auf die Narbe zu vermeiden. Die Tunnelierung der Muskulatur erfolgte schonend mit Hilfe eines konischen Dilatators nach Sauerbruch<sup>261</sup> in quere Richtung durch die Muskelfasern zwischen dem oberflächlichen und dem mittleren Drittel des Muskelquerschnittes, dort, wo der Muskel seinen besten Hub hat. Der Muskelkanal besaß einen Durchmesser von 2 ½-3 cm.<sup>262</sup> Der gebildete Hautschlauch wurde anschließend durch die durchbohrte Muskulatur gezogen und sein freies Ende nach Stadler in einem kleinen Hautschlitz mit Seidennähten an der gegenüberliegenden Hautwand eingenäht.<sup>263</sup> Die von Sauerbruch gelegten Hautkanäle besaßen in der Regel ein Durchmesser

---

<sup>260</sup>ibidem

<sup>261</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 80, Abb. 43.

1916 wurde der Muskelkanal noch mittels einer Kornzange angelegt; siehe Sauerbruch, F., 1916 c, S. 111 (Figur 71.) und S. 113. Zimmermann, A., berichtet 1919 über den Gebrauch von Hegarschen Uterusdilatatoren der Firma Jetter und Scherer in Tuttlingen, siehe Zimmermann, A., 1919, S. 507.

<sup>262</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 79.

<sup>263</sup>ibidem, S. 84, S. 85 (Abb. 47.), S. 86 (Abb. 48.)

von 1-1,2 cm.<sup>264</sup> Wichtig war, daß die Kanäle gerade, daß heißt symmetrisch und quer durch den Muskel gelegt wurden. Anfangs wurde der „Kraftkanal“ sowohl längs als auch quer durch den Muskelwulst gelegt, jedoch hatte sich herausgestellt, daß bei querem Verlauf die Kraft des Muskels am besten ausgenutzt wird und die Belastung des Stiftes am günstigsten ist.<sup>265</sup> Schiefe Kanäle waren für die Prothese schwer zu verwenden und führten zu einem Kraftverlust. Außerdem war es von Vorteil für die Prothese und deren Arbeit, wenn sie nicht zu nahe am Stumpfende lagen. Verhinderten Narben oder lokale Durchblutungsstörungen die oben aufgeführte Kanalbildung, erhielt die Verwendung eines Stiellappens aus der seitlichen Brust oder vom Bauch den Vorzug. „Bei reaktionslosem Wundverlauf ist der verpflanzte Hautschlauch nach 14-18 Tagen eingeheilt.“<sup>266</sup>

Anschütz sah nach 2jähriger Erfahrung mit dem Sauerbruchschen Verfahren in seiner Klinik in Kiel, die als Zentrum für die Sauerbruchoperation im Bereich des IX. Armeekorps galt, insbesondere das Verfahren der Hautschlauchbildung als problematisch an. „Das Schlauchende in der Haut ist und bleibt eine Klippe beim Sauerbruchschen Verfahren, an der mancher Fall scheitert, die es mit Kunst zu umschiffen gilt.“<sup>267</sup> Er verwendete nicht mehr einfach gestielte Hautlappen, sondern doppelt gestielte Hautlappen, daß heißt „Brückenlappen“ zur Kraftkanalbildung. Sauerbruch erkannte darin eine Bereicherung für sein Operationsverfahren. „Wie bei der Kraftwulstbildung sind auch für die Kanalisierung zahlreiche Abänderungen vorgeschlagen. Mit Ausnahme des Anschützchen Verfahrens stehen sie in ihrem praktischen Erfolgen wesentlich hinter unseren Methoden zurück.“<sup>268</sup>

Sauerbruch empfahl das Anschützverfahren zur Kanalisierung, wenn infolge schlechter Ernährung der Haut oder infolge von Narben das Fortbestehen des Stiellappens gefährdet erschien. Die wichtigste Frage bei allen Methoden der Kanalbildung war jedoch, an welcher Stelle der Kanal in die Muskulatur gelegt werden sollte. „Wir legen wenn möglich, den Hautkanal in die Muskelmasse selbst und vermeiden die Sehnen, deren anatomische Verhältnisse für die Einheilung des Hautschlauches ungünstig sind. ...Die günstigste Lage des

---

<sup>264</sup>ibidem, S. 102.

<sup>265</sup>Stadler, A., 1916, S. 633.

<sup>266</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 92.

<sup>267</sup>Anschütz, W., 1919, S. 459.

<sup>268</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 101.

Hautkanales in physiologischer Hinsicht ist dann erreicht, wenn sie die größtmögliche funktionelle Leistung gestattet. Man wählt deshalb den Teil des Muskels, dessen Achsenverschiebung am größten ist.<sup>269</sup> Für die Auswahl des geeigneten Muskelabschnittes faßte der Untersucher fest mit Daumen und Zeigefinger die Muskulatur der Beuger oder Strecker und forderte den Invaliden auf, den Muskel zu verkürzen. An der Stelle, an der die größte und stärkste Verkürzung des Muskels ausgemacht werden konnte, wurde der Kanal durchgelegt.<sup>270</sup> „Die Zahl der Kanäle änderte sich ebenfalls im Laufe der Zeit. Zuerst wurde nur ein Kanal gemacht, später in jedem Falle zwei. Heute haben wir eine Anzahl von Amputierten, die 3 und 4 Kanäle besitzen, wodurch weitere Möglichkeiten für die Prothese gegeben sind.“<sup>271</sup>

Bei kurzen Stümpfen besaßen die Prothesen zunächst keinen sicheren Halt. Die Stümpfe rutschten bei Betätigung aus der sie umfassenden Lederkappe heraus. In dieser Situation half man sich mit der Anlage von sogenannten „Haltekanälen“. Der Haltekanal wurde ebenfalls aus einem gestielten Hautlappen gebildet, jedoch war er mit einer Weite von 1,5 cm breiter als der Kraftkanal.<sup>272</sup> Seine Lage war unterhalb der Faszie, in der oberflächlichen Muskelschicht im Gegensatz zum Kraftkanal, der die Muskulatur kurz oberhalb der Mitte durchbohrte. Verwendet wurden die Haltekanäle bei kurzen Unter- und Oberarmstümpfen, bei Amputierten mit Handresten am Daumenballen und bei Oberarmexartikulation in der Schulter. Der Haltekanal durch den M.deltoideus ersparte dem Invaliden den „lästigen Brustpanzer“ zur Fixierung der Prothese.<sup>273</sup>

Bei kurzen Unterarmstümpfen (3-5 cm)<sup>274</sup> wurde zur besseren Befestigung der Prothese ein Haltekanal auf der Beugeseite des Stumpfes angelegt. Durch ihn wurde ein Elfenbeinstift gelegt, der durch die geschnittene Öffnung in der Lederkappe, welche den Stumpf faßte, herausragte, so daß ein fester Sitz der Prothese gewährleistet war. Durch die Haltekanäle konnten auch die verfügbaren indirekten Kraftquellen besser verwendet werden.

---

<sup>269</sup>ibidem, S. 101.

<sup>270</sup>Stadler, A., 1916, S. 626.

<sup>271</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>272</sup>ibidem, S. 103.

<sup>273</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 496.

<sup>274</sup>ibidem, S. 493.

#### 6.4. Muskelkanalstift

„Die Stifte, die wir hier zum Einlegen in die Kanäle benutzen, sind aus Elfenbein, alles andere Material ist weniger gut, Holzstifte quellen durch die Wärme und Feuchtigkeit der Haut, Hornstifte sind spröder wie Elfenbein, Metallstifte oxydieren. Bei sehr gekrümmten Kanälen, für die ein Elfenbeinstift nicht gedreht werden kann, nehmen wir vergoldete Stahlstifte.“<sup>275</sup>

Sauerbruch entwickelte einen „Muskelkanalstift mit widerstandserhöhender Einlage“.

Gegenstand seiner Erfindung war, die bisher verwendeten Elfenbeinstifte durch eine Stahleinlage in ihrer Widerstandsfähigkeit zu verstärken, so daß Brüche vermieden werden und eine Splitterwirkung mit Verletzung des Muskelkanals ausgeschaltet wurde. Sauerbruch ließ sich seine Erfindung patentieren. Die Patentierung „Muskelkanalstift mit widerstandserhöhender Einlage“ für das Deutsche Reich erfolgte ab dem 15. Februar 1920 unter der Patentschrift Nr. 331515 Klasse 30d, Gruppe 1. Der Patentanspruch lautete:

„Sauerbruchscher Muskelkanalstift gekennzeichnet durch eine Stahl- oder Metalleinlage, die in den Kanalstift eingelassen ist und die Widerstandsfähigkeit des letzteren derart vergrößert, daß ein Bruch und mithin eine für den Muskelkanal gefährliche Splitterwirkung des Stiftes vermieden bleibt.“<sup>276</sup> Auffallend ist, daß diese speziellen Stifte weder in Sauerbruchs erstem Band (1916) noch in seinem zweiten Band (1923) Erwähnung finden. Der zweite Band zeigt lediglich eine Abbildung (Abb. 67., S.107) der gebräuchlichen Elfenbeinstifte in verschiedener Größe und Form. Der dort abgebildete U-förmige Elfenbeinhaken mit aufschraubbarer Sicherung fand primär bei der Kanalisierung des M.pectoralis Verwendung.

---

<sup>275</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 508.

<sup>276</sup>Deutsches Reich, Reichspatentamt, Patentschrift Nr. 331515, Klasse 30d, Gruppe 1 vom 20. 02.1920.

## 6.5. Nachbehandlung

Mit der Überwachung der Kanalheilung, die behandlungsintensiv war, begann die Nachbehandlungszeit. Die postoperative Versorgung unterlag im Laufe der Entwicklung ebenfalls einer leichten Wandlung, wenn man die ausführlichen Angaben von Zimmermann (1919)<sup>277</sup> mit denen von Sauerbruch und ten Horn (1923)<sup>278</sup> vergleicht.

Das anfängliche Durchziehen eines Gazestreifens durch den frisch angelegten Kanal wurde später wegen der Verletzungsgefahr bei der Entfernung desselben verlassen.<sup>279</sup> Die Operationswunde wurde mit einem sterilen Mullverband versorgt und am 3. postoperativen Tag erfolgte die Kontrolle der Kanalausgänge bei einem Teilverbandswechsel. Dadurch wurde der Verband auf dem Transplantat der Thierschen Hautüberpflanzung geschont. Dessen Stiel wurde am 10. Tag nach der Operation durchtrennt.<sup>280</sup> Ebenfalls wurden am 3.-4. postoperativen Tag die Bleiplattennähte, die durch den Beuger- und Streckerwulst bei der Kraftwulstbildung gelegt wurden, um ein gutes Anliegen der Haut zu erreichen, entfernt. Sie ermöglichten die gewünschte Formgebung der Wülste.<sup>281</sup> Der zweite vollständige Verbandswechsel erfolgte mit Fadenentfernung am 7. postoperativen Tag. Bei glattem Heilungsverlauf wurde nach 2-3 Wochen ein mit reizloser Salbe eingefetteter Mullstreifen vorsichtig durch den Kanal gezogen. Kleine Randnekrosen und Granulationen am Kanalausgang behandelte man nach Zimmermann erfolgreich mit Zinkperhydrol<sup>282</sup>, Sauerbruch ergänzt: Pellidol-, Bor-, Zink- und Schwarzsalsbe.<sup>283</sup> Sauerbruch<sup>284</sup> gab an, daß der Kanal nach 3-4 Wochen verheilt war; Zimmermann<sup>285</sup> nennt eine Zeit von 4-5 Wochen. War die Wundheilung erreicht und der Kanal mindestens eine Woche lang vollkommen trocken, wurde ein mit reichlich Borsalbe bedeckter Elfenbeinstift in den Kanal gelegt, der über Nacht immer entfernt wurde.<sup>286</sup> Im weiteren Verlauf gebrauchte man Puder (Salizyl- und Vasenolpuder).<sup>287</sup> Durch das Tragen der Stifte wurden die Kanäle widerstandsfähiger. Die Haut paßt sich dem auf ihr bestehenden Druck durch Verdickung an. Die Anästhesie der Kanäle währte im Durchschnitt 8-10 Wochen, danach stellte sich wieder die Sensibilität

---

<sup>277</sup>ibidem

<sup>278</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 106-117.

<sup>279</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 107.

<sup>280</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 497.

<sup>281</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 138-139, Abb. 96.

<sup>282</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 506.

<sup>283</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 109.

<sup>284</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 107.

<sup>285</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 506.

<sup>286</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 109; Stadler, A., 1916, S. 636.

<sup>287</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 109.

ein. Die ausgeheilten Kanäle bedurften der täglichen Reinigung und Abhärtung mit Alkohol. Zu ihrer Pflege erhielt jeder Amputierte eine Sonde, Gazestreifen, 50% igen Alkohol und Vaseline. Mit Erhalt der Elfenbeinstifte wurde mit leichten gymnastischen Übungen begonnen. In den ersten Tagen bestanden diese aus leichtem Anziehen des Stiftes mit der gesunden Hand. Es folgten dann zweimal täglich Stumpfübungen an einem Zugapparat zur Festigung der Kanäle und Steigerung der Arbeitsleistung der Kraftquellen. Nach vollständiger Heilung wurde Maß genommen für die Prothese mit Hilfe eines Gipsabdruckes in der Werkstatt.

Die Zeit bis zur Fertigstellung der Prothesen wurde mit Belastungsübungen ausgefüllt, die folgendes Ziel hatten: 1.) den Kanälen die nötige Festigkeit zu geben, 2.) die Muskelkraft zu heben, 3.) die beiden meist benutzten Muskelgruppen (Beuger und Strecker) selbstständig zu machen und ihr Muskelgefühl auszubilden. Die Übungen sollten zweimal täglich durchgeführt werden. Sie führten zu einer Vergrößerung der Arbeitsleistung und einer weitgehenden selbstständigen Wirkung der Kraftquellen. Bei der Arbeitsleistung waren Kraft und Hub zu berücksichtigen. Der Invalide erhielt die Aufgabe, Gewichte durch Verkürzung seines Kraftwulstes zu heben. Dabei war zu beachten, daß diese Arbeit ausschließlich von der Kraftquelle und nicht durch Zurückziehen der Schulter oder Ausweichen mit dem ganzen Körper geleistet wurde. Man hatte an der Größe des Gewichtes (Hubkraft) und an dem Grad seiner Hebung (Hubhöhe) einen genauen Maßstab für die mögliche Arbeitsleistung des Kraftwulstes. Die Kraft wurde gesteigert durch eine langsame zunehmende Belastung. „Man beginnt mit geringen Belastungen, etwa 1 Pfund, und steigert allmählich.“<sup>288</sup> Zwecks Vermehrung des Hubes war es angebracht, die Amputierten wiederholt zu stärkster Innervation aufzufordern. Die Muskeln wurden langsam zusammengezogen und im größten Verkürzungszustand einige Sekunden festgehalten. Nach der Kontraktion wurden sie durch das spannende Gewicht wieder auf ihre anfängliche Länge gedehnt.

Zimmermann stellt den Ablauf der Nachbehandlung in seinem Skript folgendermaßen dar: „Sind die Kanäle vollständig intakt, dann bekommen die Leute die Stifte eingeführt. An den Stumpfübungen nehmen sie jedoch schon früher teil, auch wenn kleine Randnekrosen noch vorhanden sind. Sind die Invaliden im Besitze der Stifte, so kommen zu den Stumpfübungen noch die eigentlichen Muskelübungen am Zugapparat. Wir besitzen davon drei Modelle. Der

---

<sup>288</sup> Zimmermann, A., 1919, S. 500.

einfachste und ursprüngliche Apparat ist der nebenstehend abgebildete.<sup>289</sup> Zwei Stützen nehmen den Oberarm bzw. den Unterarmstumpf auf. An die Stiftenden werden zwei Bügel angesetzt und mit dem über eine Rolle laufenden Zugdraht verbunden. An dem Draht hängen die Gewichte, die beliebig verändert werden können durch Abhängen, bzw. Einsetzen des einzelnen Gewichtstückes. Ein Centimetermassstab ist unmittelbar vor der Rolle angebracht. Eine am Gewichtsdraht befestigte Perle wird durch den Zug verschoben und lässt so die erreichte Hubhöhe gut ablesen. Ein zweiter Apparat ist der von Geheimrat Bethe angegebene, zu dem noch ein besonderer Stuhl gehört, dem die Fixierung der Schultern obliegt. Näheres über diesen Apparat siehe Veröffentlichung ...<sup>290</sup> Ein dritter Apparat wurde hier in den Prothesenwerkstätten angefertigt.<sup>291</sup> Er soll eine möglichst natürliche Wiedergabe der in der Prothese vorhandenen Zugverhältnisse geben. Er ist aus diesem Grunde nicht mit Rollenzug, sondern mit Bowdenzug versehen. Ein weiterer Vorteil ist die Fassung des Drahtes, der scherenförmig nach der Entfernung der Stifte am Stumpf verändert werden kann. Zentimetermass und Perle geben auch hier Uebersicht über die erreichte Zugkraft. Die Invaliden üben am liebsten am einfachsten Apparat, der zuerst beschrieben war. Der Widerstand am Apparat Nr. 3 ist ziemlich erheblich.<sup>292</sup> Die gemessenen Arbeitsleistungen am Zugapparat ergaben, daß die Unterarmkanäle wesentlich hinter den Leistungen der Oberarmkanäle zurückstanden. Die meiste Arbeit wurde von den Oberarmexartikulierten erbracht. Bei ihnen wurde aber nicht nur die reine Muskeltätigkeit, sondern auch die Bewegung der Schulter mit eingerechnet. „Die Leistungsmöglichkeit ist gegeben durch die vorhandene anatomisch und physiologisch bedingte Kontraktionsmöglichkeit des Muskels, durch den Uebungsfleiß des Patienten und durch die Brauchbarkeit der Kanäle.“<sup>293</sup>

---

<sup>289</sup>Die Abbildung fehlt im Nachlaßskript von A. Zimmermann. Gemeint ist der Apparat der Firma H. Windler (Berlin). Feststellung der Hubhöhe und Hubkraft eines Muskelwulstes, abgebildet in: Sauerbruch, F., 1916 c, S. 125. Anm.: Windler, H., 1912, Königlicher Hoflieferant für Chirurgie-Instrumente, Bandagen, Apparate zur Orthopädie, Friedrichstr. 133 a, Berlin.

<sup>290</sup>Angabe fehlt. Vermutlich gemeint: Bethe, A., 1916 b, S. 1577-1579 oder Bethe, A., 1917 a, S. 1001-1003.

<sup>291</sup>Abbildung fehlt im Nachlaßskript. Gemeint ist der Zugapparat für Amputierte nach Prof. Sauerbruch. Abgebildet in: Zimmermann, A., 1919, S. 502 (Abb. 23).

<sup>292</sup>Zimmermann, A., Vor- und Nachbehandlung der Amputierten im Reservelazarett Singen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>293</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 502 - 503.

## 7. Gründung der Singener Ersatzgliederwerkstätte und die Zusammenarbeit Sauerbruchs mit den Technikern.

Das Singener Lazarett hatte seit dem 24. Oktober 1915 (Gründung des Sonder-Lazarettes für Sauerbruch-Operationen) zwei Aufgaben zu bewältigen. Einerseits den Ausbau der chirurgischen Methode des Sauerbruchsverfahrens, andererseits die Herstellung der entsprechenden Prothesen. Die Prothesenfrage gestaltete sich in mehrfacher Hinsicht schwieriger als die chirurgische Ausarbeitung. Es gab keine Vorbilder für willkürlich bewegbare Prothesen. Zudem fehlte es an Geld, Arbeiter und einer Werkstatt im Gegensatz zum amerikanischen Carnes-Arm, der bereits seit 1909 fabrikmäßig in Kansas City, Staat Missouri, hergestellt wurde.<sup>294</sup>

Die ersten Patienten, die in Singen nach dem Sauerbruchverfahren behandelt wurden, mußten mangels eigener Werkstätte zu verschiedenen Bandagisten geschickt werden. „So befanden sich Amputierte von uns in Berlin, wo Windler die erste Prothese fertigte, in Ludwigshafen bei Bingler, in Stuttgart bei (Karl) Berg<sup>295</sup>.“<sup>296</sup> Alle diese Versuche führten zu keinem brauchbaren Ergebnis. „In jener Zeit der Not trat nun, ein Mann auf den Plan, dem wir in erster Linie unsere Erfolge zu verdanken haben, es war dies Herr Ministerialrat Dr. Ritter, Karlsruhe, der damals Geschäftsführer des Badischen Heimatdankes (Landesausschuß für Kriegsbeschädigtenfürsorge in Karlsruhe) war und der sofort bei einem Besuch in Singen die Sache durchblickte und mit voller Kraft förderte. Er gab uns Geld, dass wir eine Werkstatt mieten konnten, wo wir nun selbst bei dem Bau der Prothesen mithelfen konnten.“<sup>297</sup>

Sauerbruch selbst berichtet 1916 in seinem 1. Band „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ über die Gründung einer eigenen Werkstatt: „Nach der Drucklegung dieses Buches hat unsere Arbeit eine wesentliche Förderung erfahren. Der Landesausschuß für Kriegsinvalidenfürsorge in Baden hat die Einrichtung einer Werkstatt in Singen beschlossen.“<sup>298</sup> Ein weiterer Hinweis findet sich nochmals bei Stadler: „Durch das Entgegenkommen des (badischen) Roten

---

<sup>294</sup>Cohn, M., 1917 a, S.13.

<sup>295</sup>Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H., 1919, S. 25, 26, 691, 705 und S. 707.

<sup>296</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57, S. 11.

<sup>297</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>298</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S.143.

Kreuzes und durch Unterstützung des Kriegsministeriums sind wir jetzt in die Lage gekommen, eine Versuchswerkstätte in Singen einzurichten.“<sup>299</sup> Aus einem Brief Sauerbruchs an das Sanitäts-Departement des Kriegsministeriums vom 17. Juni 1917 geht hervor, daß die Werkstatt letztlich im April 1916 gegründet wurde.<sup>300</sup>

Der erste technische Mitarbeiter der Werkstatt war der Orthopädietechniker und Sanitätsunteroffizier Max Biedermann.<sup>301</sup> Er stammte aus Wurmlingen bei Tuttlingen, absolvierte seine Lehre in einer Tuttlinger Instrumentenfabrik und arbeitete bereits mit Sauerbruch in Zürich zusammen. Dort war er Leiter der orthopädischen Werkstätten des Kantonsspitals Balgrist, Zürich. Über ihn urteilt Stadler: „Er konnte die vielen, vielen Anregungen Geheimrat Sauerbruchs sofort in die Tat umsetzen und in kurzen Wochen hatten wir erreicht, was uns früher in längerer Zeit nicht gelingen konnte.“<sup>302</sup>(Abb. 9.)

Neben Max Biedermann wurde mit Martin Schechtl (1873-1957) ein Mechaniker- und Schlossermeister und Installateur für die Werkstatt gewonnen. Schechtl wurde in Brandstätt bei Edling (Kreis Wasserburg am Inn/Bayern) geboren. Er baute 1906 in Singen ein Haus in der Ekkehardstraße 22, machte sich selbständig und errichtete in seinem Haus eine mechanische Werkstätte und ein Installationsgeschäft. Schechtl war Stadler bereits vor dem ersten Weltkrieg durch Lieferung von Streckapparaten bekannt. Als der 43 jährige Schechtl 1916 zum Landsturm Ettligen eingezogen wurde, reklamierte ihn Stadler nach wenigen Tagen Militärdienst als unabkömmlich wieder nach Singen zurück und vermittelte die Bekanntschaft mit Sauerbruch. Nach deren Verhandlungen stellte Schechtl seine Werkstatt (Abb. 8.), in der sich heute ein Schuhhaus befindet, dem Prothesenbau zur Verfügung.<sup>303</sup>

Ein weiterer technischer Mitarbeiter war der Orthopädietechniker Theodor Otten aus der Erzbergerstraße 29 in Singen. Er wurde von Sauerbruch aus dem Lazarett Essen, wo er bereits wieder als kriegsverwendungsfähig galt nach Singen geholt. Zu den Mitarbeitern zählte auch

---

<sup>299</sup>Stadler, A., 1916, S.637; Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, Vorwort, S. III.

<sup>300</sup>Sauerbruch, F., Brief an das Sanitäts-Departement d. Kriegsministerium durch das Sanitätsamt des 14. Korps Karlsruhe vom 17.06.1917, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>301</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>302</sup>ibidem

<sup>303</sup>Gespräch mit Frau Else Georg, Tochter von Martin Schechtl, Tonbandprotokoll vom 03. März 1977, SSTA, Stadtarchiv Singen.

der Holzbildhauer Viktor Schwarz aus Bubenbach im Schwarzwald, der die Finger für die Prothesen fertigte.<sup>304</sup> Aus Stadlers Tätigkeitsbericht erfahren wir, daß ein großer Teil der ärztlichen Aufgabe in der Mitarbeit beim Prothesenbau bestand. Gerade in der fehlenden ärztlichen Mitarbeit sah Stadler die Ursache für den anfänglichen Mißerfolg beim Prothesenbau begründet.

Bis Juni 1917 erhöhte sich die Mitarbeiterzahl auf acht. Diese unterteilten sich wie folgt:

„1 Orthopädiemechaniker, der die Funktion eines Meisters versieht, 1 Bandagist, 1 Holzbildhauer, 4 Mechaniker, 1 Zeichner, der stundenweise beschäftigt wird.“<sup>305</sup>

Dem Werkstattbetrieb standen folgende Maschinen zur Verfügung:

„3 Drehbänke, 3 Bohrmaschinen, 1 Fräsmaschine, 1 Stanzmaschine, 1 Blechschere, 1 Schleifmaschine, 2 Nähmaschinen, 1 Feldschmiede und 18 Schraubstöcke.“<sup>306</sup>

Unter diesen Bedingungen gab Sauerbruch für die Anfertigung eines Kunstarmes eine Arbeitszeit von 150-200 Werkstunden an.<sup>307</sup> Dabei war zu bedenken, daß gerade bei dem willkürlich bewegbaren Ersatzglied große Unterschiede zwischen den Konstruktionen bestanden und keine Prothese gleich bei der ersten Ausführung nach Zeichnung und Stumpfabbau einwandfrei hergestellt werden konnte. Bei der Anfertigung eines Kunstarmes war vielmehr eine strenge Individualisierung notwendig.

Seit Bestehen der Werkstatt, April 1916, wurden bis Juni 1917 insgesamt 26 Kunstarme fertiggestellt. Für 22 chirurgisch vorbereitete Einarmer waren die Ersatzarme in Arbeit.<sup>308</sup>

Der Betriebsablauf selbst war anfänglich ungemein erschwert durch einen Mangel an ausgebildeten Arbeitskräften, da das Militär alle kriegstauglichen Männer zunehmend benötigte und Zivilarbeiter nicht vorhanden waren. Unter großen Schwierigkeiten konnten schließlich acht Mitarbeiter gefunden werden, um die ersten Prothesen herzustellen. „Für eine schnellere und ausgiebigere Fortentwicklung unserer technischen Aufgaben war die durchaus mangelhafte Besetzung und Einrichtung unserer Werkstatt ein Haupthindernis.“<sup>309</sup>

---

<sup>304</sup>ibidem

<sup>305</sup>Sauerbruch, F., Brief an das Sanitäts-Department d. Kriegsministerium durch das Sanitätsamt des 14. Korps Karlsruhe vom 17.06.1917, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>306</sup>ibidem

<sup>307</sup>ibidem

<sup>308</sup>ibidem

<sup>309</sup>ibidem

Sauerbruch berichtet im Juni 1917<sup>310</sup>, daß in 6-10 Wochen einschließlich der operativen Vorbereitung in den meisten Fällen der Amputierte mit der Prothese ausgestattet werden konnte. Daß in dieser Zeit sich die gesamtchirurgische und technische Aufgabe lösen ließe, wenn nur ausreichend Hilfskräfte zur Verfügung stünden. Er forderte eine Werkstatt mit mindestens 30-40 geschulten Leuten, um den im Lazarett liegenden Amputierten rasch zu einer Prothese zu verhelfen. „Dagegen unterliegt es keinen Zweifel, dass die große Mehrzahl der Amputierten Monate, einzelne sogar über ein Jahr hinaus im Lazarett sich aufhalten müssen, um die Prothese zu erlangen.“<sup>311</sup> Zu lange Wartezeiten hatten nach Sauerbruch drei entscheidende Nachteile zur Folge. Zum einen gewöhnen sich die Kriegsversehrten an die Einarmigkeit und lassen sich nur schwer mit dem Ersatzglied einschulen, zum anderen wächst der Mißmut im Lazarett bei den Amputierten. Außerdem würden sie als Arbeitskräfte solange verloren gehen, wie sie keine brauchbaren Ersatzglieder erhielten.

Am 15. Juli 1917 schreibt Sauerbruch dem Chef des Sanitätsdepartement des Kriegsministeriums, Generalarzt Schultzen, Berlin: „...Man kann heute sagen, daß bei gut eingerichteter vollwertig besetzter Werkstatt die Amputierten kaum länger auf ihre Prothesen warten brauchen als 6-8 Wochen einschließlich der Operationsvorbereitungen, eine Zeit, die zur Anpassung und Herstellung der gewöhnlichen Prothesen durchschnittlich in den Lazaretten weit überschritten wird.“<sup>312</sup>

Als Folge der Veröffentlichungen und Mitteilungen über die erzielten Erfolge durch mehrfache Demonstrationen in ärztlichen Gesellschaften, hatte sich das Interesse für das Sauerbruchverfahren gesteigert. Regelmäßig wurden Chirurgen von den Sanitätsämtern dienstlich nach Singen geschickt, um das Verfahren kennenzulernen. Die Konsequenz war, daß in einer großen Anzahl von Lazaretten die Amputierten nach der Methode Sauerbruchs operiert wurden. „So ist uns z.B. bekannt, dass in mehreren Lazaretten: Hamburg und Kiel<sup>313</sup>, weiter im Res. Lazarett des 19. Korps (Anm.: Leipzig<sup>314</sup>), dann in Aachen, Saarbrücken, Köln, Würzburg<sup>315</sup>

---

<sup>310</sup>ibidem

<sup>311</sup>ibidem

<sup>312</sup>Sauerbruch, F., Brief an den Chef des Sanitätsdepartement des Kriegsministeriums, Generalarzt Schultzen, Berlin, vom 15.07.1917, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>313</sup>Anschütz, W., Kiel: „Ich habe in der Kieler Klinik 28 Fälle operiert (Sauerbruch Verfahren), 3 davon haben bereits fertige Prothesen, die ebenfalls in Kiel in der Werkstatt der Blindenanstalt (Direktor Bundis) angefertigt sind.“ In: Verhandlungen der dritten Kriegschirurgentagung Brüssel, 11. und 12. Februar 1918, Bruns Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 113, 1918, S. 186.

<sup>314</sup>Buchbinder, Leipzig: „Im Reservelazarett Leipzig, Krankenhaus St. Georgen sind in den letzten 2 ½ Jahren 72 Fälle von Stumpfumbildungen nach Sauerbruch vorgenommen worden; von diesen betreffen 34mal die rechte, 36mal den linken Arm.“ In: Biesalski, K., 1919, S. 252.

<sup>315</sup>Anmerkung: In Würzburg operierte E. Enderlen mehre Kriegsinvaliden nach der Methode Sauerbruchs.

und München eine große Zahl Amputierter sich befinden, die alle mit lebenden Kraftquellen ausgestattet worden sind.“<sup>316</sup> Die betreffenden Lazarette hatten wohl Werkstätten, jedoch keine Arbeitskräfte, die in der Lage waren nach den neuen Gesichtspunkten den Kunstarm herzustellen. So kam es, daß sie in Singen anfragten, ob die Amputierten zur notwendigen Prothesenversorgung überwiesen werden könnten. Mit Genehmigung des Sanitätsamtes wurden so einige auswärts Operierte in Singen mit Prothesen ausgestattet. Gegenüber diesen Anforderungen bei der großen Zahl der Amputierten hielt Sauerbruch die anfänglichen acht Arbeitskräfte für völlig unzureichend.

Im Laufe der Zeit wurde mit Hilfe des Sanitätsamtes die Mitarbeiterzahl auf 25 erhöht.<sup>317</sup> Die Arbeitsräume wurden durch einen Um- und Aufbau vergrößert. Schechtl stellte dafür sein Haus zur Verfügung und zog mit seiner Familie in das Dachgeschoß. Die Werkstatt wurde nun in drei Abteilungen unterteilt. Die erste Abteilung bestand aus Orthopädiemechaniker und Dreher, die zweite beherbergte die Holzschnitzerei, in welcher auch einige Mechaniker untergebracht waren, die die Metallteile in die Hände einzubauen hatten. Die dritte Abteilung umfaßte die Lederarbeiter; außerdem wurde ein Konstrukteur eingestellt, der Konstruktionen durchprüfte und neu entwickelte. Für die Organisation des neuen Werkstattbetriebes hatte Hauptmann Dipl.-Ing. Müller vom Inf.Reg. 148, der selbst Kriegsamputierter war, in seiner Zeit als Lazarettinsasse die technische Leitung übernommen. Müller erhielt im Dezember 1917 einen Sauerbrucharm, an dessen technischer Durchbildung er mitgearbeitet hatte.<sup>318</sup> Über Müller äußerte sich Sauerbruch folgendermaßen: „Herr Hauptmann Müller hat sich mit großem Eifer und Erfolg schon jetzt des technischen Betriebes angenommen und die Leitung übernommen. Auch er hat nach eingehendem Studium der Verhältnisse in nachdrucksvoller Form sich dahingehend ausgesprochen, dass die vorgeschlagene Erweiterung der Werkstatt für eine gedeihliche Ausgestaltung der Arbeiten unumgänglich notwendig ist.“<sup>319</sup>

---

Siehe: Sauerbruch, F., 1916 c, S. 117.

<sup>316</sup>Sauerbruch, F., Brief an das Sanitäts-Departement d. Kriegsministerium durch das Sanitätsamt des 14. Korps Karlsruhe vom 17.06.1917, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>317</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57, S. 16.

<sup>318</sup>Biesalski, K., 1919, S.254.

<sup>319</sup>Sauerbruch, F., Brief an das Sanitäts-Department d. Kriegsministeriums durch das Sanitätsamt des 14. Korps Karlsruhe 17.06.1917, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Nach seiner Entlassung übernahm der ebenfalls kriegsverletzte Offizier Ingenieur Haas die technische Leitung.<sup>320</sup>

In den Arbeitsräumen der technischen Leitung befand sich ein zusätzlicher Arbeitsplatz für die Zeichner, die Konstruktionzeichnungen, Zeichnungen für Patente und Musterschutz auszuführen hatten. Zeichnungen aller in Singen gefertigter Systeme wurden unentgeltlich sämtlichen Militärwerkstätten, allen Kursteilnehmern in Singen, auswärtigen Chirurgen, Orthopäden und Leitern militärischer Werkstätten zur Verfügung gestellt.<sup>321</sup>

Im Haus der Ekkehardstraße 22 befand sich außerdem ein Lager von Elefantenzähnen, aus denen die Elfenbeinstifte, d.h. die Kanalstifte für die Armprothesen gefertigt wurden.<sup>322</sup>

Das Büro der Werkstatt wurde von Lazarettoffizieren verwaltet.<sup>323</sup>

Zu Sauerbruchs Wirken in den Arbeitsräumen äußert sich die Tochter von Schechtl: „Er war sehr streng und gefürchtet; in der Werkstatt hatte man geradezu Angst vor ihm, weil er sehr genau war mit der Anfertigung der Prothesen.“<sup>324</sup>

Ab 1918 wurde laut Stadlers Tätigkeitsbericht die Herstellung von monatlich 25-30 Prothesen erreicht.<sup>325</sup> Dagegen berichtet der Chirurg v. Brunn, der im Herbst 1918 als Patient im Singener Reservelazarett weilte, noch von einer Fertigungszeit der Prothese von 3 Monaten.<sup>326</sup>

Die Beschaffung der nötigen Rohmaterialien wurde jedoch während des ersten Weltkrieges immer schwieriger. Ihre Besorgung gelang teils durch Fabriken, teils durch die Einkaufszentrale des Reserve-Lazarettes Ettlingen. Die Gipsabgüsse der Stümpfe, die anfangs je nach Bedarf angefertigt wurden, konnten später aus Ersparnisgründen nur noch an bestimmten Tagen ausgeführt werden.<sup>327</sup>

---

<sup>320</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57, S. 19.

<sup>321</sup>ibidem

<sup>322</sup>Gespräch mit Frau Else Georg, Tonbandprotokoll vom 03. März 1977, SSTA, Stadtarchiv Singen.

<sup>323</sup>ibidem

<sup>324</sup>Gespräch mit Frau Else Georg, Tonbandprotokoll vom 03. März 1977, SSTA, Stadtarchiv Singen.

<sup>325</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57, S. 17.

<sup>326</sup>Brunn, W. von, 1919, S. 411.

<sup>327</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Sauerbruch legte großen Wert auf die Mitarbeit „tatkraftiger, intelligenter Amputierter“ in seinem Werkstattbetrieb. Von ihren alltäglichen Erfahrungen versprach er sich wertvolle Informationen für die Verbesserungen der willkürlich bewegbaren Ersatzglieder.

Biedermann, Werkmeister in Singen, weiß von zwei Beispielen zu berichten. „Ein guter Beweis für die vielseitige Verwendung dieser willkürlich beweglichen Arbeitsklatze liefert ein Unterarm-Amputierter, der seit längerer Zeit in hiesiger Werkstätte als Vollarbeiter an Schraubstock und Drehbank tätig ist. Ein anderer Oberarm-Amputierter arbeitet als Schreiner, selbständig, hobelt, stemmt und führt sonstige in diesem Fach vorkommende Arbeiten an Maschinen zur Zufriedenheit aus.“<sup>328</sup>

Stadler liefert in seinem Singener Tätigkeitsbericht (1915-1918) drei Statistiken, die Aufschluß über die Leistung des Reservelazarets geben:

*Tab. 1.: Anzahl der Patienten u. erstellten Prothesen des Reservelazarets Singen (1915-18).*

	Patienten	Prothesen
1915	27	0
1916	51	2
1917	155	71
1918	241	270
<b>Insgesamt</b>	<b>474</b>	<b>343</b>

---

<sup>328</sup>Biedermann, M., 1918, S. 222.

Die 2. Statistik zeigt eine aufgeschlüsselte Zusammenstellung der versorgten Armamputierten von 1915 bis einschließlich 1918.<sup>329</sup>

*Tab. 2.: Zusammenstellung der Armamputierten des Reservelazaretts Singen (1915-1918).*

Jahr	Doppel-Amputierte	Schulter-exarticul. rechts	OA-Amputierte		UA-Amputierte		Hand		Gesamt	
			links	rechts	links	rechts	links	rechts		
1915	1	-	-	5	5	6	4	4	2	27
1916	-	-	2	13	8	9	11	6	2	51
1917	4	2	-	45	41	28	17	9	9	155
1918	8	1	1	57	67	41	44	11	11	241
Zus.	13	3	3	120	121	84	76	30	24	474

Rechtssamputierte : 237

Linksamputierte : 224

Doppelamputierte : 13

zusammen : 474

Die Gesamtfallzahl über diesen Zeitraum betrug 474. Während das Verhältnis der Rechtsamputierten zu den Linksamputierten beinahe gleich ist, überwiegt die Anzahl der Oberarmamputierten deutlich. Die 3. Statistik bietet einen Einblick in das differenzierte Leistungsvermögen der Prothesenwerkstätte Singen. Von Oktober 1915 bis Mitte Dezember 1918 wurden insgesamt 474 Kriegsversehrte behandelt und 346 Prothesen angefertigt, unter denen sich 4 Oberschenkelprothesen und 6 besondere Geräte befinden.

---

<sup>329</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch- Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Tab. 3.: Zusammenstellung der Prothesenversorgung des Reservelazaretts Singen (1915-18).

Zeit	Gesamt- zahl	Gebrauchs- hände	Arbeits- hände	Gebr. Hände Ellbogen- zug	Arbeits- hände Ellbogen- zug	Gebr. Hände f. Exartikulierte	Hände f. Handreste	Ober- schenkel- Prothesen	bes. Apparate
1916	2	2	-	-	-	-	-	-	-
1917	71	50	6	7	2	2	3	1	-
1918									
Januar	14	9	2	2	1	-	-	-	-
Februar	13	8	3	1	-	-	-	1	-
März	18	10	5	2	-	-	1	-	-
April	18	6	5	2	1	1	2	1	-
Mai	18	13	-	-	-	-	1	-	-
Juni	25	13	7	3	1	-	1	-	-
Juli	28	16	6	3	-	-	1	1	1
August	28	17	4	5	1	-	1	-	-
September	32	22	5	4	-	1	-	-	-
Oktober	38	25	5	4	1	1	1	-	1
November	26	17	2	3	-	-	-	-	4
Dezember (Mitte)	15	11	2	2	-	-	-	-	-
<b>Gesamt</b>	<b>346</b>	<b>219</b>	<b>56</b>	<b>38</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Ausserdem wurden noch angefertigt: 6 Radialisschienen, 1 Armmanschette und 1 Unterschenkelhülse.

Bis zur 3. Kriegschirurgentagung in Brüssel (11.-12. Februar 1918), die mit der Vorstellung der Singener Arbeitsklaue die allgemeine Anerkennung des Sauerbruch'schen Operationsverfahrens nach sich zog, wurden in Singen insgesamt 100 Prothesen hergestellt.<sup>330</sup> Sie unterteilen sich in: 69 Gebrauchshände, 11 Arbeitshände, 10 Gebrauchshände mit Ellbogenzug, 3 Arbeitshände mit Ellbogenzug, 2 Gebrauchshände für Exartikulierte, 3 Hände für Handreste und 2 Oberschenkelprothesen.<sup>331</sup>

<sup>330</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>331</sup>ibidem

Während 1915 noch keine Prothesen in Singen angefertigt wurden, waren es 1916 zwei Gebrauchshände. Die Anzahl steigerte sich dann auf 71 im Jahr 1917 und betrug bereits 273 im Jahre 1918. Die Zahlen weisen seit 1916 einen erhebliche Zuwachs auf. Die Jahresstatistik von 1918 enthält allerdings neben den Arm- auch 3 Oberschenkelprothesen und 6 „besondere Apparate“. Subtrahiert man diese von der Gesamtzahl der produzierten Prothesen, so lag 1918 die durchschnittliche monatliche Armprothesenversorgung bei 22. Dreizehn Doppellamputierte wurden in der Zeit von 1915 bis 1918 mit Prothesen versorgt, davon entfielen allein 8 auf das Jahr 1918.<sup>332</sup>

Nach Sauerbruchs Berufung nach München zum 1. August 1918 hatte die Singener Werkstatt noch bis ca. 1920 bestand, danach hieß der Betrieb wieder bis zu seiner Schließung 1950 Mechanische Werkstätte und Installationsgeschäft Martin Schechtl.<sup>333</sup> Einer der Lehrlinge von Schechtl hieß Pfänder. Während des 2. Weltkrieges übernahm er ein von den deutschen orthopädischen Werken unterhaltenes Geschäft (DOW), die heutige Firma Pfänder.<sup>334</sup> Im Stadtarchiv Singen befinden sich heute noch 4 Sauerbrucharmprothesen von M. Pfänder ( 2 Sauerbruchunterarmprothesen links und 2 Sauerbruchoberarmprothesen rechts ).<sup>335</sup>

In München übernahm Sauerbruch 1918 in der Sommerstraße 16 ( Rückgebäude der früheren Frauenklinik ) einen militärischen Werkstättenbetrieb zur Herstellung seiner Prothesen. Der Betrieb „Orthopädische Werkstätte Sauerbruch“ wurde dann 1921 aus Platzgründen in die Chirurgische Universitätsklinik, Nußbaumstraße 20/22 verlegt.<sup>336</sup>

---

<sup>332</sup>ibidem

<sup>333</sup>Gespräch mit Georg, Else, Tonbandprotokoll vom 3. März 1977, SSTA, Stadtarchiv Singen.

Georg, Peter, Enkel von Martin Schechtl, Schriftliche Mitteilungen, Singen/Essen, 2000.

<sup>334</sup>Gespräch mit Georg, Else, Tonbandprotokoll 1977, SSTA, Stadtarchiv Singen.

<sup>335</sup>Das Deutsche Orthopädische Geschichts- und Forschungsmuseum e. V., Marienburgstr. 2, 60528 Frankfurt am Main beherbergt zwei Sauerbrucharmprothesen, jeweils für einen Oberarm- und Unterarm-Amputierten.

<sup>336</sup>DERSA, Deutsche Ersatzglieder-Werkstätten Dr. König KG, Raiffeisenallee 14, 82041 Oberhaching, Prospekt, 2001.

## 8. Die Suche nach der geeigneten Hand

Im September 1915 gab es noch keine künstliche Hand, die durch die Muskulatur des Verwundeten hätte willkürlich gesteuert werden können. Diese Erfahrung machte G. Schlesinger (1874-1949) bei einem Preisausschreiben des Vereins deutscher Ingenieure, das zum Thema den „Ersatzarm“ hatte.<sup>337</sup> Die Bemühungen, auf technischem Wege die fehlende Hand und den verlorenen Arm zu ersetzen, waren bereits vor dem ersten Weltkrieg zahlreich gewesen. Es gab jedoch keine Prothese, die den beiden Anforderungen formschön zu sein und funktionell viel zu leisten, nachgekommen wären. Alle bisherigen Prothesen arbeiteten passiv. Es fehlte ihnen die aktive Greiffähigkeit.

Sauerbruchs Ziel war es, der Anregung Stodolas folgend, ohne Kenntnis der Vorarbeiten Vanghettis, mit Hilfe einer Prothese die normalen Bewegungen und Leistungen der lebenden Hand nachzuahmen.<sup>338</sup> Während Stodola die technische Konstruktion einer künstlichen Hand übernahm, widmete sich Sauerbruch der chirurgisch-anatomischen Lösung.

Das wesentlich Neue des Sauerbruch-Verfahrens besteht darin, daß er die funktionstüchtige Stumpfmuskulatur bei einer Mindestlänge des Stumpfes von 10 cm kanalisiert und den Kanal mit einem gestielten, dem Stumpf entnommenen Hautschlauch auskleidet und somit die vorhandene Muskulatur als Energiequelle verwendet. Durch den Hautkanal wird ein Elfenbeinstift geführt, der mit dem zu betätigenden Prothesenteil durch Zugschnüre in Verbindung tritt. Durch den direkten Muskelanschluß an die Prothese, insbesondere an die Kunsthand wird eine Kraftquelle mit genügend Hubhöhe zur Bewegung der Kunsthand geschaffen, so daß diese in der Lage ist, den Greifakt auszuführen. Zur motorischen Kraftübertragung dienen zwei Muskelkanäle und zwar einer in den Beugern und ein weiterer in den Streckern. Der physiologische Antagonismus dieser beiden Muskelgruppen wird für die Prothesenbewegung ausgenutzt. Außer diesen Kraftquellen werden gegebenenfalls weitere Muskelkanäle als Haltekanäle zur Befestigung des Kunstgliedes angelegt. Ist die freie Beweglichkeit der Stumpfmuskulatur trotz gymnastischer Vorbehandlung nicht zu erreichen, die Muskulatur nicht gelähmt, so wird zunächst ein Kraftwulst gebildet, der eine ausreichende Mobilisierung der Muskulatur anstrebt. Der Kraftwulst vereinigt mehrere Muskeln der zusammengehörigen Gruppe. Die Leistung der operativ gebildeten Kraftquellen wird zur Bewegung der künstlichen Finger verwendet. Die Bewegung der künstlichen Gelenke wird durch Hilfskräfte betätigt. Die meist kräftigere Beugermuskulatur wird zum Faustschluß, die

---

<sup>337</sup>Schlesinger, G. , 1917 a, S. 737.

<sup>338</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 8-9; Sauerbruch, F., 1919, S. 236.

der Strecker zur Fingerstreckung benutzt. Fehlt bei kürzeren Vorderarmstümpfen die normale Pronation und Supination, so übernimmt der Streckerkanal die Pronationsbewegung im künstlichen Handgelenk; die Supination und die Fingerstreckung wird in diesen Fällen durch je eine Feder bewirkt. Aus physiologischen Gründen ist es nötig, den Muskeln in der Prothese eine gewisse Anfangsspannung zu geben.<sup>339</sup> Die funktionelle Anpassung der Stumpfmuskulatur dient der Koordinationssteuerung, die im wesentlichen von der Tiefensensibilität abhängig ist (O. Veraguth, Zürich)<sup>340</sup>.

Durch das Sauerbruchsche Operationsverfahren wurde eine direktere Kraftübertragung auf mechanische Kunstglieder als bisher möglich. Die Schaffung einer zweckentsprechenden Prothese verursachte auf Grund technischer Mängel große Schwierigkeiten, so daß es in der ersten Zeit zu keinem befriedigenden Endresultat kam. Als Gründe dafür sah Sauerbruch einerseits die Schwierigkeit der Aufgabe als solche, andererseits den Mangel an technischen Hilfskräften durch die Kriegseinberufungen und letztlich die mangelnde Zeit für notwendige Vorversuche bei den neuen Anforderungen an eine künstliche Hand an.

Als Voraussetzung für die Betätigung einer willkürlich bewegbaren Hand war der Anschluß an eine zweckmäßige Prothese notwendig. Diese mußte nach Form und Länge des Stumpfes gebaut und leicht sein. Sie mußte von solidem Material sein, am Amputationsstumpf fest ansitzen, ohne jedoch die Bewegung der Muskulatur des Stumpfes und die der Nachbargelenke einzuschränken. Die erste Prothese für die Sauerbruch Methode stellte die Firma H. Windler<sup>341</sup> in Berlin nach den Angaben von Stodola her. Ihre Einrichtung und Form entsprach den damaligen Ersatzgliedern. Sie war für einen 13 cm langen Oberarmstumpf bestimmt.

Am 06. Februar 1916 wurde sie erstmalig von Sauerbruch in der Wochenschrift „Medizinische Klinik“ vorgestellt.<sup>342</sup>

In seinem ersten Band „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ (1916) hat er sie auf den Seiten 139 bis 142 beschrieben. Die Armprothese von Windler besteht aus drei Teilen, einem Schulterring, der Oberarmhülse und dem künstlichen Unterarm mit der Hand. Der Schultergürtel ist nach Art eines Kummets ringförmig gearbeitet und legt sich anatomisch genau

---

<sup>339</sup>Sauerbruch, F.; Horn, ten C., 1923, S. 55-61.

<sup>340</sup>Veraguth, O., 1921, S. 406-431.

<sup>341</sup>Windler, H., Königlicher Hoflieferant, Chirurgie-Instrumente, Bandagen, Apparate zur Orthopädie, Berlin, Friedrichstr. 133a.

<sup>342</sup>Sauerbruch, F., 1916 a, S. 139-144.

am Schulterblatt, Brust und Schulterhöhe an. Die Oberarmhülse besteht wie der Unterarm aus gewalktem Leder und ist wie dieser hohl. Auf der lateralen und medialen Seite der Oberarmhülse verläuft je ein Metallbügel, der in einem Schaniergelenk den Unterarm trägt. Am Vorderarm des künstlichen Unterarmes ist die Hand mit einem Fortsatz eingelassen. Die Oberarmhülse ist durch einen Hebel, der in einem Gelenk endet beweglich mit dem Schultergürtel verbunden, sodaß der Stumpf im Schultergelenk seine Bewegungen der Prothese mitteilt. Durch das Innere der Prothese verläuft eine Schnur oder ein Draht, der von dem mit Kraftbügel armierten Muskelwulst ausgeht und zu der künstlichen Hand führt. Die Schnur wiederum läuft auf Rollen und trägt an ihrem oberen Ende eine Einstellungsfeder, die eine Verkürzung oder Verlängerung derselben ermöglicht. Auf diese Weise kann der Übertragungsschnur die richtige Spannung gegeben werden, so daß eine kleine Verkürzung des Muskelwulstes sich auf die künstliche Hand überträgt. Jede Kontraktion des Kraftwulstes hat eine Beugebewegung der Finger der künstlichen Hand zur Folge. Eine kräftige Kontraktion führt zum Handschluß. Gegenstände können umfaßt, gehalten und gehoben werden. In Verbindung mit der Beugung des Unterarmes läßt sich auf diese Art und Weise eine Bewegung ausführen, die den am meisten vorkommenen Leistungen des lebenden Armes und der lebenden Hand entspricht.

Der Verwendungsart der Kraftquellen zum Gebrauch der Prothesen für Ober- und Unterarme gingen eine Reihe von Versuchen voraus. Der Beugekanal wurde zum Schluß der Hand, der Streckerkanal zur Sperre der Hand, zur Handdrehung (Pro- und Supination), zur Bewegung des Handgelenkes, zum Nachsperrern, kurz zu den verschiedensten Funktionen verwendet, bis es zu der grundsätzlichen Einführung des Waagebalkens<sup>343</sup> in den Prothesen kam. Der Strecker- und Beugekanal wurde durch feine Ketten mit einem Waagebalken verbunden, von dem aus je ein Zug nach dem Handmechanismus führt. Auf diese Weise hielten sich beide Muskeln in rein physiologischer Weise das Gleichgewicht und jeder Muskel überwand beim Kontrahieren nur seinen natürlichen Antagonisten. Wie bei der natürlichen Hand konnte der Amputierte dadurch die künstliche Hand durch Anziehen des Streckermuskels öffnen und durch den Beugermuskel schließen. Zuvor wurde das Öffnen der Hand durch eine im Handkörper befindliche Feder bewirkt. Das hatte den Nachteil, daß die Kraft der Feder durch den Muskel erst überwunden werden mußte und diese beim Zufassen und Halten nachher fehlte. Der Waagebalken ermöglichte dem Amputierten ein der Physiologie entsprechenden Gebrauch der Prothese. „Die grundsätzliche Einführung des Waagebalkens vermittelt dem

---

<sup>343</sup>Anmerkung: Schreibweise im Originaltext „Waagebalken“, siehe Sauerbruch, F., 1916 c, S. 138.

Amputierten gefühlsmässiges Oeffnen und Schliessen der künstlichen Hand.“<sup>344</sup> Die Kraftentfaltung wurde dadurch erheblich größer. Eine Ermüdung des Muskels war bei diesem System ausgeschlossen, weil der Waagebalken ein ständiges willkürliches Entlasten jeder Muskelgruppe gestattete. Diese Anordnung wurde durch die Mitarbeit des Ingenieurs Müller möglich, der eine gute Drehfunktion durch Stumpfbewegung (Stoßen des Stumpfes in die Manschette) fand, so daß der Streckerkanal den man früher zur Handdrehung gebrauchte, frei wurde.<sup>345</sup>

Noch schwieriger als die Konstruktion der Prothese war der Bau einer zweckmäßigen Hand. Die erste Hand war von Stodola in Zürich entworfen worden. Es war eine Breitgreifhand. Sauerbruch versteht unter der Herstellung einer „Breit-Greif-Hand“: „Die Greifhand, welche das Erfassen von Gegenständen durch den zweiten bis fünften Finger und zugleich die Streckung derselben willkürlich ermöglichen soll, hat als grobe Arbeitshand Dienste zu tun.“<sup>346</sup> Stodolas Hand findet erstmals Erwähnung in Sauerbruchs erster Veröffentlichung zu diesem Thema im Oktober 1915 in der Weise, daß mit ihr der Nachweis gelang eine spontane Bewegung der Kunsthand mit Hilfe von organischen Kraftquellen erzielen zu können.<sup>347</sup> Abgebildet erscheint sie in seinem Artikel in der „Medizinischen Klinik“ vom 06. Februar 1916, in dem er über die Weiterentwicklung seiner Arbeit berichtet, jedoch ohne speziell auf die Hand einzugehen. Er beschreibt lediglich die Armprothese der Firma Windler, die den Anschluß der neuen Kunsthand erst ermöglicht. In seinem ersten Band (1916) erfolgt eine ausführliche Darstellung Stodolas Hand. „Trotz der erklärlichen Mängel und Fehler einer ersten Konstruktion ist es möglich gewesen, mit diesem Modell den Beweis zu erbringen, daß die neue Methode durchführbar ist und auch praktische Bedeutung erreichen wird.“<sup>348</sup> In einem Schreiben vom 06. Dezember 1915, welches sich an Prof. W. Reichel, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke in Siemensstadt bei Berlin, richtet, teilt Sauerbruch seine Einschätzung von Stodolas Hand mit. „Unter der Voraussetzung, dass wir eine dem Mechanismus der lebenden Hand nahe kommende Konstruktion einer künstlichen Hand besäßen, würde das Problem einer willkürlich beweglichen Hand als gelöst bezeichnet werden

---

<sup>344</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 418.

<sup>345</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 510

<sup>346</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 131.

<sup>347</sup>Sauerbruch, F., 1915, S. 125-126.

<sup>348</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 138.

müssen. Eine solche von Herrn Prof. Stodola als erster konstruierte Hand genügt aber billigen Anforderungen nicht.<sup>349</sup>

Stadler nennt die Gründe, weshalb Stodolas Hand über das Versuchsstadium hinaus keine weitere Verwendung fand. „Die Übermittlung der Kraft des Muskels zum Handmechanismus geschah durch Saiten. ...Die Kraft dieser ersten Hand erwies sich als zu gering, die Saiten rissen, die Leistungen im Ganzen waren schlecht.“<sup>350</sup>

Dennoch hatte Stodolas Konstruktion zur Weiterentwicklung der Methode beitragen können. Mit ihr gelang es zum einen das Sauerbruchverfahren umzusetzen, zum anderen verwendete er erstmalig im Handkörper einen Waagebalken, indem die Saiten der Finger für die Kraftübertragung zusammenliefen, so daß durch seine Einschaltung sie unabhängig voneinander bewegt werden konnten und ein Umfassen von verschiedensten Gegenständen ermöglicht wurde. „Die Einführung dieses Waagebalkens ist eine Verbesserung gegenüber den Händen älterer Konstruktionen.“<sup>351</sup>

Der Anfang war mit Stodolas Hand gemacht, doch um bereits zu einem empfehlenswerten Verfahren zu gelangen, fehlte immer noch die geeignete Hand. Stadler weiß zu berichten, daß man oft geneigt war, zu resignieren, die Handfrage jemals lösen zu können. „Handmodelle standen uns von verschiedensten Seiten in ziemlicher Anzahl zur Verfügung, alle hatten sie fast stets einen Grundfehler, der darin bestand, dass der zum Fingerschluß benötigte Weg in gar keinem Verhältnis zu dem mit Kraftkanälen im Durchschnitt erreichten stand.“<sup>352</sup> Von Stadler erfahren wir weiter, daß es letztlich dem unermüthlichen Einsatz Sauerbruchs zu verdanken war, bei der Suche nach einer zweckmäßigen Hand nicht aufzugeben. Eines Tages brachte Sauerbruch eine Hand aus der Schweiz mit, die der deutsche Bandagist Felix Rohrmann, der in St. Gallen lebte, auf Sauerbruchs Anregung hin gebaut hatte.<sup>353</sup> Nach Angabe von Schlesinger existierten bereits Schutzrechte für die Rohrmann-Hand seit dem 22.12.1914.<sup>354</sup>

Diese Hand bedeutete einen großen und entscheidenden Fortschritt für das Sauerbruchverfahren. Es ist eine Spitzgreifhand. Bei der Spitzgreifhand, auch „Feinhand“ von Sauerbruch

---

<sup>349</sup>Sauerbruch, F., Brief an Prof. Dr. Ing. W. Reichel, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Siemensstadt bei Berlin vom 06.12.1915, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>350</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>351</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 138.

<sup>352</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 510.

<sup>353</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>354</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 395 und S. 521.

genannt, berührt der eingliedrige Daumen den 2. und 3. Finger und greift zwischen deren Fingerbeeren ein. Sie diente für feinere Arbeiten und erfaßt die Gegenstände zwischen der Spitze des Daumens und der Fingerplatte des 2. und 3. Fingers. Den 4. und 5. Fingern kam keine Funktion zu. Die Finger 1, 2, 3, der Kunsthand wurden zum besseren Halten und Greifen mit Gummikappen versehen, außerdem erhielten die Finger etwas überstehende Stahlfingernägel, damit auch schmale Gegenstände wie Münzen, Nadeln und Nägel gefaßt werden konnten. Die Rohrman-Hand ist in Sauerbruchs 1. Band (1916) auf Seite 132 abgebildet. Die Funktionen derselben werden von Stadler in Form von Fotografien bei einem Invaliden mit einem 10 cm langen Unterarmstumpf dargestellt.<sup>355</sup> Der Invalide ist mit Hilfe der Rohrman-Hand in der Lage zu fassen, zu halten, zu schreiben und kann kleinste Gegenstände, wie z.B. Streichhölzer, ergreifen. Außerdem gelingt das Abreißen eines Kalenderblattes und das Halten und Fassen eines Hammers. Die Konstruktion dieser Hand wurde von Zimmermann als einfach und sehr lange haltbar eingeschätzt.<sup>356</sup> Von Stadler und Zimmermann erfahren wir außerdem, daß diese Hand in der Singener Werkstatt vielfach verändert wurde.

Bei Schlesinger ist die ursprüngliche Konstruktionszeichnung der Felix Rohrman-Hand (D.R.P. 294 452/ 1914) abgebildet.<sup>357</sup> Die Modifikationen, die Sauerbruch bei dem Gebrauch der Rohrman-Hand vornahm, stellt er anschaulich in weiteren Skizzen dar, ohne sich jedoch näher dazu zu äußern.<sup>358</sup> Es wird die Ausführung der Rohrman-Hand mit einem und mit zwei Muskelkanälen und damit verbundenen unterschiedlichen Verwendung für diese Hand dargestellt. Die Abbildung 206 (S. 421) als „Neuere kinetische Hand mit zwei Kanälen. Bizeps zum Fingerschluß, Trizeps zur Handdrehung“ findet sich bei Gocht, Radike, Schede als Sauerbruchhand dargestellt wieder.<sup>359</sup> Hier veranschaulicht sich ein Problem, auf welches Radike bereits hinweist, daß auf Grund der zahlreichen Modifikationen bekannter Kunst Hände nicht immer mehr einwandfrei der Konstrukteur anzugeben ist. Das veranlaßte Radike, in seinem Werk auf die Namensangaben zum Teil ganz zu verzichten.<sup>360</sup>

Bestehender Musterschutz und Patentanmeldungen für Kunst Hände vereinfachten nicht gerade deren mögliche Verwendungsfähigkeit. Vergessen werden darf allerdings auch nicht, daß die

---

<sup>355</sup>Stadler, A., 1916, S. 638 -639.

<sup>356</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 513.

<sup>357</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 521.

<sup>358</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 420 - 422.

<sup>359</sup>Radike, R., 1920 b, S. 262 - 265.

<sup>360</sup>ibidem, S. 346.

Nachfrage nach einem Handsatz während des ersten Weltkrieges enorm anstieg und der bestehende Prothesenbau sich rasant entwickelte.

Letztlich setzte sich Sauerbruch nach seiner vielversprechenden Veröffentlichung im Oktober 1915 selbst unter enormen Druck auf der Suche nach einer für seine Zwecke verwendbaren Handprothese. Dieser nahm zu, als sich herausstellte, daß mit Stodolas Hand kein brauchbares Endresultat zu erzielen war, eine bessere Hand nicht griffbereit war und zu allem Übel aus der Sicht Sauerbruchs auf Initiative des Vereins deutscher Ingenieure sich die „Gemeinnützige Gesellschaft für Beschaffung von Ersatzgliedern m.b.H.“ in Berlin gründete, um für 1 ¾ Millionen Mark die Carnes-Patente am 14. Juli 1916 anzukaufen.<sup>361</sup> Die damit vorhandene Propaganda für den Carnes-Arm erschwerte bei spürbar nachlassendem Interesse an seinem Verfahren zusätzlich Sauerbruchs Arbeit. Dadurch fehlte die nötige Ruhe und Gelassenheit bei der technischen Ausarbeitung. Ende 1916 sah sich Sauerbruch veranlaßt, seinen 1. Band ohne eine verwendungsfähige Handkonstruktion für sein Verfahren anbieten zu können, zu veröffentlichen. Im Vorwort weist er darauf hin: „Die Herstellung einer willkürlich bewegbaren Hand ist bisher an einer Reihe technischer Schwierigkeiten gescheitert. Nur der chirurgische Teil hat einen gewissen Abschluß erreicht.“<sup>362</sup> Am Ende des Buches gibt er einen Überblick über „Allgemeine, anatomisch-chirurgische Forderungen für die technische Herstellung der künstlichen Hand“. Es liegt nahe, daß Sauerbruch mit der Darstellung des Entwicklungsstandes seiner Methode versuchte, eine konstruktive Zusammenarbeit mit den Technikern herbeizuführen, um einen erfolgreichen Abschluß zu erreichen. „Ohne Kenntnis von Bau und Funktion der lebenden Hand kann auch ein geschickter Techniker ein brauchbares Handmodell nicht herstellen. Darum wurde im ersten Teil unserer Arbeit so ausführlich die Anatomie der Hand berücksichtigt, und darum soll hier noch einmal im Zusammenhang auf wichtige Tatsachen aufmerksam gemacht werden. Die praktische Lösung unserer Forderungen liegt in der Hand des Technikers.“<sup>363</sup>

Für das unterschiedliche berufsbedingte Anforderungsprofil an die künstliche Hand, schlägt er einerseits den Bau einer „Breitgreifhand“<sup>364</sup>, auch „Grobhand“ genannt, für die am häufigsten vorkommenden Bewegungen der lebenden Hand vor, andererseits eine „Spitzgreifhand“<sup>365</sup>

---

<sup>361</sup>Reichel, W., Brief an Sauerbruch vom 28.07.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>362</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, Vorwort.

<sup>363</sup>ibidem, S.128.

<sup>364</sup>Sauerbruch, F., 1919, S. 244 (Abb. 13 a u. b.).

<sup>365</sup>Sauerbruch, F., 1919, S. 242 (Abb. 11 a u. b.).

oder auch „Feinhand“ für feinere Arbeiten und das Modell einer „Doppelgreifhand“. Seine Grundforderung an ein Handmodell lautet: „Die Funktion der willkürlich beweglichen Hand muß Bezug nehmen auf die Leistung der lebenden.“<sup>366</sup> Sauerbruchs 1. Band endet mit dem Hinweis, daß ein 2. Band folgen wird, in welchem er speziell auf ein brauchbares Handmodell eingehen will. Bis dahin sollten noch 7 Jahre vergehen.

Zimmermann, Oberstabsarzt am Reservelazarett Singen, berichtet 1919, daß die Frage, ob man die Kunsthand zum Spitz- oder Breitgreifen bauen sollte, zu Gunsten der ersteren entschieden wurde, da die meisten Bewegungen des täglichen Lebens, besonders bei gesunder anderer Hand, Spitzgreifbewegungen sind. Zudem erlaubte die in jede Hand eingebaute passive Fingersperre eine Art Breitgreifen. Nur mit dem Breitgriff war ein langes Tragen und Halten von Gegenständen überhaupt möglich.

In Ermanglung einer brauchbaren Hand unternahm Sauerbruch auf Drängen von Schlesinger und Reichel, der seit Juli 1916 auch Mitglied des Aufsichtsrates der „Gemeinnützigen Gesellschaft für die Beschaffung von Ersatzgliedern m.b.H.“ war, widerwillig Versuche die Carnes-Hand mit seiner operativen Methode zu kombinieren.<sup>367</sup> Nach mehrfachen Beratungen mit Schlesinger und Reichel in Berlin und Singen lehnte er jedoch ab, da die Carnes-Hand eine Sperrhand war, die für ihn nicht das Ideal einer künstlichen beweglichen Hand darstellte. Er sah den großen Nachteil der aktiven Sperrhände darin begründet, daß beim Greifen in Folge des sofortigen Einsetzens der Sperre jedes Gefühl in der Kunsthand verloren geht. Ist die Hand einmal gesperrt, weiß der Invalide ohne Hinsehen nicht mehr, ob er etwas in der Hand hält oder nicht. Der Vorzug, der durch zwei Kraftkanäle bedienten Kunsthand besteht aber gerade darin, daß durch die Anordnung der Kanäle erst ein feines Gefühl in der Weise entsteht, daß die geringste Zug- und Druckänderung im Hautkanal vom Muskelgefühl registriert wird und dem Amputierten eine indirekte sensorische Rückinformation gibt. Die Verwendung der Kraftkanäle ermöglicht zudem die Nachahmung der physiologischen Funktion der Kunsthand. Mit der Ablehnung Sauerbruchs, die Carnes-Hand durch Muskelkanäle zu betätigen, erlosch nicht nur das Interesse Schlesingers an dem Sauerbruchverfahren, sondern er betrieb eine ausgesprochene Propaganda für den Carnes-Arm, die wiederum eine Agitation gegen die Singener Prothese zur Folge hatte.<sup>368</sup>

---

<sup>366</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 129.

<sup>367</sup>Sauerbruch, F., 1916 b, S. 1769-1770.

<sup>368</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Bis zur Veröffentlichung seines 2. Buches 1923 berichtet Sauerbruch in seinen zwischenzeitlichen Publikationen, daß vielversprechende neue Handmodelle in Erprobung seien, ohne jedoch deren Konstrukteure zu erwähnen. Stadler hingegen nennt verschiedene Handmodelle, die sich in Singen als nicht brauchbar erwiesen. Unter ihnen befinden sich die Modelle von Schulz, Troendle<sup>369</sup> (Stuttgart, 1917), Kauffmann und Emil Spickermann<sup>370</sup> (Siegen, 1915, D. R. P. 291 784).<sup>371</sup> Fehleinschätzungen kamen auch vor. Während Stadler 1916 noch publizierte, daß zwei neue Modelle einer Breitgreifhand, die von Dr. William Loeg (Berlin) und die von den Siemens-Schuckert-Werken (Berlin) und gar das „prachtvolle“ Modell des Düsseldorfer Kunstmalers Funk, eine kombinierte Spitzgreif- und Breitgreifhand, welche die Carnes-Hand weit in den Schatten stellen würde<sup>372</sup>, als wesentlichen Fortschritt auf der Suche nach einer zweckmäßigen Hand einstufte, mußte er später eingestehen, daß auch diese nicht verwendbar waren. Die Funk-Hand, die man von dem Hüttendirektor des Düsseldorfer Werkes „Phönix“, Herrn Probst, Vorsitzender der Prüfstelle Düsseldorf, erhalten hatte, wurde als „schwer ausführbar“ bezeichnet.<sup>373</sup> Eine weitere erprobte Hand war die Fischer-Hand Prof. Biesalski's, die in der Werkstatt des Oskar-Helene-Heims in Berlin-Zehlendorf angefertigt wurde, jedoch mußte sie ebenfalls verworfen werden, da sie allein zum Fingerschluß zu viel Zug benötigte („ein Weg über 3 cm“).<sup>374</sup>

Auf der Suche nach einer zweckmäßigen Hand war für Sauerbruch von vornherein klar, daß die vielseitigen Bewegungen der lebenden Hand durch eine entsprechende Kunsthand nicht nachgeahmt werden konnte.<sup>375</sup> Im März 1918 erwähnt Sauerbruch erstmalig, wie bereits zuvor Stadler (1916), daß die bisher benutzte, willkürlich bewegliche Hand eine Spitzgreifhand ist. Beide lassen jedoch offen, um welches Modell es sich handelt.<sup>376</sup> Ob hier bereits die Hüfner-Hand gemeint ist, oder die in der Singener Werkstatt montierte und modifizierte Rohrman-Hand bleibt unklar.

Für „Kopfarbeiter“ lag nun ein brauchbares Handmodell vor, welches einen unumstrittenen Fortschritt bedeutete. Sauerbruchs Ziel war von Beginn an nicht darauf ausgerichtet nur für die

---

<sup>369</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 540-542.

<sup>370</sup>ibidem, S. 529-530.

<sup>371</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>372</sup>Stadler, A., 1916, S. 640.

<sup>373</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>374</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 510.

<sup>375</sup>Sauerbruch, F., 1918 a, S. 167.

<sup>376</sup>Sauerbruch, F., 1918 b, S. 257-258; Stadler, A., 1916, S. 623, S. 637 u. S. 640.

„gebildeten Kreise“ eine Verbesserung zu erreichen, sondern auch in Verbindung mit seiner Methode einen Fortschritt für die Arbeiter zu erzielen. Die Singener Armprothese mit den bisher zur Verfügung stehenden willkürlich beweglichen Handkonstruktionen ließ aber keine Verbesserung für Arbeiter gegenüber herkömmlich guten Arbeitsprothesen zu. So schloß sich die Suche nach einer zweckmäßigen Gebrauchshand, die einer Arbeitshand an. Diese mußte besonders stabil sein und ein festes Zufassen und Halten ermöglichen; das Aussehen war sekundär. Außerdem war bei der zu gestaltenden Arbeitsprothese Rücksicht auf die unterschiedlichen Berufsarten zu nehmen. Es konnte also keine einheitliche Arbeitshand geben.

Nach fast 2 ½ jähriger Tätigkeit im Reservelazarett Singen konnte Sauerbruch erstmalig auf der 3. Kriegschirurtagung in Brüssel am 11. Februar 1918 eine willkürlich, bewegliche „Arbeitsklaue“ mit Erfolg vorstellen.<sup>377</sup> Eine ausführliche Darstellung derselben erfolgte von Sauerbruch im März 1918 in der Münchener Medizinischen Wochenschrift.<sup>378</sup>

Die Arbeitsklaue ist ebenfalls willkürlich beweglich. Sie ist der Hand nachgebildet, jedoch fehlt ihr der kleine Finger, dadurch ist sie schmaler. Der Arbeitsansatz besteht aus einem ca. 5 cm breiten Handmassiv, an dessen distalen Ende drei kurze feste Finger angebracht sind. Die beiden äußeren Ansätze entsprechen dem Zeige- und dem Ringfinger. Zwischen diesen beiden befindet sich ein dritter, kurzer Fingerstumpf, der um ein Glied kürzer ist als die anderen Finger. Dem Mittelfingerstumpf steht der bewegliche Daumen gegenüber. Dieser ist in beiden Gelenken leicht gekrümmt. Sein Nagelglied greift zwischen Zeige- und Ringfinger und berührt in der Schlußstellung den Mittelfingerstumpf breit. Alle Finger sind am Ende abgeschrägt und nur in ihren Grundgelenken bewegbar. An der Innenfläche ihrer Spitzen sind kleine Erhöhungen, die mit Fils, Gummi oder gerieftem Metall bekleidet sind, so daß ein besonderes Festhalten ermöglicht wird. Wenn die Klaue geschlossen ist, gewinnt man den Eindruck einer geschlossenen, schmalen Faust.<sup>379</sup> Die Greif- und Faßmöglichkeit ist doppelt so stark wie bei der Spitzgreifhand. Daumen und Mittelfinger greifen spitz, die Hohlhand breit. Die Arbeitsklaue wurde ebenfalls aus Nußbaumholz hergestellt, das durch schmale Stahlfurniere noch besonders haltbar gemacht wurde. Sauerbruch formulierte sein Ziel bei der Herstellung einer Arbeitsprothese: „Wir erstrebten eine Arbeitsklaue, die in freier Betätigung, ähnlich wie

---

<sup>377</sup>Sauerbruch, F., 1918 c, S. 168 - 169; Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 418.

<sup>378</sup>Sauerbruch, F., 1918 b, S. 257-258.

<sup>379</sup>Zimmermann, A., 1919, Abb. 41. - 45., S. 515-516.

die Spitzgreifhand, fassen und halten kann. Daneben soll sie aber die Tätigkeit willkürlicher Sperrung und willkürlichen Lösens der Sperre besitzen.<sup>380</sup>

Der entscheidene Fortschritt in der Entwicklung einer brauchbaren Arbeitsprothese wurde durch die technische Mitarbeit des Dipl.-Ing. Müller-Gleiwitz erreicht, der als amputierter Hauptmann in Singen nachoperiert wurde und im Dezember 1917 selbst zum Sauerbrucharmträger wurde.<sup>381</sup> Durch ihn wurde eine „nachspannende“ durch die Muskeln bediente „feinzahnige Sperre“ in die Arbeitsklaue eingeführt.<sup>382</sup> An deren Weiterentwicklung arbeitete auch der Orthopädietechniker M. Biedermann. Die zuletzt hergestellte Arbeitsprothese wurde vom Oberingenieur L. Staufer konstruiert.<sup>383</sup>

Erwähnenswert erscheint, daß derselbe Müller in Wien am 18. September 1918 auf dem 14. Kongreß der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft eine von der Rohrmannschen Spitzgreifhand ausgehende selbstgebaute „Stufengreifhand“ mit einer neuen Fingersperre vorstellte, die noch bei geringstem Muskelhub verwendbar war. Seine Handkonstruktion verzichtet ganz auf die Beweglichkeit des 2.-5. Fingers, nur der Daumen besitzt aufgrund günstiger Hebelverhältnisse eine große Greifkraft.<sup>384</sup>

Obwohl Sauerbruch, Stadler und Zimmermann die Verdienste Müllers in der Singener Werkstatt und insbesondere die, bei der Entwicklung der Singener Arbeitsklaue hervorheben, gibt es in der Literatur ihrerseits keinen Hinweis auf sein Handmodell. Selbst Biesalski, der Schriftführer der Deutschen orthopädischen Gesellschaft, „vergißt“ Müllers Beitrag im Referentenprotokoll anzugeben. Ob es daran lag, daß für dieses „Stufengreifverfahren“ jedes physiologische Vorbild fehlt, oder weil Sauerbruch jede Fingersperre für abwegig hielt, bleibt dahingestellt. Bemerkenswert ist dieser Vorgang allemal.

Die Bedienung der Arbeitsklaue funktionierte nun derart, daß der Beugekraftkanal die Finger der Klaue ohne Einschaltung der Sperre schließt und eine Feder sie wieder öffnet. Soll nun ein Gegenstand längere Zeit unter Ausschaltung des Muskels festgehalten werden, kommt die Sperre zur Geltung. Zu der Wirkung des Beugers tritt dann der Zug des Streckers hinzu.

---

<sup>380</sup>Sauerbruch, F., 1918 b, S. 257-258.

<sup>381</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26; Biesalski, K., 1919, S.254.

<sup>382</sup>Sauerbruch, F., 1918 b, S. 257-258.

<sup>383</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>384</sup>Biesalski, K., 1919, S. 254 -258.

Durch ihn wird ein „Kniehebel“ angedrückt, der die Arbeitsklaue sperrt. Das Auslösen der Sperre übernimmt wieder der Zug des Beugerkraftkanals. Ist die Klaue gesperrt, sind beide Muskelgruppen vollkommen entspannt und der Invalide kann, ohne eine Überanstrengung seiner Kraftkanäle befürchten zu müssen, das Werkzeug, mit dem er arbeitet, festhalten. Durch das aktive Lösen der Sperre ist ihm jederzeit die Möglichkeit gegeben, die Verbindung von Klaue und Werkzeug zu unterbrechen. Dadurch kommt der Invalide nicht in die Gefahr, bei der Arbeit an einer Maschine in diese mit seiner Prothese hineingerissen zu werden. „Diese Gefahrlosigkeit ist der große Vorteil der Sauerbruch Arbeitsprothese allen anderen Arbeitsprothesen gegenüber.“<sup>385</sup> Die Verwendung der aktiven Sperrvorrichtung bei der Arbeitklaue sollte bisher bekanntgewordene schwere Unglücksfälle am Arbeitsplatz vermeiden helfen, die durch eine Verbindung der Kunsthand mit der Maschine entstanden. Die jetzige Möglichkeit im Moment der Gefahr, die Klaue von dem gefaßten Gegenstand durch Kontraktion des Streckermuskels zu lösen, war bedeutungsvoll für die Sicherheit der Amputierten. Ein weiterer Fortschritt bestand darin, daß die Bedienung einer willkürlich sperrbaren Arbeitsklaue unabhängig von der anderen Hand möglich war. Später erfuhr die Arbeitsprothese noch eine weitere Verbesserung. Der Betätigungsmechanismus wurde aus dem Handgehäuse herausgenommen und an den künstlichen Unterarm verlegt, so daß Störungen des Mechanismus besser zu erkennen und zu beheben waren. Anstelle der Kraftübertragungsketten wurde ein einfaches Hebelwerk eingebaut. Außerdem eröffnete ein einfacher Bajonetteverschluß an der Armprothese die Möglichkeit andere willkürlich bewegbare Arbeitsansätze anbringen zu können. Der Arbeitsarm konnte auch mit einer gewöhnlichen Hand in Verbindung gebracht werden.<sup>386</sup>

Die Singener Arbeitsklaue war für verschiedene Verrichtungen des Handwerks recht zweckmäßig, sobald aber besondere Greif- oder Faßbedingungen in den einzelnen Berufen vorhanden waren, mußten besondere Arbeitsansatzstücke gebaut werden.

Eine solche Spezialklaue war die sehr berühmt gewordene „Zweifingerhand“ für den Organisten Liedloff, dem im Krieg der rechte Oberarm in der Mitte abgesetzt wurde. Der Berufsmusiker wurde in Kiel bei Anschütz operiert und erhielt dort drei Muskelkanäle (Bizeps, Trizeps und im Musculus Pectoralis). In Singen wurde dann eine Sonderausführung einer Arbeitsprothese mit zwei künstlichen Fingern angefertigt, die ihn wieder in die Lage versetzten

---

<sup>385</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26, S. 7.

<sup>386</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 419.

zweihändig Harmonium und Orgel zu spielen.<sup>387</sup> Stadler berichtet von einem weiteren Musiker Anderst, dem es durch eine spezielle Sauerbrucharmprothese gelang, wieder Geige zu spielen.<sup>388</sup>

Als weitere besondere Arbeitsansatzstücke für den Sauerbruch-Arbeitsarm, die bereits vor der Veröffentlichung des 2. Bandes von Sauerbruch (1923) im Gebrauch waren, galten die „Dreifinger-Klaue“ für Landwirte, die „Mechaniker-Klaue“ (nach Fischer-Biesalski), die „Schlosser-Klaue“ und die auswechselbare „Doppelpinzette“. Die Doppelpinzette war für verschiedene Berufe erdacht, bei denen dünnere Gegenstände, wie Drähte, Nadeln und Schnüre zu ergreifen waren.<sup>389</sup>

Verweist Sauerbruch noch in seinem 1. Band (1916) in Ermanglung einer brauchbaren Gebrauchshand für sein Verfahren auf seinen Folgebänd, so erscheint dieser mit der entscheidenden Ergänzung 1923. Die Darstellung überläßt er allerdings Obergeringenieur L. Staufer (Singen). „Bei der besonderen Fragestellung, die uns im Lazarett Singen beschäftigte, kam auch die verschiedenartige Denkweise zwischen Ingenieur und Arzt deutlich zum Ausdruck. Erst als der Techniker für die physiologischen Vorgänge der normalen Bewegung Verständnis gewann und der Arzt die technischen Möglichkeiten übersah, entstand durch gegenseitige Befruchtung eine Unterlage gemeinsamer und erfolgreicher Arbeit.“<sup>390</sup>

In dem technischen Teil des 2. Bandes werden die Sauerbrucharmprothesen je nach Verwendungszweck in zwei Hauptgruppen Gebrauchsarme und Arbeitsarme unterteilt. Die Gebrauchsarme wurden für leichte Tätigkeiten, insbesondere für geistige Berufe verwendet. Die Arbeitsarme fanden dagegen ihre Verwendung bei schweren Arbeiten in der Landwirtschaft und in der Industrie. Beide setzen sich jeweils aus vier Hauptteilen zusammen: 1.) den Kanalstiften, 2.) dem Armgerippe, 3.) der Hand bzw. dem jeweiligen Arbeitsansatzstück und 4.) der Bindung. Die Gebrauchs- und Arbeitsarme wurden jeweils in Bezug auf die Amputationshöhe in vier bzw. drei Untergruppen aufgeteilt. Die Gebrauchsarme untergliederten sich in: Gebrauchsunterarme, Gebrauchsoberarme, Gebrauchssoberarme für im

---

<sup>387</sup>Stadler, A., Referat Sauerbruch-Prothesen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26, S. 9; Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 419; Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, Abb. 184, S. 207.

<sup>388</sup>Stadler, A., Referat Sauerbruch-Prothesen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26, S. 9.

<sup>389</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 207-212.

<sup>390</sup>Staufer, L., In: Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 12-13.

Schultergelenk Exartikulierte und in Sonderausführungen. Die Arbeitsarme setzen sich aus drei Untergruppen zusammen: Arbeitsunterarme, Arbeitsoberarme und in Spezialausführungen.<sup>391</sup> Die Hand und die Arbeitsansatzstücke sind für alle Typen gleich. Bei allen Gebrauchsarmen wurde nun die bisher übliche Rohrmannsche-Spitzgreifhand durch die Hufner-Hand ersetzt.<sup>392</sup> „Wir bevorzugen bei der Prothese die S p i t z g r e i f h a n d . Sie eignet sich am besten für die einfachen Verrichtungen des täglichen Lebens, die erfahrungsgemäß in der Hauptsache durch Annähern der Spitzen des 2. und 3. Fingers gegen den Daumen ausgeführt werden. ... Die H ü f n e r h a n d hat sich als die beste der bestehenden Spitzgreifhände bewährt. Durch eine einfache Hebelübertragung werden Daumen und übrige Finger einander zangenförmig genähert und wieder voneinander entfernt. Der Zug der kanalisierten Muskeln wird somit in eine Greif- und Druckleistung der Kunsthand umgesetzt.“<sup>393</sup> Jacob Hufner, ein gelernter Uhrenmacher, konstruierte die nach ihm benannte Hand 1917.<sup>394</sup> Er war damals Leiter der „Königlichen Bayrischen Orthopädischen Werkstätten“ und zählte auch zu den Mitarbeitern der Singener Werkstatt.<sup>395</sup> Bis zum heutigen Tag gehört die Hufner-Hand neben der Berliner-Hand<sup>396</sup>, eine Holzgebrauchshand, die von der Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin-Charlottenburg 1917 hergestellt wurde, zu der Grundausrüstung einer Sauerbrucharmprothese.<sup>397</sup> Die Hufnersche Zweizughand<sup>398</sup> ist ebenfalls eine Spitzgreifhand und wurde in Bezug auf die Fingeranordnung in zwei Ausführungen gebaut. Bei der meist gebräuchlichen Hufner-Hand sitzen sämtlichen vier Finger auf einer durchgehenden Achse, die mit ihren Enden im Handkörper verlagert ist.<sup>399</sup> Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich darin, daß Ring- und Kleinfinger auf einer besonderen Achse gelagert sind und an der aktiven Bewegung des Zeige- und Mittelfingers nicht teilnehmen. Sie sind passiv in die

---

<sup>391</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 180.

<sup>392</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26; Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 197.

<sup>393</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 56.

<sup>394</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 530-532.

<sup>395</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57; Plöger, J., 1991, S. 55.

<sup>396</sup>Schlesinger, G., 1917 b, S. 859-861; Hartmann, K., 1919, S. 30; Nicolai, A., 1919, S. 703-705.

Anmerkung: „Berliner-Hand“. Sie besitzt vier feste Finger und einen beweglichen Daumen. Eine solche wiegt aus Pappelholz 150 g, aus Lindenholz 170 g und aus Weidholz 200 g. Der Ansatzzapfen erhöht das Gewicht um jeweils 65 g. Die äußere Form der Hand entspricht der natürlichen Handlage bei herabhängender, entspannter, leicht geschlossener Hand. ( siehe Schlesinger, G., 1917 b, S. 859-861).

<sup>397</sup>Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 144.

<sup>398</sup>Anmerkung: Bei einer „Zweizughand“ läßt sich der Greifmechanismus aktiv öffnen und aktiv schließen.

Erfolgt die Bewegung nur in einer Richtung aktiv, in der anderen passiv durch Federzug, spricht man von einer „Einzughand“. (Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 182.)

<sup>399</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 197-199.

Hohlhand einschlagbar und können ebenso wieder gestreckt werden. „Das passive Einschlagen der zwei äußeren Finger hat den Hauptvorteil, daß die Invaliden leichter in die Tasche greifen können.“<sup>400</sup> Diese Ausführung wurde hauptsächlich bei Doppelamputierten angewandt, da bei eingeschlagenem Ring- und Kleinfinger zahlreiche Verrichtungen im täglichen Leben leichter auszuführen sind als mit der Vierfingerhand. Der Daumen und die Finger sind nur in ihrem Grundgelenk beweglich. Das Öffnen der Hand bewirkt eine Spiralfeder, der Handschluß erfolgt durch den Schulter-Stumpf-Stoß (Sauerbruch-Oberarmprothese) oder durch den Hub des Kanals übertragen durch die Zugstange der Hand, deren Hub nur 10-11 mm beträgt.<sup>401</sup> Die Finger, der Daumen und der Handkörper bestehen aus Nußbaumholz. Die Spitzgreifflächen des Daumens, des Zeige- und Mittelfingers sind mit Gummiauflagen versehen. Die Hüfner-Hand wiegt 275-290 g. Die Hand läßt sich in jeder Lage passiv sperren durch das Einschalten einer Handsperre mittels der gesunden Hand. Hierdurch wird ein längeres Tragen oder Festhalten von leichten Gegenständen ohne Ermüdung der Stumpfkraft möglich. Die passive Handsperre hat jedoch den Nachteil, daß sie ständig die Mitarbeit der gesunden Hand erforderlich macht. Bei Ohnhändern führte dies zu umständlichen Bewegungsabläufen. Sie nimmt der Hand ihre Willkürlichkeit insofern, daß ihr Träger bei Unterbrechung seiner Tätigkeit oder im Moment der Gefahr seiner spontanen Möglichkeit beraubt wird, den getragenen oder gehaltenen Gegenstand mittels Stumpfkraft loszulassen. Andererseits ist ein gut geschulter Sauerbrucharmträger in der Lage die meisten Aufgaben des täglichen Lebens ohne die passive Handsperre auszuführen, außer bei Dauerleistung, wie z.B. das Tragen einer Tasche.

Neben den beiden Hüfnerschen-Zweizughänden gab es noch die selbstsperrende Hüfnersche-Einzughand, die hauptsächlich bei im Schultergelenk Exartikulierten ohne Kraftkanäle verwendet wurde, bei denen die Hand durch Schulterstoß zu betätigen ist.<sup>402</sup>

---

<sup>400</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 513.

<sup>401</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 513.

<sup>402</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, Abb. 177., S. 198.

## 9. Erweiterung des Reservelazarettes Singen

Das erste Krankenhaus in Singen (seit 1929 Sitz des Amtsgerichts) wurde am 11. Juli 1895 in der Spitalstraße (heute: Erzbergerstraße) mit 25 Betten eröffnet (Abb. 4.). 1910 erhöhte sich die Bettenzahl wegen steigender Einwohnerzahlen auf 50. Mit Ausbruch des 1. Weltkrieges wurde zur Versorgung der Kriegsverletzten im Erdgeschoß der neuen Realschule (heute: Hegau-Gymnasium) in der Waldstraße (heute: Alemannenstraße) das Vereinslazarett eingerichtet (Abb. 5.).<sup>403</sup> Das Logierhaus der Georg Fischer-Werke (Fittings Fabrik) wurde ebenfalls zum Lazarett umgebaut. Die Unterbringung der verwundeten Offiziere erfolgte im Zentralhotel.<sup>404</sup> Am 31. August 1914 wurde das Vereinslazarett unter dem Roten Kreuz zu Singen zum ersten Mal mit Kriegsverletzten belegt.<sup>405</sup> Die Bettenzahl nahm weiter zu, da das Lazarett durch eine Verfügung des Sanitätsamtes des XIV. Armeekorps (Karlsruhe) zum Aufnahme-Lazarett ernannt wurde. Als Evakuations-Lazarett gehörten zum Lazarett Singen die Vereinslazarette Engen, Langenstein und Jmmendingen. Im September 1915 betrug die Höchstzahl der Betten 225.<sup>406</sup>

Die Entwicklung des Sonderlazarettes erfolgte zögerlich, da es meist mit frischen Kriegsverletzten belegt wurde, während der Zugang von Amputierten sehr langsam voran ging. „Am 03. November 1915 wurden weitere 13 Amputierte, die sich nach der Sauerbruchschen Methode behandeln lassen wollten durch Vermittlung des XIV. Armeekorps aus dem Reservelazarett Ettlingen nach Singen überwiesen.“<sup>407</sup> Das Sanitätsamt des XIV. Armeekorps unterstützte das neue Verfahren sehr wohlwollend und auch Generalarzt Statz und Stabsarzt Prof. Willmanns bezeugten ihr Interesse durch häufige Besuche im Lazarett.<sup>408</sup> Sauerbruch fuhr zwei- bis dreimal wöchentlich mit dem PKW von Zürich nach Singen, um im Lazarett zu operieren.<sup>409</sup>

Die in Aussicht gestellte Möglichkeit der Herstellung einer willkürlich bewegbaren künstlichen Hand mit Hilfe der eigenen Muskelkraft des Amputationstumpfes zog nach der ersten

---

<sup>403</sup>Berner, H., Brosig, R., 1994, S. 301.

<sup>404</sup>Georg, E., Tonbandprotokoll vom 03. März 1977, SSTA, Stadtarchiv Singen.

<sup>405</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>406</sup>ibidem

<sup>407</sup>ibidem

<sup>408</sup>ibidem

<sup>409</sup>ibidem

Veröffentlichung Sauerbruchs und dem Bekanntwerden seiner Tätigkeit in Singen nicht nur wegen der bisherigen unbefriedigenden Lösungen, sondern auch wegen der hohen Anzahl der Hilfsbedürftigen alle Aufmerksamkeit der Kriegsverwundeten des 1. Weltkrieges und damit auch der versorgenden Ärzte auf sich. Die „Singener Nachrichten“ sahen sich sogar veranlaßt in ihrer Ausgabe vom 05.07.1916 den Originalartikel des Physiologen A. Bethe aus der „Frankfurter Zeitung“ (Nr. 183, 1916) über „Das Problem der willkürlich bewegten künstlichen Hand“ zu übernehmen, um den Besuchern ihrer Stadt, die dort zahlreich anzu- treffenden arm- und handverletzten Soldaten zu erklären. Bethe, der sich selbst ein Bild von dem Sauerbruchschen Operationsverfahren machen wollte, berichtete begeistert über seinen Besuch im Singener Lazarett. „Eine Reihe von ausgeheilten Soldaten konnten mit ihren Muskelstümpfen Gewichte von 5 bis 25 Kilogramm hochheben; nicht einmal, sondern oftmals hintereinander, und das Ausmaß der Bewegungen betrug bis zu 4 Zentimeter. Das ist vollkommen ausreichend, um diese Energiequellen zur praktisch-nutzbaren Bewegung von Prothesen heranzuziehen. Chirurgisch-technisch ist das Problem gelöst! Zum Zweck der Ausnutzung dieser Muskelkräfte konstruierte Prothesen liegen bereits in mehreren Modellen vor, und ich konnte in Singen einen Soldaten sehen, der seine künstliche Hand mit recht beträchtlicher Geschicklichkeit benutze, obwohl er erst seit 10 Tagen mit derselben übte (er konnte verschieden gestaltete Gegenstände aufnehmen und festhalten, auch kleinere Gegenstände, z.B. eine Zigarette aus einer Schachtel nehmen, Streichhölzer anzünden und sogar etwas schreiben). Daß die richtige technische Lösung noch nicht vorliegt, ist aber wohl allen Beteiligten klar. Wie mir scheint, kann diese von den Konstrukteuren auch erst dann gefunden werden, wenn man sich über die Grenzen des Erreichbaren klar geworden ist und die physiologischen Eigenschaften der zur Arbeit vorbereiteten Muskeln genügend untersucht sind. ... Dem Techniker eröffnet sich hier ein weites Feld. Es soll hiermit aber nicht dazu aufgefordert werden, daß nun alle die, welche in dieser schweren Zeit gern nützliche Erfindungen machen, sich auf die Konstruktion neuer Armprothesen werfen. Zur vollen Ausnutzung dessen, was Sauerbruch in so erfolgreicher Weise von der chirurgischen Seite her erreicht hat, sind anatomische und physiologische Vorarbeiten nötig, ohne die auch der beste Ingenieur nur etwas ganz Unvollkommenes zu Wege bringen kann.“<sup>410</sup>

Weitere Aufmerksamkeit erhielt das Singener Lazarett dadurch, daß Sauerbruch mit einer Anzahl operierter Prothesenträger in Berlin vorstellig wurde und zwar bei Otto von Schjerning,

---

<sup>410</sup>Bethe, A., 1916 a.

Chef des deutschen Feldsanitätswesens, General E. Ludendorff (1865-1937) und dem Armeeeoberbefehlshaber Paul von Hindenburg (1847-1934), den Sauerbruch in dessen letzten Lebenstagen wegen einer Prostatahypertrophie persönlich behandelte.<sup>411</sup> Hierdurch erhielt das Singener Verfahren für das bisher Erreichte Anerkennung auf höchster Ebene. Natürlich weckte diese Öffentlichkeitsarbeit auch das Interesse zahlreicher, namhafter Fachkollegen, die sich in Singen persönlich ein Bild von Sauerbruchs Arbeit machen wollten.

Zu den Besuchern in Singen zählten, wie aus dem bisher ungedruckten Tätigkeitsbericht Stadlers hervorgeht: Prof. W. Anschütz (1870-1954), Ordinarius für Chirurgie in Kiel, der Orthopäde Prof. Hans Ritter von Baeyer (1875-1941) aus Ettlingen, Prof. A. Bethe (1872-1954), Ordinarius für Physiologie in Frankfurt a.M., der Orthopäde Prof. K. Biesalski (1868-1930), Leiter des Oscar-Helene-Heims in Berlin-Zehlendorf, der Chirurg an der Universitätsklinik Berlin Prof. M. Borchardt (1868-1948), Schüler von Ernst von Bergmann (Berlin, 1836-1907), operierte 1923 W. Lenin (1870-1924) in Moskau ein Geschöß aus dem Hals, Prof. Freiherr A. von Eiselsberg (1860-1939), Ordinarius für Chirurgie in Wien (I. Chirurgische Klinik), Schüler von Th. Billroth (1829-1894), Prof. E. Enderlen (1863-1940), Ordinarius für Chirurgie in Würzburg und Generalarzt (1914-16) im 1. Weltkrieg, Prof. C. Garrè (1857-1928), Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik Bonn (1907-1926), der Chirurg Paul von Grützner (Tübingen, 1847-1919), der Chirurg R. Göpel (Leipzig, 1864-?), Prof. H. von Haberer (1875-1959), Ordinarius für Chirurgie in Innsbruck, der Chirurg F. Härtel (Halle, 1877-?), Obergeneralarzt und Inspektor der X. Sanitätsinspektion Dr. von Hecker, Prof. Th. Kocher (1841-1917), Ordinarius für Chirurgie in Bern im Inselspital (1872-1917) seit 1909 Nobelpreisträger für Medizin für seine Arbeit über die Physiologie, Pathologie und Chirurgie der Schilddrüse, nannte das Singener Lazarett „eine Oase in der Wüste der Vernichtung“<sup>412</sup>, Obergeneralarzt Prof. P. Kraske (1851-1930), der Orthopäde, Oberstabsarzt und fachärztlicher Beirat des K.b.I. Armeekorps Prof. F. Lange (1864-1952) von der Kgl. orthopädischen Klinik in München, Prof. G. Perthes (1869-1927), Ordinarius für Chirurgie in Tübingen, Prof. G. Schmidt (1860-1935), Leiter der chirurgischen Universitätskinderklinik Heidelberg, der Chirurg Prof. V. Schmieden (1874-1946) aus Halle, der Orthopäde Prof. H. Spitzky (1872-1956) aus dem k.u. k. Res.-Spital XI (orthopäd. Spital u. Invalidenschule) Wien, der Chirurg Prof. K. Steinthal (1859-?) vom Städt. Katharinenhospital Stuttgart, der Chirurg

---

<sup>411</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57; Jaeckel, G., 1986, S. 500-521.

<sup>412</sup>Genschorek, W., 1978, S. 82.

und Oberstabsarzt Prof. O. Vulpius (Heidelberg, 1867-1936), der Heidelberger Chirurg Prof. M. Wilms (1867-1918), der Chirurg und Orthopäde Prof. L. Wullstein (1864-1930), Chefarzt am Krankenhaus „Bergmannsheil“ in Bochum und Herausgeber des „Lehrbuch für Chirurgie“ (Jena 1908) zusammen mit M. Wilms, der Chirurg und Geh. Medizinalrat Prof. O. Zeller (Berlin-Wilmersdorf, 1863-?) und eine Reihe weiterer Chirurgen und Orthopäden aus den verschiedensten Armee-Korps.<sup>413</sup>

Das große Interesse von Hospitanten, Informationen über medizinische und technische Details der Handprothese vor Ort einzuholen, führte zu Schwierigkeiten im täglichen Klinikablauf. „So anregend die vielen beinahe täglichen Besuche von Chirurgen aus dem Felde und der Heimat waren, so bildeten sie für den Betrieb des Lazaretts doch oft eine große Störung, da sie meist unangemeldet kamen und so systematisches Arbeiten störten.“<sup>414</sup>

Unterdessen nahm der Umfang der ärztlichen Arbeit im Singener Vereinslazarett seit dem 24. Oktober 1915 ständig zu. 1915 betrug die Zahl der zu versorgenden Armamputierten 27, 1916 bereits 51, 1917 stieg die Zahl auf 155 und 1918 auf 241.<sup>415</sup> Insgesamt lag die Fallzahl von Oktober 1915 bis Mitte Dezember 1918 bei 474.<sup>416</sup> Die Zunahme der zu Versorgenden erhöhte die damit verbundene verwaltungstechnische Arbeit neben der noch zu verrichtenden ärztlichen Mitwirkung in der Prothesenwerkstätte. Da diese umfangreiche Tätigkeit von Stadler allein nicht mehr zu bewältigen war, Sauerbruch nur 2-3mal in der Woche in Singen weilte, bestand die Notwendigkeit der Umwandlung des Vereinslazarettes in ein Reservelazarett. Stadler erläutert diese Notwendigkeit wie folgt: „Da an Vereins-Lazarette weder Ärzte, noch Sanitätspersonal, kommandiert werden konnten, entschloß ich mich nach persönlicher Rücksprache mit Herrn Generalarzt Statz mich im Interesse der Sache reaktivieren zu lassen. Am 01. Oktober 1916 erfolgte die Umwandlung des Vereinslazarettes in ein Reserve-Lazarett, zu dessen Chefarzt ich ernannt wurde.“<sup>417</sup>

---

<sup>413</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>414</sup>ibidem

<sup>415</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 487.

<sup>416</sup>ibidem, S. 487; Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>417</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Neben der ärztlichen Tätigkeit trat Stadler in jener Zeit auch publizistisch in Erscheinung. Unter seiner Mitwirkung erschien Ende 1916 Sauerbruchs I. Band „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“. Außerdem veröffentlichte er in demselben Jahr eine wissenschaftliche Abhandlung über die anfänglichen Fehler in der technischen Ausführung und in der Nachbehandlung bei der operativen Umgestaltung von Armstümpfen für die willkürlich bewegliche Hand.<sup>418</sup>

Die sich aus der Umstrukturierung zum Reservelazarett Singen ergebene Personalentwicklung in der Zeit von 1916-1918 schildert Stadler anschaulich in seinem Tätigkeitsbericht. „Damals war der Oberarzt der Reserve Dr. Schüler hierher kommandiert, besonderes Dankes für die verständnisvolle, fleißige Mitarbeit hat sich der seit 7.6.17 hierher kommandierte Oberarzt der Reserve Dr. Zimmermann verdient gemacht. Vom Sanitätspersonal ist der Ausbau der Massage-Methode und der Stumpfübungen der Sanitätsunteroffizier Rhode hervorzuheben, durch den der Sache gute Dienste geleistet wurden. Auch sein Nachfolger der Sanitäts-Gefreite Kratzat, sowie der Masseur Schmidt, zeigen sich durch Fleiß und Gewissenhaftigkeit in hohem Grade aus. Die Aufgabe der Sanitäts-Offiziere bestand nun noch in der Erfüllung ihrer Pflichten gegenüber den nichtamputierten Lazarettinsassen, die immer noch einen großen Prozentsatz ausmachten, da ich ein reines Amputierten-Lazarett nicht wünschte. Da das Lazarett durch den alle Kräfte in Anspruch nehmenden Betrieb des Sonderlazarett für die anderen Zweige von Ärzten fast entblößt war, fanden weitere Kommandierungen hierher statt. Zum 1. Januar 17 wurde der Marine-Stabsarzt Dr. Brunne hierher kommandiert, der jedoch am Sonder-Lazarett nicht tätig war, sondern die interne Station und das Revier für das hiesige Landsturm-Batallion übernahm. Seit 1. Oktober ist Stabsarzt Dr. Guth als weiterer Arzt am Reserve-Lazarett Singen tätig.“<sup>419</sup>

Von den genannten ärztlichen Mitarbeitern ist besonders A. Zimmermann hervorzuheben, der 1919 einen eindrucksvollen wissenschaftlichen Erfahrungsbericht über die ersten drei Jahre Sauerbruch'scher Armstumpfoperationen in Singen verfaßt hat.<sup>420</sup> Außerdem befindet sich von ihm eine unveröffentliche Abhandlung über Vor- und Nachbehandlung der Amputierten in

---

<sup>418</sup>Stadler, A., 1916, S. 623-640.

<sup>419</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>420</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 487-521.

Singen, die deutliche Korrekturen von Sauerbruch aufweist, in den Unterlagen des Nachlaß von Sauerbruch.<sup>421</sup>

Neben der Personalaufstockung wurden auch dringend zusätzliche Räumlichkeiten bei dem Zulauf von Amputierten erforderlich. Stadler berichtet, daß nach einer Prüfung vor Ort am 17.1.1917 von Generalarzt Schultzen in Begleitung von Obergeneralarzt von Hecker und Generalarzt Statz der Ausbau des Lazaretts in Form von Baracken genehmigt wurde. Aus dem Inhalt eines Briefes Sauerbruchs an das Sanitätsamt des 14. Korps in Karlsruhe gerichtet, der vom 17.6.1917 datiert, ist zu entnehmen, daß dies nicht sofort umgesetzt wurde. „Die Gründe für diese Verzögerung lagen in den schwierigen Kriegsverhältnissen. Es hat sich nach den Arbeiten des Intendanturbauamtes gezeigt, dass die Kosten dieses vorgeschlagenen Programmes zu große würden.“<sup>422</sup> Aus der Singener Stadtgeschichte und dem Gesprächsprotokoll mit Else Georg geht hervor, daß wohl zu einem späteren, nicht genannten Zeitpunkt 10-12 Baracken auf dem Platz des heutigen Gefängnisses, damals eine Kiesgrube, in unmittelbarer Nähe des damaligen Krankenhauses mit Unterstützung der Stadtverwaltung errichtet wurden.<sup>423</sup> Die Operationen nach Sauerbruch wurden im städtischen Krankenhaus in der Spitalstraße (heute: Erzbergerstraße) durchgeführt.<sup>424</sup>

Die Pionierleistung Sauerbruchs fand erst ihre allgemeine Anerkennung auf der 3. Kriegschirurgentagung in Brüssel vom 11.-12. Februar 1918. „Als dann bei dem chirurgischen Congress in Brüssel eine Anzahl operierte Prothesenträger aus dem Reserve-Lazarett Singen durch Prof. Sauerbruch vorgestellt wurden, hatte die Sache nach dem Beifall und der Anerkennung, die sie dort allgemein fand, den Sieg über die vielen Schwierigkeiten davongetragen.“<sup>425</sup>

Nach diesem Erfolg wurde zunehmend versucht, allerorts das Sauerbruchverfahren durchzuführen. Die Ergebnisse waren jedoch deutlich schlechter als in Singen.

---

<sup>421</sup>Zimmermann, A., Vor- und Nachbehandlung der Amputierten (im Reservelazarett Singen), BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>422</sup>Sauerbruch, F., Brief an Sanitäts-Departement d. Kriegsministeriums durch das Sanitätsamt des 14. Korps Karlsruhe vom 17.06.1917, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57, Blatt VIII.

<sup>423</sup>Berner, H.; Brosig, R., 1994, S. 170; Georg, E., Tonbandprotokoll vom 03. März 1977, SSTA, Stadtarchiv Singen.

<sup>424</sup>Brief vom Ortsausschuß Rotes Kreuz Singen, 04.12.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>425</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

„Die Erfahrungen über die Endresultate lauten vielfach erheblich weniger günstig als die Sauerbruchs und seiner Schule.“<sup>426</sup> Die Ursache meinte Stadler erkannt zu haben. „Diese schlechten Operationen wurden von Herren ausgeführt, die sich nicht der Mühe unterzogen hatten, an Ort und Stelle die Methode zu studieren.“<sup>427</sup> Sauerbruch sah das häufige, auswärtige Scheitern nicht nur in einer fehlerhaften Operation, sondern auch in einer ungenügenden Vor- und Nachbehandlung der Amputierten begründet, sowie in deren Disziplinlosigkeit.

„Die lockere Disziplin in den Lazaretten, der Widerstand gegen allen Zwang haben die Durchführung der notwendigen Einschulung und Uebung der Stümpfe erschwert. Die Leute versäumten die Lernstunden, oder es fehlte der Wille, möglichst viel aus dem Stumpf herauszubringen. Sie drängten nur nach einer Prothese und verließen das Lazarett, ohne dass Stumpf und Ersatzglied geprüft worden wären. Es kann nicht überraschen, dass unter solchen Verhältnissen das Ergebnis der plastischen Umwandlung der Amputationsstümpfe unbefriedigend wird. ...Fehlt ausserdem die notwendige Schulung, so war die ganze Operation umsonst. Die Prothese versagt, und der Amputierte ist enttäuscht. Solche Irrwege haben mit dem Verfahren nichts zu tun.“<sup>428</sup>

Sauerbruch und Stadler sahen ihrerseits eine große Gefahr darin, daß die schlechten auswärtigen Resultate die neue Methode in Mißkredit bringen würde. Um einerseits die bisherigen Erfolge nicht zu gefährden und andererseits möglichst viele Bedürftige außerhalb von Singen die Möglichkeit zu geben, von diesem Verfahren zu profitieren, wurden aufgrund einer Verfügung des Sanitätsdepartements Hospitationskurse für Ärzte in Singen eingerichtet.

„Es war darum eine segensreiche Bestimmung des alten Sanitätsdepartements, dass nur bestimmten Chirurgen Stumpfoperationen übertragen wurden.“<sup>429</sup> Zudem war die Durchführung des Sauerbruchverfahrens nur an einzelnen Lazaretten in jedem Korpsbezirk gestattet worden. Als Voraussetzung galt die Teilnahme an einem Singener Hospitationskurs. Diese Verfügung geschah in der Absicht, daß die Arbeit im Reservelazarett Singen durch unangemeldete Besucher störungsfrei blieb, die bisherigen Erfahrungen überall nutzbar gemacht werden konnten und die anfänglichen, erklärlichen Fehler der neuen Methode sich außerhalb Singens nicht wiederholten. An einem Kurs konnten jeweils fünf Ärzte bei einer

---

<sup>426</sup>Lotsch, F., 1925, S. 540.

<sup>427</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>428</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 418.

<sup>429</sup>ibidem, S. 418.

Dauer von 14 Tagen teilnehmen.<sup>430</sup> Das Ziel eines jeden Kurses skizziert Sauerbruch wie folgt. „Sie kamen zu einem Kurs nach Singen, um dort die Beurteilung der Stümpfe, die Ausnutzung der Muskulatur, die Anlage der Kanalbildung und den technischen Aufbau der Prothesen zu erlernen.“<sup>431</sup>

Der erste Kurs fand im Mai 1918 statt. „Die Teilnehmer desselben waren: der Korpsarzt des X. Korps (Hannover), der Chirurg und Generalarzt Prof. P. Geißler (1858-?), Chefarzt am Clementinenkrankenhaus Hannover, der Chirurg und Orthopäde Professor K. Ludloff (1864-1945) aus Frankfurt a.M., der Chirurg Dr. K. Lichtenauer (1872-1955) aus Berlin, Oberstabsarzt Appel, Brandenburg. Die Kurse, die ich (Stadler) abzuhalten hatte, folgten einander in kurzen Abständen. Nach einer Mitteilung des Sanitätsdepartements ist seit der Revolution vorerst von weiteren Kursen Abstand genommen worden.“<sup>432</sup>

Die Kursanordnung wurde von allen Teilnehmern begrüßt und für richtig erachtet, um das neue Verfahren besser verstehen zu lernen und fehlerfrei umsetzen zu können, obwohl Stadler bei der Durchführung meist auf sich allein gestellt war. „Sie (Kursteilnehmer) alle hatten mir meine Aufgabe durch ihr Verhalten sehr leicht gemacht, nachdem Prof. Sauerbruch durch seine gehäufte Arbeit in Zürich nicht in der Lage war, regelmässig mittätig zu sein, vielmehr seine Mitwirkung nur auf Vorträge über Prothesenbau und Operationsmethode beschränken musste.“<sup>433</sup>

Die Verknüpfung der Kursteilnahme in Singen mit der in Aussicht gestellten Möglichkeit der Durchführung des Operationsverfahrens führte zu einer Monopolisierung des Sauerbruchverfahrens, welches verständlicherweise Kritik nach sich zog. „Die große Zahl der Kriegsamputationen bot ein überreiches Material, daß Sauerbruch und seinen Schülern von der Heeresverwaltung fast als Monopol zur Verfügung gestellt wurde.“<sup>434</sup>

---

<sup>430</sup> Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>431</sup> Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 418.

<sup>432</sup> Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Anm.: 09.11.1918 Revolution in Deutschland, Abdankung des Kaisers, Ausrufung der Republik in Berlin durch den Sozialdemokraten Philipp Scheidemann (1865-1939), 11.11.1918 Waffenstillstand.

<sup>433</sup> Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>434</sup> Lotsch, F., 1925, S. 539.

Die im Singener Reservelazarett von 1915 bis 1918 gewonnenen Erkenntnisse faßt Zimmermann in Stichworten zusammen:

„Handreste nach Möglichkeit, kurze Unterarmstümpfe stets erhalten.

Lange Unterarmstümpfe und narbig veränderte mittellange etwas reamputieren, Kraftwülste anlegen, etwa 10 Wochen später Kraftkanäle.

Oberarmstümpfe nie reamputieren, bei Narben Stielplastiken und kleine Muskelwülste, im allgemeinen Kanaloperation gleichzeitig durch beide Muskelgruppen.

Bei ganz kurzen Oberarmstümpfen ein Kanal durch den Triceps und Haltekanal durch den Deltamuskel, gegebenenfalls letzteren allein.

Bei Schulterexartikulierten Kraftkanal durch die hintere Schultermuskulatur.

Stets intensive Vorarbeit durch Massage und aktive Uebungen, später Belastungsübungen.

Beruf, Alter und Zeit nach der Amputation sind nicht ausschlaggebend für die Indikation zur Kanaloperation.

**O p e r a t i o n s t e c h n i k:** Lappenbasis möglichst zentral nehmen, Kanalausgang in Knopflochschnitt einlegen, vorsichtig dilatieren, Kanal gerade legen. Verbandswechsel nach 3 Tagen, Bleiplatten durch Kraftwülste spätestens am dritten Tage nach der Operation entfernen.<sup>435</sup>

---

<sup>435</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 518.

## 10. Nachsorge und Schulung der Prothesenträger

Die Schulung der Kraftquellen erfolgte immer systematisch unter Berücksichtigung ihrer späteren Verwendung bei der Prothese. Aufgrund der großen Nachfrage und des Ausbaus der Singener Werkstätte konnte der Lazarettaufenthalt deutlich verkürzt werden. Die Liegezeiten betragen nach Stadlers Angaben im Durchschnitt:

„Im Jahr 1915: 15,8 Monate,  
 im Jahr 1916: 9,7 Monate,  
 im Jahr 1917: 9,4 Monate,  
 im Jahr 1918: 4,1 Monate.“<sup>436</sup>

1918 konnten die Invaliden bereits 4-6 Wochen nach der Operation entlassen werden.<sup>437</sup>

Stadler spricht Ende 1918 nur noch von einer vierzehntägigen stationären Aufenthaltsdauer.<sup>438</sup>

Nach Anfertigung der Prothese, deren Herstellung zuletzt ebenfalls innerhalb von zwei Wochen erfolgte, wurden die Invaliden durch ihr Bezirkskommando für 14 Tage zur Anprobe und Gebrauchsschulung in das Lazarett einbestellt.<sup>439</sup> Dabei wurde auf deren Beruf und Freizeit Rücksicht genommen, so daß viele ihren Urlaub zur Prothesenanpassung verwendeten.<sup>440</sup>

„...die immerhin nicht kurze Zeit des nötigen Lazarettaufenthaltes sollte für die im übrigen vollkommen gesunden, jugendlichen Amputierten keine unangenehme Kasernierung sein.“<sup>441</sup>

Außerdem stand für viele Patienten während der Gebrauchsschulung die psychisch belastende Auseinandersetzung auf Wiedereingliederung in ihren alten Beruf oder aber die Umschulung in einen neuen Beruf an. Die existenziellen Ungewissheiten hinsichtlich Krankheitsverlauf, Familie, Sozialleben und das veränderte Selbstbild belasteten das Wohlbefinden der Invaliden. Deren psychosozialen Auswirkungen und Folgezustände erforderten im Zusammenhang mit der Prothesenversorgung ein individuelles, strukturiertes Begleitungs- und Beratungsangebot zur Unterstützung der Krankheitsbewältigung.

Seit 1915 bildeten sich in allen Teilen Deutschlands Kommissionen, die sich um die

---

<sup>436</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>437</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 517.

<sup>438</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>439</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 517.

<sup>440</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>441</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 519.

Wiedereingliederung der aus dem Militärdienst entlassenen Schwerverletzten kümmerten. In diesen Ausschüssen wirkten Vertreter aller gesellschaftlichen Gruppen mit.<sup>442</sup> „Die Invaliden sollten durch die Fürsorge vor Unzufriedenheit bewahrt, seelisch gestärkt und erneut in den Arbeitsprozeß eingegliedert werden.“<sup>443</sup> Um die soziale Invalidenfürsorge zu koordinieren, gründeten die Bundesstaaten im September 1916 als Zentralstelle einen „Reichsausschuß für Kriegsbeschädigtenfürsorge“ als „anregende, beratende und begutachtende Stelle.“<sup>444</sup> Die Finanzierung der sozialen Fürsorge erfolgte nur zu einem Teil durch das Reich, das bis September 1918 10 Millionen Mark zur Verfügung stellte. Ein nicht unerheblicher Betrag wurde durch private Spenden aufgebracht.<sup>445</sup> Die medizinische Behandlung unterstand weitgehend dem militärischen Kommando, die Rentengewährung und Kapitalabfindung der Invaliden unterlag der reichsgesetzlichen Regelung (Versorgung), während die berufliche Wiedereingliederung auf einer freien und gemeinnützigen Organisation beruhte, der gesetzliche Richtlinien fehlten.<sup>446</sup>

In Singen versuchte man dem Problem der Rehabilitation in der Weise gerecht zu werden, daß eine Berufsberatungsstelle als Wegbereiter dem Vereinslazarett angegliedert wurde. Diese Aufgabe teilten sich Stabsarzt Dr. Brunne, der seit dem 01. Januar 1917 im Singener Lazarett angestellt war, und der Gewerbeschulleiter Schultheiss. Herr Schultheiss unterrichtete außerdem „die Einarmigen“ in Links-, Kurz- und Rundschrift, Maschinenschreiben und kaufmännische Buchführung. Ferner fanden Vorbereitungskurse für Werkmeister, Techniker und Poliere einschließlich der für diese Berufe erforderliche Zeichnungsunterricht statt. Zusätzlich wurden ein Bienenkurs und ein landwirtschaftlicher Kurs in Radolfzell angeboten. Bastel- und Handarbeitsunterricht fanden anfänglich in den Räumlichkeiten des Lazarets, später jedoch aus Platzgründen in der Waldeckschule statt. Die Unterrichtsorganisation wurde von der Kriegsbeschädigten-Fürsorge vom Reservelazarett Singen getragen.<sup>447</sup> Von Juni 1917 an (bis ca. 1919) wurden 81 Amputierte wieder in ihren alten Beruf vermittelt und 28 erhielten nach Umschulung eine neue Arbeitsstelle.<sup>448</sup>

---

<sup>442</sup>Thomann, K.-D., In: Eckart, W.; Gradmann, Ch., 1996, S. 193.

<sup>443</sup>ibidem, S. 193.

<sup>444</sup>ibidem, S. 193 u. S. 195.

<sup>445</sup>ibidem, S. 195.

<sup>446</sup>ibidem, S. 195.

<sup>447</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57; Brunn, W. v., 1919, S. 411.

<sup>448</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Mit Kriegsende im November 1918 erfolgte die Beschlagnahmung der Realschule als Massenquartier deutscher Soldaten aus der Schweiz. Es wurden 4 000 Soldaten in Singen einquartiert.<sup>449</sup> Damit kam der Unterricht für die Amputierten zum Teil völlig zum Erliegen. Die als Lazarett gebrauchte Realschule nahm am 20. Januar 1920 mit 303 Schülern wieder ihren Betrieb auf, so daß Räumlichkeiten und Lehrkräfte für den Unterricht der Kriegsbeschädigten fehlten.<sup>450</sup> Verständlicherweise resultiert daraus der Appel, den Zimmermann 1919 an die Regierung richtet: „Viel wichtiger als die Erhöhung der Renten ist die Erhöhung der Arbeitsfähigkeit und der Arbeitsfreudigkeit der einzelnen. ...Durch Bibliotheken und vielseitige Unterrichtsmöglichkeit, durch den Bau von Tagesräumen und die Einrichtung von Schreibzimmern und Lehrwerkstätten könnte sich der Staat den aufrichtigen Dank seiner Kriegsamputierten verdienen.“<sup>451</sup>

## 11. Finanzierungsprobleme

„Beinahe die ganzen Mittel, die in Singen die Errichtung und den Ausbau der Werkstätte und die vielen kostspieligen technischen Versuche ermöglichten, wurden von privater Wohltätigkeit gespendet. Allerdings übernahm die Militärverwaltung in dankenswerter Weise die zeitweise überaus schwierige Gestellung von geeigneten Facharbeitern und die Ausbildung einer Reihe von Chirurgen.“<sup>452</sup>

Die Tätigkeit des Chefarztes Stadler im Reservelazarett Singen beschränkte sich nicht nur auf medizinische, chirurgische Leistungen. Er hatte sich neben der Herstellung von Prothesen auch um die Finanzierung des neugeschaffenen Arbeitsfeldes zu kümmern.<sup>453</sup> „Diese Tätigkeit wurde erleichtert durch die Persönlichkeit Sauerbruch's, der manches Problem, über das Zweifel bestand, rasch zu lösen vermochte.“<sup>454</sup> Mit der Gründung des Sonderlazarettes für

---

<sup>449</sup>ibidem.

<sup>450</sup>Berner, H.; Brosig, R., Bd. 3, 1994, S. 439.

<sup>451</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 519-520.

<sup>452</sup>ibidem, S. 519.

<sup>453</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>454</sup>ibidem.

Sauerbruch Operierte waren weder Geld noch Arbeiter geschweige eine Werkstatt vorhanden, im Gegensatz zu dem Amerikaner William T. Carnes war man ohne jede Unterstützung.<sup>455</sup>

Der Mechaniker Carnes aus Warren im Staat Pennsylvanien hatte am 13. Februar 1902 bei einem Arbeitsunfall seinen rechten Arm oberhalb des Ellenbogen verloren. Anfänglich trug er einen Schmuckarm, bis er begann für sich selbst einen Ersatzarm zu konstruieren. Nachdem ihm dies zu seiner Zufriedenheit geglückt war, richtete er sich in Warren eine Werkstatt ein, um weitere Kunstarme zu bauen. Der Zufall wollte es, daß er durch Empfehlung im Dezember 1908 den vermögenden Besitzer eines Warenhauses in Kansas-City (im Staat Missouri) Herrn Prescott mit einem linksseitigen Carnesarm so gut versorgen konnte, daß dieser vor Begeisterung vorschlug, diesen Kunstarm anstelle der umständlichen handwerklichen Herstellung fabrikmäßig zu produzieren.<sup>456</sup> Im Jahre 1909 erfolgte die Gründung der Gesellschaft zur Herstellung von Carnes-Armen in Kansas-City. Dabei wurde darauf Wert gelegt, daß möglichst zahlreiche Armamputierte in dem Unternehmen beschäftigt wurden. Damit sollte der Beweis geführt werden, daß die Prothesen nicht nur für das tägliche Leben, sondern auch für das Erwerbsleben zu gebrauchen sind. Mit Dr. Binnie konnte einer der angesehensten amerikanischen Chirurgen als ärztlicher Berater für das Unternehmen gewonnen werden. „Diese Verbindung zwischen Prothesen-Erfinder, Kapitalist und ärztlichem Berater war für Amerika nichts Neues. Seit fast einem halben Jahrhundert baute sich auf diesem System die Spezialisierung der Herstellung von Kunstbeinen auf.“<sup>457</sup>

Von solch einem System war man in Singen noch weit entfernt. Die chirurgische Methode Sauerbruchs befand sich noch im Aufbau. Eine zweckmäßige Armprothese lag nicht vor. Der Persönlichkeit Sauerbruchs mit seinen vielversprechenden Vorversuchen in Greifswald stand die bereits fabrikmäßig hergestellte Kunsthand Carnes gegenüber, die 1913 erstmals in Europa anlässlich des englisch-amerikanischen Chirurgenkongresses in London vorgestellt wurde.<sup>458</sup> Erst nach einem Besuch des Ministerialrates Dr. Ritter, Geschäftsführer des Badischen Heimatdankes, in Singen war durch eine Spende von 10 000,- Mark die Möglichkeit gegeben,

---

<sup>455</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>456</sup>Cohn, M., 1917 a, S. 12-13.

<sup>457</sup>Cohn, M., 1917 a, S. 13.

<sup>458</sup>ibidem, S. 13.

im April 1916 eine kleine Werkstatt in der Ekkehardstraße 22 einzurichten.<sup>459</sup> Diese Summe wurde für Maschinen und für laufende Arbeiten rasch verbraucht. Im Laufe der Zeit erhielt man vom Badischen Heimatdank (Badischer Landesverein für Kriegsinvalidenfürsorge) insgesamt 50 000,- Mark.<sup>460</sup>

Der Fabrikant Alfons Mauser (Mauser-Eisenwerke, -Waffenfabrik) aus Köln-Ehrenfeld, den Sauerbruch in einem Brief vom 13.09.1917 als „Hauptförderer der Singener Sache“ bezeichnet, leistete eine Zuwendung von 50. 000,- Mark aus der Mauserstiftung.<sup>461</sup>

„Schon jetzt haben mehrere Industrielle, vor allen Dingen Herr Mauser in Köln, sich für unser Verfahren grosszügig interessiert und uns durch eine Stiftung die Möglichkeit verschafft, die Werkstatträumlichkeiten so zu erweitern, dass in größerem Stil gearbeitet werden kann.“<sup>462</sup>

Die kleine Werkstatt genügte bald nicht mehr den Anforderungen und mußte durch einen Um- und Anbau vergrößert werden. Die Kosten dafür beliefen sich auf etwa 10. 000,- Mark.<sup>463</sup> Die steigende Nachfrage nach Prothesen machte schließlich die Beschaffung weiterer Räume erforderlich. Sauerbruch und Stadler erwarben 1918 das ganze Anwesen des Herrn Schechtl in der Ekkehardstraße 22 mit sämtlichen Maschinen für 70. 000,- Mark.<sup>464</sup>

Zwei Monate nach der Werkstattgründung wurde im Juni 1916 bekannt, daß die „Gemeinnützige Gesellschaft zur Beschaffung von Ersatzgliedern m.b.H.“ in Berlin gegründet wurde, die mit Hilfe von Spendengeldern die Carnes-Patente erwarb, um in Deutschland die Fabrikation des Carnes-Armes in die Wege zu leiten.<sup>465</sup>

Zwei Wochen nach dem Ankauf erhielt Sauerbruch am 28.07.1916 eine Mitteilung von Prof. Dr. Ing. W. Reichel, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke Berlin. Dieses Schreiben enthielt folgende Beilage. „Auf Grund einer Umfrage des Vereins deutscher Ingenieure Berlin (V.d.I.) erklärten sich verschiedene Großfirmen, Industrielle und Privatpersonen bereit zu den Kosten des Erwerbes und der Nutzbarmachung der deutschen Carnes-Patente Beiträge zu leisten (u.a. auch die Siemens-Schuckertwerke). Die gezeichneten Beträge beliefen sich auf etwa 1 ¾ Mill.

---

<sup>459</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>460</sup>ibidem.

<sup>461</sup>Sauerbruch, F., Brief vom 13.09.1917 an A. Mauser, Köln, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>462</sup>Sauerbruch, F., Brief an das Sanitätsdepartement des 14. Korps vom 17.06.1917, S.VII, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>463</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>464</sup>ibidem; Georg, P. (Enkel von M. Schechtl) schriftliche Mitteilung vom 14.02.2000, Singen a/H.-Essen.

<sup>465</sup>Cohn, M., 1917 a, S. 15.

Mark. Auf Vorschlag des V.d.I. wurde als der einfachste Weg, einen verfügbaren und verantwortlichen Träger der Verhandlungen zu gewinnen, die Gründung einer G.m.b.H. gehalten. Zur Sicherung der materiellen Grundlage für den Erwerb wurde darauf die „Gemeinnützige Gesellschaft für die Beschaffung von Ersatzgliedern m.b. H.“, Berlin NW, Sommerstraße 4a mit einem Kapital von M. 48. 000,- gegründet. Die vom V.d. I. vorgeschlagenen Massnahmen mit den zum Ankauf der Patente herübergekommenen Vertretern der Carnes-Gesellschaft führten am 14. Juli 1916 zum Abschluß des Vertrages.<sup>466</sup> Diese Nachricht traf Sauerbruch völlig unvorbereitet. Er bemühte sich seit Oktober 1915 neben allen anderen beruflichen Verpflichtungen mit vergleichsweise bescheidenen Mitteln ein neues Prothesenversorgungsverfahren zum Wohle der zahlreichen Kriegsverletzten aufzubauen. Zur gleichen Zeit wurde für den Carnes-Arm, dessen Bedeutung nicht nur aus der Sicht Sauerbruchs überschätzt wurde, mit Hilfe von Spendengeldern der Industrie und Privatpersonen - in für damalige Verhältnisse astronomischer Höhe - die Patente erworben. Dieser Sachverhalt war aus zweierlei Gründen für Sauerbruch schwer erträglich. Einerseits wählte er sich in jener Zeit im engen Kontakt mit Reichel, Aufsichtsratsmitglied der „Gemeinnützigen Gesellschaft für Beschaffung von Ersatzgliedern“, wenigstens was die Versorgungsfrage des Armes anbelangte<sup>467</sup>, andererseits kam hinzu, daß Schlesinger neben Regierungsbaumeister a.d. D. Meyer, Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Geschäftsführer dieser Gesellschaft wurden, derweil Schlesinger gleichzeitig Geschäftsführer der Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin-Charlottenburg war.<sup>468</sup> Obwohl Sauerbruch damals selbst Mitglied der Prüfstelle war, wurde er über die Planung des Patentankaufes in Unkenntnis gehalten. Dies ist dem Schreiben Sauerbruchs vom 15.08.1916 an Reichel zu entnehmen. „...auch nicht das Geringste darüber gehört habe.“<sup>469</sup> Daß sich Sauerbruch unter diesen Umständen einer übermächtigen Interessenkoalition gegenübergestellt sah und sich in seiner Singener Tätigkeit übergangen gefühlt haben dürfte, ist leicht nachvollziehbar.<sup>470</sup> Stadler skizziert die ungleiche Ausgangslage wie folgt: „Wir hatten kein Geld, keine Arbeiter, keine Werkstätte im Gegensatz zu dem Amerikaner Carnes, der in Deutschland durch eine

---

<sup>466</sup>Sauerbruch, F., Briefwechsel mit Prof. W. Reichel vom 06.12.1915 bis 04.12.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>467</sup>ibidem.

<sup>468</sup>ibidem; Reichel, W., Brief vom 28.07.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>469</sup>Sauerbruch, F., Brief an Prof. W. Reichel vom 15.08.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>470</sup>Sauerbruch, F., Brief an Geheimrat K. Hartmann und G. Schlesinger vom 18.11.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

unglaubliche Reklame, die insbesondere von dem Geschäftsführer der Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin-Charlottenburg, Herrn Prof. Schlesinger, gemacht wurde, waren wir ohne jede Unterstützung. Für, den amerikanischen Carnesarm wurden in kurzer Zeit etwa 2 Millionen Mark gesammelt.<sup>471</sup>

Den Stellenwert den Schlesinger der Singener Arbeit in ihren Anfängen verlieh, stellte Stadler bei einem Lehrgang für Berufsberatung im Reservelazarett Ettlingen klar, indem er einen Schlesinger-Ausspruch zitiert, den dieser anlässlich einer Demonstration von Prothesenträgern nach dem Sauerbruchverfahren 1916 in Berlin getätigt hatte. „Die Amerikaner sind das geborene Volk der Erfinder. Carnes ist ein Amerikaner, er hat 10 Jahre gebraucht, bis er diese Hand konstruiert hatte, sie ist das beste, was es gibt, und wenn wir Deutsche uns einbildeten, eine bessere Hand konstruieren zu können, so käme mir das genauso vor, wie wenn wir noch einmal anfangen wollten, das Pulver zu erfinden.“<sup>472</sup>

Mit dem Erlaß vom 18.10.1916 - Kriegsministerium, Medizinal-Abteilung, Nr. 7267/9 16.MA- wurde die Beschaffung des Carnes-Armes für alle Doppelamputierten und für alle Kopfarbeiter genehmigt.<sup>473</sup> Daraufhin tritt Sauerbruch im November 1916 verärgert über die Art und Weise des Ankaufes der Carnes-Patente und sicherlich auch gekränkt, im Vorfeld nicht in den Entscheidungsprozeß mit einbezogen worden zu sein, als Mitglied aus der Prüfstelle aus.<sup>474</sup> Bevor die Prüfstelle dem Austritt Rechnung trägt, meldet sich Reichel am 29.11.1916 nochmals bei Sauerbruch zu Worte: „...Unsere Ansichten gehen hier auseinander und das ist erklärlich, weil sie mehr vom Standpunkte des Mediziners und wir mehr von Standpunkte des Ingenieurs und Praktikers aus urteilen. Ich muß wiederholt betonen, daß es sich im vorliegenden Falle der Beschaffung von Ersatzglieder um ein Vorgehen handelt, bei welchem verschiedene parallele Wege rechtwohl zum Ziele führen können.“<sup>475</sup>

Die Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin-Charlottenburg nimmt mit Bedauern Sauerbruchs Entscheidung zur Kenntnis und fügt ihrem Schreiben vom 13.12.1916 ergänzend hinzu: „...Die deutschen Patente der Carnes-Gesellschaft sind durch den Ankauf zur allgemeinen

---

<sup>471</sup>Stadler, A., Referat über Sauerbruch-Prothesen, Lehrgang für Berufsberatung am Reserve-Lazarett Ettlingen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 26.

<sup>472</sup>ibidem

<sup>473</sup>Schwiening, H., 1919, S. 15.

<sup>474</sup>Sauerbruch, F., Brief an Geheimrat K. Hartmann u. G. Schlesinger vom 18.11.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>475</sup>Sauerbruch, F., Briefwechsel mit W. Reichel vom 06.12.1915-04.12.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

Benutzung frei geworden, was als ein Hauptzweck des Ankaufs gilt und für die weitere Ausgestaltung der Kunstarme, auch für ihre Bestrebungen, sicher von großem Vorteil ist.<sup>476</sup>

Die Sorge, daß mit dem Ankauf der Carnes-Patente und der damit verbundenen außergewöhnlichen Werbung für denselben das bisher entgegengebrachte Interesse an dem Sauerbruchverfahren sinkt und damit auch die Zahl seiner Förderer, war berechtigt. Plötzlich schien die bisher geleistete Arbeit und Weiterentwicklung des Projektes Singen in Gefahr. Die ungeheuer große Summe an Spendengeldern, die für die Patente aufgebracht wurden, machten wenig Hoffnung, nochmals dieselben Förderer um finanzielle Hilfe für das Singener Verfahren bitten zu können. Wer sollte auch schon außer denen, die bereits spendeten, in der Lage sein, finanzielle Mittel dafür frei zu machen? Wegen dieser Sorgen wandte sich Sauerbruch nochmals an seinen „Hauptförderer der Singener Sache“ A. Mauser in Köln.

„...Das Ministerium des Inneren in Baden (Badische Landesfürsorge für Kriegsinvaliden) hat eine Werkstatt gegründet und die Mittel für ihren Betrieb zur Verfügung gestellt. Die Großindustrie hat große Summen für den Carnesarm bezahlt, Carnesgesellschaft gegründet, alles Dinge, die ich nicht verstehen kann. ...Ich halte es für schwierig, erneut an diese Herren heranzutreten um finanzielle Unterstützung.“<sup>477</sup>

Unabhängig von dem Patentankauf traten weitere finanzielle Problem in Singen auf. Die von der Militärverwaltung gezahlten Preise für die Prothesen reichten nicht aus, um kostendeckend zu arbeiten.<sup>478</sup> Die Inflation nach dem Ende des 1. Weltkrieges (11.11.1918) führte zu einer weiteren Zunahme der finanziellen Sorgen. Die Preise für Material und Löhne stiegen. Die Militärverwaltung zahlte für eine Oberarmprothese 450,- Mark und für eine Unterarmprothese 300,- Mark.<sup>479</sup> Diese Beträge reichten kaum zur Bestreitung der anfallenden Löhne. Dem Nachlaß Sauerbruchs ist zu entnehmen, daß der Othopädiemechaniker Biedermann für vier

---

<sup>476</sup>Sauerbruch, F., Brief vom 13.12.1916, Prüfstelle für Ersatzglieder Berlin, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>477</sup>Sauerbruch, F., Brief an Direktor Mauser, Cöln-Ehrenfeld, am 30.12.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>478</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>479</sup>ibidem

Monate 300,- Mark und der Mechaniker Schechtl 200,- Mark erhielt.<sup>480</sup> Ab März 1920 erhielten beide eine zusätzliche Gewinnbeteiligung ausgezahlt.<sup>481</sup>

Eine neue Kalkulation ergab unter Berücksichtigung der laufenden Kosten für Material, Beheizung und Strom für die Werkstatt, neben der Abschreibung und Verzinsung des Hauses Ekkehardstraße 22 (Werkstatt), daß der Mindestpreis für eine Oberarmprothese bei 700,- Mark und einer Unterarmprothese bei 500,- Mark liegen müßte, um Bestand zu haben.<sup>482</sup>

Im Vergleich zu den Preisvorstellungen des Singener Reservelazarets gibt Biesalski an, daß im Jahr 1915 der Carnes-Arm 1000,- Mark kostete, Sippel spricht von 250,- Dollar.<sup>483</sup> Cohn berichtet, daß der Carnes-Arm auf dem internationalen Chirurgenkongress in New York im April 1914 begeistert aufgenommen wurde, jedoch habe der hohe Anschaffungspreis einer sofortigen Einführung in Deutschland im Wege gestanden.<sup>484</sup> Da der hohe Preis des Carnes-Arms immer wieder kritisiert wurde, machte Cohn im Bezug zum Sauerbruchverfahren eine Gegenrechnung auf. Er rechnete für einen Krankenhausaufenthalt bis zum Gebrauch der Prothese 150 Tage, stellt pro Verpflegungstag im Krankenhaus 4,- Mark in Rechnung, beziffert den durchschnittlichen Verdienstaufschlag pro Tag auf 2,50 Mark und die Kosten für eine gute Prothese veranschlagt er mit 300,- Mark, sodaß er auf eine Summe von 1275,- Mark kommt. Der „Sauerbruch`schen Operation + Prothese“ stellt er den Carnes-Arm ohne Operation gegenüber und hält demzufolge die Preisdiskussion in Bezug auf einen Carnes-Arm für einen Anachronismus.<sup>485</sup>

Um die bestehenden Geschäftsschwierigkeiten in Singen zu überwinden, trat man in Verhandlungen mit dem Fabrikant Mauser und einigen anderen Großindustriellen.<sup>486</sup> Das Resultat dieser Anstrengungen war die Gründung der „DERSA“ (Deutsche Ersatzglieder-gesellschaft Sauerbruch) am 02. Mai 1919. „Der letzte und entscheidende Anstoß für die

---

<sup>480</sup>Sauerbruch, F., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>481</sup>Beschluß der „DERSA“-Aufsichtsratssitzung in Singen vom 06.03.-08.03.1920, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>482</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>483</sup>Biesalski, K., 1915, S. 1494 ; Sippel, F., 1916, S. 37; Hohmann, G., 1916, S. 283.

<sup>484</sup>Cohn, M., 1917 a, S. 13-14.

<sup>485</sup>Cohn, M., 1916, S. 943.

<sup>486</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Weiterentwicklung des jungen Unternehmens ging von Schweizer Freunden aus. Sie ermöglichten die Gründung der großen Werkstätte DERSA.<sup>487</sup>

Aus dem Nachlaß Sauerbruchs ist zu erfahren, daß sich hinter den „Schweizer Freunden“ die Firma Brown-Boveri verbirgt. Ursprünglich sah Sauerbruch deren namentliche Erwähnung im Vorwort seines 2. Bandes „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ (1923) vor. Jedoch teilte ihm Dr. W. Boveri am 14. Dezember 1922 schriftlich mit, daß dies nicht erwünscht sei.<sup>488</sup> Bevor die Firma Brown-Boveri jedoch ihre finanzielle Hilfe zusagte, holte sie sich Informationen beim Kriegsministerium ein, um als Sicherheit für den Aufbau des Unternehmens „DERSA“ den voraussichtlichen Umfang der Fabrikation von „Sauerbruchprothesen“ in Erfahrung zu bringen. Das Ergebnis der Nachfrage übermittelte Brown-Boveri am 21.02.1919 Sauerbruch: „Das Kriegsministerium in Berlin teilte am 11.02.1917 mit, daß bis Ende September 1918 16 226 Heeresangehörige wegen Verlustes der oberen Gliedmasse entlassen worden seien, während sich zur gleichen Zeit noch 4 411 in Behandlung befanden.“<sup>489</sup>

## 12. Sauerbruchs Konflikt mit der Prüfstelle für Ersatzglieder

Hatten sich bis zum 1. Weltkrieg Bandagisten, Handwerker, Laien und nur wenige Ärzte - Paré, Ballif und der französische Landarzt A. Gripoulleau (19. Jhd.)<sup>490</sup> - mit der Frage des Kunstgliederbaues beschäftigt, so widmeten sich jetzt immer mehr Techniker und Ingenieure der Konstruktion von künstlichen Armen.<sup>491</sup> „Eine grundsätzliche Änderung der Stellung der Technik zur Frage des Prothesenbaues trat während des Weltkrieges ein. Man erkannte die große Bedeutung, die die Herstellung künstlicher Glieder für die Kriegsamputierten hatte.“<sup>492</sup> Die große Zahl der Kriegsamputierten ließ es unmöglich erscheinen, alle Betroffene in den Ruhestand zu versetzen, so wie es bei Unfallverletzten möglich gewesen war. Daher bestand

---

<sup>487</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, Vorwort S. III.

<sup>488</sup>Boveri, W., Brief vom 14.12.1922, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>489</sup>Brown-Boveri, Mannheim-Käfertal, Brief vom 21.02.1919, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>490</sup>Karpinski, O., 1881, S. 58; Heusner, L., 1905, S. 742.

<sup>491</sup>Sippel, F., 1916, S. 62; Aberle, R. v., 1916, S. 595; Lange, F., 1917 a, S. 251; Zuelzer, R., 1919, S. 919; Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 163; Löffler, L., 1984, S. 185.

<sup>492</sup>Staufer, L., In: Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 179.

ein großes soziales Interesse die Amputierten trotz ihrer schweren Verletzung durch Ausrüstung mit Prothesen wieder soweit arbeitsfähig zu machen, daß sie möglichst in ihrem alten Beruf zurückgeführt werden konnten und damit wieder als wirtschaftswettbewerbsfähig gelten konnten.

Der Vorstand des Vereins deutscher Ingenieure bildete einen Ausschuß, der auf einer Rundreise durch Deutschland alles vorhandene Material über den letzten Stand der Technik in der Ersatzarmversorgung sammelte. Die enttäuschenden Ergebnisse veranlaßten den Verein deutscher Ingenieure im September 1915 ein Preisausschreiben für Prothesenneuerungen im Fall von Oberarmamputationen durchzuführen.<sup>493</sup> Von 100 Bewerbungen waren nur 80 wirklich ausgeführte Modelle dabei. Das Preisgericht vergab weder den ersten noch den zweiten Preis. Der zweite und der dritte Preis wurde vereint und den beiden Ingenieuren Emil Jagenberg aus Düsseldorf und Felix Meyer (Rotawerke) aus Aachen zuerkannt. Ihr Verdienst war es, als erste brauchbare metallene Kugel-Reibungsgelenke konstruiert und fabrikmäßig für Arbeitsarme hergestellt zu haben.<sup>494</sup> Das frustrierende Ergebnis des Preisausschreibens und die zunehmenden öffentlichen Anpreisungen von unbrauchbaren Armkonstruktionen brachte den Ingenieur Schlesinger auf die Idee, eine Stelle in Deutschland zu gründen, in der Orthopädiemechaniker, Ärzte und Ingenieure gemeinsam, unparteiisch eine Prüfung und Beratung aller vorhandener und neu entstandener Kunstglieder zusammen mit den Schwerbeschädigten vornehmen sollten. Der Gedanke fiel auf einen fruchtbaren Boden.

Am 6. Februar 1916 erscheint in der Medizinischen Klinik ein Artikel von dem Berliner Chirurgen M. Borchardt (1868-1948), in dem er vorträgt:

„Wir Aerzte sind gewissermaßen auf einem toten Punkt angelangt. So wenig ein Ingenieur, in kurzer Zeit, zum Chirurgen werden kann, so wenig lernt ein Arzt den hohen Stand der Technik beherrschen. Nur beide zusammen, Ingenieure und Aerzte, sind in der Lage, Vollendetes zu schaffen. Richtige Arbeitsteilung bedeutet hier Arbeitsförderung. Wir haben uns aus diesen Gründen an den Ordinarius der Königlich Technischen Hochschule Berlin, Herrn Prof. Schlesinger, gewandt und seine Mithilfe erbeten.“<sup>495</sup>

Rückblickend kommentierte Schlesinger aus seiner Sicht diesen Vorgang am 27. November

---

<sup>493</sup>Schlesinger, G., 1917 a, S. 737.

<sup>494</sup>Radike, R., 1920 b, S. 289-294.

<sup>495</sup>Borchardt, M., 1916, S. 163.

1916: „Es ist etwa ein Jahr her, seitdem hervorragende und weitsichtige Aerzte an den Vorstand des Vereines deutscher Ingenieure mit der Bitte herangetreten sind, an der Lösung der Kunstgliederfrage, insbesondere des Ersatzarmes, mitzuarbeiten. ...Die in Frage kommenden Aerzte, insbesondere Berliner Chirurgen, waren der Ansicht, daß sich im Verein deutscher Ingenieure als ein Sammelbecken technischer Intelligenz Deutschlands am leichtesten Männer finden würden, deren technisches Können, gepaart mit Lust und Liebe zu der edlen großen Aufgabe, sie zur erfolgreichen Mitarbeit besonders befähigen würde.“<sup>496</sup>

### 12.1. Ziele und Aufgaben der Prüfstelle

Im November 1915 wurde die Prüfstelle für Ersatzglieder als eine Vereinigung von Ärzten und Ingenieuren zu dem Zweck gegründet Bau, Herstellung und praktische Verwendung der künstlichen Glieder zu verbessern. „Nach Beratungen im kleinsten Kreise ist die „Prüfstelle“, gewissermaßen ein V e r s u c h s f e l d für künstliche Behelfe der oberen und unteren Extremitäten, begründet worden.“<sup>497</sup> Die Organisation der Prüfstelle geschah auf der Grundlage, daß Ärzte und Ingenieure gleichberechtigt an der Aufstellung und Durchführung des Arbeitsplanes beteiligt sein sollten. Die Tätigkeit sollte auf einem von gegenseitigem Verständnis getragenes Zusammenwirken ärztlicher und technischer Kunst und Wissenschaft aufgebaut werden.

Die Berliner Prüfstelle war in den Räumen der Ständigen Ausstellung für Arbeiter-Wohlfahrt in Charlottenburg, Frauenhofer Str. 11/12 untergebracht (Abb. 11.). Das Reichsamt des Inneren erteilte dazu die Genehmigung.<sup>498</sup> Mit Erlaß vom 17.Dezember 1915 ( Nr. 8513/12. 15. MA.) wurden den Sanitätsämtern die Gründung dieser Prüfstelle mitgeteilt und ihnen ihre Inanspruchnahme durch die mit der Herstellung künstlicher Glieder betrauten Lazarettwerkstätten, Bandagisten und sonstigen Fabrikanten empfohlen.<sup>499</sup> Am 1. Februar 1916 nahm die Prüfstelle für Ersatzglieder schließlich ihre Arbeit auf.<sup>500</sup> Die Aufgaben der

---

<sup>496</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 737.

<sup>497</sup>Borchardt, M., 1916 a, S. 163.

<sup>498</sup>Hartmann, K., 1919, S. 19.

<sup>499</sup>Schwiening, H., 1919, S. 13.

<sup>500</sup>Hartmann, K., 1919, S. 19.

Prüfstelle werden von Borchardt in seinem am 6. Februar 1916 in der Medizinischen Klinik erschienenen Artikel „Ziele der Prüfstelle für Prothesen“ beschrieben.<sup>501</sup> Die Arbeitsziele stellen sich im Wesentlichen wie folgt dar:

- 1.) Sammlung und Sichtung aller bereits vorhandener Ersatzglieder.
- 2.) Aussonderung der schlechten Ersatzglieder.
- 3.) Anstrebung einer Normalisierung der Hauptersatzteile und Befestigungsart zwischen Gerät und Prothese. Erstellen von Merkblättern, in denen für jeden Beruf die jeweils geeignetsten Ersatzglieder ausgesucht werden. „Der Kopfabarbeiter braucht andere Geräte als der Handarbeiter.“
- 4.) Materialprüfung der Prothesen zwecks fabrikmäßiger Herstellung und zur Kostenberechnung, um überzogene Preise zu vermeiden.
- 5.) Rat und Hilfe bei Patentfragen.
- 6.) Sonderausstellungen von Ersatzgliedern und Arbeitshilfen für Kriegsbeschädigte, Unfallverletzte und Krüppel. Die erste Ausstellung fand unter starkem Interesse der Öffentlichkeit von Februar bis August 1916 in der „Ständigen Ausstellung für Arbeiterwohlfahrt“ in Berlin-Charlottenburg, Frauenhofer Str. 11/12 statt.
- 7.) Prothesenprüfung. Die Prothesenprüfung geschieht in Anwesenheit des Konstrukteurs und des Trägers geheim, um Verletzungen von Patenten oder Gebrauchsmustern zu vermeiden. Zusätzlich wird die Prüfung an von der Prüfstelle ausgesuchten Invaliden vorgenommen. Die Prothesenträger werden zu Prüfungszwecken im Reservelazarett Tiergartenhof und im Vereinslazarett Reichsmilitärgericht untergebracht. Die Prüfung kann bis zu 14 Tage dauern.

Vorsitzender des Arbeitsausschusses der Prüfstelle war zunächst der Senatspräsident im Reichsversicherungsamt und Honorar-Prof. der Technischen Hochschule Berlin, Geheimrat Dr.-Ing. e. h. Konrad Hartmann. Weitere Mitglieder des Arbeitsausschusses waren der Oberstabsarzt, Prof. der Staatsarzneikunde H. Schwiening (1870-1920)<sup>502</sup>, Leiter der ärztlichen Zweigabteilung im Reichsarbeitsministerium, 2. Vorsitzender der Prüfstelle und M. A. des Kriegsministeriums, Dr. Radike, Leiter des orthopädischen Lazaretts in Görden, Prof. Dr. M. Borchardt (1868-1948), Chirurg und leitender Arzt im Virchow-Krankenhaus,

---

<sup>501</sup>Borchardt, M., 1916 a, S. 163-164.

<sup>502</sup>Radike, R., 1920 a, S. 1-2.

Berlin, Prof. Dr.-Ing. G. Schlesinger (1874-1949), Technische Hochschule Berlin, Dr.-Ing. Beckmann, Direktor der Akkumulatorenwerke (Oberschöneweide bei Berlin), Ingenieur C. Volk, Direktor der städt. Beuthschule, Berlin und Syndikus Dr.-Ing. K. Meyer. Später wurde der Arbeitsauschuß durch folgende Mitglieder erweitert: Prof. der Chirurgie Dr. O. Hildebrand (Berlin, 1858-1927), Prof. Dr. F. Sauerbruch, Ordinarius für Chirurgie in Zürich, Prof. Dr. K. Ludloff (1864-1945), Direktor der Kgl. Universitätsklinik für orthopädische Chirurgie Frankfurt a.M., Prof. Dr. H. Gocht (1869-1938), Direktor der Poliklinik für orthopädische Chirurgie an der Universität Berlin, Prof. Dr. K. Biesalski, Orthopäde und leitender Arzt des Oskar-Helene-Heims in Berlin-Zehlendorf und der Geheime Regierungs- und Gewerberat Karl Hartmann (Berlin). Die Prüfstelle stand unter der Leitung von Schlesinger.<sup>503</sup>

Die Arbeitsdurchführung der Prüfstelle wurde durch Spenden der Großindustrie, der Kaufmannschaft, der Handelskammer, der Ministerien des Krieges, des Inneren, der öffentlichen Arbeit und durch die Städte Berlin und Charlottenburg ermöglicht. Zu den Spendern zählte auch Kaiser Wilhelm II. (1859-1941) mit 25 000 Reichsmark.<sup>504</sup>

Im Jahre 1916 leitete die Berliner Prüfstelle eine Dezentralisation ein, um in Berlin nicht ausführbare Untersuchungen zu ergänzen, die Mitarbeit weiterer Fachleute außerhalb Berlins zu gewinnen und um die Untersuchungsergebnisse weiter zu verbreiten. „Dezentralisierte Durcharbeitung, zentrale Sammlung und einheitliche Verbreitung, Entfesselung und Weckung aller Kräfte und Nutzbarmachung auch des kleinsten Samenkornes für die Fortentwicklung sind die Leitlinien, nach denen die Prüfstellen-Abteilungen im Reich arbeiten.“<sup>505</sup> Mit Genehmigung des Königlichen Preußischen Kriegsministeriums wurden im Jahr 1916 Abteilungen in Danzig, Düsseldorf, Gleiwitz, Hamburg und Nürnberg mit korrespondierenden Abteilungen in Stuttgart und Karlsruhe gegründet.

In Düsseldorf wurde bereits seit Ausbruch des 1. Weltkrieges durch die Rheinische Provinzialverwaltung eine Tätigkeit in der Kriegsbeschädigtenfürsorge entwickelt, die sich auf die Verbesserung von Bau, Herstellung und Anwendung der Ersatzglieder erstreckte. Zur praktischen Durchführung dienten die Lazarettwerkstätten des Flora-Lazarett und des Reservelazarett

---

<sup>503</sup>Borchardt, M., 1916 a, S. 164.

<sup>504</sup>Schlesinger, G., 1917 a, S. 738; Exner, W., 1919, S. 65.

<sup>505</sup>Schlesinger, G., 1917 a, S. 737.

im Stahlwerk Phoenix.<sup>506</sup> 1916 vereinigte man sich als Abteilung Düsseldorf und schloß sich der Prüfstelle Charlottenburg an. Die Abteilung Düsseldorf unterhielt mechanische Werkstätten, ein technisches und kaufmännisches Büro (Düsseldorf, Charlottenstr. 100<sup>507</sup>). Mit verschiedenen größeren Werken der Eisenindustrie und der chemischen Industrie waren Vereinbarungen getroffen, daß dort unter der Aufsicht von Ingenieuren künstliche Glieder durch Kriegsbeschädigte auf Brauchbarkeit erprobt werden konnten. Außerdem hatte sich die Abteilung Düsseldorf zur Aufgabe gemacht, neue Konstruktionen von Ersatzgliedern anzufertigen, die sich für die Amputation nach Sauerbruch eigneten. Vorstandsvorsitzender der Prüfstelle Düsseldorf war der Hüttendirektor Paul Probst, Geschäftsführer W. Grasses und der Generalsekretär Dr.med. Beumer. Neben Sauerbruch gehörten der Prüfstelle u.a. der Orthopäde Prof. Dr. Hans Ritter von Baeyer (Heidelberg, 1875-1941), der Chefarzt der orthopädischen Heilanstalt „Hüfferstiftung“, Münster i.W. Dr. Julius E. Becher (1873-1938), der Stabsarzt Dr. B. Mosberg (Vereinslazarett Bethel, Bethel bei Bielefeld) und der Chefarzt am Krankenhaus „Bergmannsheil“ in Bochum, der Chirurg und Orthopäde Prof. Dr. L. Wullstein als ärztlicher Beisitzer an.<sup>508</sup>

Die Tätigkeit der Berliner Prüfstelle konzentrierte sich auf die wissenschaftliche Untersuchung und praktische Erprobung der Ersatzarme und -beine, die ihr zur Prüfung vorgelegt wurden. Nach kurzer Zeit ihres Bestehens ernannte das Preußische Kriegsministerium die Berliner Prüfstelle zur „Gutachterstelle für das Königliche Preußische Kriegsministerium“.<sup>509</sup> Hierdurch erhielt sie einen amtlichen Charakter. Diese Entscheidung war aus Sicht zahlreicher Chirurgen und Orthopäden nicht unumstritten. „Zwischen ihr ( gemeint ist die Berliner Prüfstelle) und dem Sanitätsamt des Ministeriums hatten sich sehr enge Beziehungen geknüpft, unter denen gleichlaufende Interessen bei der Versorgung der Armamputierten mit bestimmten Ersatzgliedern keine geringe Rolle spielten.“<sup>510</sup>

Das Interesse an den Ergebnissen der Prüfstelle war groß. Die Bayerische, Sächsische und

---

<sup>506</sup>Anmerkung: Reservelazarett „Phoenix“ Düsseldorf, Cölnerstr. 172, Anschrift entnommen einer Einladung an Sauerbruch vom 04.07.1916 zur Gründung des Vereins „Wissenschaftliche Gesellschaft für Prothesentechnik“, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

<sup>507</sup>BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

<sup>508</sup>Hartmann, K., 1919, S. 37-39.

<sup>509</sup>Hartmann, K., 1919, S. 20.

<sup>510</sup>Michler, M., 1986, S. 61-62.

Badische Prüfstelle schickten u.a. Vertreter in den Prüfstellenausschuß, um seine Ergebnisse zu verwerten. Der österreichische Verein „Die Technik für die Kriegsinvaliden“, der am 21. Februar 1915 von dem Ingenieur Wilhelm Exner in Wien gegründet wurde und ähnliche Ziele wie die Prüfstelle verfolgte, entsandte ebenfalls Vertreter.<sup>511</sup> Die beiden Ingenieure Hartmann ( Vorstandsvorsitzender der Prüfstelle Berlin) und Schlesinger ( Schriftführer des Vorstandes und Leiter der Berliner Prüfstelle) wurden im Gegenzug in das Kuratorium des Wiener Vereins berufen, während Kuratoriumsmitglieder als Beiräte der Berliner Prüfstelle angehörten. Außer Sauerbruch (Zürich) wurden noch Biesalski (Berlin-Zehlendorf), der Orthopäde und Mitbegründer der Deutschen orthopädischen Gesellschaft (23. September 1901, Hamburg) und Ehrenmitglied der Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin seit dem 1. Juni 1917 Prof. Dr. H. Hoefmann (Königsberg, 1851-1917)<sup>512</sup>, der Orthopäde Prof. Dr. F. Lange (München, 1864-1952), Ludloff (Frankfurt a.M.), der Orthopäde Dr. A. Schanz (Dresden, 1868-1931), der Chirurg Prof. Dr. O. Vulpius (Heidelberg, 1867-1936) und Wullstein (Bochum) vom Admiral Erzherzog Carl Stephan (1860-1933), dem Protektor des Wiener Vereins zu ärztlichen Konsulenten ernannt.<sup>513</sup>

Kurz nach der Arbeitsaufnahme der Prüfstelle wurde mit der Erprobung der Ersatzglieder bei landwirtschaftlichen Arbeiten begonnen. Hierzu wurde der landwirtschaftliche Betrieb des Reservelazarets Görden bei Brandenburg benutzt. Die Leitung übernahm der Orthopäde R. Radike. Ihm zur Seite stand der einarmige landwirtschaftliche Oberinspektor L. Salchert. Die Prüfarbeiten erfolgten für jeden Ersatzarm in der normalen täglichen Arbeitszeit und reichten von mehreren Stunden bis einige Wochen hindurch, um durch die Dauerbeanspruchung die Betriebssicherheit und Haltbarkeit des Kunstgliedes festzustellen. Die Beaufsichtigung der Arbeiter erfolgte durch den Werkmeister und Vorarbeiter, die Überwachung sowie die Feststellung der Ergebnisse durch die Ingenieure unter Leitung von Schlesinger und weiteren Mitgliedern der Prüfstelle.

Die wissenschaftliche Untersuchung und Durcharbeitung der künstlichen Glieder geschah unter der technischen Leitung Schlesingers, Mitarbeitern des Vorstandes, der Mitglieder der Prüfstelle und des technischen Stabes, der aus Ingenieuren, Zeichnern, Meistern und Vorarbeitern bestand. Die Erprobung in den Werkstätten wurde unter Zuhilfenahme von

---

<sup>511</sup>Hartmann, K., 1919, S. 44.

<sup>512</sup>Schanz, A., 1918, S. I-XIV.

<sup>513</sup>Exner, W., 1919, S. 61.

angestellten, gliedbeschädigten Kriegsinvaliden und Unfallverletzten durchgeführt. Zunächst wurde sie für Metall- und Holzarbeiten unter Verwendung verschiedener Maschinen und Werkzeuge, später dann auch für Schneider, Schuhmacher, Sattler, Stellmacher und Maler eingerichtet. Für andere Berufe wurden dazu Arbeitsstellen in Handwerksbetrieben zur Verfügung gestellt. Die Untersuchungsergebnisse wurden in Form von Gutachten erstellt und dem Königlich Preußischen Kriegsministerium übergeben.<sup>514</sup>

Eine weitere Aufgabe der Prüfstelle bestand in der Berufsberatung der Amputierten vor der Beschaffung eines für den Beruf geeigneten Ersatzgliedes. Die Erfahrung hatte gezeigt, daß viele Amputierte mit den ihnen verordneten Ersatzarmen nicht zufrieden waren und sie somit häufig nicht benutzten. „Die Prüfung dieser Hilfsgeräte in der Prüfstelle ergab vielfach, daß das Ersatzglied für den betreffenden Fall unbrauchbar war, daß z.B. ein Schlosser, der wieder in der Werkstatt arbeiten wollte, einen lediglich für Kopfarbeiter brauchbaren Kunstarm erhalten hatte.“<sup>515</sup>

## 12.2. Ergebnisse der Prüfstelle

In der Zeit vom 1. Februar 1916 bis zum 1. Juli 1918 wurden zahlreiche Untersuchungen in der Berliner Prüfstelle abgeschlossen. Unter ihnen befinden sich u.a. der Carnesarm (1911) der Carnes Artificial Limb Company, Kansas City (Nordamerika), Jagenberg-, Tannenbergs-, Germania -, A. Keller-Arm (Dingsleben), 3 Arbeitsarme der Siemens-Schuckert-Werke (1916), 1 Arbeitsarm von Wullstein (Bochum), die Berliner-Hand (Holzgebrauchshand, 1917), Rohrman & Sohn-Hand (St. Gallen, 1914) und die Fischer-Hand (Weimar, 1917).

Die Namensliste der abgeschlossenen Prüfungen für Prothesenerneuerungen umfaßt 1919 fünf Seiten, die der Ingenieur K. Hartmann in dem Buch „Ersatzglieder und Arbeitshilfen“ veröffentlichte.<sup>516</sup> Auffallend ist, daß der Name Sauerbruch in diesem Zusammenhang keine Erwähnung findet. Sauerbruchs Buch „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ erschien

---

<sup>514</sup>Hartmann, K., 1919, S. 22-24.

<sup>515</sup>ibidem, S. 30.

<sup>516</sup>ibidem, S. 24-29.

bereits 1916 nach einigen Vorabveröffentlichungen. Dagegen wird die Unterarmplastik von dem Chirurgen und Orthopäden H. Krukenberg (1864-1935) unter „F. Verschiedenes“ aufgeführt und im Sinne der Prüfstelle als abgeschlossen betrachtet.<sup>517</sup> Der Militärarzt Krukenberg hatte am 4. September 1916 erstmalig seine „Vorderarmamputationsplastik“ durchgeführt und sein Verfahren in einer Monographie 1917 veröffentlicht.

Die Ergebnisse der Prüfstelle wurden in Form von Merkblättern veröffentlicht.<sup>518</sup> Sie erschienen sowohl als Einzelschriften wie auch in Fachzeitschriften, wie z.B. in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure. Diese Merkblätter stellten wissenschaftliche Abhandlungen dar, die von verschiedenen Autoren herausgegeben wurden und als offizielle Meinung der Prüfstelle galten. Bis 1919 waren 17 Merkblätter erschienen, die sich ausschließlich mit dem Ersatz der Hand, des Unterarmes und des Oberarmes befaßten, da die Suche nach einer guten Armkonstruktion für die verschiedensten Berufszweige im Vordergrund stand.

Das Merkblatt 1 enthält eine kurze Darlegung der Organisation und der Tätigkeit der Prüfstelle nach dem Stand vom 1. April 1916. Außerdem wird die von dem einarmigen Landwirt August Keller in Dingsleben erdachte und ausprobierte „Universalersatzhand für am Unterarm amputierte Landarbeiter“ behandelt. Der technische Teil wurde von Schlesinger und der ärztliche Teil von M. Borchardt und R. Radike erstellt. Besonders hervorzuheben ist noch im Rahmen dieser Arbeit das Merkblatt 7, welches von den Ingenieuren C. Barth und Schlesinger am 15.12.1916 veröffentlicht wurde und eine Darstellung der „Entwicklung des Baues künstlicher Hände und Arme“ enthält.<sup>519</sup> Sie beginnt mit der künstlichen Hand von Götz von Berlichingen (1509), geht über zu Ballif (1812), Karoline Eichler (1835), Dalisch (1877), Rohrman (1914), Carnes (1911), Siemens-Schuckert (1916) und reicht bis zu Windler-Budzinski (1916). Die Konstruktionen sind in einer Tabelle zusammengestellt, die ihre Griffmöglichkeiten in Anlehnung an die Möglichkeiten einer gesunden Hand veranschaulicht.<sup>520</sup> Außer diesen Merkblättern veröffentlichte die Prüfstelle sogenannte „Halbjahresberichte“. Zusammen mit der Verwaltung der Reichsanstalt „Ständige Ausstellung für Arbeiterwohlfahrt“ brachte sie das im Jahr 1919 erschienene Buch „Ersatzglieder und

---

<sup>517</sup>ibidem, S. 28.

<sup>518</sup>ibidem, S. 34-36.

<sup>519</sup>Barth, C.; Schlesinger G., Entwicklung des Baues künstlicher Hände und Arme, Merkblatt Nr. 7 vom 15. Dezember 1916, Prüfstelle für Ersatzglieder, Charlottenburg, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

<sup>520</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 503 und S. 509.

Arbeitshilfen“ heraus. Die Herstellung dieses 1121 Seiten umfassenden Werkes war durch eine Spende von Bertha (1886-1957) und Gustav Krupp von Bohlen und Halbach (1870-1950) ermöglicht worden. Im Vorwort steht: „Ärztliche und technische Kunst haben sich vereinigt, diese Opfer des Krieges durch zweckmäßige Ersatzglieder und Arbeitshilfen wieder arbeits- und erwerbsfähig zu machen. Von der ärztlichen Vorbereitung zur Anbringung solcher Hilfsmittel, von ihrem Bau und ihrer Anwendung Kenntnis zu geben, ist der Zweck des Buches,....“

Allein für die Zusammenstellung des technischen Materials der Arbeit Schlesingers war eine dreijährige Arbeitszeit unter Mithilfe seines Mitarbeiters Dr. Ing. Curt Barth (Charlottenburg) erforderlich.<sup>521</sup> Er stellte Ersatzarme, d.h. Kunstarme, die nach Form und physiologischer Leistung dem natürlichen Arm nahezukommen suchen und künstliche Hände älterer und neuerer Bauart in Vergleichstafeln gegenüber und analysierte ihre Konstruktionspläne, Funktionen und Verwendbarkeit.<sup>522</sup> Dabei zeigte er auf, dass einige überlieferte Angaben des bisherigen Arm- und Handersatzes, besonders die im 19. und zu Anfang des 20. Jhdts. unvollständig, fehlerhaft und in ihrer beschriebenen Funktion im Widerspruch zu ihren tatsächlichen Möglichkeiten stehen.

Bemerkenswert ist, daß die Autorenbeiträge in den wissenschaftlichen Fragestellungen sehr unterschiedliche Auffassungen darbieten. Die Schriftleitung begründet dies mit dem Hinweis, daß es bei der ständig wachsenden Fülle des Stoffes, noch nicht möglich sei, wichtige Themen abschließend zu behandeln.

Bei genauerer Betrachtung dieses Werkes muß man diesbezüglich von einer Untertreibung sprechen. Schlesinger kommt in seinem 252 seitigen Beitrag „Der mechanische Aufbau der künstlichen Glieder“, der ein Viertel des Buches ausmacht, zu Ergebnissen die sich in mehrfacher Hinsicht von denen Krukenbergs und Sauerbruchs unterscheiden.<sup>523</sup>

Ohne Übertreibung muß hier eher von einem erbitterten Konkurrenzkampf in der Frage der geeigneten Prothesenversorgung für die obere Extremität gesprochen werden. Der Streit wurde hart ausgetragen. Auf der einen Seite stand Schlesinger, Professor an der Technischen Hochschule Berlin, der bahnbrechend auf dem Gebiet der Werkzeugmaschinen und in der Gestaltung neuer Fabrikationsverfahren und Fabrikanlagen gewirkt hatte als oberster Gutachter

---

<sup>521</sup>ibidem, S. 661.

<sup>522</sup>ibidem, S. 424-425.

<sup>523</sup>ibidem, S. 321-661.

der Prüfstelle. Auf der anderen Seite standen die ärztlichen Konstrukteure. Der Wiener Orthopäde F. Bauer gibt die Meinung in dem aufkommenden Kompetenzstreit zwischen Ärzten, Bandagisten und Technikern in der Prothesenversorgungsfrage, die weit verbreitet war, wieder. „Der Techniker fertigt eine Maschine, der Bandagist ein Werkstück. Die Prothese aber soll wenigstens ein Ersatzteil des lebendigen Organismus werden, und damit ist sie Sache des Arztes. ...Diagnose, Rezept und Kontrolle der Wirkung sind naturgemäß Sache des Arztes. Auch beim orthopädischen Apparat.“<sup>524</sup>

An dem Beispiel Sauerbruch soll im weiteren belegt durch Zitate die Gegensätzlichkeit in der Denkweise beschrieben werden.

Sauerbruch (Zürich-Singen) gehört mit einem 18seitigen Artikel „Die plastische Umwandlung der Amputationsstümpfe für willkürlich bewegbare Ersatzglieder“ zu den Mitautoren des Werkes „Ersatzglieder und Arbeitshilfen“ (1919) und berichtet über den Stand der Singener Methode vom Mai 1917.<sup>525</sup> Er kommt zu dem Ergebnis: „Die Vorteile der S i n g e n e r M e t h o d e gegenüber allen anderen bisher bekanntgewordenen Prothesen liegen in der Verwendung der Stumpfmuskulatur zu physiologischer Tätigkeit.“<sup>526</sup> Weiter behauptet er: „Auch der C a r n e s a r m steht hinter der Singener Methode weit zurück.“<sup>527</sup>

Dagegen äußert sich Schlesinger zu dem Thema künstliche Hände folgendermaßen: „Je klarer der Konstrukteur die Bedürfnisse des Lebens erkannt, je zweckmäßiger er die notwendigen Bewegungen der Kunstfinger auf die allernotwendigsten beschränkt hat, um so gebrauchsfähigere und dauerhaftere Konstruktionen sind entstanden. In der Beschränkung zeigt sich hier der Meister! Diese äußersten Notwendigkeiten wird am besten der talentierte amputierte Mechaniker (z.B. Carnes) herausfinden, der die Not am eigenen Körper kennengelernt hat, und die mechanischen Mittel gleichzeitig meistert. Solchen Leuten haben wir die stärkste Fortentwicklung im Bau künstlicher Hände zu danken, mit ihnen müssen wir dauernd weiterarbeiten, wollen wir das Ziel einer gewissen Vollkommenheit endlich erreichen. Keine Hand kann als Kunsthand angesprochen werden, zu deren Öffnung und Schließung die zweite noch gesunde Hand herangezogen werden muß. Keine Kunsthand kann vielseitig und mit schönen Bewegungen Verwendung finden, wenn sie nicht in jeder Armlage und völlig

---

<sup>524</sup>Bauer, F., 1917, S. 15.

<sup>525</sup>Sauerbruch, F., 1919, S. 234-252.

<sup>526</sup>ibidem, S. 251.

<sup>527</sup>ibidem, S. 252.

zwangfrei geöffnet und geschlossen werden kann. Diese Forderung soll in dem Worte „willkürlich“ ausgesprochen werden.“<sup>528</sup>

Sauerbruch schreibt in seinem Buch „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ (1916):

„Diese grundlegende Idee Ballifs, die Bewegung der Schulter und des Rumpfes für den Betrieb einer künstlichen Hand auszunutzen, wurde in der Folge auf verschiedenartigsteweise praktisch verwand. So entstanden die künstlichen Arme von Eichler, Peetersen, Collin und anderen ....

Auch die Hand des Amerikaners Carnes arbeitet nach dem Prinzip Ballifs. ...Mit sehr einfachen und zweckmäßigen Mitteln wird bei ihr (Anm.: gemeint ist die „Prothese du pauvre“ von dem Grafen Beaufort (1860)) das ballifsche Prinzip durchgeführt.“<sup>529</sup>

Schlesinger, der ein altes vergoldetes Modell der Ballif-Hand aus dem Berliner Museum „Kaiser Wilhelm-Haus“<sup>530</sup> nachuntersucht hat, kommt zu einem anderen Resultat: „Form und Haltung der normal geschlossenen Finger sind im Berliner Modell ungewöhnlich hässlich und rechtfertigen das scharfe Urteil von Fritze (Arthroplastik, 1842), der übrigens die sehr mangelhafte Wirkungsweise der Ballif-Hand schon damals durchaus richtig erkannt und in seinem Buch beschrieben hat. ...Die vielbesprochene freie Schulterstoßbewegung (Carnes) hat daher mit dem Ballif-Prinzip der Zwangslagen-Abduktion nichts zu tun; die Ballif-Hand verdient daher keineswegs die übermäßige Bedeutung, die ihr in letzter Zeit zu Unrecht beigemessen wurde.“<sup>531</sup>

Sauerbruch erkannte 1916, auf Grund experimenteller chirurgischer Vorarbeiten und historischer Nachforschungen, daß nur die Zusammenarbeit mit dem Techniker zu einer Lösung des Problems der willkürlich bewegbaren Hand führt. „Das Problem der willkürlich bewegbaren Hand setzt sich aus einem chirurgischen und technischen Teil zusammen. Die chirurgische Aufgabe bezweckt die Herstellung leistungsfähiger Kraftquellen. Weiter ist es nötig, diese Kraftquelle so zu gestalten, daß eine leichte Verbindung zwischen ihr und der Maschine der künstlichen Hand möglich ist. Die technische Forderung erstreckt sich auf ein mechanisch zweckmäßig gebaute Maschine, die durch Verbindung mit den lebenden Kraftquellen

---

<sup>528</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 499.

<sup>529</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 4.

<sup>530</sup>Anmerkung: Einst befand sich hier die weltweit größte Sammlung künstlicher Glieder der Prüfstelle Berlin, insbesondere die der Armprothesen, welche seit dem Ende des 2. Weltkrieges als verschollen gelten. Siehe: Wetz, H. H., 2000, S. 153.

<sup>531</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 399-400.

die normalen Bewegungen und Leistungen der lebenden Hand möglichst erfolgreich nachahmt. Hierher gehört auch die Beschaffung gutschitzender Prothesen für den Unter- und Oberarm. Beide Aufgaben können nicht unabhängig voneinander gelöst werden; sie hängen vielmehr eng zusammen.<sup>532</sup>

Schlesinger vertritt dagegen folgende Ansicht: „Die physiologische Grundlage der natürlich menschlichen Hand, deren Beugung und Streckung mit Sehnen bewerkstelligt wird, läßt sich durch mechanische Mittel praktisch nicht ausführen. Wir müssen uns deshalb davon frei machen, die natürlich-physiologische Leistung als Ausgangspunkt für brauchbare Konstruktionen zu benutzen.“<sup>533</sup> In einer Fußnote erläutert Schlesinger seine Meinung durch das Beispiel „Fliegekunst des Menschen“. Der Erfolg des Menschen fliegen zu können, sei auch erst gelungen, als er die vogelphysiologische Auffassung des Fliegens fallenließ. Die Konstruktion des Flugzeugs und das Fliegeverfahren seien im Vergleich zum Vogel unphysiologisch.<sup>534</sup>

Obwohl Sauerbruch sein Operationsverfahren bei sechs Fällen am 10. Oktober 1915 in der „Medizinischen Klinik“ publiziert und sein Buch „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ bereits 1916 erscheint, wird sein Verfahren nur marginal von Schlesinger als „Vanghetti-Sauerbruch-Operation“ erwähnt.<sup>535</sup>

Die von Krukenberg veröffentlichte Plastik am Unterarm (1917) wird dagegen auf fünf Seiten beschrieben und eher ablehnend beurteilt.<sup>536</sup> „...so überlegen das Ergebnis der Krukenberg-Operation in bezug auf die Funktion ist, so ungünstig ist einerseits das Ergebnis in bezug auf die Form. ...so dürfte die Konstruktion einer geeigneten und brauchbaren künstlichen Hand unter Ausnutzung der durch die Krukenberg-Operation freigemachten Kräfte noch lange Zeit auf eine Verwirklichung warten, wenn diese überhaupt möglich ist.“<sup>537</sup>

Aus der Arbeit Schlesingers wird die Kritik ersichtlich, welcher Sauerbruch seitens der Prüfstelle ausgesetzt ist. „Beim Vorhandensein von Muskelkanälen (Vanghetti-Sauerbruch) können eine ganze Anzahl der oben beschriebenen Hände (Anmerkung: Rohmann (St. Gallen,

---

<sup>532</sup>Sauerbruch, F., 1916 c, S. 9.

<sup>533</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 506-507.

<sup>534</sup>ibidem, S. 507.

<sup>535</sup>ibidem, S. 420, S. 542.

<sup>536</sup>ibidem, S. 421-426.

<sup>537</sup>ibidem, S. 422, S. 423, S. 426.

1914), Fischer (Berlin, 1917), Hüfner (München, 1917), Carnes-Einzughand für Oberarm-Amputierte) fast ohne Änderungen oder nur mit geringfügigen Änderungen verwendet werden. Die Schwierigkeit der Verbindung besteht sowohl in dem Vorhandensein geringer Zugkräfte, die sich mit den gewaltigen Kräften der Schulter nicht vergleichen lassen (Anmerkung: Schlesinger spielt hier auf den Carnesarm an.), als in den leider recht oft vorhandenen kleinen Muskelnhüben, die zwischen 3 mm und 28 mm schwanken, soweit meine eigenen Erfahrungen an etwa 50 mit Sauerbruch-Kanälen versehenen Amputierten reichen. Kleinere Wege (nutzbarer Muskelausschlag) als 10 mm kann man nur noch für „Schaugriffe“ benutzen; von Arbeitsleistung ist dann keine Rede mehr.<sup>538</sup> Aus diesen Prüfungen war die Inaugural-Dissertation von K. Meyer „Die Muskelkräfte Sauerbruch-Operierter“ (1919) hervorgegangen.<sup>539</sup> Der Dipl.-Ing. Karl Meyer (Burgdorf, Kreis Wolfenbüttel, 1892-?) führte 1918/19 an der Technischen Hochschule Berlin 30 Messungen an verschiedenen Muskeln (M. biceps brachii, M. triceps, M. pectoralis, M. latissimus dorsi, Handbeuger und Handstrecker) aus, die durch Kanalisierung nach Sauerbruch als direkte Kraftquelle nutzbar gemacht wurden, um deren zur Verfügung stehende Kräfte und Wege festzustellen.<sup>540</sup> Zudem bestimmte er ebenfalls anhand von Messungen den aufgewandten Kraftbedarf verschiedener künstlicher Hände (Kraftverbraucher), um Druck zwischen den Fingerspitzen zu erreichen. Die bisherige Unkenntnis der zur Verfügung stehenden Kräfte und Wege der direkten Kraftquellen führten zu vielfachen Fehlkonstruktionen der Kunstarme, da die Kraftquelle mit den Muskelkanälen nicht die benötigte Arbeitsleistungen aufwies, diesselben zu betätigen. Es sollten speziell für das Sauerbruchverfahren Grundlagen geschaffen werden, die gestatten, im voraus zu planen, ob die vorhandene Muskelleistung und der Kraftverbrauch des Kunstarmes in angemessenem Verhältnis stehen, und welche Kombination den besten Erfolg verspricht. Seine Ergebnisse zeigten, daß nur Hände mit geringem Kraftbedarf, das sind solche ohne aktive Sperrung (Hüfner- und Rohrman-Hand), von den Sauerbruch-Operierten auf Dauer betätigt werden können.<sup>541</sup> Offensichtlich ist Schlesinger aufgrund seiner muskelmechanischer Experimente gegenüber der kineplastischen Operation von Sauerbruch eher ablehnend eingestellt.

---

<sup>538</sup>ibidem, S. 542-543.

<sup>539</sup>Meyer, K., 1919; Meyer, K., 1920, S. 594-652; Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 61.

<sup>540</sup>Schlesinger, G., 1920, S. 262-264; Bethe, A., 1921, S. 886; Schlesinger, G.; Meyer, K., 1921, S. 886; Horn, C. ten, 1922, S. 188-190.

<sup>541</sup>Meyer, K., 1919.

Sauerbruchs „Singener-Arbeitshand“ (1918) wird von Schlesinger nur von ihrer technischen Arbeitsweise in „Ersatzglieder und Arbeitshilfen“ beschrieben.<sup>542</sup> Ein Vergleich mit den übrigen Kunsthänden, angefangen mit der Hand von Götz von Berlichingen bis zur Fischer-Hand (1917) wird mit der Begründung abgelehnt, dass es sich hier nur um eine „Arbeitsklau“ handle.<sup>543</sup>

### 12.3. Die „Carnes-Hand“, der Favorit der Prüfstelle

Carnes ließ 1911 und 1912 einen Kunstarm und eine Kunsthand patentieren, deren Entstehung er 1902 selbst einleitete. Die Arme wurden nach genauen Gipsmodellen bereits seit 1909 fabrikmäßig hergestellt. Der Orthopäde und leitender Arzt der Orthopädie- und Röntgenabteilung am städtischen Krankenhaus Berlin-Moabit M. Cohn weiß von dem IV. Internationalen Chirurgenkongress im April 1914 in New York zu berichten, daß dort zunächst von dem Referenten für die Amputation der oberen Extremität die Vanghetti-Operation favorisiert wurde. Jedoch nach der im Anschluß stattgefundenen Demonstration dreier Amputierter mit Carnes-Armen, die von Binnie, dem Schriftführer der Amerikanischen Chirurgischen Gesellschaft vorgestellt wurden, habe man sich zugunsten einer guten Prothese ohne vorangehender Operation entschieden.<sup>544</sup>

Das Preußische Kriegsministerium wurde erst im Frühjahr 1915 auf den Carnes-Arm durch den Oerarmamputierten Leutnant und Ingenieur Hepner aufmerksam gemacht, der sich mit den deutschen Patenten über Kunstarme beschäftigte ( 3 deutsche Carnes-Patente, 1911-1912).<sup>545</sup>

Wie heftig der Konkurrenzkampf Sauerbruchs mit der Prüfstelle um Anerkennung seiner Singener Arbeit in Hinblick auf den Carnes-Arm war, belegt seine folgende Äußerung: „Trotz mehrfacher Vorführung unserer Amputierten in Kreisen von Ärzten und Technikern wird den S i n g e n e r Ersatzgliedern immer wieder der C a r n e s a r m als besser gegenübergestellt. Der Carnesarm ist unzweifelhaft das beste Modell der nach B a l l i f s c h e n Grundsätzen erbauten älterer Ersatzglieder. Trotz seiner vollkommenen Maschine ist er aber heute überholt.“

---

<sup>542</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 543-545.

<sup>543</sup>ibidem, S. 545.

<sup>544</sup>Cohn, M., 1916, S. 944.

Die Betätigung der künstlichen Hand durch Kraftquellen aus der Stumpfmuskulatur stellt schon im Prinzip einen Fortschritt da. Der Carnesarm kommt nur in Frage bei Amputierten, die sich nicht operieren lassen wollen oder in den seltenen Fällen, bei denen ein kurzer schlechter Stumpf die plastische Umwandlung der Muskulatur ausschließt...Der amerikanische Arm dürfte in der jetzigen Form kaum der Arm der Wahl für unsere Kriegsamputierten werden.<sup>546</sup>

Die Wahrnehmungen Sauerbruchs waren nicht unbegründet. Dies zeigt die weitere Chronologie der Prothesenversorgung für die obere Extremität.

Am 05. Juli 1916 wurde von der Medizinal-Abteilung des Kriegsministeriums (Berlin) folgende Verfügung (Nr. 2452/6. 16. MA.) erlassen, die vom Leiter des Sanitätsamtes Generalarzt Schultzen gezeichnet ist:

„Die gleich nach Kriegsausbruch aufgenommenen, bis heute fortgesetzten Versuche zur Gewinnung eines wirklich brauchbaren Armersatzes haben zwar dazu geführt, für einzelne Berufsarten einige gut verwendbare Hilfsmittel (z.B. Rota-, Jagenberg-, Keller-Arm u.a.) herauszubringen, das gesteckte Ziel ist aber immer noch nicht erreicht. Insbesondere ist ein geeigneter Arbeitsarm für Kopfarbeiter (Offiziere, Beamte, Kaufleute usw.) noch nicht gefunden. Sie sind deshalb vorläufig noch auf den sogenannten Schönheitsarm mit mehr oder minder praktischen Greif- usw. Vorrichtungen angewiesen, der erfahrungsgemäß sehr häufig schon nach kurzer Zeit wieder abgelegt wird, weil dessen Träger ihn als unnütze Last empfinden.

Um die solchen Berufen angehörigen Amputierten vor späteren Enttäuschungen zu bewahren, wird es sich empfehlen, ihnen zu eröffnen, daß es einen brauchbaren Armersatz für sie noch nicht gibt, daß aber an der Verbesserung der bisher erzeugten Kunstarme dieser Art andauernd rege gearbeitet wird, und daß davon mit der Zeit ein befriedigendes Ergebnis erwartet werden darf. Sie werden deshalb in ihrem eigenen Interesse zweckmäßig versuchen müssen, sich zunächst noch ohne künstlichen Arm zu behelfen, damit ihnen später ein Armersatz verabfolgt werden kann, der ihnen wirklichen Nutzen bringt.

Dies wird den betreffenden umso unbedenklicher angeraten werden können, als zahlreiche Personen aller Gesellschaftsklassen bekannt sind, die sich nie eines künstlichen Arms bedient und im Laufe der Zeit gelernt haben, fast alle Verrichtungen des täglichen Lebens und ihres Berufes nur mit dem einen Arm und jede fremde Hilfe auszuführen.<sup>547</sup>

---

<sup>545</sup>Cohn, M., 1917 a, S. 15.

<sup>546</sup>Sauerbruch, F., 1918 b, S. 257-258.

<sup>547</sup>Schwiening, H., 1919, S. 14.

Oberstabsarzt Schwiening, Abteilungschef im Kgl. Preuß. Kriegsministerium-Berlin W. und stellvertretender Vorsitzender der Prüfstelle Berlin kommentierte diese Verfügung 1919: „Diese Bestimmung wurde namentlich mit Rücksicht darauf erlassen, daß inzwischen Verhandlungen eingeleitet waren, die Patente des amerikanischen C a r n e s a r m s anzukaufen, und so Aussicht bestand, diesen Arm in Deutschland zu verhältnismäßig billigem Preise herzustellen und damit auch für geeignete Kriegsverletzte zu beschaffen.“<sup>548</sup>

#### 12.4. Die Leistungsfähigkeit des Carnesarmes in der Diskussion

Ein im Nachlaß Sauerbruchs befindlicher dreiseitiger, inoffizieller, ärztlicher Untersuchungsbericht des 29-jährigen Herrn Smith, Carnesprothesenträger beidseits, bestätigt diesen Hintergrund.<sup>549</sup> Dessen medizinische Begutachtung fand bereits 2 Wochen vor der kriegsministeriellen Verfügung am 21. Juni 1916 durch die Orthopäden Gocht, Radike und dem Chirurgen Borchardt statt, die allesamt dem Vorstand der Prüfstelle angehörten. Herr Smith ist seit 9 Jahren am linken Oberarm amputiert, sowie am rechten Unterarm 1,5 cm unterhalb des Ellbogengelenkes. Zum Zeitpunkt der Untersuchung besitzt er die Prothesen ohne nennenswerte Reparaturen seit 5 Jahren (1911). Mit knappen Worten werden von den Untersuchern die Amputationsstümpfe, Oberarmhülsen und die Bandage beschrieben. „Die Prothesen sind außerordentlich leicht, teils aus Durana, teils aus Fibre und Weidenholz hergestellt. Die Aufhängung der Prothesen ist verblüffend einfach. Smith legt sich den ganzen Apparat allein an und kann ihn ebenso wieder abstreifen. Das Ablegen dauert 25 Sekunden, das Anlegen 15 Sek.

Die Prothesen sind so locker aufgehängt, daß man durch eine einfache Drehbewegung die Prothese vom linken Oberarmstumpf abstreifen kann. Fast spontan kann der Verletzte wieder in die Hülse hineinschlüpfen.“<sup>550</sup> Der Untersuchungsbericht endet mit dem Satz „Ein Urteil über die Verwendbarkeit wird hier nicht gefällt.“ Der Bericht wurde am 22. Juni 1916 in Berlin von Borchardt gezeichnet.

---

<sup>548</sup>ibidem, S. 14-15.

<sup>549</sup>Aerztliche Untersuchung des Herrn Smith mit d. Carnes-Prothesen, vorgenommen am 21.6.16 durch die Herren Gocht, Radike und Borchardt, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

<sup>550</sup>ibidem

Bereits 3 Wochen später, am 14. Juli 1916, werden die Carnes-Patente für Deutschland durch die „Gemeinnützige Gesellschaft für die Beschaffung von Ersatzgliedern m.b.H.“ (Berlin) erworben.<sup>551</sup> Nach weiteren 4 Wochen erreicht Sauerbruch ein Brief Schlesingers, in dem dieser Stellung zum Patenterwerb nimmt durch Darlegung seiner Entscheidungskriterien für eine brauchbare Armprothese.

„...Von allen Arbeitsarmen und -händen aber, die durch meine Hände gegangen sind, - das sind augenblicklich etwa 78 verschiedene Konstruktionen -, ist nicht eine dabei gewesen, die der Carnes Hand auch nur das Wasser reicht, ...denn sie ist im konstruktivem Aufbau die einfachste, in der Verwendung der konstruktiven Mittel die stärkste und betriebssicherste. ...

Die 3 Anforderungen: einfach

stark

betriebssicher

müssen wir an jede Gebrauchshand des täglichen Lebens stellen; man muß in der Lage sein, mit ihr sowohl ein Blatt Papier von 1 Gramm, als auch einen Koffer von 25 kg Gewicht zu greifen und sicher zu halten. Das kann Carnes, sonst niemand meiner Kenntnis nach. ....<sup>552</sup>

Aus einem weiteren vertraulichen Brief Schlesingers vom 02. September 1916 erfährt Sauerbruch (Zürich) die Teilnehmer der Carnesarmprüfung: „Die Prüfungskommission bestand aus drei Aerzten: Gocht, Borchardt und Radike, und zwei Ingenieuren Leymann und Beckmann; außerdem hat Biesalski noch 4 Stunden allein geprüft. Prüfstellenmitglieder, die sich vorher für Carnes ausgesprochen hatten, sind nicht in die Kommission gewählt worden, so daß der Plenarbeschluß einstimmig erfolgt ist.“<sup>553</sup> Hartmann führt den Carnes-Arm, als einen „durch Schulterbewegung gesteuerten Arm“ in einer Liste von Ersatzarmen auf, deren Prüfung in der Zeit vom 01. Februar 1916 bis 01. Juli 1918 nach einem festgelegten „Arbeitsplan“ der Prüfstelle abgeschlossen wurden.<sup>554</sup>

Die Prüfung des Carnesarms wurde an Herrn Smith, einem Angestellten der Firma Carnes (Kansas City, Nordamerika) vorgenommen. In dem offiziellen Gutachten wird hervorgehoben, daß die Prothesen außergewöhnlich leicht seien.

---

<sup>551</sup>Briefwechsel Sauerbruch mit Prof. Dr. Ing. W. Reichel, Siemens-Schuckert Werke, Siemensstadt bei Berlin, (06.12.1915-04.12.1916), Brief von Reichel vom 28.07.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>552</sup>Briefwechsel mit Prof. G. Schlesinger, Carnes-Hand, 27.01.1916- 27.11.1916, Brief von Schlesinger vom 11.08.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>553</sup>Briefwechsel Sauerbruch mit Prof. G. Schlesinger, Carnes-Hand, 27.01.1916-27.11.1916, Brief von Schlesinger vom 02.09.1916, Blatt 4, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>554</sup>Hartmann, K., 1919, S. 24-25.

„Die linke ist teils aus Fiber- und Weidenholz hergestellt, die rechte ist ebenso leicht, hat aber eine Oberarmhülse aus Aluminiumblech. Das Gewicht beider Prothesen zusammen beträgt insgesamt mit Bandage 2,6 kg.“<sup>555</sup> Zur Instandhaltung sei ein ölen der Getriebeteile zeitweilig nötig. Besondere Ansatzstücke seien für den gewöhnlichen Gebrauch des Armes nicht erforderlich. Die Prüfkommision kam zu folgendem Endergebnis: „Zunächst muß hervorgehoben werden, daß der äußere Eindruck dem natürlichen Arme durchaus entspricht. Beim flüchtigen Ansehen des Armträgers wird durch die Gesten beim Reden, Ueberschlagen der Arme in Ruhestellung, Armbewegen beim Rauchen und ähnliche zwanglose, natürlich aussehende Armbewegungen das Vorhandensein eines künstlichen Armes fast vollkommen verdeckt. Für die Verrichtungen des täglichen Lebens hat sich der Arm als brauchbar erwiesen, da er in gewissen Grenzen willkürlich gesteuert werden kann, im Gegensatz zu allen sonst bekannten Ersatzarmen. Allerdings können die einzelnen Bewegungen nur mit Verzögerungen und in einigen Fällen unter gewissen Anstrengungen erfolgen. Jedoch muß ausdrücklich betont werden, daß ein doppelt Amputierter sich bei allen Erfordernissen des täglichen Lebens allein helfen kann, wofür der Vorführer des Arms, Herr Smith, ein besonders treffendes Beispiel ist, da er trotz der rechtsseitigen Amputation bis zum Ellbogen und mit dem linken kurzen Oberarmstumpf sich so gut wie ohne jede fremde Hilfe bewegen kann. Auch die Ausführung von verschiedenen Tätigkeiten des täglichen Lebens ist als gut zu bezeichnen,.... In Verbindung mit der Brauchbarkeit für das tägliche Leben ist der Arm auch für die Verwendung für die nicht handwerksmäßigen Berufe als gut zu bezeichnen; dies wurde durch verschiedene Tätigkeiten erprobt Für landwirtschaftliche Arbeiten wurde der Arm nicht geprüft, auch nicht für handwerksmäßige Berufe. Wohl wurde der Träger des Arms an Maschinen der Massenfabrikation wie Revolverbank, Rohr- und Fräsmaschinen gestellt, wo er auch die notwendigen Griffe und Bewegungen betätigen konnte. Doch muß bemerkt werden, daß man Doppeltamputierte, wie den Herrn Smith, an Maschinen überhaupt niemals beschäftigen würde.“<sup>556</sup>

Dem Bericht sind 15 Fotografien angefügt, die Smith bei verschiedenen alltäglichen Betätigungen darstellen (Kämmen, Anziehen einer Jacke, Trinken aus einem Weinglas, Schreiben, Schuhe anziehen, etc.). Zwei Fotos zeigen seine Oberarmstümpfe ohne Prothesen (seitlich und frontal); zwei weitere zeigen die Bandage. Sie verläuft hosenträgerartig über die beiden Schultern zum Rücken und wird von unelastischen, schmalen Gurtbändern gebildet.

Im August 1916 tritt die „Gemeinnützige Gesellschaft zur Beschaffung von Ersatz-Gliedern m.b.H.“ (Berlin NW 7, Sommerstr. 4a) mit einer Werbebroschüre an die Öffentlichkeit, in der

---

<sup>555</sup>Bericht über die Prüfung des Carnes-Armes aufgrund der in der Prüfstelle für Ersatzglieder zu Charlottenburg vorgenommenen Untersuchung, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

<sup>556</sup>ibidem

sie den Carnesarm anpreißt, als Arm, „der zur Zeit den vollkommensten Ersatz des menschlichen Armes für den Gebrauch im täglichen Leben darstellt.“

Ein Exemplar befindet sich im Nachlaß Sauerbruchs.<sup>557</sup> In dem fünfseitigen Glanzdruckfaltblatt (DinA5-Format) tauchen 12 Photographien auf, die dem Prüfbericht der „unabhängigen“ Prüfkommision entnommen wurden.<sup>558</sup> Der Begleittext der Broschüre sollte beim Leser keinen Zweifel aufkommen lassen, daß dieser Arm der derzeit beste Ersatzarm sei. Der Leser wird dahingehend informiert, daß Ärzte und Ingenieure sich in diesem Urteil einig sind und im Verbund mit der Industrie den derzeit besten Ersatzarm für den Kopfarbeiter anbieten. Die dazugehörigen Fotos stellen das fast natürlich wirkende Erscheinungsbild der Prothese in den Vordergrund. Es scheint deshalb auch kein Zufall zu sein, daß hier die Fotos der Bandagen aus dem Prüfbericht fehlen, die den Charakter des Hilfsmittels unterstrichen hätten. Zum besseren Verständnis der Auseinandersetzung Sauerbruchs mit der Prüfstelle in der Prothesenfrage sollen hier die wichtigsten Passagen des Begleittextes des Prospekts „Der Carnes=Arm“ wiedergegeben werden:

„Nachdem der die unter Mitwirkung des Vereines deutscher Ingenieure entstandene Prüfstelle für Ersatzglieder alle bisher erreichbaren Ersatzarme einer eingehenden Prüfung unterzogen hat, ist sie nach wiederholter Untersuchung und Erprobung des Carnes-Armes durch ihre Ingenieure und Ärzte zu dem Ergebnis gekommen, daß dieser Arm der zur Zeit vollkommenste Ersatz des menschlichen Armes mit einer willkürlich, das ist ohne Zutun der gesunden Glieder bewegten Hand für den Gebrauch im täglichen Leben ist. Insbesondere hat sich der Carnes-Arm für den Kopfarbeiter bewährt, der schwere Arbeiten mit der Hand nicht auszuführen hat, aber die alltäglichen Verrichtungen des An- und Auskleidens, des Waschens und Kämmens, des Essens und Trinkens usw. und vor allem des Schreibens und Lesens von seinem Kunstarm verlangt, dabei aber auch Wert darauf legt, daß das Fehlen des natürlichen Gliedes nicht auffällt. ...

Einer Verwertung des Carnes-Armes für unsere Kriegsbeschädigten standen bisher die sehr weit gefaßten deutschen Patente der Carnes-Gesellschaft im Wege. Es ist jetzt der auf Anregung des Vereines deutscher Ingenieure gegründeten aus Industriekreisen sich zusammensetzenden „Gemeinnützigen Gesellschaft für Beschaffung von Ersatzgliedern m.b.H.“ gelungen, diese Patente anzukaufen und damit den Weg für eine billige Herstellung und Weiterentwicklung des Carnes-Armes in Deutschland freizumachen. Diese Gesellschaft hat der auf diesem Fachgebiet gut eingearbeiteten Fabrikationsfirma Robert Fabig G.m.b.H., Charlottenburg, die Herstellung des Armes übertragen.

...

Da die Gemeinnützige Gesellschaft den Verkauf des Armes nicht durch die Unkosten zu verteuern gedenkt, die ihr aus dem Erwerb der Patente erwachsen sind, so kann der Arm in Deutschland demnächst zu einem Preise geliefert

---

<sup>557</sup>„Der Carnes=Arm“, Gemeinnützige Gesellschaft zur Beschaffung von Ersatz=Gliedern m.b.H., Berlin NW 7, Sommerstraße 4a, Prospekt, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

<sup>558</sup>Prüfstelle für Ersatzglieder, Berlin-Charlottenburg, Frauenhoferstr. 11/12, Bericht über die Prüfung des Carnes-Armes, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56. (Anmerkung: Datumangabe fehlt.)

werden, der dem entspricht, den die Militärbehörde in sonstigen Fällen für Ersatzarme auswirft. Die Lieferung fertiger Arme wird voraussichtlich bereits im Dezember dieses Jahres beginnen können.“<sup>559</sup>

## 12.5. Die Auswirkungen des Carnespatentankaufes auf Sauerbruchs Arbeit

Noch bevor das Kriegsministerium den Carnesarmes für Kriegsbeschädigte offiziell genehmigt, wendet sich Schlesinger in einem vertraulichen Brief am 2. September 1916 an Sauerbruch (Zürich), in dem er den Ankauf der Carnes-Patente und die Gründung der Gemeinnützigen Gesellschaft erläutert, wohl mit der Absicht Sauerbruch trotzallem die Tür für eine weitere „Zusammenarbeit mit der Prüfstelle“ offen zu lassen.

„...Seien Sie überzeugt, dass, sofern Sie mich nach Rat und Tat in Anspruch nehmen wollen, Sie stets über mich voll verfügen können.

So hatten wir ja bei unserer Zusammenkunft in Berlin auch vereinbart, dass Sie 3 Leute, nach Ihrer Operationsmethode behandelt, schnellsten zur Verfügung stellen würden. Der eine sollte die von Ihnen und Stadler zu verbessernde Rohrman=Hand (mit Selbstsperrung in jeder Lage), der zweite die von Knecht=Reichel zu verbessernde Siemens=Hand, der dritte die Carnes=Hand angepasst erhalten.

Wir hätten in allen 3 Fällen sachlich und objektiv, wie wir ex officio als unparteiische Reichsprüfstelle zu sein haben, mit den starken Mitteln der Prüfstelle, mit Erfahrung, Technik und Geld, vor allem aber mit gleicher, voller Lust und Liebe an ihrer Vollendung gearbeitet; es gibt ja mehrere Wege, um nach Rom zu kommen. Haben wir uns doch volle 6 Monate mit dem Rota=und Jagenberg herumgequält, um aus diesen Konstruktionen, die ich grundsätzlich für verfehlt halte, -dies aber vertraulich-, das Maximum herauszuholen.

Nun noch ein Wort zu Ihrer und meiner Auffassung über die Carnes=Patente. Sie glauben, weil die 50 grössten deutschen in der „Gemeinnützige Gesellschaft für die Beschaffung von Ersatzgliedern“ zusammengeschlossenen Firmen eine Menge Geld für die 3 amerikanischen Patente ausgegeben haben, müsse es sich um eine völlig abgeschlossene Erfindung handeln! Das ist ein Irrtum. Die massgebenden Herren der „Gemeinnützigen Gesellschaft“ sind nach gründlichster persönlicher Prüfung jedoch der Ansicht, -und diese teile ich-, dass die Carnes=Hände und Arme nicht nur die zurzeit besten und ausserdem die einzigen, durch mehrjährigen Gebrauch durchaus erprobten Prothesen vorstellen, sondern darüberhinaus, dass die von Carnes zum ersten Male konstruktiv verwirklichten Gedanken grundlegend und als solche einer wesentlichen Fortentwicklung fähig sind. Die willkürlich gesteuerte in freier Kombination fein dosierte Fingerbewegung mit Sperrung in jeder Stellung, die Pro=und Supination

---

<sup>559</sup> Der Carnes=Arm, Gemeinnützige Gesellschaft zur Beschaffung von Ersatzgliedern m. b. H., Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Sommerstraße 4 a, Prospekt, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 56.

in freier Kombination mit Armkreisel= sowie Finger=Bewegung, die selbsttätige Umsteuerung für Öffnen und Schließen braucht jede mechanische Hand, falls sie arbeitsfähig werden soll. Auch die von Ihnen geplante. Daher mußten die Patente angekauft werden als Geschenk für die Allgemeinheit und nimmer als einseitige Geldaufwendung.

Kein Oberarmamputierter, -und diese bilden leider die ganz überwiegende Mehrzahl,- kann bisher kombinatorische Arm=und Fingerbewegungen in nahezu beliebiger und willkürlicher Art ausführen, ausser er sei mit Carnes=Prothesen ausgerüstet.

Von dem Hinzufügen der Sauerbruch=Muskelpastik zu den Carnes=Grundsätzen verspreche ich mir eine weitere durchschlagende Weiterentwicklung. Warum in aller Welt stemmen Sie sich dagegen an ?

Ihr Erstaunen endlich, dass keine der zuständigen Personen sich in Singen über den gegenwärtigen Stand Ihrer Arbeit überzeugt hat, ist deshalb ungerechtfertigt, weil die Gemeinnützige Gesellschaft auf meine Veranlassung ein Gutachten der Prüfstelle eingeholt hatte und, weil die Herren wußten, dass im Vorstande der Prüfstelle alle im Kunstgliederbau erfahrenen Aerzte -, einschliesslich Sauerbruch- vertreten waren. Sie hätten sich also äussern müssen, wenn Sie Einwendungen zu machen hatten; und diese Angelegenheit war doch wichtig genug, um einmal persönlich bei der Prüfungsarbeit mitzuwirken.

Sie haben alle Einladungen, ja gerade in der Carnesprüfung auch noch einen besonderen Briefwechsel, erhalten, aus dem hervorging, wie sorgfältig, sachlich und objektiv wir in diesem Fall gearbeitet haben, im vollen Bewusstsein unserer hohen Verantwortung. ...

Unsere Ansichten sind nun geklärt und unsere Zusammenarbeit wird hoffentlich bald einsetzen.<sup>560</sup>

Auffallend ist die Widersprüchlichkeit Schlesingers, der den Rota- und Jagenbergarm hier für grundsätzlich verfehlt hält, derweil beide bei dem Preisausschreiben des Vereins Deutscher Ingenieure im September 1915 den zweiten Preis von einem Preisgericht zugesprochen bekamen, dem Schlesinger angehörte.<sup>561</sup>

Eine Antwort auf Schlesingers rhetorisch einzuschätzende Frage, warum Sauerbruch sich seiner Meinung nach einer Kombination seines Operationsverfahrens mit dem Carnesarm, dessen Verfechter Schlesinger ist, widersetze, gibt Sauerbruch in seinem Bericht über den weiteren Fortschritt seines Verfahrens am 12. Dezember 1916 in der Münchener Medizinischen Wochenschrift. Sauerbruch teilt der ärztlichen Öffentlichkeit mit, daß er bisher 100 Amputationen erfolgreich in Singen durchgeführt hat. Jedoch räumt er ein, daß trotz der chirurgisch gelösten Aufgabe, die technische Lösung nur sehr langsam voranschreite, weil es an einer brauchbaren Handprothese mangle. „So kam es, dass wir von einigen Aerzten und Technikern dazu gedrängt wurden, auch für unsere besonderen Zwecke die C a r n e s h a n d

<sup>560</sup>BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>561</sup>Schlesinger, G., 1917 a, S. 737.

zu verwenden. Von den Vorteilen der C a r n e s h a n d haben wir uns jedoch nicht überzeugen können. Wer die C a r n e s h a n d empfiehlt, verkennt die Möglichkeiten und Aussichten der operativen Methode. Ihr Schwerpunkt liegt in der Nachahmung der physiologischen Funktionen. Die Leistungen des C a r n e s a r m e s sind vom technischen Stand aus bedeutsam, können aber als erstrebenswertes Ziel nicht anerkannt werden. ... Verschiedene Handmodelle wurden erprobt. Wir verfügen heute über drei brauchbare Konstruktionen, die je nach ihrer Art sich für besondere Berufe eignen. ...Der Ankauf der C a r n e s p a t e n t e durch den Verein deutscher Ingenieure, der durch die Prüfstelle für Ersatzglieder befürwortet, vielleicht auch angeregt worden ist, hat vielfach die Vermutung aufkommen lassen, als ob unsere Versuche, eine willkürlich bewegliche Hand zu schaffen, gescheitert oder durch den C a r n e s a r m überflüssig geworden seien. ...Die Annahme, dass unser Schweigen beweise, das Verfahren habe sich nicht bewährt, ist unrichtig. Wir haben auf Mitteilungen über unsere Fortschritte verzichtet, um erst nach Abschluss grundlegender technischer Verbesserungen ermutigende Ergebnisse mitteilen zu können. Heute ist das erste Ziel erreicht.“<sup>562</sup>

Nachdem der Ankauf der Carnespatente<sup>563</sup> durch die deutsche Industrie vertreten als Gemeinnützige Gesellschaft zur Beschaffung von Ersatzgliedern m.b.H. erfolgte, war die Herstellung der Arme gesichert. Für den Erwerb der amerikanischen Patente wurde eine Summe von 1 ¾ Millionen Mark aufgebracht.<sup>564</sup> Mit dem Erlaß der Medizinalabteilung des Kriegsministeriums vom 18. Oktober 1916 (Nr. 7267/9. 16.MA.) wurde die Beschaffung des Carnesarmes für alle Doppelamputierte und für alle Kopfarbeiter, d.h. alle, die nicht auf die unmittelbare Arbeit ihrer Hände angewiesen waren, genehmigt.<sup>565</sup> Sein Verkaufspreis lag 1916 bei 1000 Mark.<sup>566</sup>

---

<sup>562</sup>Sauerbruch, F., 1916 b, S. 1769-1770.

<sup>563</sup>Carnes-Arm D.R.P. 251 355, 02. August 1911; Carnes-Arm (Einzug-Hand) D.R.P. 265 058, 11. Dezember 1912; Carnes-Arm, Pro- u. Supinationsgetriebe (durch Ellenbeugung) D.R. P. 266 209, 11.12.1912.

<sup>564</sup>Sauerbruch, F., Mitteilung im Brief von Prof. W. Reichel vom 28.06.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

Im Vergleich dazu erhielt J. Hüfner für seine Kunsthand (München, 1917), die von der Prüfstelle Berlin in ihrem Gebrauchswert für Kriegsinvaliden mit „sehr gut“ beurteilt wurde, eine Erfinder-Prämie von 500 Reichsmark. In: Plöger, J., 1991, S. 50.

<sup>565</sup>Schwiening, H., 1919, S. 14-15.

<sup>566</sup>Hohmann, G., 1916, S. 283.

## 12.6. Sauerbruchs Position zum Carnesarm

Oberstabsarzt Schwiening, stellv. Vorsitzender der Prüfstelle Berlin, begründet 1919 den Ankauf der Carnespatente in bezug auf das Sauerbruchverfahren: „So steht sie (Anm.: gemeint ist die Heeresverwaltung) auch der S a u e r b r u c h s c h e n Arbeit mit lebhaften Interesse gegenüber. Es darf hier ausgesprochen werden, daß sie dem Genannten, als er mit seinen ersten Vorschlägen an das Kriegsministerium herantrat, sofort ihre Unterstützung in weitgehendem Maße hat zuteil werden lassen und von der weiteren Ausbildung seines Verfahrens, daß ohne Zweifel die idealste Versorgung der Armamputierten darstellt, erheblichen Nutzen für zahlreiche Amputierte erhofft.

Da aber sicher nicht alle Amputierte für eine Operation nach Sauerbruch geeignet oder dazu bereit sein werden, so ist es die selbstverständliche Pflicht der Heeresverwaltung, auch alles andere, was Technik und Wissenschaft auf dem Gebiete des Kunstgliederbaus zu bieten vermögen, zu prüfen und je nach Ausfall der Prüfung zum Besten der Amputierten auszunutzen.<sup>567</sup>

Über den Ankauf der Carnespatente und insbesondere über die öffentlichen Werbekampagnen für den Carnesarm ist Sauerbruch so verärgert, daß er seinen Austritt aus der Prüfstelle erklärt. Am 18. November 1916 begründet er in einem fünfseitigen Einschreibebrief gegenüber Geheimrat Hartmann als Vorsitzenden und Schlesinger als Geschäftsführer der Prüfstelle seinen Schritt:

„Sehr geehrte Herren!

...Am vorigen Mittwoch war ich auf Veranlassung mehrerer Herren aus Karlsruhe, die sich um die Entwicklung der Singener Werkstatt sehr verdient gemacht haben, zu einem Vortrag eingeladen, dessen besonderer Zweck es war, über die Leistungen des Carnesarms Aufschluss zu geben. Schon früher hatte ich Gelegenheit Carnesarmträger zu sehen und mich von ihren Leistungen zu überzeugen. Auf Grund der Eindrücke die bei kritischer Verwertung des Gesehenen bei mir zurückblieben, war ich überzeugt, dass niemals der Carnesarm ein erstrebenswertes Ziel unserer Arbeit für die Kriegsamputierten seien könne. Je länger je mehr erschien mir als eine der wichtigsten Aufgaben in Verbindung mit der operativen Umwandlung der Amputationsstümpfe ein brauchbares künstliches Glied zu schaffen. In dieser Auffassung haben mich auch die Auseinandersetzungen und Mitteilungen des Herrn Prof. Schlesinger, der von Anfang an überzeugt war, dass der Carnesarm die beste Lösung darstellte, nicht irre gemacht.

Als ich von dem Ankauf des Carnesarms in den Tageszeitungen erfuhr, war ich überrascht. Überrascht einmal deswegen, dass dieser Ankauf im Schosse der

---

<sup>567</sup>Schwiening, H., 1919, S. 15-16.

Prüfungsstelle empfohlen wurde, ohne dass man es für nötig hielt mich, der ich von Anfang an der Prüfungsstelle angehörte, und der ich mich in besonderer Weise für die Verbesserung der Prothesentechnik interessiert habe. ...

Am vorigen Mittwoch stand dann in mehreren deutschen Zeitungen, z.B. in den Münchener Neusten Nachrichten ein kritikloser, sachlich nicht zu haltender Artikel über die Carneshand, in den von Leistungen derselben berichtet wurde, die den Tatsachen nicht entsprechen, gleichzeitig unter vollständiger Ablehnung desjenigen Verfahrens mit dessen Ausarbeitung wir in Singen seit nunmehr 1 ¼ Jahr beschäftigt sind.

Als ich am Mittwoch Nachmittag in Mannheim an der Sitzung der Badischen Ingenieure teilnahm, hatte ich Gelegenheit, Herrn Smith in seinen Leistungen kennenzulernen, seine Stümpfe zu untersuchen, um mir ein objektives Bild sowohl von Herrn Smith als den Carnesarm zu machen. Gleichzeitig hatte ich eine Reihe von amputierten Soldaten mitgebracht, die zum Teil schon im Besitze unserer Prothesen waren. Ich muß gestehen, dass bei dem Vergleich der Leistungen des Herrn Smith und unseren Soldaten wohl alle sich erneut die Frage vorlegten, wie es möglich sei, diesen Carnesarm um diese hohe Summe anzukaufen und auf der anderen Seite die weitaus leistungsfähigere Methode, die bereits jetzt schon den Carnesarm übertrifft, auszuschalten. ...

Wenn man bedenkt, dass Herr Smith noch ein gutes Stück vom Unterarm zur Verfügung steht, so ist es in der Tat außerordentlich wenig, was er mit seinem Carnesarm vollbringt und kann in keiner Weise mit dem verglichen werden, was schon heute unsere Amputierten leisten.

...Dass die Leistungen des Herrn Smith mit den Leistungen eines Akrobaten oder Jongleur verglichen werden dürfen, geht auch aus der Tatsache hervor, dass die Produktion von etwa einer viertel Stunde den Amputierten körperlich so erschöpften, dass er eine Pulsfrequenz von bis 140 und ein starker Schweißausbruch die Folge war. Schließlich aber war ich erstaunt, dass keiner der Herren der Prüfungsstelle bisher sich davon überzeugte, dass die Stümpfe wundgescheuert, mit Ekzemen bedeckt waren, so dass Herr Smith mich darauf aufmerksam machte, dass er häufig die Prothesen nicht bewegen könne, weil ihn die Stümpfe durch das Scheuern an denselben schmerze. ...

Mit mir waren eine Reihe der anwesenden Herren geradezu empört, dass in dieser unrichtigen und unwissenschaftlichen Weise ein Verfahren propagiert wird, was schon heute überholt ist.

Da nun auf Veranlassung der Prüfungsstelle, deren Mitglied ich bin, der Ankauf geschehen ist, muß ich zu diesem Beschluss Stellung nehmen. Leider kann ich das nur in der Form heute noch tun, dass ich meinen Austritt erkläre. Entweder hat man die Tatsache nicht objektiv gewürdigt, dann trifft die Prüfungsstelle der schwerste Vorwurf, den man einer Prüfungsstelle machen kann, oder aber die Würdigung war objektiv, dann fehlt es der Prüfungsstelle an der nötigen Voraussetzung das verantwortungsvolle Amt auszuüben. In keinem der beiden Fälle kann ich es mit meiner Auffassung vereinbaren, Mitglied der Prüfungsstelle zu sein, im Gegenteil es sollen durch meinen Austritt zum Ausdruck kommen, dass ich auch nicht das Geringste mit dem Ankauf der Carnes Patente zu tun haben möchte. ...<sup>568</sup>

---

<sup>568</sup>BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

In der Mitgliederliste der Prüfstelle vom 01. Juli 1918 wird Sauerbruch schließlich nur noch als ärztlicher Beisitzer der Abteilung Düsseldorf aufgeführt.<sup>569</sup> Das rege Interesse an der Methode Sauerbruchs schien nach dem Ankauf der Carnespatente ein jähes Ende zu nehmen. Eine für damalige Verhältnisse außergewöhnliche Werbekampagne für den Carnesarm zeigte Wirkung. Sauerbruch bekam Gegenwind zu spüren. Die Waagschale begann sich zu seinen Ungunsten zu neigen und seine Methode drohte ins Abseits zu geraten, wie der Orthopäde von Baeyer (Ettlingen) im Januar 1917 eindrucksvoll zu berichten weiß: „Infolge der Reklame, die mit Benützung des Ansehens der Prüfstelle für Ersatzglieder in Charlottenburg in der Tagespresse, Vorträgen und varieteartig anmutenden Vorstellungen getrieben wird, gilt in Laienkreisen der Carnesarm als eine hochbefriedigende Errungenschaft. Von S a u e r b r u c h ist dagegen fast gar nicht die Rede oder er wird abfällig beurteilt. So lasen wir erst kürzlich in den Münchener Neuesten Nachrichten in dem Referat eines Vortrages von N. A c h, dass die S a u e r b r u c h sche Methode unzuverlässig und gefährlich sei.“<sup>570</sup> (Anm.: Ach ist Prof. der Psychologie, Stabsarzt und Vertreter der bayr. Prüfstelle Nürnberg.<sup>571</sup>) Die von Sauerbruch im Brief an den Vorstand der Prüfstelle erwähnte Tagung des Mannheimer Ingenieurvereins im November 1916 sorgte jedoch wieder - zumindestens in Fachkreisen - für ein nachhaltiges Echo zu seinen Gunsten. Der Mannheimer Ingenieurverein hatte den Amerikaner Smith, als beidseitigen Carnesarmträger und Sauerbruch zu einer Sitzung eingeladen, um sich im direkten Vergleich ein Bild von den beiden Methoden machen zu können. Diese Gegenüberstellung beschreibt von Baeyer sehr anschaulich: „Er (Anm.: Smith) produzierte sich in einfachen Verrichtungen des täglichen Lebens, die ihn sichtlich sehr stark anstregten und die seine Stümpfe bis zum Wundsein reizten. ...Bewundernswert war die akrobatische Beherrschung der Schulterbewegungen, die S m i t h sich im Laufe von 5 Jahren angeeignet hatte. Er selbst war mit dem Resultat ebenfalls nicht zufrieden, denn nachdem er die S a u e r b r u c h schen Erfolge gesehen hatte, erklärte er, sich auch von S a u e r b r u c h operieren lassen zu wollen.

Die von Sauerbruch behandelten Amputierten waren Feldgraue, die erst seit kurzem, ja seit wenigen Tagen, ihr Kunstglied trugen. Ihre Bewegungen waren ungezwungener, viel natürlicher und vielseitiger wie die von S m i t h. Sie konnten Zündhölzer aus einer

---

<sup>569</sup>Hartmann, K., 1919, S. 38.

<sup>570</sup>Baeyer, H. Ritter von, 1917, S. 39; Lange, F., 1917 b, S. 664.

<sup>571</sup>Hartmann, K., 1919, S. 43.

Zündholzschachtel nehmen, das Seitengewehr aus der Scheide ziehen, Spielkarten beim Mischen halten.<sup>572</sup>

Am Ende der Demonstration kommt von Baeyer zu folgendem Ergebnis: „Wägt man die beiden Systeme gegeneinander ab, so ist der Carnesarm für einige wenige Fälle das geeignetste Ersatzmittel, für die Mehrzahl der amputierten Kopfarbeiter dürfte jedoch, soweit aktiv bewegliche Hände überhaupt in Frage kommen, das S a u e r b r u c h s c h e Verfahren entschieden vorzuziehen sein und es wird, wenn die Prothese noch verbessert wird, weit die amerikanische Konstruktion überflügeln.“<sup>573</sup>

Von

Sauerbruchs Erfolg in Mannheim erfuhr Schlesinger unmittelbar danach bei einem Treffen mit Smith in Berlin. Der Bericht Smiths über die Vorführung einer neuen Hand Sauerbruchs und seine geäußerte Absicht sich von ihm operieren zu lassen, macht Schlesinger neugierig. In einem Schreiben vom 18. November 1916 gratuliert er Sauerbruch zu seinem Erfolg und bittet ihn gleichzeitig am 27. November 1916 nach Berlin zu kommen, um seine neuen Ergebnisse in der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Ingenieure vorzustellen:

„Herr S m i t h kommt eben aus Mannheim und teilt mir mit, dass Sie dort einen nach dem Singener Verfahren amputierten Mann mit einer neuen Hand von Ihnen vorgeführt, haben, und dass sich durch die Verwendung des Muskelzug für die Fingerbewegung sehr gute Ergebnisse gezeigt haben. Da nun die Sache von Ihnen an die Öffentlichkeit gebracht worden ist, dürfte es möglich sein, Sie am Montag, den 27. d. Mts, im Verein deutscher Ingenieure in der Hauptsitzung, in der ich den Vortrag übernommen habe, vorzuführen. Ich habe daher Herrn Direktor M e y e r vom Verein deutscher Ingenieure gebeten, Sie zu diesem Zweck nach Berlin einzuladen. Smith hat mir weiter mitgeteilt, dass er gegebenenfalls mit dem Gedanken umgeht, sich an einem seiner Arme die Muskelplastik anbringen zu lassen, um das Maximum dessen, was sich in Verbindung der Muskelplastik mit einer guten künstlichen Hand leisten läßt zu erreichen. (Anm.: Diese Passage hat Sauerbruch mit Farbstift seitlich fett markiert.) Ich begrüße seinen Entschluß in demselben Maße, wie ich Sie zu Ihrem Erfolge beglückwünsche und hoffe, dass sich Ihre neu konstruierte Hand im Dauerbetriebe voll bewähren wird. - ..., und frage, ob Sie sich entschließen könnten, mir Unterlagen über die Konstruktion Ihrer Hand zur Verfügung zu stellen. Handelt es sich um die Rohrmannsche oder um die Hand von Siemens-Schuckert, oder um die Düsseldorfer Hand von P f u n g s t ? Ich würde dann auch um die Erlaubnis bitten, unter Quellenangabe des Mechanismus der Hand im Hauptvortrag zu besprechen. Mit kollegialer Begrüßung Ihr sehr ergebener Schlesinger.“

Handschriftlich fügt Schlesinger noch hinzu: „Dazu müsste ich aber bis spätestens Dienstag od. Mittwoch die Photographien bzw. Zeichnungen hierhaben.“<sup>574</sup>

<sup>572</sup>Baeyer, H. Ritter von, 1917, S. 39.

<sup>573</sup>ibidem

<sup>574</sup>BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

Smith Absichtserklärung bleibt übrigens eine ebensolche, er läßt sich wie die Geschichte weiß, nicht von Sauerbruch operieren.<sup>575</sup> Der Aufforderung Schlesingers kam Sauerbruch nicht nach, wie aus einem weiteren Anschreiben Schlesingers vom 27. November 1916 zu entnehmen ist:

„Sehr geehrter Herr Kollege! Ich habe es ausserordentlich bedauert, dass Sie heute dem Vortrag ferngeblieben sind. Ich erlaube mir nun die weitere folgende Anfrage: Der Bezirksverein deutscher Ingenieure in Stuttgart hat mich gebeten, am Sonntag, den 17. Dezember einen Vortrag zu halten über den Stand der heutigen Prothesentechnik. Dem Vortrag wohnen der König und die Königin von Württemberg bei. Um die Sache vollendet zu machen, d. h. bis auf den heutigen Tag zu gehen, möchte ich wiederum fragen, ob Sie bereit sind, dem dortigen Vortrag beizuwohnen und Ihr Modell selbst vorzuführen, oder ob Sie mir ein Modell mit Armpatienten mit den notwendigen Erklärungen zur Verfügung stellen wollen. Den Stuttgarter Bezirksverein deutscher Ingenieure habe ich veranlasst, Ihnen eine offizielle Einladung zu schicken. Da die Entfernung nicht so groß ist und es sich um einen Sonntag handelt, so nehme ich an, dass Sie die Sache einrichten können. Hochachtungsvoll Schlesinger.“<sup>576</sup>

Ob Sauerbruch dieser zweiten Einladung folgte, entzieht sich der Kenntnis. Es ist aber anzunehmen, daß er nicht erschien. Nach den Vorkommnissen um den Carnesarm ging er zunächst auf Distanz zu der Prüfstelle. Eine Zusammenarbeit mit der Berliner Prüfstelle schien ihm in eigener Sache zum damaligen Zeitpunkt untragbar, insbesondere unter dem Gesichtspunkt einer so gravierenden Fehlentscheidung wie der des Carnespatentankaufes. Er stellt sogar die Funktion der Prüfstelle in Frage. Außerdem vertritt Sauerbruch die Meinung, daß dem Techniker bei der Prothesenkonstruktion eine wichtige Bedeutung zukommt, jedoch letztlich allein dem Arzt die Führungsrolle bei der Versorgungsfrage zusteht. Diese Einstellung Sauerbruchs geht klar und deutlich aus seinem Brief an Direktor Meyer (14. Dezember 1916) hervor, auf den ich im weiteren nochmals eingehen werde.

„...Ihren Ausführungen über die Tätigkeit der Prüfstelle möchte ich entgegenhalten, dass durch die zweifellos überwiegende technische Auffassung in der Prothesenfrage mancherlei Irrtümliches und Unzweckmässiges zustande kommen kann und auch zustande kommt. Es wird, davon bin ich überzeugt, in der Zukunft sich zeigen, dass in diesen Fragen der Arzt und nicht der Techniker das erste Wort zu sprechen hat. Dass auf der anderen Seite uns der Techniker mit seinem Rat und seiner Tat unterstützen muss, habe ich stets für notwendig gehalten. ....“<sup>577</sup>

---

<sup>575</sup>Briefwechsel „Carnes-Hand“ (1915-1918), Brief Sauerbruchs an Diedrich Meyer, Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW vom 14.12.1916, S.4, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>576</sup>BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>577</sup>Briefwechsel „Carnes-Hand“ (1915-1918), Brief Sauerbruchs an Diedrich Meyer, Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW 7 vom 14.12.1916, S. 2, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

Nähere Angaben zu Sauerbruchs neuer Handprothese, über die Schlesinger in seinem Brief vom 18. November 1916 noch spekuliert, werden 1916 von Stadler in Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie gemacht: „In den letzten Tagen sind uns weitere Modelle von Händen zugegangen, die eine von Herrn Dr. W i l l i a m L e o g Berlin, die andere aus den Siemens-Schuckert-Werken Berlin. Beide sind Breitgreifhände, die einen wesentlichen Fortschritt bedeuten und zu großen Hoffnungen berechtigen. Ein weiteres ganz prachtvolles Modell einer kombinierten Spitzgreif- und Breitgreifhand ist neulich noch dazugekommen, das von dem Düsseldorfer Kunstmaler Herrn F u n k, konstruiert ist. Diese letzteren Modelle stellen die ‘berühmte’ Carneshand weit in den Schatten.“<sup>578</sup>

Sauerbruch war nicht von vornherein der Carnes-Hand gegenüber ablehnend eingestellt. Eigene Untersuchungen und letztlich die Begegnung mit dem Carnesarmträger Cohn führte ihn zu der Erkenntnis, die Carnes-Hand als richtungsweisende Lösung für Armamputierte zu verwerfen. Dies belegt eine Passage seines bereits zitierten Briefes an D. Meyer vom 14. Dezember 1916:

„...von Anfang an erschien mir der Carnesarm als die zur Zeit beste Prothese, aber mit der ausdrücklichen Einschränkung, dass sie ausserordentlich verbesserungswürdig war. ...so wurde dieses Urteil gefällt auf Grund der Publikationen über den Carnesarm und der günstigen Mitteilungen, von denjenigen, die den Carnesarmträger gesehen hatten. Nach den Zeichnungen und nach den Beschreibungen, vor allen Dingen aber nach den Mitteilungen über die Leistungen des Carnesarmes, musste ich zu der Überzeugung kommen, dass der Carnesarm bis jetzt tatsächlich das Beste leistete. Als ich dann einige Monate später den Carnesarmträger Herrn Dr. Cohn sah, kam ich zu der Einsicht, dass der Carnesarm kein erstrebenswertes Ziel für unsere Kriegsverletzten sein könne. Meine beiden Bemerkungen sind also kein Widerspruch, sondern beziehen sich auf 2 Ansichten meinerseits, die zeitlich voneinander getrennt sind. Die erste Ansicht gründete sich lediglich auf die Beschreibungen und Mitteilungen und die zweite Ansicht war die Folge eigener Beobachtungen und vergleichsweiser Gegenüberstellung des Gesehenen mit dem, was ich in eigenen Studien klargestellt hatte. ....“<sup>579</sup>

Sauerbruch steht in Fachkreisen durchaus nicht allein mit seiner ablehnenden Haltung zum Carnesarm. Auch der Münchener Orthopäde Fritz Lange, Oberstabsarzt und fachärztlicher Beirat des K. b. I. Armeekorps (München), bezieht deutlich Position gegen den Carnesarm. „Die Carneshand ist mit außergewöhnlichem Scharfsinn erdacht und mit bewunderndswertem Fleiss ausgeführt; aber für den Durchschnitt unserer Invaliden kommt sie nicht in Frage. Dazu

---

<sup>578</sup>Stadler, A., 1916, S. 640.

<sup>579</sup>Briefwechsel „Carnes-Hand“ (1915-1918), Brief Sauerbruchs an Diedrich Meyer, Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW vom 14.12.1916, S. 3, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

ist sie viel zu schwer, zu kompliziert und zu teuer. Wer die Geschichte der orthopädischen Technik kennt, weiss, dass alle Apparate, welche diese 3 Fehler hatten, niemals auf die Dauer sich halten konnten.<sup>580</sup> Bereits auf der Tagung der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft in Berlin am 8./9. Februar 1916 äußerte er sich ablehnend: „In seiner Kompliziertheit (Anmerkung: Carnesarm) liegt seine Schwäche (Reparatur).“<sup>581</sup>

Lange selbst entwickelte über 1 ¼ Jahre in der Kgl. orthopädischen Klinik in München eine Unterarmprothese mit einem „einfachen“, 150-200 g schweren Handmodell aus Leichtmetall, sowie eine Oberarmprothese, die er 1917 der ärztlichen Öffentlichkeit vorstellte.<sup>582</sup> „Dieses sichere Halten des Regenschirms (Anm.: Mit der Kunsthand von Lange.) ist eine Kraftleistung, die von den bisher konstruierten Händen, auch von der Carneshand, nicht erreicht werden konnte.“<sup>583</sup>

Der Chirurg W. von Brunn (Rostock), der 1918 seinen rechten Arm verlor, sich für das Sauerbruchverfahren entschied, begründet seine ablehnende Haltung gegenüber dem Carnes-Arm: „Der Carnes-Arm hat gewiß viele Vorzüge, besonders da man nicht operiert werden braucht und den Kunstarm schnell bekommen kann; aber man bedarf ziemlich langer Zeit, um seine gute Verwendung zu lernen, vor allem fehlt jede Möglichkeit der Dosierung beim Greifen, da es eine Sperrhand ist, und eine Prothese, die ich mit meinen Muskelstümpfen bewegen kann, ist mir lieber als eine solche, deren Betätigung ich mit allerlei Bewegungen der Gelenke des Amputierten und womöglich auch noch des gesunden Arms bewirken muß.“<sup>584</sup>

Auf der anderen Seite gilt Cohn als Wegbereiter für die Verbreitung des Carnesarmes in Deutschland und Europa. Als linksseitiger Carnesarmträger publizierte er 1917 seine Erfahrungen mit dieser Prothese in einer reich bebilderten Monographie. Auf 57 Fotos, die in den meisten Fällen ihn selbst zeigen, präsentiert Cohn überwiegend Tätigkeiten aus dem Alltagsleben und dem Berufsleben eines Arztes, die mit Hilfe des Carnesarmes bewältigt werden. Zusammenfassend stellt er fest: „Vielleicht stellt die Konstruktion des Carnes=Armes

---

<sup>580</sup>Lange, F., 1917 b, S. 661.

<sup>581</sup>Hohmann, G., 1916, S. 283.

<sup>582</sup>Lange, F., 1917 b, S. 661-664; Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 227-230; Hohmann, G.; Schede, F., 1922, S. 559-560; Löffler, L., 1984, S. 127-130.

<sup>583</sup>Lange, F., 1917 b, S. 662.

<sup>584</sup>Brunn, W. v., 1919, S. 411.

nur einen Übergang zu noch Besserem dar. Einstweilen ist der Carnes=Arm der beste künstliche Arm, und es gereicht mir zur Genugtuung, mich mit meiner eigenen Persönlichkeit als erster in Deutschland für ihn eingesetzt zu haben.<sup>585</sup> Cohn hält das Sauerbruchverfahren für wenig zukunftsreich, solange keine geeignete Armprothese zu Verfügung steht, die den Operationseffekt erfüllt. „Als ich zum erstenmal Gelegenheit hatte, einen Sauerbruchschen Patienten nach glücklich durchgeführter Operation zu sehen, war es mir klar, dass der Erfolg mehr auf Seiten einer guten Prothese als auf Seiten des Operationseffektes liegen musste. Bisher existiert kein künstlicher Arm, welcher in Verbindung mit Sauerbruchscher Operation das erfüllt, was der geistreiche Züricher Chirurg verlangt.“<sup>586</sup> Cohn wirft im August 1916 die Frage auf, warum man sich nach Sauerbruch operieren lassen solle, wenn das bisher technisch Machbare bereits jetzt ohne nochmalige Operation mit dem Carnesarm erreichbar sei. Auch sieht er keinen Sinn darin, sich nach der schrecklichen Erfahrung des Armverlustes mindestens zweimal nach Sauerbruch operieren zu lassen, das Risiko der Operation auf sich zu nehmen, um dann noch auf eine Handprothese zurückgreifen zu müssen, die in geeigneter Form noch nicht vorliege. „Ein Fortschritt für den Armamputierten ist erst dann zu erwarten, wenn die Prothese auf eine Höhe gebracht wird, die Bestehendes übertrifft. Die Richtschnur gibt am besten das Vorhandene, nicht das zu Erwartende.“<sup>587</sup>

Obwohl Sauerbruch eine weitere Zusammenarbeit mit der Prüfstelle ablehnt, möchte er den Kontakt zu den Ingenieuren nicht ganz abreißen lassen. Wie sonst wäre es auch zu verstehen, daß er Prof. Reichel, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke (Siemensstadt bei Berlin), nachdem er von ihm über die Gründung der Gemeinnützigen Gesellschaft informiert wurde, um die Aufnahme in dieselbige bat. Dieses Verhalten wirkt eher widersprüchlich nach seinen Stellungnahmen zum Carnesarm. Zudem wußte er, um die bestehenden Verbindungen der Prüfstelle mit der Gemeinnützigen Gesellschaft. Erstaunt reagiert er, daß sein Aufnahmeantrag von Reichel an Schlesinger weitergeleitet, letztlich ohne Erfolg bleibt, und er von Direktor Meyer, Vorsitzender des Vereins Deutscher Ingenieure, in einem Brief erfahren muß, daß seinem Anliegen keine Rechnung getragen wurde. Sauerbruch selbst sieht sein Interesse nicht als Widerspruch. Er möchte auf seine Weise mit den Ingenieuren „in Fühlung bleiben“. Vom

---

<sup>585</sup>Cohn, M., 1917 a, S. 3.

<sup>586</sup>Cohn, M., 1916, S. 942.

<sup>587</sup>ibidem, S. 944.

Zeitpunkt des Patentankaufes der Prüfstelle sieht er sich in seiner Singener Arbeit nicht genügend anerkannt und auch nicht ausreichend unterstützt. Er ist sogar bereit, sich erneut mit seiner Methode einer Prüfung durch Chirurgen und Ingenieuren zu stellen, um sich dann deren Entscheidung über das weitere Vorgehen zu beugen, obwohl er seinen Weg für geeigneter hält als den Carnesarm. In seinem Brief vom 14. Dezember 1916 teilt er Direktor Meyer mit:

„...Der Kernpunkt der ganzen Angelegenheit ist der, um das nochmal mit Schärfe zu wiederholen, dass auf der einen Seite ein junges, aussichtsvolles Verfahren in einem Deutschen Lazarett unter unglaublichen Schwierigkeiten ausgearbeitet wird, zunächst ohne finanzielle Unterstützung, ohne Werkstatt und dergl. und dass auf der anderen Seite für ein Amerikanisches Verfahren, das in Zukunft die Konkurrenz mit den anderen nicht aushalten wird, man gewaltige Geldopfer bringt. Den Hauptvorwurf aber, den ich machte, war der, dass nun für dieses Verfahren, das auf Rat einer amtlichen Prüfstelle angekauft worden war, eine unsachliche und über das Zulässige hinausgehende Reklame getrieben wird. ... Für den Fall, dass eine befriedigende Lösung nach meinen jetzigen Ausführungen nicht eintreten sollte, so wäre ich bereit, einer Kommission von Chirurgen und Ingenieuren, noch einmal das ganze Material vorzutragen. Ich würde mich dann dem Urteil einer solchen Kommission ohne weiters beugen. ...Sie werden aus dem Brief an Geheimrat Hartmann ersehen, dass ich erst dann aus der Prüfstelle austrat, und den Ankauf der Carnespatente kritisierte, als immer und immer wieder für den Carnesarm Propaganda gemacht wurde. Aus meinen Briefen an Herrn Prof. Reichel und Prof. Schlesinger im August, geht hervor, dass ich trotz allem, was geschehen war, in Fühlung mit den Herren bleiben wollte zu gemeinsamer Arbeit. Dass das nicht mehr möglich war, ist nicht meine Schuld gewesen. ...“<sup>588</sup>

Ursprünglich hatten Berliner Chirurgen in ihrer Not, die Ingenieure um technische Mithilfe in der Prothesenfrage gebeten, jetzt war Schlesinger, ein Ingenieur, zum Leiter der amtlichen Gutachterstelle für Ersatzglieder des Kriegsministeriums zur höchsten Entscheidungsinstanz für sie geworden. Für Sauerbruch, der aus seinem Verständnis heraus den Techniker zwar als wertvollen Helfer anerkannte, jedoch ihn in der entscheidenden Versorgungsfrage gern hinter sich einordnete, war die Erfahrung umso schmerzlicher, daß die Ingenieure wider seines Wissens sich für den Carnesarm entschieden. Auch vermißt er die Wertschätzung seiner bisher geleisteten Arbeit in Singen. Sauerbruch war gewohnt unter einfachen Bedingungen in seiner Doppelrolle (Zürich-Singen) seine Idee in die Tat umzusetzen. Er war bei der Fortentwicklung ebenfalls auf Spendengelder angewiesen und mußte anfänglich in Kauf nehmen, daß der große Gesamterfolg seiner Methode in Ermanglung einer geeigneten Prothese sich nur langsam

---

<sup>588</sup>Briefwechsel „Carnes-Hand“ (1915-1918), Brief Sauerbruchs an Diedrich Meyer, Direktor des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin NW vom 14.12.1916, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

einzustellen vermochte. Daß mit der Herstellung des Carnesarmes die Prothesenfrage nicht gelöst ist, sondern eher neue Fragen aufwirft nach einer differenzierten Vorgehensweise der Amputationsversorgung macht M. Borchardt 1918 deutlich. „Wie die unbedingte Ablehnung der Operation über das Ziel hinausschießt, so kann das wahllose ‘S a u e r b r u c h e n’ den Ruf der Operation nur schädigen. Die Frage darf nicht lauten: ob Krukenberg, Sauerbruch oder Carnes, sondern sie muss lauten: wann Krukenberg, wann Muskeltunnelierung, wann Carnes. Absolut festlegen können wir auch heute die Indikation noch nicht.“<sup>589</sup>

Die steigende Zahl der Amputierten verstärkte die brennende Frage, wie sollen diese Menschen, die ehemals zur Existenzsicherung ihren Beruf ausübten, versorgt werden? Einerseits sie wieder arbeitsfähig zu machen, andererseits die Freude am Leben wiederzugeben, den Verlust ihres Gliedes vergessen zu lassen und dem Staat eine Menge von Arbeitskräften zu erhalten. Der Berliner Orthopäde Biesalski schreibt am 02. November 1915: „Entscheidend ist unter allen Umständen in erster Reihe der Wille des Mannes. Die schönste Prothese ist völlig wertlos, wenn der Mann nicht von dem heiligen Eifer, ja, man kann fast sagen, von der Manie besessen ist, den Stumpf soweit wie irgend möglich auszunutzen. Hinderlich wirkt auf die Entschliessungen des Mannes die Furcht, dass er einen Teil seiner Rente verlieren könne, wenn er zu arbeiten anfängt.“<sup>590</sup>

Die medizinische Problemlösung der Prothesenfrage stand auch unter dem Zeitdruck der sozialen Folgen für die Amputierten. Ziel war es, dem Invaliden schnell zu geeigneten Prothesen zu verhelfen, damit sie ihren alten Beruf wieder aufnehmen konnten oder zumindest die Fähigkeit zu geben, sich in einem neuen Beruf ihr tägliches Brot zu verdienen. Biesalski nimmt in demselben Artikel auch Stellung zu der damaligen Prothesenversorgungsfrage: „Seit einiger Zeit wird in Deutschland und Österreich lebhaftere Reklame gemacht für amerikanische Armprothesen. ...Ich habe einen Mann mit Exartikulation im Handgelenk gesehen, der eine solche amerikanische Hand, die 1000 (eintausend) Mark kostet, seit einem Vierteljahr trägt und als Hilfssportier, d.h. in einer Beschäftigung tätig ist, die J e d e r m a n n mit einer Hand leisten kann; er erklärt, dass er die Hand bald wieder ablegen werde, weil er nichts damit machen könne und ohne sie besser dran gewesen sei. ...Jedenfalls kann wohl gesagt werden, dass das, was die amerikanische Fabrikation herstellt, ohne weiteres auch in Deutschland

---

<sup>589</sup>Borchardt, M., 1918, S. 1070.

<sup>590</sup>Biesalski, K., 1915, S. 1493.

geleistet wird. Hier ist ein hochentwickeltes Orthopädiegewerbe und die beste Technik, hier erfreut sich der Prothesenbau seit 100 Jahren der Förderung durch Aerzte und Laien (H e i n e, H e s s i n g<sup>591</sup>, H o f f a), hier besteht seit vielen Jahrzehnten die riesige Erfahrung der Unfallversicherung und der Krüppelfürsorge. Im übrigen aber wird es wohl kaum im Geschmacke deutscher Soldaten liegen, dass sie sich von derselben Bezugsquelle, aus welcher vielleicht die Granate stammt, mit der ihnen ihr Arm abgeschossen wurde, nun den Ersatz für das verlorengegangene Glied beschaffen.“<sup>592</sup>

Wie schnelllebig die Zeit war, wird daran deutlich, daß sich Biesalski im November 1915 kaum eine Versorgung mit dem “amerikanischen“ Carnesarm vorstellen kann, neun Monate später aber bereits die Gemeinnützige Gesellschaft zur Beschaffung von Ersatz-Gliedern mbH gegründet wurde, bevor das Kriegsministerium schließlich zwei Monate darauf offiziell mit seinem Erlaß vom 18. Oktober 1916 die Beschaffung desselbigen genehmigte. Biesalski selbst gehörte zu den Prüfärzten, die letztlich diesen Arm befürworteten.

Sauerbruch sollte mit seiner Einschätzung des Carnesarmes recht behalten. Von der filligranen Technik des Innenlebens des Carnesarmes und seines äußeren, fast natürlich wirkenden Erscheinungsbildes ging auf den ersten Blick eine Faszination aus, die viele Ärzte und Techniker - einschließlich Sauerbruch - in ihren Bann zog. „Sie (Anm.: Carnes-Hand) beruht auf einer Hebelübertragung wie die D a h l i s c h - Hand, ist aber sehr kompliziert gebaut, ein wahres Uhrwerk, sie besteht aus 147 Rädchen, Schrauben und Federn, auf der Grundlage der früheren Konstruktionen mit Scharfsinn erdacht und mit Sorgfalt ausgeführt.“<sup>593</sup>

Seine Konzeption, die aus der rein technisch-mechanischen Ära der Orthopädie stammte, war bereits im Laufe der zwanziger Jahre überholt.<sup>594</sup> Die beiden Orthopäden und Sachkundigen auf dem Gebiet der Prothesenversorgung G. Hohmann (1880-1970) und F. Schede äußern sich 1922 zum Carnesarm, sechs Jahre nach dessen Patentankauf: „Heute ist der Begeisterungsrausch vorüber, verhältnismäßig wenige Amputierte, sie sind zu zählen, tragen die C a r n e s - Hand.“<sup>595</sup> Zu Beginn des 2. Weltkrieges war die Versorgung mit einem Carnesarm bereits obsolet.<sup>596</sup> Dagegen wurde das Sauerbruch-Verfahren bis 1957 in Deutschland praktiziert.<sup>597</sup>

---

<sup>591</sup>Anmerkung: Obwohl Hessing kein Arzt war, feierte er als Orthopäde Triumphe in Deutschland. Siehe Schanz, A., 1918, S. IV.

<sup>592</sup>Biesalski, K., 1915, S. 1494.

<sup>593</sup>Hohmann, G.; Schede, F., 1922, S. 558.

<sup>594</sup>Michler, M., 1985, S. 188.

<sup>595</sup>Hohmann, G.; Schede, F., S. 558.

<sup>596</sup>Michler, M., 1985, S. 188.

<sup>597</sup>Plöger, J., 1991, S. 95.

## 12.7. Der Ingenieur G. Schlesinger, Leiter der Prüfstelle für Ersatzglieder

Die Bedeutung des Carnesarms wurde von den Berliner Ingenieuren damals überschätzt. Insbesondere Schlesinger (1874-1949), der von der technischen Seite dieses willkürlich beweglichen Armes so begeistert war, daß er trotz kritischer Stimmen in aller Eile den Ankauf der Patente einleitete. Aus rein technischer Sicht betrachtet, kann man für seine damalige Reaktion Verständnis finden, insbesondere bei der Betrachtung seines Hintergrundes.

Schlesinger wurde am 17.01.1874 in Berlin geboren und stammte aus einer jüdischen Kaufmannsfamilie aus Pommern. Im Jahre 1904 erhielt er an der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg die erste deutsche Professur für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, die er bis 1933 inne hatte. Er gilt außerdem als Begründer der deutschen Betriebswissenschaft. Von Benad-Wagenhoff wird er wie folgt charakterisiert: „Der Ingenieur Georg Schlesinger unterscheidet sich in Themenauswahl und Arbeitsweise gravierend von der Idealgestalt des „großen Erfinders“, die so oft zum vorwärtstreibenden Element in der Erfindung der Technik erhoben wird. Im 19. Jahrhundert kamen Ingenieure seines Ranges diesem Bild noch nahe. Ihr Berufsleben war oft von wichtigen Einzelerfindungen, deren Realisierung und kommerzieller Auswertung geprägt. Diesem Ziel ordneten sich die betriebsorganisatorischen und fertigungstechnischen Fragen unter. Schlesinger dagegen befaßte sich systematisch mit allen Fragen der betrieblichen Praxis und arbeitete eher organisatorisch als konstruktiv.“<sup>598</sup>

Der Ingenieur Günter Spur, der 1965 Schlesingers Lehrstuhl für Fabrikbetrieb in Berlin übernommen hatte, analysierte: „Er war eine vielschichtige Persönlichkeit, die viele Widersprüche ihrer Zeit in sich vereinigte.“<sup>599</sup>

Mit Ausbruch des 1. Weltkrieges hatte sich Schlesinger als Freiwilliger gemeldet und erhielt daraufhin die Leitung der Königlichen Gewehrfabrik Spandau übertragen.

Was die Weiterentwicklung der Handprothese betrifft, blieb Schlesinger nicht untätig. Er konstruierte 1919 die erste elektromagnetische Hand, die allerdings keinen praktischen

---

<sup>598</sup>Benad-Wagenhoff, V., 1990, S. 122-123.

<sup>599</sup>Schwarzburger, H., 1999.

Gebrauch fand.<sup>600</sup> Trotzdem gilt sie indirekt als Vorläufer der myoelektrischen Hände, die erstmals 1955 in London und später nach 1957 in der ehemaligen Sowjetunion funktionsfähige Bedeutung erlangten.<sup>601</sup>

Im März 1933 wurde er kurz nach der nationalsozialistischen Machtübernahme unter dem Vorwand der Industriespionage für die Sowjetunion aus dem Hochschuldienst entlassen. Nach neunmonatiger Untersuchungshaft emigrierte er 1934 mit seiner Familie in die Schweiz. Von dort wechselte er nach kurzer Gastleehrtätigkeit an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich an die Universität Libre in Brüssel. In Loughborough (Leicestershire, England) übernahm er 1939 den Aufbau eines Fertigungstechnischen Forschungslabors der Institution of Production Engineers und leitete es bis 1944. Schlesinger starb am 06. Oktober 1949 im Stadtteil Wembley von London.

Anlässlich seines 50. Todestages veranstaltete die TU Berlin 1999 ein Georg-Schlesinger-Gedenkkolloquium und ehrte ihn mit einer Gedenktafel, die an seiner einzigen Wirkungsstätte, dem Gebäude des ehemaligen Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen enthüllt wurde (TU Berlin, Hauptgebäude, Straße des 17. Juni 135 - Abb. 12. und Abb. 13.).

---

<sup>600</sup>Löffler, L., 1984, S. 167-169; Blohmke, F., In: Näder, M., 1988, S. 24.

<sup>601</sup>Löffler, L., 1984, S. 178.

### 13. Zeitgenössischer Vergleich der Operationsmethode nach Sauerbruch mit der

#### Krukenberg-Plastik und Walcher-Methode

##### 13.1. Krukenberg-Verfahren

„Das Ideal, das wohl jedem Orthopäden und jedem Techniker vorschwebt, der sich mit der Frage des Arm- und Handsatzes beschäftigt, ist einen Arm zu konstruieren, in dem die Bewegungen in Schulter-, Hand- und Fingergelenken entsprechend dem Willen des Prothesenträgers ohne Hilfe der gesunden Hand ausgeführt werden. ...Sobald auch nur eine einzige Einstellung eines Gelenkes an dem Ersatzarm, eine Sperrung der Finger oder dergleichen durch die gesunde Hand ausgeführt wird, ist dies Ideal nicht erreicht. Der Amputierte ist nicht mehr bei jeder Bewegung unabhängig, d.h. nicht mehr jede Bewegung ist völlig willkürlich.“<sup>602</sup>

Obwohl das Krukenberg-Verfahren diesem Ideal nahe kommt, werden ihm in dem soeben zitierten, 555 Seiten umfassenden Werk „Künstliche Glieder“ (1920) nur ganze fünf Zeilen mit zwei Abbildungen gewidmet, die besonders Krukenbergs Unmut hervorrufen.<sup>603</sup>

„Die Abbildung, die Gocht in dem Hoffaschen Lehrbuch von einem frisch Amputierten ( Krukenberg-Stumpf) gibt, entspricht nicht dem definitiven Aussehen des Stumpfes und ist wohl geeignet, abschreckend zu wirken.“<sup>604</sup>

Der Chirurg und Orthopäde Hermann Krukenberg (1863-1935) wurde am 21. Juni 1863 in Calbe an der Saale geboren und studierte 1882-1887 Medizin in Bonn, Straßburg und Heidelberg.<sup>605</sup> Seine Assistentenjahre verbrachte er u.a. bei dem Chirurgen F. Trendelenburg (1844-1924) in Bonn, dem Internisten H. Curschmann (1846-1910) in Hamburg. Dort wechselte er 1890 zu dem Chirurgen Max Schede (1844-1902) an die Eppendorfer Klinik, wo er zum ersten Mal mit orthopädischen Fragenstellungen in Berührung kam.<sup>606</sup>

Max Schede hatte sich u.a. mit der Kunsthand von Oskar Dalisch (Berlin,1877) beschäftigt und 1880 ein eigenes Werk über künstliche Glieder verfaßt.<sup>607</sup>

---

<sup>602</sup>Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 164.

<sup>603</sup>ibidem, S. 271-272.

<sup>604</sup>Krukenberg, H., 1931, S.196; Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, Fig. 270.-271., S. 272.

<sup>605</sup>Wollenberg, G. A., 1934, S. 273-278.

<sup>606</sup>Michler, M., 1985, S. 183.

<sup>607</sup>Schede, M., Stuttgart 1880; Michler, M., 1987, S. 38; Gocht, H., 1907, S. 63-69.

Im Jahre 1899 wurde Krukenberg Chefarzt der chirurgischen Abteilung an den Städtischen Krankenanstalten in Liegnitz/Niederschlesien (heute: Legnica). 1907 verlegte er seinen Wohnsitz nach Wuppertal-Elberfeld, wo er sich eine chirurgische Privatklinik einrichtete, der er eine mechanische Werkstätte und ein Bildhaueratelier angliederte. „In dieser Trias von ärztlicher Operationsarbeit, medico-technischer Konstruktionstätigkeit und bildender Kunst hatte Hermann Krukenberg endlich den ihm angemessenen Wirkungskreis gefunden, der bis ins Alter sein Rückhalt geblieben ist. ...Die gesamte Trias war schließlich an der Entwicklung seiner Unterarmplastik und deren Prothese beteiligt.“<sup>608</sup>

Mit Beginn des 1. Weltkrieges meldete sich der 51jährige Krukenberg, der nicht gedient hatte, als vertragsmäßig verpflichteter Arzt zum Heer und war als „ziviler Feldarzt im höheren Sanitätsdienst“ bis zum Ende des Krieges in verschiedenen Kriegs- und Feldlazaretten an der West- und Ostfront tätig.<sup>609</sup> Im November 1915 wurde er zum Kriegslazarett 55 in Mitau (heute: Jelgava, Lettland, südwestlich von Riga) versetzt, um das Operationslazarett „Realschule“ zu übernehmen.<sup>610</sup>

Der Krieg mit seiner unendlichen Fülle schwieriger ärztlicher Aufgaben brachte auch den Erfindergeist Krukenbergs zutage. Von dem Sauerbruchschen Verfahren hatte er erfahren, war jedoch nicht überzeugt davon. „Ich habe mich gegenüber dem Sauerbruch'schen Verfahren einiger rein physiologischer Bedenken nicht erwehren können.“<sup>611</sup> Weiterhin schreibt Krukenberg: „Der Sauerbruchschen willkürlich bewegbaren künstlichen Hand fehlt wie jeder künstlichen Hand das Tastgefühl, das Lagegefühl und der Muskelsinn. Die erzielten Bewegungsmöglichkeiten sind verhältnismäßig sehr gering. Die Bewegungen der Kunsthand sind infolgedessen auch ziemlich primitiv. Der von Sauerbruch vorgeschlagene Wechsel zwischen einer Breitgreifhand und einer Spitzgreifhand je nach Bedarf dürfte sich in der Praxis kaum durchführen lassen.“<sup>612</sup>

Im Gegensatz zu Sauerbruch ist vom Krukenberg-Verfahren keine Entstehungsgeschichte bekannt. Der Orthopäde M. Michler, der sich eingehend mit Krukenbergs Unterarmplastik befaßt hat (1985, 1986, 1987), gibt an, daß Krukenberg von dem orthopädischen Chirurgen

---

<sup>608</sup>Michler, M., 1985, S. 184.

<sup>609</sup>ibidem, S. 184 ; Wollenberg, G. A., 1934, S. 274.

<sup>610</sup>Michler, M., 1985, S. 184.

<sup>611</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 9.

<sup>612</sup>ibidem, S. 10.

F. Beely (1846-1902) angeregt worden sei.<sup>613</sup> Krukenberg erwähnt 1917 eine Fallbeschreibung Beelys aus dem Jahr 1901, jedoch fehlt sein Hinweis, daß diese Kasuistik der Ausgangspunkt für seine Idee war.<sup>614</sup> Beely beschreibt einen 17 jährigen Patienten mit angeborener, fehlender rechter Hand, der sich von ihm eine künstliche Hand wünscht. Das Besondere an diesem Jugendlichen ist, daß die Weichteile am distalen Ende des Armes einen „rüsselförmigen“ Wulst bildeten, der für eine hervorragende Beweglichkeit des Stumpfendes sorgte. „...der Patient wusste seinen Stumpf so gewandt und auf so mannigfache Weise zu benutzen, ..., kurz bei allen Verrichtungen des täglichen Lebens, dass der Ersatz durch eine künstliche Hand mir ein zweifelhafter Vorteil zu sein schien.“<sup>615</sup> Beely empfahl, diesen naturgegebenen Armstumpf als Vorbild bei Amputationen künstlich auszuführen, um eine ebenso hohe Gebrauchsfähigkeit zu erreichen, wie in seinem beobachteten Fall.<sup>616</sup> Bei Betrachtung, der beigefügten Fotografien Beelys von dem „natürlichen“ Armstumpf, drängt sich eher ein Vergleich mit dem Walcher-Verfahren auf, als einer mit Krukenberg.<sup>617</sup>

Die Med. Dissertation von R. Winter (1930) über die Krukenberg-Hand aus der Chirurgisch-Orthopädischen Privatklinik von Krukenberg in Elberfeld, die Krukenberg selbst betreute, liefert wider erwarten ebenfalls keine Entstehungsgeschichte. Winter zitiert einleitend Biesalski aus dem Jahr 1917: „...nicht darauf sehen, was verloren ist, sondern auf das, was noch da ist.“<sup>618</sup>, um damit indirekt auf den Ursprung Krukenbergs Idee überzuleiten: „Aus diesen Erwägungen suchte Krukenberg nach den Möglichkeiten, einen Vorderarmstumpf selbst als Ersatz der verlorenen Hand umzugestalten, aus ihm ein Greiforgan zu bilden, welches imstande ist, die Funktion einer Hand weitgehendst zu übernehmen.“<sup>619</sup>

Krukenberg beschritt einen neuen, originellen Weg. Er ging von der Überlegung aus, daß man die Hand auch als Zange begreifen kann, in der Weise, daß der eine Arm von dem Daumen und der andere von der Mittelhand mit seinen übrigen Fingern dargestellt wird. „Auf diesem Grundpinzip der Zange beruhen fast alle Arbeitsprothesen. ...Alle diese Bewegungsfähigkeiten

---

<sup>613</sup>Michler, M., 1987, S. 119, Anmerkung 38.

<sup>614</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 8.

<sup>615</sup>Beely, F., 1901, S. 923.

<sup>616</sup>Beely, F., 1901, S. 927.

<sup>617</sup>Beely, F., 1901, Fig. 1., Fig. 2., S. 924-925; Walcher, G. A., 1916, Fig. 1., Fig. 2., S. 1341.

<sup>618</sup>Winter, R., 1930, S. 6; Biesalski, K., 1917 a, S. 238.

<sup>619</sup>Winter, R., 1930, S. 6.

schlummern in jedem nicht zu kurzen Amputationsstumpfe des Vorderarms, man braucht sie nur zu wecken und ihnen die Möglichkeit einer mechanischen Kraftentfaltung zu geben.“<sup>620</sup>

Das Prinzip seiner Operation beschreibt er folgendermaßen: „Der Vorderarm wird gebildet durch zwei Röhrenknochen, die gegeneinander drehbar sind und so die Pro- und Supination der Hand bewerkstelligen. ...Wenn wir das Ligamentum interosseum durchtrennen und dadurch den Radius von der Ulna befreien, so wird mit einem Male der Radius zu einem selbständigen Bewegungsorgan: er kann nicht nur ungehindert die Pro- und Supinationsbewegungen ausführen, sondern er kann auch von der Ulna abgespreizt und an sie angeschlossen werden, - kurz, er führt genau diesselben Bewegungen wie der Daumen gegen die Mittelhand aus.“<sup>621</sup> Das Ziel der Operation ist also die Herstellung eines aus Ulna und Radius gebildeten zangenförmigen Greifapparates. „Die beschriebene Vorderarmplastik bezweckt die Bildung eines lebenden, fühlenden und eine willkürlich zu bemessende Kraft ausübenden Greiforgans. Die äußere Form und Funktion ähnelt, besonders wenn die untere Gelenkplastik gelungen, der eines Daumens (Radius) und Zeigefingers (Ulna).“<sup>622</sup>

Dieses Verfahren hatte Krukenberg zunächst an einer Leiche geübt, bevor er die „Vorderarmamputationsplastik“ am 04.09.1916 in Mitau erstmalig im Beisein von Oberstabsarzt Medizinalrat Dr. Steenken, Oberstabsarzt Geh.Rat Prof. v. Hansemann, Stabsarzt Dr. Fürst und Feldarzt Dr. von Aschen an einem rechten Armstumpf ausführte.<sup>623</sup>

„Ich teilte dabei die beiden Knochen des Vorderarms voneinander auf und machte die Speiche gegen die Elle beweglich, sodaß ein Greiforgan entstand und die Speiche gegen die Elle ähnliche Bewegungen machte, wie der Daumen gegen die übrige Hand.“<sup>624</sup>

Bei seinem ersten Fall handelte es sich um einen 21jährigen Kriegsfreiwilligen, dem beim Laden eines Geschützes durch vorzeitige Explosion des Geschosses die rechte Hand und der linke Arm nahe dem Ellbogengelenk zerschmettert wurde. Der linke Arm war einschließlich des M. deltoideus vollständig gelähmt und zum größten Teil berührungsunempfindlich (taktile

---

<sup>620</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 11.

<sup>621</sup>ibidem, S. 11-12.

<sup>622</sup>ibidem, S. 45.

<sup>623</sup>ibidem, S. 15; Michler, M., 1985, S. 184.

<sup>624</sup>Michler, M., 1985, S.184.

Anästhesie). Vom rechten Vorderarm fehlte etwa ein Drittel. Der Oberarm war gebrochen. Beide Amputationswunden bildeten breite granulierende Flächen. Der linke Arm war wegen der Nervenlähmung unbrauchbar geworden, so daß der Patient ausschließlich auf den Gebrauch des rechten Armstumpfes angewiesen war.<sup>625</sup>

Die erste Operation wurde gleich ein Erfolg. „Am 15. 10. (1916) stellte ich zum ersten Mal an einem auf meiner Abteilung veranstalteten klinischen Demonstrationsabend den Amputierten vor. Er schrieb, aß, trank, rauchte, putzte sich die Zähne ohne Hilfe. Ich wurde von allen Seiten beglückwünscht und der Armeearzt erließ an sämtliche Lazarett direktoren der Armee einen Befehl, wonach alle Sanitätsformationen der 8ten Armee ersucht wurden, alle Vorderarmamputierten oder zu Amputierenden nach dem Kriegslazarett 55 in meine Behandlung zu überweisen.“<sup>626</sup>

Das günstige Ergebnis dieser Operation kam, wie auch bei den folgenden, durch eine intensive Vor- und Nachbehandlung mit galvanischem Strom zustande. Krukenberg behandelte die Muskeln des Armstumpfes mit unterbrochenen galvanischen Strömen. Dazu benutzte er einen Pantostaten, der durch einen Leduc'schen Unterbrecher schnell aufeinanderfolgende, rhythmische Impulse gibt. „Die Galvanisation mit le Duc'schen Strömen ist nur sehr wenig schmerzhaft, man kann daher damit sehr starke Ströme einleiten, welche ausgiebige rhythmische Bewegungen in dem behandelten Gliede hervorrufen. ...Die Amputierten sehen schon bei der ersten Sitzung das Zucken der Muskeln im Stumpfende und in der kürzesten Zeit, vielfach schon nach einer Sitzung, bringen sie durch aktive Willensimpulse gleichfalls Muskelzuckungen hervor, die dann häufig auch einen mechanischen Bewegungseffekt am Stumpfende hervorrufen.“<sup>627</sup> Michler bezeichnet dieses Verfahren als eine Art „Elektrogymnastik“, die der damaligen Zeit weit vorauseilte.<sup>628</sup>

Wie Biesalski und Sauerbruch vertritt auch Krukenberg die Meinung, daß die Operation allein wenig nützt, wenn nicht danach eine „unermüdliche Übungstherapie“ einsetzt.<sup>629</sup>

Nach dem ersten Erfolg operierte Krukenberg im Laufe von fünf Monaten weitere 5 Kriegsverletzte, deren Alter zwischen 18 und 31 Jahre lag.<sup>630</sup> Die weiteren Eingriffe fanden am 11. Oktober, 09. November, 20. November, 27. November 1916 und am 12. Februar 1917

---

<sup>625</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 10-11.

<sup>626</sup>Michler, M., 1985, S. 184.

<sup>627</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 15.

<sup>628</sup>Michler, M., 1985, S. 186.

<sup>629</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 193; Biesalski, K., 1917 a, S. 239.

<sup>630</sup>Michler, M., 1985, S. 186.

statt.<sup>631</sup> Krukenberg begann seine neue Methode zu standardisieren. Er riet die Operation nicht vorzunehmen, wenn die Stumpflänge weniger als 12 cm beträgt.<sup>632</sup> „Es erscheint vollständig ausreichend, wenn vier Fünftel der Vorderarmlänge erhalten sind.“<sup>633</sup> Folgende Grundsätze stellte er auf: 1. die Stümpfe sollten mit der eigenen Haut kappenförmig gedeckt werden, so daß die Kuppen narbenfrei bleiben und ihre Sensibilität nicht verlieren; 2. sollte vor der Hautversorgung die Sehnenschlinge der zuvor vereinten Muskelgruppen der Beuger und Strecker über beide Knochenstümpfe durch eine Rinne in denselben gezogen werden, um eine bessere Zangenfunktion zu erreichen; 3. die Deckung des Hautdefektes sollte mit einem gestielten Bauchhautlappen erfolgen; 4. der Einschnitt in das Ligamentum annulare radii, der in dem ersten Fall durchgeführt wurde, um die Bewegung des Radius gegen die Ulna zu vergrößern, hatte sich als unnötig erwiesen.<sup>634</sup>

Generell empfahl Krukenberg das Vorgehen wie bei seinem 6. Fall vom 12. Februar 1917. Dieser enthielt alle Verbesserungen und Erfahrungen der vorhergehenden Operationen und wurde von ihm als „Normalverfahren für die Operation“ angesehen.<sup>635</sup>

Im Jahr 1917 erschien Krukenbergs Monographie „Über plastische Umwertung von Armamputationsstümpfen“, in der die 6 Operationen präzise beschrieben werden. Alle Operationen fanden in Narkose (Chloroform-Äthernarkose) und bis nach der Durchtrennung des Ligamentum interosseum in Blutleere statt.<sup>636</sup>

Denjenigen, die sein Verfahren ausführen wollen, gab er den Rat: „Wer die Plastik vornimmt, der halte sich die Anatomie des Vorderarmes wohl vor Augen. Es ist eine gründliche Kenntnis derselben notwendig.“<sup>637</sup>

Am Ende seines Buches beschreibt er in allen Einzelheiten eine Prothese, die er selbst für seine Vorderarmplastik in seiner Werkstatt in Elberfeld konstruiert hatte. Er versorgte damit kostenlos seinen 4. Fall, einen 21jährigen Rekruten.<sup>638</sup> „Ich bin der Ansicht, daß ein künstlicher Arm in erster Linie so gebaut sein muß, daß er möglichst nach physiologischen Gesetzen in Tätigkeit gesetzt wird und daß es Sache des Chirurgen ist, nicht nur als Gutachter für fertige Prothesen zu fungieren, sondern daß er vermöge seiner anatomischen und physiologischen

---

<sup>631</sup>ibidem, S. 186.

<sup>632</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 192; Winter, R., 1930, S. 17-18.

<sup>633</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 44.

<sup>634</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 42-43; Michler, M., 1985, S. 186.

<sup>635</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 43.

<sup>636</sup>ibidem, S. 19 und S. 43.

<sup>637</sup>ibidem, S. 43.

<sup>638</sup>ibidem, S. 46-50; Michler, M., 1986, S. 64.

Kenntnisse auch in der Lage sein muß, dem Techniker die nötige Anleitung für die Konstruktion zu geben.<sup>639</sup>

Wodurch unterscheidet sich nun die von Krukenberg konstruierte Kunsthand von den bisherigen? „Dadurch, daß für jede Bewegung zwei Kraftquellen zur Verfügung stehen, daß nicht elastische Kräfte der Maschine die Antagonisten bilden, sondern daß jede Bewegung: Ab spreizung und Adduktion, Pronation und Supination, Beugung und Streckung der Finger, durch willkürlich beherrschte Muskelkräfte ausgeführt wird, daß also eine genaue Abmessung der Kraft möglich ist. ...Es treten für die einzelnen Bewegungen zum großen Teil die physiologisch hierfür bestimmten Muskeln in Tätigkeit: die Supinatoren bleiben Supinatoren, die Pronatoren Pronatoren, der Flexor digitorum sublimis wirkt bei der Fingerbeugung mit, der Flexor carpi ulnaris und radialis wirken als Beuger, der Extensor carpi radialis als Strecker der Hand mit. Die Prothese lehnt sich daher nicht nur in ihrer äußeren Form, auch in ihrer Funktion an die der lebenden Hand an. Es ist daher kein ‘Umlernen’ zur Ausführung der Bewegung notwendig, die Handhabung der Prothese ist ohne Übung sehr schnell zu erlernen.“<sup>640</sup>Mit dieser Prothese war der 21jährige Kriegsverletzte in der Lage die Hand zu öffnen und zu schließen. Er konnte ein Weinglas greifen und austrinken und andere Gegenstände festhalten. Aufgrund dieses Erfolges kam Krukenberg zu der Überzeugung: „Die Funktion war mit einem sehr rohen und technisch unvollkommenden Modell so überraschend, daß ich damit das Problem der willkürlich bewegten künstlichen Hand für gelöst halte.“<sup>641</sup>

Trotz seines Erfolges war es ihm nicht möglich an seinem Verfahren im Gegensatz zu Sauerbruch weiterzuarbeiten. Am 01. März 1917 erfuhr er durch Feldsanitätschef von Schjerning (1853-1921) von seiner Versetzung an ein größeres Lazarett in Metz.<sup>642</sup>Dort war seine Planstelle bereits mit einem Oberstabsarzt aus Nürnberg besetzt und das vorhandene Krankengut bedurfte keiner plastischen Armoperation. Krukenberg beantragte daraufhin seine Rückversetzung nach Mitau, die nach eigener überstandener Erkrankung im Juli 1917 erfolgte, jedoch ergab sich wiederholt keine Gelegenheit für eine Fortführung seiner

---

<sup>639</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 46.

<sup>640</sup>Krukenberg, H., 1917, S. 48-50.

<sup>641</sup>ibidem, S. 50.

<sup>642</sup>Michler, M., 1986, S. 62.

Methode.<sup>643</sup> Schließlich kommandierte ihn von Schjerning im Oktober 1917 nach Berlin, um an der „Prüfstelle für Ersatzglieder“ eine Prothese für sein Verfahren zu konstruieren.<sup>644</sup>

Die dortigen Arbeitsbedingungen waren so schlecht, daß Krukenbergs Tätigkeit zum Stillstand kam.<sup>645</sup>

Warum es nach dem erfolgreichen Beginn zu keiner Fortsetzung Krukenbergs Arbeit in der Folgezeit kam, versuchte Michler anhand dessen unveröffentlichten Lebenserinnerungen zu ergründen, jedoch kam er posthum zu keinem eindeutigen Ergebnis, außer der Erkenntnis, einer für Krukenberg ungünstigen Verquickung von Machtinteressen in den Kriegswirren, die der Bedeutung des „kühnen Außenseiters“ nicht gerecht wurden.<sup>646</sup>

Zur besseren Einordnung Krukenbergs Leistung zur Lebzeit verbunden mit seinen Auswirkungen erscheint es nochmals hilfreich, anhand von Daten die Rasananz der Ereignisse während des 1. Weltkrieges sich zu vergegenwärtigen.

In Friedenszeiten war die Zahl der Armamputierten, für die die Beschaffung eines Ersatzgliedes erforderlich wurde, außerordentlich gering. Selbst in Unfallkrankenhäusern,

Knappschaftskrankenhäusern ergaben die Jahresstatistiken nur eine geringe Anzahl von Armamputationen.<sup>647</sup> „Armbeschädigte, die mit Hilfe von Ersatzgliedern sich zu betätigen im-

stande waren, mußten mit Laternen gesucht werden.“<sup>648</sup> Nur in einzelnen orthopädischen Anstalten, Krüppelanstalten, Unfallkrankenhäusern wandte man den Aufgaben, Armamputierte mit Arbeitshilfen zur Arbeit zu bewegen, ein erhöhtes Interesse zu. Diejenigen, denen in gemeinsamer Arbeit des Arztes und Mechanikers eine Arbeitshilfe beschafft werden konnte, wurden meist in der Orthopädiewerkstätte der Krüppelanstalt beschäftigt. Sie fanden dort Vorbedingungen für eine rücksichtsvolle Bewertung ihrer eingeschränkten Arbeitsfähigkeit.

„Keinem einzigen dieser Krüppel wurde zugemutet, sich Arbeit mit Hilfe der ihm gelieferten Prothese auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt zu beschaffen.“<sup>649</sup>

Im November 1915 wurde auf Anregung des Vereins deutscher Ingenieure die Prüfstelle für Ersatzglieder gegründet und mit dem Ingenieur Schlesinger an der Spitze zur Gutachterstelle

---

<sup>643</sup>ibidem, S. 62.

<sup>644</sup>ibidem, S. 62-64.

<sup>645</sup>ibidem, S. 64.

<sup>646</sup>Michler, M., 1985, 1986, 1987.

<sup>647</sup>Silberstein, A., 1917, S. 361.

<sup>648</sup>ibidem, S. 361.

<sup>649</sup>ibidem, S. 361.

des Preußischen Kriegsministeriums bestellt.<sup>650</sup> Im Juli 1916 erwarb die „Gemeinnützige Gesellschaft für Beschaffung von Ersatzglieder m.b.H.“ die Carnes-Patente für 1 ¾ Millionen Mark.<sup>651</sup> Geschäftsführer dieser Gesellschaft waren D. Meyer und Schlesinger, der sich danach besonders für den Carnes-Arm einsetzte. Zwei Monate später am 04. September 1916 führte Krukenberg in Mitau seine erste Vorderarm-Amputationsplastik durch. Sauerbruch berichtet im Dezember 1916 bereits über 100 Amputierte, die nach seiner Methode erfolgreich behandelt wurden.<sup>652</sup>

In diesem Zusammenhang begab sich Krukenberg mit seiner neuen Methode in die Position eines Außenseiters. Anstelle einer plastischen Operation, die den Armverletzten von einem zusätzlichen Hilfsmittel unabhängig gemacht hätte, stand bereits die Auseinandersetzung um deren prothetische Versorgung im Mittelpunkt. Jedenfalls kann sich Michler die plötzliche Versetzung Krukenbergs nach Metz nicht anders erklären. In Mitau hätten ihm operative Möglichkeiten offengestanden, sein Verfahren auszubauen und hervorragend geschulte Schwestern dabei zur Seite gestanden.<sup>653</sup> „Noch übersah er nicht, daß er damit (Unterarmplastik) nicht allein das Monopol der Techniker gebrochen hatte, sondern auch als Konkurrent innerhalb der kineplastischen Operationen auftrat.“<sup>654</sup>

Letztlich wurde sein Verfahren von dem Sanitätsdepartement boykottiert.<sup>655</sup> Das Sanitätsamt ließ das Gerücht verbreiten, daß Krukenberg an dem Umsatz seiner Prothese, die Mk. 3.000,- kostete, prozentual beteiligt sei.<sup>656</sup> (Der Preis des Carnes-Arm betrug Mk. 1.000,-.) Außerdem ließ das Sanitätsamt Münster, welches auch für Elberfeld zuständig war, die Krukenberg-Operation mit der Begründung verbieten, daß keine passenden Prothesen dafür zu beschaffen seien. Schlesinger von der Prüfstelle für Ersatzglieder beim Kriegsministerium verbreitete die Ansicht, daß eine Operation nach Krukenberg den Verzicht auf eine künstliche Hand mit sich bringe.<sup>657</sup> In der Zwischenzeit wurde Krukenberg Ende 1917 von Berlin an seinen Heimatort Wuppertal-Elberfeld versetzt, ohne jedoch die Möglichkeit zu weiteren Operationen zu haben,

---

<sup>650</sup>Hartmann, H., 1919, S. 18-20.

<sup>651</sup>Reichel, W., Brief an F. Sauerbruch vom 28.07.1916, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

<sup>652</sup>Sauerbruch, F., 1916 b, S. 1769.

<sup>653</sup>Michler, M., 1986, S. 62, S. 64.

<sup>654</sup>ibidem, S. 62.

<sup>655</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 13.

<sup>656</sup>Michler, M., 1986, S. 64.

<sup>657</sup>Krukenberg, H., 1928, S. 222.

da er seine Privatklinik für die Kriegsdauer als Lazarett an das Rote Kreuz abgetreten hatte.<sup>658</sup> Erst in der Mitte des Kriegsjahres 1918 wurde das Operationsverbot vom Kriegsministerium wieder aufgehoben.<sup>659</sup>

Auf der 3. Kriegschirurtagung in Brüssel vom 11.-12. Februar 1918 erhielt Krukenberg am 11. Februar die Gelegenheit, drei seiner Patienten vorzustellen. „Die Stümpfe unterscheiden sich nun im Gebrauch von jeder Prothese wesentlich dadurch, daß sie das G e f ü h l haben, der Kranke ist also dabei nicht auf die fortwährende Kontrolle des Auges angewiesen.“<sup>660</sup>

Die Vorgestellten sind in der Lage mit der Krukenberg-Hand ein Streichholz anzustecken, ein Weinglas zu greifen und zu entleeren, mit Löffel und Gabel zu essen, ein Taschenmesser zu öffnen und damit einen Apfel zu schälen, wobei das Messer mit dem Stumpf geführt wird. Auch das Schreiben und Nähen mit dem Stumpf gelingt. Einer kann mit dem Stumpf Geige spielen. Um zu demonstrieren, welche Kraft in dem neugeschaffenen Stumpf steckt, zeigt er seinen „2. Patient“, der als Schlosser in einer Fabrik arbeitet. Dieser kann mit einer Bohrmaschine, einem Hammer und einem Schweißgerät umgehen. Der Fall wurde sogar in der Prüfstelle Charlottenberg von Oberstabsarzt Schwiening gefilmt.<sup>661</sup> Zuletzt demonstriert er seine selbstgebaute im „Rohbau“ fertiggestellte Armprothese, die keinerlei Sperrvorrichtung hat. „Es ist vielfach gesagt worden, daß nach meiner Methode Amputierte im Gegensatz zu anders Amputierten einer P r o t h e s e nicht bedürften, weil sie sich so behelfen könnten. Das ist nicht richtig. 1. wird durch die Operation die Verstümmelung nicht verdeckt, und darauf legen viele Amputierte auf der Straße mit Recht großen Wert, und 2. muß, je funktionstüchtiger der Stumpf, desto brauchbarer auch die Prothese sein, wenn sie richtig konstruiert ist.“<sup>662</sup>

Desweiteren verweist Krukenberg auf seinen 6. Fall (12. Februar 1917), einen 27jährigen Sergeant, der nach einer Kunsthand verlangte, um weiter in seinem Kavallerieregiment mitreiten zu können. Krukenberg verwies ihn an Biesalski, der ihn mit einer Fischer-Kunsthand (Berlin-Zehlendorf, 1917, Oskar-Helene-Heim; Orthopädiemechaniker Fischer) ausstattete. „Aber die Art, wie sie von Biesalski mit dem Stumpf verbunden ist, ist

---

<sup>658</sup>Michler, M., 1986, S. 64.

<sup>659</sup>ibidem, S. 64.

<sup>660</sup>Krukenberg, H., 1918, S. 170.

<sup>661</sup>ibidem, S. 170-172.

<sup>662</sup>ibidem, S. 171.

unphysiologisch und deshalb falsch. Die Faust wird nämlich durch Zug an einer Kette geschlossen, in dem die Stümpfe auseinandergespreizt werden. Das ist nicht richtig.“<sup>663</sup>

Biesalski greift diesen Vorwurf Krukenbergs auf und bezieht seinerseits Stellung auf dem 14. Kongress der Deutschen orthopädischen Gesellschaft in Wien vom 17.-18. September 1918. „Die Hand (Fischer-Hand) kann nur passiv proniert werden, da sie der Ulna durch eine Zapfenverbindung fest aufsitzt. An der Zugschnur zieht der Radius und zwar zum Öffnen. Wir wählten diese Kraftquelle, weil der Mann dabei die größere Kraft hatte und weil sie mit einer einfacheren Konstruktion zu betätigen war. Man hat das als unphysiologisch bezeichnet, was meines Erachtens in keiner Weise berechtigt ist; denn die Spreizung der Unterarmknochen ist ja überhaupt an sich ebenso unphysiologisch wie der Schluß dieser Zange, weil beide beim gesunden Menschen nicht vorkommen.“<sup>664</sup> Im übrigen äußerte er sich auf diesem Kongress beeindruckt von dem Krukenberg-Verfahren. „Diese Operation schafft dem Mann also ein neues Greiforgan, das allen Arbeitskluen dadurch überlegen ist, daß es eben lebendig ist und Gefühl hat.“<sup>665</sup>

Die Resonanz auf der 3. Kriegschirurtagung in Brüssel verlief für Krukenberg ebenfalls gut. Sauerbruch, der am 11. Februar 1918 vor dem Krukenberg-Vortrag seine Singener Arbeitsprothese vorstellte, spricht in Brüssel von einem „bestechenden Vorschlag“ Krukenbergs, durch eine plastische chirurgische Umformung des Stumpfes den Greifakt zu ermöglichen. Er fährt fort: „Die schöne Idee Krukenberg`s verdient vor allen Dingen deswegen eine besondere Beachtung, weil dem Amputierten nicht nur eine m e c h a n i s c h e Greiffähigkeit, sondern eine sensible Orientierung durch den Stumpf gewährleistet wird. Ohne Kontrolle des Auges kann der Amputierte mit seiner Zange kleine Körper fassen und kraftvoll schwere Gegenstände halten. Das unschöne Aussehen dieser umgebildeten Stümpfe tritt gegenüber ihrer Leistungsfähigkeit zurück.“<sup>666</sup>

Unmittelbar nach Krukenbergs-Vortrag äußert sich der Chirurg und Orthopäde K. Ludloff aus Frankfurt a.M. zu dessen Methode. „Geradezu verblüffend hat die Krukenberg`sche Operation gewirkt. Wer in Berlin die Leistungen dieses Stumpfes gesehen hat, wird zugeben, daß uns

---

<sup>663</sup>ibidem, S. 171.

<sup>664</sup>Biesalski, K., 1919, S. 226.

<sup>665</sup>ibidem, S. 226.

<sup>666</sup>Sauerbruch, F., 1918 a, S.163-164.

dieses Vorgehen noch manchen Erfolg bringen wird, wenn auch die Zahl der geeigneten Fälle verhältnismäßig gering bleiben wird.<sup>667</sup>

Auch der Chirurg Wullstein, damals noch Leiter des Bochumer Krankenhauses „Bergmannsheil“<sup>668</sup>, war voll des Lobes nach der Krukenberg-Demonstration. „Ich bekenne mich ohne weiteres als begeisterter Anhänger der Sauerbruch'schen Methode und habe in den letzten 1½ Jahren auch reichlich 50 Kanäle angelegt. Nach dem, was ich heute gesehen habe, werde ich auch in richtiger Würdigung der Vorzüge der Krukenberg'schen Methode nicht verfehlen, auch diese bei geeigneten Fällen anzuwenden.“<sup>669</sup>

Der erste, der begeistert für die Operation nach Krukenberg eintrat, war der Chirurg H. Kümmell (1852-1937) in Hamburg-Eppendorf.<sup>670</sup> Im Mai 1918 stellte er erstmalig vier von ihm operierte Fälle im Ärztlichen Verein in Hamburg vor.<sup>671</sup> Dazu gesellten sich noch drei weitere Fälle, so daß der Chirurg und Stabsarzt am Res.-Laz. III Hamburg-Eppendorf A. Flockemann 1919 über sieben von Kümmell Operierte berichten konnte.<sup>672</sup> Diese Operationen fanden in der Zeit vom 21.10.1916 bis 06.09.1918 statt. Die Eingriffe wurden alle in Narkose und Blutleere durchgeführt und lehnten sich streng an Krukenbergs Normalfall an (Krukenbergs Fall 6).<sup>673</sup> Von den sieben Fällen stellten vier einen „idealen Erfolg“ dar.<sup>674</sup> Alle Operierten kamen mit der Zeit in den Gebrauch der Krukenberg-Hand.<sup>675</sup> Krukenberg hatte für seine Plastiken 1917 selbst eine Prothese konstruiert.<sup>676</sup> „Diese kann natürlich nicht das leisten wie das fühlende, bewegliche Greiforgan. ...Sie ist vorwiegend aus ästhetischen Gründen angefertigt, denn die Klauen, besonders wenn sie ein bißchen lang und schnabelartig ausgefallen sind, machen doch einen etwas klobigen Eindruck. Die Prothese soll also mehr kosmetischen Rücksichten dienen, eine Sonntagshand sein.“<sup>677</sup>

---

<sup>667</sup>Ludloff, K., In: Verhandlungen der 3. Kriegschirurgentagung, Brüssel, 11. und 12. Februar 1918, Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, 113. Bd., 1918, S. 173.

<sup>668</sup>Anmerkung: L. Wullstein ließ sich 1918 als Chirurg und Orthopäde in Essen nieder, wo er am 11. Oktober 1930 starb.

<sup>669</sup>Wullstein, L., In: Verhandlungen der 3. Kriegschirurgentagung, Brüssel, 11. und 12. Februar 1918, Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, 113. Bd., 1918, S. 185.

<sup>670</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 191-192, S. 197.

<sup>671</sup>Flockemann, A., 1919, S. 581.

<sup>672</sup>Flockemann, A., 1919, S. 581-607.

<sup>673</sup>ibidem, S. 583.

<sup>674</sup>ibidem, S. 591.

<sup>675</sup>ibidem, S. 590.

<sup>676</sup>Winter, R., 1930, S. 24.

<sup>677</sup>Flockemann, A., 1919, S. 591.

Krukenberg hat für seine Prothese keine gebräuchliche Hand ( Hüfner, Fischer, Sauerbruch, u.a.) verwandt, sondern einen eigenen Entwurf angefertigt, der in der Form der Knöchel und des Handrückens von den üblichen Modellen abweichte.<sup>678</sup> Von rein künstlerischen Gesichtspunkten geleitet, legte er Wert darauf, daß die Form der künstlichen Hand möglichst der natürlichen gleicht. Flockemann beschreibt die in Hamburg verwendete Krukenberg-Prothese wie folgt: „Jedes Stumpfende trägt eine knapp ansitzende Lederhülse. Nach dem Prinzip der Schere werden Bewegungen auf eine Kunsthand übertragen und deren Finger bewegt, unter Vermittlung eines Schaniergelenks am ulnaren, eines Kugelgelenks am radialen Hülsenteil. Der Ulnabügel ist außerdem noch um die Längsachse drehbar. So kann Abduktion und Adduktion sowie Pro- und Supination des Radius auf die Prothese übertragen werden.“<sup>679</sup> Obwohl man die Krukenberg-Prothese für sehr „sinnreich“ erachtete, kritisierte man die mangelnde Kraft derselben.<sup>680</sup> Anhand der gesammelten Erfahrungen weiß sich Flockemann mit seinem Vorgesetzten Kümmell einig: „Die Krukenberg-Plastik ist ebenso genial wie segensreich und wird aufs wärmste empfohlen. Nur zu kurze und an Knochen und Muskeln hochgradig geschädigte Stümpfe sind ungeeignet.“<sup>681</sup>

In Münster hatte der Orthopäde Julius E. Becher (1873-1938) „glänzende Erfolge“ mit der Vorderarm-Amputationsplastik nach Krukenberg erzielt.<sup>682</sup> Dr. Becher war der 3. Chefarzt der Hüfner-Stiftung in Münster (1904-1936), nachdem er von 1902-1904 erster Assistent unter Geheimrat Prof. A. Hoffa (1859-1907) an der chirurgisch-orthopädischen Poliklinik in Berlin war.<sup>683</sup> Auf der 70. Tagung der Vereinigung Niederrheinisch-Westfälischer Chirurgen berichtete er in Düsseldorf am 12. November 1927 über 9 nach Krukenberg operierte Fälle, von denen er eine Kasuistik vortrug.<sup>684</sup> Alle Eingriffe waren mit der Ausnahme eines „Psychopathen“, der die Heilung behinderte, „vorzüglich gelungen“.<sup>685</sup> Keiner der Operierten trug eine Prothese. Krukenberg teilt mit, daß Becher aufgrund der glänzenden Operationsergebnisse den Gebrauch einer willkürlich beweglichen Prothese ablehnte und sich lediglich auf

---

<sup>678</sup>Winter, R., 1930, S. 24.

<sup>679</sup>Flockemann, A., 1919, S. 591; Fraenkel, J., 1922, S. 1793-1795; Winter, R., 1930, S. 24-32.

<sup>680</sup>Flockemann, A., 1919, S. 591; Winter, R., 1930, S. 24.

<sup>681</sup>Flockemann, A., 1919, S. 591.

<sup>682</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 191, S. 195, S. 197-199.

<sup>683</sup>Sendler, P., 1984, S. 69ff.

<sup>684</sup>Becher, J., 1928, S. 223.

<sup>685</sup>ibidem, S. 223.

die Verordnung einer Schmuckprothese für den Sonntag beschränkte.<sup>686</sup> Leider hatte Becher nie selbst seine Erfahrungen publiziert, da er sich zeitlebens als Praktiker verstand.<sup>687</sup> „Er (Becher) weist darauf hin, daß die Anstalt (Hüfferstift) im Gegensatz zu allen anderen in der Zeit als reine Heilanstalt begründet wurde, daß er also einen Heil- und keinen Forschungsauftrag habe. ...Ihm fehlt zudem für eine genaue statistische Aufarbeitung des wissenschaftlich statistischen Materials, das die Hüfferstiftung bieten könnte, da er mit zwei Assistenzärzten bei 15 Stunden täglicher Belastung nicht genügend Zeit zur Aufarbeitung findet.“<sup>688</sup>

Ein häufiger Kritikpunkt an dem Krukenbergstumpf ist sein äußeres Erscheinungsbild.

Aufgrund eigener Erfahrungen auf einer Schiffsreise schilderte Krukenberg, daß er es nicht wagen würde, einen von ihm Operierten einer Dame zum Essen als Tischnachbar zu geben. Er selbst sei von diesem Anblick „peinlich berührt“ gewesen.<sup>689</sup> „Immerhin läßt sich aber nicht leugnen, daß der Anblick des Stumpfes auf sensible Nerven irritierend wirkt.“<sup>690</sup> Bei vielen Autoren löste der Anblick eine Unsicherheit aus. Nicht anders ist die auffällige Vielfalt der verwendeten Bezeichnungen für den Krukenbergstumpf zu erklären. Einige Beispiele sollen dies veranschaulichen: „2 Riesenfinger“<sup>691</sup>, „lebendige Schere“<sup>692</sup>, „Klauenschenkel“<sup>693</sup>, „Krukenbergzange“<sup>694</sup>, „fühlende Zange“<sup>695</sup>, „Alligatormaul“<sup>696</sup> und „Hummerschere“<sup>697</sup>.

Hubert Weber, der 1941 beide Hände verloren hatte und 1942 von Sauerbruch persönlich nach dessen Verfahren in Berlin operiert wurde, berichtete, daß Sauerbruch ihm gegenüber das Krukenberg-Verfahren mit „zwei Bratwürsten“ verglichen hat.<sup>698</sup> Noch vieles mehr mag sich Krukenberg im Laufe der Zeit angehört haben müssen, doch den Vergleich mit einer „Hummerschere“ verbat er sich heftigst. „Der Vergleich des Krukenbergstumpfes mit der Hummerschere ist so unpassend wie nur möglich. ...Das sind keine einfachen Schanierbewegungen, sondern sie sind immer mit rotierenden Pro- und Supinationsbewegungen

---

<sup>686</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 195.

<sup>687</sup>Sendler, P., 1984, S. 69.

<sup>688</sup>ibidem, S. 74-75.

<sup>689</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 196.

<sup>690</sup>ibidem, S. 196.

<sup>691</sup>Flockemann, A., 1919, S. 582.

<sup>692</sup>Biesalski, K., 1919, S. 225.

<sup>693</sup>Lotsch, F., 1925, S. 548.

<sup>694</sup>Sauerbruch, F., Vortrag in der Zentralverwaltung am 16./17. 08.1946 (DDR), BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 12.

<sup>695</sup>Schlesinger, G., 1919, S. 421.

<sup>696</sup>Payr, E., 1919, S. 195.

<sup>697</sup>Hohmann, G.; Schede, F., 1922, S. 562; Payr, E., 1919, S. 194-195.

<sup>698</sup>Weber, H., Akademischer Kunstmaler und Bildhauer, Lichtenfels, Tonbandprotokoll vom 10.10.1998.

verbunden. Gerade darauf beruht die vielseitige Verwendbarkeit des Stumpfes. Meine Amputierten brauchen nicht wie der Leutnant von der Prüf stelle für Ersatzglieder monatelang dressiert zu werden, bis sie die Bewegungen lernen, die zur Demonstration im Kriegsministerium notwendig sind. Sie lernen das, was sie brauchen, von selbst, besonders wenn sie doppelseitig amputiert sind, wo bekanntlich die anderen Verfahren versagen, und sie können mit ihrem Stumpfe eine sehr bedeutende Kraft entwickeln.“<sup>699</sup>

Über das Erscheinungsbild Krukenbergs Unterarmplastik gibt es auch anders lautende Ansichten. Aus Berlin bezieht J. Fraenkel, orthopädischer Oberarzt von A. Bier, 1922 Stellung:

„An der lebendigen Zange, ..., nimmt nach unserer Erfahrung in ästhetischer Hinsicht weder ihr Träger, noch seine Umgebung Anstoß.“<sup>700</sup>

Da Krukenberg der Auffassung war, daß Sauerbruch sein Operationsverfahren nur wegen des unästhetischen Stumpfes verwerfe, holte er seinerseits zum Gegenschlag aus. „Ein Amputationsstumpf bleibt immer eine Verstümm lung und muß als solche unästhetisch wirken. Das gilt aber für jeden Stumpf. Ich muß gestehen, daß mir die Form meines Stumpfes, der großen Fingern gleicht, immer noch besser gefällt, als der Sauerbruchsche Stumpf, der mich mit seinen dicken Wülsten und dem Loch dazwischen immer an einen an verkehrter Stelle angesetzten Popo erinnert.“<sup>701</sup>

Der Singener Erfahrungsbericht (1919) des Oberarztes Zimmermann ergibt jedoch, daß dort Doppelamputierten mit geeigneten Stümpfen stets der ärztliche Rat erteilt wurde, sich auf einer Seite nach Krukenberg operieren zu lassen, um dadurch wenigstens bei einem Stumpf die ganze Sensibilität zu erhalten und mit der „verhältnismäßig schmalen Schere“ auch leicht in Taschen gelangen zu können. Jedoch seien die Patienten immer sehr abgeneigt gewesen. „...“, weil das Aeußere des nach Krukenberg operierten Stumpfes ein selbst für den Arzt häßlicher, für den Laien aber direkt abstoßender Anblick ist.“<sup>702</sup>

Aus seinem Bericht geht weiter hervor, daß in Singen 2 Patienten nach Krukenberg operiert wurden. Bei einem sei ein sehr gutes, bei dem anderen ein „nicht befriedigendes“ Ergebnis

---

<sup>699</sup>Krukenberg, H., 1928, S. 222.

<sup>700</sup>Fraenkel, J., 1922, S. 1793.

<sup>701</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 195-196.

<sup>702</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 489.

erzielt worden, daß an einem Operationsfehler gelegen habe.<sup>703</sup> Der Fehler wird allerdings verschwiegen. Auf der Abbildung dieses Patienten erscheint er jedoch sichtbar. Der rechtsseitige, prothesenversorgte Krukenbergarm ist deutlich länger geraten als der linksseitige Sauerbrucharm.<sup>704</sup>

Sauerbruch wägt 1923 bei der Beurteilung des Krukenberg-Verfahrens ab: „Ein unbedingter Vorzug gegenüber allen Formen künstlicher Hände ist das erhaltene Tast- und Empfindungsvermögen und die Unabhängigkeit von jeder Apparatur. Die Nachteile sind: der große Eingriff, die oft nur mäßige Schließkraft des zangenförmigen Stumpfes und das unschöne Aussehen.“<sup>705</sup>

M. Böhm, Orthopäde und Reg.-Med.-Rat in Berlin meint zu demselben Thema 1925: „Leider sind die kosmetischen Mängel der Krukenberg-Operation derart, daß viele Patienten sich erheblich an ihr stoßen. Man muß sie vor der Operation darauf aufmerksam machen, um sich nachträglich Ärger zu ersparen.“<sup>706</sup>

Der Chirurg R. Nissen (1896-1981), der 12 Jahre unter Sauerbruch in München und Berlin, zuletzt als dessen Oberarzt gearbeitet hatte, äußert sich 1933 aus Istanbul zur Krukenberg-Operation. „Die Ergebnisse der Operation werden verschieden beurteilt. Ähnlich wie beim Sauerbruch-Verfahren gewährleistet auch hier nur die sachgemäße Ausführung des Eingriffs den Erfolg. Ästhetische Bedenken mögen unter besonderen Umständen Berechtigung haben; für die allgemeine Bewertung der wohldurchdachten Operation müssen sie zurücktreten.“<sup>707</sup>

Baumgartner schreibt 1997 : „So berechtigt die Einwände gegen den häßlichen Anblick einer Krukenberg-Zange sind: sie funktioniert derart hervorragend, daß für einmal kosmetische Aspekte in den Hintergrund zu treten haben.“<sup>708</sup>

In Bezug auf die Indikation seiner Vorderarm-Amputationsplastik übte Krukenberg nochmals Kritik an Sauerbruch. „Ich (Krukenberg) erwähne das besonders, weil Sauerbruch (Zbl. Chir.

---

<sup>703</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 489.

<sup>704</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 490 (Abb. 5. und Abb. 6.).

<sup>705</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 178.

<sup>706</sup>Böhm, M., 1925, S. 585.

<sup>707</sup>Nissen, R., 1933, S. 130; Nissen, R., 1969, S. 143.

<sup>708</sup>Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 137.

1920) sagt, die Operation komme nur für Blinde in Frage. Im Gegenteil, die vollständig Erblindeten sind die einzigen Patienten für die der Krukenberg-Arm nicht in Frage kommt.<sup>709</sup> Tatsache ist, daß Sauerbruch in der Quellenangabe Krukenbergs (Zbl. Chir., 1920, Nr. 21) nichts publiziert hat. Geht man von einem Übertragungsfehler Krukenbergs aus, bleibt festzustellen, daß der gesamte Jahrgang 1920 des „Zentralblatt der Chirurgie“ nichts zum Thema obere Extremität von Sauerbruch enthält. Vielmehr äußert sich Sauerbruch unmißverständlich 1920 in einem Vortrag auf dem Bayrischen Chirurtag: „Die Krukenbergsche Operation kommt namentlich für Doppelamputierte in Frage. Die willkürlich bewegbaren Prothesen haben sich eingebürgert.“<sup>710</sup>

Zimmermann erwähnt, daß man in Singen die Methode Krukenbergs bei einem Doppelamputierten mit Erblindung eines Auges für ganz besonders angezeigt gehalten hätte.<sup>711</sup> Warum und ob der Patient die Einwilligung zur Operation gab, läßt sein Bericht jedoch offen. Eine Äußerung Sauerbruchs zu diesem Thema findet sich erst 1923, jedoch dahingehend, daß er sowohl für Blinde als auch für Doppelamputierte eine Indikation des Krukenberg Verfahrens sieht. „Hingegen darf es für Blinde warm empfohlen werden; desgleichen für Doppelamputierte an der einen Seite (Sauerbruch).“<sup>712</sup> Also nicht wie Krukenberg fälschlicherweise behauptet „nur für Blinde“. Nach 1923 führt Sauerbruch die Indikation für Blinde nicht mehr auf. Dies kann anhand eines Vortrages aufgezeigt werden, den Sauerbruch in der Zentralverwaltung (Berlin-Ost, DDR) 1946 über „Ohnhänder“ hielt. Hier empfiehlt er ausdrücklich den Krukenbergarm mit der Einschränkung, daß dieses Verfahren „leider“ nur bei Unterarmamputierten mit langen oder mittellangen Stümpfen in Frage käme. Daß er das Verfahren schätzt, kann mit folgendem Zitat aus dem Vortrag belegt werden. „Die Krukenbergzange ist also eine lebendige Hand und darin liegt ihr bedeutungsvoller Vorteil.“<sup>713</sup>

Kommentare Sauerbruchs zum Krukenberg-Verfahren sind ansonsten in der Literatur spärlich. Dennoch kann keine Literaturstelle ausfindig gemacht werden, die Krukenbergs Behauptung bestätigen könnte. Außerdem ist Sauerbruch zum Zeitpunkt des Erscheinens von Krukenbergs Monographie (1917) als Ordinarius in Zürich mit dem Ausbau seines Verfahrens in Singen voll

---

<sup>709</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 194.

<sup>710</sup>Sauerbruch, F., 1920, S. 979.

<sup>711</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 489.

<sup>712</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 178.

<sup>713</sup>Sauerbruch, F., Vortrag in der Zentralverwaltung (Berlin-Ost, DDR) am 16./17.08.1946, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 12.

und ganz beschäftigt. Während Krukenberg seine Idee als Einzelkämpfer in die Tat umsetzte, ging Sauerbruch die Prothesenversorgung der oberen Extremitäten nach seinen Erfahrungen in Greifswald als ein interdisziplinär zu lösendes Problem an. Er setzte auf die Fähigkeiten der Anatomen, Chirurgen, Ingenieure, Orthopädietechniker, Physiologen, Industrieunternehmen und der Behörden, um sein Ziel zu erreichen. Dessen ungeachtet stellt die Versorgung des Armstumpfes in dem außergewöhnlichen, medizinischen Lebenswerk Sauerbruchs nur ein Mosaikstein dar.

Bei Lotsch, dem es nach Michler neben M. Böhm erstmals 1925 gelang in dem chirurgischen Lehrbuch von M. Kirschner (1879-1942) und O. Nordmann, der Krukenberg-Plastik ihren sachgerechten Stellenwert in der Traumatologie und in der Lehre von Ersatzgliedern zuzuerkennen, taucht die allein Sauerbruch zugeschriebene Indikation wieder auf. „Für Blinde und doppelseitige Armamputierte ist die Kineplastik nach Krukenberg anerkanntermaßen das Verfahren der Wahl.“<sup>714</sup> Vorab nimmt Lotsch eine Wertung im Vergleich Krukenberg-Sauerbruch vor. „Im allgemeinen darf jedoch behauptet werden, daß die Krukenbergsche Methode mehr Anhänger hat als das Sauerbruchsche Verfahren.“<sup>715</sup> Verständlicherweise liest sich das bei Sauerbruch (1923) anders: „Die Anzeige für die Längsspaltung (Krukenberg-Verfahren) soll, unserer Meinung (ten Horn u. Sauerbruch) nach, von den Ärzten sehr eingeschränkt werden. Die Invaliden tragen ihrerseits schon gewöhnlich dazu bei, indem sie das Verfahren aus kosmetischen Gründen ablehnen.“<sup>716</sup>

ten Horn führte 1922 neben Doppelamputierten ebenfalls Erblindete als Indikation für eine einseitige Krukenberg-Operation an. „Nicht nur sind dem Krukenbergschen Verfahren aus anatomischen und kosmetischen Gründen enge Grenzen gezogen, auch die Kraft der aus dem Unterarme gebildeten Greifzange reicht nicht immer aus. Der Bau geeigneter Prothesen stösst auf grosse Schwierigkeiten. Aertztlicherseits soll daher die Krukenbergsche Operation nur für Erblindete und für Doppelamputierte an der einen Seite empfohlen werden.“<sup>717</sup> Baumgartner und Botta sehen sogar noch 1997 „Blinde Ohnhänder“ als absolute Indikation für eine Krukenberg-Plastik an.<sup>718</sup>

---

<sup>714</sup>Lotsch, F., 1925, S. 549.

<sup>715</sup>ibidem, S. 548-549.

<sup>716</sup>Sauerbruch, F., Horn, C. ten, 1923, S.178.

<sup>717</sup>Horn, C. ten, 1922, S. 1346; Winter, R., 1930, S. 18-19.

<sup>718</sup>Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 138.

Sauerbruch selbst stellt nochmals 1947 einen Vergleich beider Methoden an, indem er beiden unabhängig voneinander, jeweils ihren Stellenwert einräumt. „Neben der willkürlich bewegbaren Hand hat ebenfalls Bedeutung die Methode K r u k e n b e r g s, die sog. Spalthand. Eine Konkurrenz zwischen den beiden Verfahren besteht nicht. Im ganzen gesehen wird die willkürlich bewegbare Hand wegen größerer Anwendungsmöglichkeit auch am Oberarm vorgezogen. Bei richtiger Indikationsstellung hat aber auch die Spalthand ihre Bedeutung. Bei langen Stümpfen kann sie Gutes leisten. Auch wir wenden dieses Verfahren, wenn auch seltener, vor allem bei Ohnhändern an. Hier wird der Verlust der einen Hand durch Krukenberg und der anderen durch die Prothese ersetzt. Ungeeignet ist die Spalthand bei kurzen Unterarmstümpfen. Ihre Leistung ist unzureichend infolge geringer Funktionsmöglichkeit.“<sup>719</sup>

M. Lebsche (1886-1957) pflichtet, was die Versorgung der Ohnhänder angeht, seinem ehemaligen Lehrer Sauerbruch bei, indem er von einem „unübertrefflichen Gewinn“ der Krukenbergmethode für Ohnhänder mit Unterarmen mittlerer Länge spricht.<sup>720</sup>

Der Orthopäde L. Kreuz (Tübingen, 1888-1969) berichtet, daß die letzte Kriegschirurger-tagung im Herbst 1943 in Dresden zu dem Ergebnis führte, daß die Sauerbruchhand zweifellos die beste Prothese für den Hand- und Unterarmamputierten darstelle, jedoch der Unterarmstumpf für das Krukenberg-Verfahren der beste Ersatz sei für die verlorene Hand zwecks praktischer, handwerklicher Arbeiten.<sup>721</sup>

Der Hauptzweck des Krukenbergarmes bleibt der Ersatz der verlorenen Hand durch den umgebildeten Stumpf weniger zur Verwendung einer willkürlich zu bewegenden Prothese. „Darin liegt ja gerade der große Wert und die Überlegenheit des Krukenberg'schen Verfahrens gegenüber allen anderen, daß, den gegebenen Umständen angepaßt, alte normale Verhältnisse wieder hergestellt werden, wodurch der Patient unmittelbar in der Lage ist, seinen Stumpf zu gebrauchen, wie die frühere Hand.“<sup>722</sup> Zu seiner Indikation äußert sich Winter in seiner

---

<sup>719</sup>Sauerbruch, F., 1947, S. 1494.

<sup>720</sup>Lebsche, M., 1950, S. 293.

<sup>721</sup>Kreuz, L., 1951, S. 1101.

<sup>722</sup>Winter, R., 1930, S. 13.

Dissertation „Über die Krukenberg-Hand“ wie folgt: „Bei Doppelamputierten, die ja nicht in der Lage sind, sich eine Prothese selbst anzulegen, ist das Krukenbergverfahren die einzig gegebene Operation. Aber auch bei allen im Bereich der unteren Hälfte des Vorderarmes Amputierten ist sie die Methode der Wahl. ...Tatsächlich werden die Indikationen zum Sauerbruch durch die Krukenberg'sche Plastik nicht berührt. Bei zu kurzen Vorderarmstümpfen bleibt wie bei Oberarmstümpfen der Sauerbruch das geeignete Verfahren.“<sup>723</sup>

Krukenberg selbst sieht die besten Ergebnisse seines Verfahrens bei doppelseitig Amputierten und beim Verlust der rechten Hand. Dagegen sei der Operationserfolg beim Verlust der linken Hand zu sehr von der Intelligenz und der Willenskraft des einzelnen abhängig gewesen.<sup>724</sup>

Krukenberg verstirbt 4 Jahre nach seiner letzten Veröffentlichung „Erfahrungen mit der Krukenberg-Hand“ (1931) am 02.10.1935 in Wernigerode. Im Jahr 1934 wurde er noch zum Ehrenmitglied in der „Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V.“ ernannt.<sup>725</sup> Unter den zahlreichen, klangvollen Namen der Ehrenmitglieder findet sich auch der Lehrer Sauerbruchs Johann von Mikulicz-Radecki (1850-1905) wieder, jedoch fehlt der Name Sauerbruchs.

Das letzte Wort zum Thema der Vorderarm-Amputationsplastik sei nochmals dem Schöpfer dieser Idee eingeräumt. „Die Operation muß als Liebhaberei ausgeführt und die Nachbehandlung vom Operateur mit Lust und Eifer durchgeführt werden. Wer dazu keine Neigung hat, soll lieber die Hände davon lassen.“<sup>726</sup>

---

<sup>723</sup>ibidem, S. 18-19.

<sup>724</sup>Krukenberg, H., 1931, S.193.

<sup>725</sup>Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie e.V. (DGOOC), Marienburgstraße 2, 60528 Frankfurt/M..

<sup>726</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 197.

### 13.2. Walcher-Verfahren

Neben Krukenberg versuchte der Gynäkologe Gustav Adolf Walcher (1856-1935)<sup>727</sup>, Oberstabsarzt und Chefarzt des Reserve-Lazarett VIII in Stuttgart, auch von der Überlegung ausgehend, ein willkürlich bewegbares Ersatzglied zu schaffen, durch plastische Umformung des Stumpfes den Greifakt bei Handverlust zu ermöglichen. Während des 1. Weltkrieges stellte er sich als Oberstabsarzt der Landwehr für die Errichtung und Leitung des Reservelazaretts in den Räumen des Stadtgartengebäudes vom 29. August 1914 bis zum 1. Oktober 1918 zur Verfügung, nachdem er bereits als 58-jähriger kurz vor Beginn des Krieges aus gesundheitlichen Gründen in den Ruhestand getreten war.<sup>728</sup> Er studierte in Berlin, Leipzig, Tübingen und habilitierte sich 1886 an der Tübinger Frauenklinik mit der Arbeit: „Senkung und Vorfall“. Von 1887-1914 wirkte er als Direktor der Württembergischen Landes-Hebammenschule Stuttgart.

Walcher bildete 1915 bei langen Unterarmstümpfen aus dem distalen Radius ein künstliches Gelenk, das willkürlich aus- und einwärts gebeugt werden und seitliche Bewegungen ausführen kann. Er gestaltete das untere Ende des Radius nach Entfernung des peripheren Endes der Ulna zu einem neuen Glied, einem sogenannten „künstlichen Daumen“, das durch die Beuger und Strecker bewegt wird. Er selbst bezeichnet sein Verfahren als „Lebendiger Handersatz durch Schaffung eines neuen Gelenkes“.<sup>729</sup> Der Chirurg C. Ritter (Düsseldorf) erkennt in dieser „etwas gekünstelten Methode“ erstmals die erfolgreiche Weiterentwicklung der Keulenbildung Vanghettis am Unterarm.<sup>730</sup>

Die von Walcher konstruierte Prothese besteht in einer am Oberarm festgeschnallte Lederkappe, an der eine Art Drehbandage befestigt ist, die dem Ellbogen die Beuge- und Drehfreiheit läßt. An ihrem unteren Ende ist eine Greifplatte angebracht, gegen die der „neue Daumen“ als „fühlendes Greiforgan“ andrückt, so daß zwischen Stumpf und Greifplatte ein Gegenstand gefaßt und gehalten werden kann. Durch dieses relativ einfache Hilfsmittel

---

<sup>727</sup>Mayer, A., 1935, S. 2705-2706; Militärische Personalakte Dr. Gustav Adolf Walcher (M 430/3 Bü 11961), SHSTA, Hauptstaatsarchiv Stuttgart, Konrad-Adenauer-Str. 4.

<sup>728</sup>Nachruf auf „Obermedizinalrat Dir. Dr. Walcher“ im Schwäbischen Merkur vom 2. Juli 1935, Nr. 151, S. 5.

<sup>729</sup>Walcher, G. A., 1916, S. 1341-1342.

<sup>730</sup>Ritter, C., 1931, S. 437.

(„Greifplattenprothese“<sup>731</sup>), die individuell angepaßt werden mußte, kann eine sensible Greiffunktion erreicht werden. Am 2. Dezember 1915 stellte Walcher erstmalig seine Methode in der Sitzung des Stuttgarter ärztlichen Vereins vor.<sup>732</sup> Krukenbergs Angaben zur Folge hat Walcher die Operation insgesamt 11 mal ausgeführt, 1 mal primär bei einer Amputation, in den übrigen Fällen sekundär.<sup>733</sup> Sauerbruch schenkte dem Verfahren Walchers Beachtung, fand jedoch im Vergleich das Vorgehen Krukenbergs „bestechender“.<sup>734</sup> Dem Erfahrungsbericht Zimmermanns ist zu entnehmen, daß ein von dem Chirurgen G. Perthes Doppelamputierter linksseitig nach Walcher operiert worden war und zur Prothesenversorgung nach Singen überwiesen wurde. „Das funktionelle Resultat war gut, die Anfertigung einer guten Prothese schwierig.“<sup>735</sup> Die Abbildungen des Patienten lassen erkennen, daß rechtsseitig das Sauerbruchverfahren angewandt wurde. In Singen selbst wurden keine Operationen nach Walcher durchgeführt.<sup>736</sup> Radike beurteilte 1920 den Walcherarm folgendermaßen: „Durch diese Konstruktion ist der Verletzte infolge der eigenartigen Operation mit einem fühlenden Greiforgan ausgestattet, bei dem zugleich Pro- und Supination im Unterarm erhalten ist.“<sup>737</sup>

Walcher verstarb am 30. Juni 1935 in seiner Geburtsstadt Ellwangen. Der Tübinger Gynäkologe A. Mayer schreibt 1935 in seinem Nachruf auf Walcher: „Seine technische Begabung kam zum Ausdruck im Walcher’schen Muttermundsdilatator und in seiner Beschäftigung mit dem „künstlichen Daumen“.“<sup>738</sup>

---

<sup>731</sup>Wetz, H. H., Gibertz, D., 1998, S. 400.

<sup>732</sup>Sippel, F., 1916, S. 70.

<sup>733</sup>Krukenberg, H., 1919, S. 254.

<sup>734</sup>Sauerbruch, F., 1918 c, S. 163.

<sup>735</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 489, S. 491 (Abb. 7.-9.).

<sup>736</sup>Zimmermann, A., 1919, S. 489.

<sup>737</sup>Radike, F., <sup>2</sup>1920 b, S. 271.

<sup>738</sup>Mayer, A., 1935, S. 2706.

#### 14. Firmengründung, „DERSA“

Mit zunehmender Öffentlichkeitsarbeit in Form von ärztlichen Vorträgen und Demonstrationsveranstaltungen wuchs die Nachfrage an Prothesen ständig. Es war absehbar, daß im Laufe der Zeit, bei Zufriedenheit der ersten Versorgten, die Kapazitäten in Singen dem Bedarf nicht gerecht sein konnten. Der Chirurg und Orthopäde Ludloff erkannte die Schwierigkeit der zweckentsprechenden Prothesenbeschaffung frühzeitig und machte 1918 bereits auf der 3. Kriegschirurtagung in Brüssel darauf aufmerksam. „Daß das Hauptzentrum der Bewegung (Amputationsmethode und Prothesenkunst) die Sauerbruch'sche Methode ist, um die sich fast alles dreht, brauche ich nicht auseinanderzusetzen. ...Wenn nun an verschiedenen Stellen mit Erfolg Sauerbruch'sche Operationen ausgeführt werden, wer soll all diesen Operierten die geeigneten Prothesen liefern? Es wird einerseits unmöglich sein, alle diese Prothesenbedürftigen zur Belieferung nach Singen zu schicken, andererseits werden die meisten Lazarette, in denen der chirurgische Teil des Sauerbruch'schen Verfahrens wohl einwandfrei durchgeführt werden kann, nicht auch gleichzeitig in der Lage sein, gute Prothesen anzufertigen.“<sup>739</sup>

Sauerbruch selbst gestand ein, daß eine Zeit lang ein Engpaß in der Prothesenversorgung auftrat, der zu Schwierigkeiten führte. „An äusseren Hindernissen scheiterte die Durchführung einer befriedigenden Organisation.“<sup>740</sup> Erschwerend kam sicherlich noch die Belastung seines bevorstehenden Wechsels von Zürich nach München hinzu. Sauerbruch wurde als Ordinarius nach München berufen. In seinem Schreiben vom 13.06.1918 an Generalarzt Schultzen weist er auf seine baldige Übersiedlung nach München hin und bittet um den Fortbestand der Singener Muster- und Versuchswerkstätte, da Stabsarzt Dr. Stadler in der Methode gut eingearbeitet sei und derzeit im Monat 25-30 Prothesen hergestellt würden.<sup>741</sup>

Am 01. August 1918 trat Sauerbruch die Nachfolge von Ottmar Ritter von Angerer in München an.

---

<sup>739</sup>Ludloff, K., In: Verhandlungen der 3. Kriegschirurtagung, Brüssel, 11. und 12. Februar 1918, Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, 113. Bd., 1918, S. 172 und S. 175.

<sup>740</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S.418.

<sup>741</sup>Sauerbruch, F., Brief vom 13.06.1918 an den Chef des Sanitätsdepartements im Preuß. Kriegsministerium, Generalarzt Schultzen, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

Das Kriegsministerium reagierte daraufhin in einer Mitteilung vom 31. Januar 1919 und wies alle Sauerbruch Operierten an, sich nun zwecks Anfertigung eines künstlichen Armes an die folgenden 3 Stellen zu wenden:

- „1. München-Res.Laz. Chirurg. Klinik, Nußbaumstraße 20/22 im Einvernehmen mit dem Sanitätsamt I. Bayer. Armeekorps, München.
2. Singen (Res.Laz.) im Einvernehmen mit Sanitätsamt XIV. Armeekorps, Karlsruhe.
3. Dresden (Res.Laz. Heimatdank) im Einvernehmen mit Sanitätsamt XII. Armeekorps, Dresden.“<sup>742</sup>

Dank der finanziellen Unterstützung der Firma Brown-Boveri konnte die gemeinnützige Gesellschaft „DERSA“ - Deutsche Ersatzgliedergesellschaft Sauerbruch G.m.b.H. - gegründet werden. „Sie (Brown-Boveri) ermöglichten die Gründung der großen Werkstätte Dersa, deren gemeinnützige Organisation und praktische Betriebsführung das schöpferische Werk des Herrn Direktor Schnetzler sind.“<sup>743</sup> Ihr Ziel sollte eine schnelle und zuverlässige Versorgung der Amputierten sein. Damit sollte die lange Wartezeit auf eine Prothese in den Lazaretten beendet werden.<sup>744</sup> Die Geburtsstunde der Firma „DERSA“ mit dem Hauptsitz Singen fiel auf den 02. Mai 1919. An diesem Tag wurde sie in das Handelsregister B in Radolfzell als G.m.b.H. eingetragen.<sup>745</sup> Zu deren Geschäftsführern wurden der Oberingenieur Wilhelm Gminder und der Dipl.-Ingenieur Hans Hoffmann bestellt, wobei letzterem die Leitung des Berliner Zentralbüros in Schöneberg, Innsbruckerstraße 19 übertragen wurde.<sup>746</sup> Die Gesellschafter waren laut Handelsregisterauszug vom 30.12.1919: Geheimrat Prof. Dr. E. Ferdinand Sauerbruch, Medizinalrat Dr. Stadler, Oberingenieur Gminder, die Firma Brown Boveri & Co AG und die Druckerei Badischer Heimatdank.<sup>747</sup>

„Die Deutsche Ersatzgliedergesellschaft Sauerbruch hat gemeinnützigen Charakter und bezweckt die Herstellung willkürlich beweglicher Ersatzglieder in vollkommenster Form nach dem System des Geheimen Hofrates und Universitätsprofessors Dr. Sauerbruch, München und

---

<sup>742</sup>Kriegsministerium, Berlin, Leibzigerstraße 5, Mitteilung vom 31.01.1919, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>743</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, Vorwort; Boveri, W., Brief an Sauerbruch vom 14.12.1922, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>744</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 418.

<sup>745</sup>Deutsche Ersatzgliedergesellschaft Sauerbruch G.m.b.H., Mitteilung über den Handelsregistereintrag, Singen (Hohentwiel) am 2. Mai 1919, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>746</sup>ibidem

<sup>747</sup>Prospekt der DERSA, Deutsche Ersatzglieder-Werkstätten Dr. König KG, Reichenbachstraße 24, 80469 München.

zwar zu billigst bemessenen Preisen.<sup>748</sup> Die Hauptwerkstatt zur Herstellung der Glieder und Ersatzteile befand sich in Singen, eine Anpassungswerkstatt der DERSA in München. „Die Fabrikation ist vorläufig auf monatlich 200 Normalteilsätze eingestellt und kann nach Maßgabe der vorhandenen Anlagen bei höherem Bedarf weiter bedeutend gesteigert werden. Die Montagewerkstätten Singen und München dienen zur individuellen Anpassung der Prothesen an den Amputierten. Diese beiden bestehenden Anstalten können schon jetzt monatlich mindestens 100 Anpassungen durchführen.“<sup>749</sup>

In Anlehnung an diese beiden Werkstätten wurde der Grundstein für ein ganz Deutschland umfassendes Verteilernetz von DERSA-Anpassungswerkstätten gelegt.<sup>750</sup> In den Zweigstellen arbeiteten von der DERSA geschulte Orthopädiemechaniker unter der Kontrolle der Zentrale. Am 27.05.1919 teilte das Zentralbüro-Berlin Sauerbruch mit, daß mit der Einführung und Fabrikation von Sauerbruch'schen Prothesen in den Bethelanstalten (Gadderbaum bei Bielefeld) begonnen wurde.<sup>751</sup> Am 02. Mai 1920 existierten bereits 20 Vertretungsorganisationen.<sup>752</sup> „So ist es gelungen, in kurzer Zeit eine grosse Anzahl von Amputierten mit brauchbaren willkürlich bewegbaren Ersatzgliedern auszustatten. Die durchschnittliche monatliche Leistung ist bis auf etwa 150 Prothesen gesteigert worden.“<sup>753</sup>

Von Oktober 1915 bis April 1920 wurden etwa 1500 Amputierte in Singen und München für die willkürlich bewegbare Hand vorbereitet. Etwa 1200 wurden mit Prothesen versorgt. Die Anzahl anderorts nach dem Sauerbruch Verfahren Operierter mit entsprechender Ersatzgliederversorgung wurde zu diesem Zeitpunkt von Sauerbruch und Stadler auf 600 geschätzt.<sup>754</sup>

Die Fallzahlangabe Sauerbruchs (1920) bedarf einer kritischen Prüfung. Sie erscheint als Werbung in eigener Sache verständlich, läßt sich aber an Hand des vorliegenden Materials, insbesondere seines Nachlasses nicht bestätigen. Stadler berichtet in seinem Tätigkeitsbericht

---

<sup>748</sup>Deutsche Ersatzgliedergesellschaft Sauerbruch G.m.b.H., Mitteilung über den Handelsregistereintrag am 2. Mai 1919, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>749</sup>ibidem

<sup>750</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 418.

<sup>751</sup>DERSA, Zentralbüro-Berlin, Brief vom 27.05.1919, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>752</sup>DERSA-Mitteilungen, 02.Mai 1920, Zentralbüro Berlin, Marienstraße 28, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58; Anm.: An 14. Stelle der 20 Vertretungen wird die Anpassungswerkstätte Bochum, Firma Otto Maag aufgeführt, die für den Bezirk Bochum, Recklinghausen, Hamm, Dortmund und Essen zuständig ist.

<sup>753</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A. 1920, S. 418.

<sup>754</sup>ibidem

Singen (1915-1918) von 474 versorgten Amputierten, unter denen sich 13 Doppelamputierte befanden.<sup>755</sup>

Bestelmeyer erwähnte auf dem XLIV. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie am 08. April 1920, daß seit Herbst 1918 - Sauerbruch wechselte am 01.08.1918 nach München - im Reservelazarett München 200 Armamputierte aufgenommen und 323 Kanalisierungen durchgeführt wurden, zusätzlich 53 Operationen in der chirurgischen Klinik München.<sup>756</sup>

Wenn man wohlwollend unterstellt, daß mit den 53 Operationen ebensoviel Amputierte gemeint sind, und nicht jede Kanaloperation als neuer Fall Eingang fand, ergibt sich von Oktober 1915 bis April 1920 eine Fallzahl von 727. Hingegen sprechen Sauerbruch und Stadler im April 1920 von einer ganz anderen Patientenzahl, nämlich von „über 1500 Amputierten“, von denen „1200“ eine Prothese erhielten.<sup>757</sup> Demzufolge zeigt sich eine Diskrepanz von 773 Fällen. Geht man davon aus, daß jeder Patient üblicherweise mindestens zwei Kanäle erhielt und damit jedes Mal als neuer Fall betrachtet wurde, käme man auf 1454 Fälle (=Kanalisierungen). Daß die in der Statistik fehlende Fallzahl nach Sauerbruchs Weggang von Singen allein in 15 Monaten (1919- April 1920) bewerkstelligt worden sein könnte, erscheint eher unwahrscheinlich. Sauerbruch nimmt es offensichtlich nicht ganz so genau mit den Zahlen. Nicht anders erklärt sich seine Angabe 1923, drei Jahre später, derweil er seine vorherige Angabe korrigiert und nur noch von etwa 1600 Operierten in Singen und München zusammen und etwa 2000 Prothesenanpassungen spricht.<sup>758</sup> Demnach ist auch die Fallzahlangabe, die die Internistin Margot Sauerbruch (Berlin, 1903-1995), Sauerbruchs zweite Ehefrau, gegenüber Plöger macht, in Frage zu stellen. Ihrer Aussage zur Folge habe Sauerbruch in dem Zeitraum 1915-1948 über 8000 kineplastische Operationen bei Armamputierten selbst durchgeführt.<sup>759</sup>

Das Zentralbüro der DERSA in Berlin hatte als Verwaltungshauptsitz die Aufgabe, alle Anfragen bzgl. operativer Eingriffe und technischer Herstellung der Prothesen zu koordinieren. Zudem war es die Anlaufstelle für die Bestellung von Ersatzteilen. Die Einweisung zur Operation geschah für Kriegsverletzte durch Vermittlung der zuständigen Bezirkskommandos

---

<sup>755</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>756</sup>Bestelmeyer, R., 1920, S. 759.

<sup>757</sup>Sauerbruch, F.; Stadler, A., 1920, S. 417.

<sup>758</sup>Sauerbruch, F., Horn, C. ten, 1923, S. 213 u. S. 230.

<sup>759</sup>Plöger, J., 1991, S. 95, 253.

in das Reservelazarett Singen und in das Reservelazarett „Sauerbruch, München, Sonnenstraße“. „Zivilamputierte“ konnten auf Anfrage beim Zentralbüro in die Universitätsklinik München oder in das Städtische Krankenhaus Singen aufgenommen werden. Ein Jahr nach der Gründung übernahm die DERSA 1920 das alleinige Verwaltungsrecht der Firma Hüfner für die Herstellung von Hüfner-Händen im In- und Ausland.<sup>760</sup> Werkmeister der Münchener Niederlassung wurde Max Biedermann.<sup>761</sup> Aus dem Briefwechsel im Jahr 1922 zwischen Zentralbüro der DERSA (Berlin) und Sauerbruch (München) ist zu entnehmen, daß sich bei der DERSA neben „der Knappheit an liquiden Mitteln“, auch der Unmut über die mangelnde Zusammenarbeit der Werkstätten breitmachte.<sup>762</sup>

Am 18. März 1922 teilte Sauerbruch der Firma Brown-Boveri ohne Angabe von Gründen mit, daß er als Gesellschafter aus der Firma ausscheidet.<sup>763</sup> Daraufhin wurde die Firmenleitung erneuert und umstrukturiert. Nach Auflösung des Zentrallagers Berlin 1922 übernahm der bisherige erste Buchhalter Dr. König die Geschäftsleitung, derweil der Chirurg ten Horn die wissenschaftliche-technische Führung erhielt. Der Firmensitz wurde 1924 nach München verlegt. 1927 übernahmen Max Biedermann und Dr. König die DERSA G.m.b.H. zu gleichen Teilen von ihren Vorbesitzern: Medizinalrat Dr. Stadler und Firma Brown-Boveri. Ein Jahr später (1928) kam es zur Gründung der Orthopädischen Werkstätte in der Chirurgischen Klinik, der Charité Berlin, Schumannstraße 21, die 1933 für ein Jahr an Max Biedermann übergeben wurde. Bereits 1934 verkaufte dieser seine Anteile an Dr. König und schied 1939 aus der Geschäftsleitung aus. Kurz nach Ende des 2. Weltkrieges übernahmen Herr Brückl und Herr Wimmer die Geschäftsleitung von Dr. König. Die Umfirmierung der Deutschen Ersatzgliedergesellschaft Sauerbruch, in die Deutsche Ersatzglieder Werkstätten DERSA Dr. König KG erfolgte 1960 gleichzeitig mit der Übersiedlung in die Reichenbachstraße 24 in München. Nach dem Tod von Dr. König (1962) und Herrn Brückl (1969) übernahm Herr Wimmer bis zu seinem Tod 1980 als Alleininhaber die Firma. Heute wird das Unternehmen von seinem Sohn Albert Wimmer geleitet.<sup>764</sup> Der Preisliste der Firma DERSA von 1919-20 sind folgende Preise zu entnehmen:

---

<sup>760</sup>Prospekt der DERSA, Deutsche Ersatzglieder-Werkstätten Dr. König KG, Reichenbachstr. 24, 80469 München.

<sup>761</sup>ibidem.

<sup>762</sup>DERSA-Briefwechsel mit Sauerbruch 1922, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>763</sup>Sauerbruch, F., Brief vom 18.03.1922 an Brown-Boveri, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

<sup>764</sup>Prospekt der DERSA, Deutsche Ersatzglieder-Werkstätten Dr. König KG, Reichenbachstr. 24, 80469 München. Den Prospekt mit der Preisliste stellte mir freundlicherweise Herr Albert Wimmer zur Verfügung.

1. Ein Gebrauchsunterarm mit aktiver Handdrehung für zwei Kanäle (Type U1 kkd) mit der meist gebräuchlichen Hüfnerschen Zweizughand (Type H1 hzz) kostete MK 625,-.<sup>765</sup>  
Das Gewicht einer Gebrauchsunterarmprothese schwankte je nach Stumpflänge zwischen 650-730g.<sup>766</sup>
2. Ein Gebrauchsoberarm für zwei Kanäle (Type O1 kkd) einschließlich einer Hüfnerschen-Zweizughand lag bei MK 810,-.<sup>767</sup>  
Sein Gewicht lag je nach Stumpflänge zwischen 1100-1200g.<sup>768</sup>
3. Ein Arbeitsoberarm für zwei Kanäle (Type AO1 kk) einschließlich einer Klaue kostete MK 660,-.<sup>769</sup>

Das Gewicht eines Arbeitsoberarmes ohne Hand oder Klaue betrug 1100g; das Gewicht einer aktiven Hand wird mit 300g, das einer Dreifingerklaue für Landwirte mit 220g und die Fischer-Biesalski-Klaue ebenfalls mit 220g angegeben.<sup>770</sup>

4. Der Arbeitsunterarm für zwei Kanäle (Type AU1 kk) einschließlich Klaue lag bei MK 500,-.<sup>771</sup>

Der Arbeitsunterarm wog 450-520g, ausschließlich des Arbeitsansatzstückes.<sup>772</sup>

Außerdem enthält das Prospekt zahlreiche normale Bestandteile für Prothesen einschließlich der dazugehörigen Preise.

Die Preisvorstellungen der DERSA und damit auch Sauerbruchs stießen im Vorfeld bei dem Gesellschafter Brown-Boveri auf Unverständnis. In einem Schreiben vom 14.02.1919 an Sauerbruch gerichtet, moniert er den Verkaufspreis für die Prothesen (MK 600,- bis MK 900,-) mit den Worten: „Meines Erachtens eine Unmöglichkeit.“<sup>773</sup> Er machte im selben Brief eine Gegenrechnung auf und hielt den Stückpreis bei einer Produktion von 3000 von MK 450,- und bei 6000 Stück den Preis von MK 350,- für angemessener.

Aus dem Nachlaß Sauerbruchs geht hervor, daß er sich nach seiner Übersiedlung nach München an dem Gesamtumsatz (Singen-München) mit 2% beteiligen ließ.<sup>774</sup>

---

<sup>765</sup>Staufer, L., In: Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, Abb. 153.-154., S.181 und Abb. 174.-175., S. 197-198.

<sup>766</sup>ibidem, S. 186.

<sup>767</sup>ibidem, Abb. 159.-160., S. 185.

<sup>768</sup>ibidem, S. 189.

<sup>769</sup>ibidem, Abb. 180.-181., S. 205.

<sup>770</sup>ibidem, S. 207.

<sup>771</sup>ibidem, Abb. 178.-179., S. 201.

<sup>772</sup>ibidem, S. 203.

<sup>773</sup>Brown-Boveri, Brief vom 14.02.1919, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

<sup>774</sup>Stadler, A., Tätigkeitsbericht über das Sonder-Lazarett für Sauerbruch-Prothesen Singen a/H., BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 57.

## 15. Weiterentwicklung des Sauerbruch-Verfahrens

Sieht man einmal von einem Vortrag über „Ohnhänder“ 1946 und einer Demonstrationsveranstaltung von Armamputierten 1947 ab, so publizierte Sauerbruch nach seinem 2. Band „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ (1923) nichts vergleichbares mehr zu diesem Thema.<sup>775</sup> Sein umfangreicher Nachlaß enthält ebenfalls über das Jahr 1923 hinaus keine weiteren Arbeiten oder Fragmente über das Sauerbruchsche Verfahren. „Die Sauerbruch-Kanalisation hat lange Zeit im Streit der Meinungen gestanden. Begeisterten Befürwortern standen die Ablehner des Verfahrens gegenüber. Das war nach dem ersten Weltkrieg genauso wie nach dem zweiten.“<sup>776</sup>

Nissen berichtet 1933, daß die günstige Gesamtbewertung der willkürlich bewegbaren Hand oft durch eine „unrichtig geübte Sozialversicherung“ (Rentenkürzungen) gedrückt worden sei und ein großer Teil der Mißerfolge auf einer unsachgemäß durchgeführten Operation zurückzuführen sei. Außerdem sei die Brauchbarkeit der Prothesen für Schwerarbeiter nach dem Sauerbruch-Verfahren umstritten.<sup>777</sup> Dies wird 1966 von R. Lodes bestätigt: „Von fachorthopädischer Seite wurde damals eingewendet, daß Sauerbruchkanäle für grobe Arbeiten wenig oder gar nicht verwendbar seien. Dieser Einwand hat zweifellos die Indikationsstellung während der Kriegsjahre 1939/45 etwas eingeengt.“<sup>778</sup>

Mit Nissen weiß sich der Orthopäde W. Marquardt (Stuttgart, 1909-2000) insofern einig, daß die Nachuntersuchung von R. Möslein (1931) nicht mehr so vorteilhafte Ergebnisse für die Sauerbruchmethode hervorgebracht habe wie noch die von dem Assistenzarzt Sauerbruchs in München, L. Siegel (1928).<sup>779</sup> Möslein (1879-?), Regierungsmedizinalrat, war als Chirurg und Orthopäde Leiter des orthopädischen Versorgungsamtes Stettin. Warum wenige Jahre nach dem 1. Weltkrieg Ruhe in der Prothesenfrage eintritt, wird unterschiedlich interpretiert. Marquardt erklärt sich beispielsweise den Stillstand des Sauerbruchverfahrens wie folgt:

---

<sup>775</sup>Sauerbruch, F., Vortrag in der Zentralverwaltung 16./17.08.1946 (Berlin-Ost, DDR), BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 12.

Sauerbruch, F., 1947, S. 1492-1494.

<sup>776</sup>Lange, M., In: Lodes, R., Schopp, R., Tauber, K., 1966, Vorwort.

<sup>777</sup>Nissen, R., Bd. V, <sup>6</sup>1933, S. 121-127.

<sup>778</sup>Lodes, R., 1966, S. 17.

<sup>779</sup>Marquardt, W., 1967, S. 475; Nissen, R., Bd. V, <sup>6</sup>1933, S. 122; Möslein, R., 1931, S. 29-41; Siegel, L., 1928, S. 241-261.

„Auf die große Aktivität bei der Versorgung der Armamputierten des ersten Weltkrieges in Deutschland folgte ein Stillstand, der sich noch bis zum zweiten Weltkrieg auswirkte. Die Sauerbruchsche Methode litt vor allem unter den Veröffentlichungen der Nachuntersuchungen von Möslein u.a..<sup>780</sup> Da Marquardt keine weiteren Erklärungen liefert, erscheint ein Blick in Mösleins Nachuntersuchungen lohnenswert. Sie wurde 1931 durchgeführt und stellt fallzahlmäßig bis heute die umfangreichste dar.<sup>781</sup> Sie stützt sich nur auf einen kleinen Teil persönlicher Untersuchungen, der weit aus größere erfolgte aus einer Fragebogenerhebung. Es wurden 17102 Fragebögen an Kriegsverletzte in ganz Deutschland versandt mit der Fragestellung des Gebrauchs von Kunstarmen, insbesondere des Sauerbrucharms. 7000 Bögen blieben unbeantwortet, 729 gaben an Sauerbruchkanäle angelegt bekommen zu haben, oder, daß ein Sauerbrucharm getragen wurde. Von denen erhielten 726 Kanaloperationen in dem Zeitraum von 1915 bis 1928. Betrug die Zahl der Kanaloperierten 1918 noch 236, nahm sie nach 1919 drastisch ab. In den Jahren 1922 bis 1928 gab es jeweils nur 3 (1922 und 1923), ab 1924 bis 1928 nur noch 2 Kanaloperierte pro Jahr. Von den 726 Kanaloperierten trugen 75 (10,4%) den Sauerbrucharm ständig und 81 (11%) benutzten ihn aus kosmetischen Gründen. 559 Amputierte (77%) trugen den Sauerbrucharm mit Kanalbenutzung nicht mehr. Als Gründe wurden angegeben: „Veränderungen an den Kanälen, Kälteempfindlichkeit, Überempfindlichkeit des Stumpfes, Muskelkrampf, nervöse Belästigung durch eine Prothese überhaupt, der Sauerbruch-Arm sei zu schwer und ohne Nutzen, er sei unästhetischer als der Stumpf, auch unbequem; ...zahlreich sind die Klagen über hochgradigen Wäscheverschleiß.“<sup>782</sup> 149 (20,5%) trugen überhaupt keinen Kunstarm nach der Kanaloperation. Nur 83 (11,4%) verwenden den Sauerbrucharm zur Ausübung ihres Berufes, deren Mehrzahl aus Kopfarbeitern besteht. Von mehreren Sauerbrucharmträgern wird der ideelle, psychologische Nutzen des Armes hervorgehoben.<sup>783</sup> Möslein führt den Rückgang im Gebrauch der Prothese auf äußere Gründe zurück: Alterung der Amputierten, Verschlechterung der wirtschaftlichen Verhältnisse und unruhige Zeiten.<sup>784</sup> Weiterhin betonte er die Bedeutung der Kanaloperation zur Betätigung des Sauerbrucharms, indem er die Feststellung machte, daß die Mehrzahl der besonders gut gelungenen aus der Schule Sauerbruchs stammen. Er hält das Sauerbruchverfahren für eine „geniale Methode“ und kommt zu folgendem Resultat: „So ist für den

---

<sup>780</sup>Marquardt, W., 1967, S. 475.

<sup>781</sup>Möslein, R., 1931, S. 29-41. Weitere Nachuntersuchungen erfolgten in chronologischer Reihenfolge: Meyer, K., 1919; Rosenfeld, L., 1921; Horn, C. ten, 1922; Jottkowitz, P., 1922; Pürckhauer, R., 1925; Langer, K., 1927; Siegel, L., 1928; Lodes, R., 1966 und Plöger, J., 1991.

<sup>782</sup>Möslein, R., 1931, S. 36 u. S. 37.

<sup>783</sup>ibidem, S. 40.

<sup>784</sup>ibidem, S. 41.

Doppelunterarmamputierten das Sauerbruch-Verfahren geradezu die Methode der Wahl, ... . Aber auch für den Doppeloberarmamputierten ist das Sauerbruch-Verfahren von hohem Wert.<sup>785</sup>

Während des 2. Weltkrieges und in der Nachkriegszeit hat der Münchener Chirurg M. Lebsche (1886-1957) die Technik der prothetischen Versorgung von Armamputierten nach Sauerbruch verfeinert. In den Jahren 1942 bis 1957 behandelte er im Reservelazarett und in der Maria-Theresia-Klinik München 1256 Armamputierte und führte 1150 kineplastische Eingriffe aus. Diese unterteilten sich wiederum in 1104 Muskelkanalisationen nach Sauerbruch und 46 Krukenberg-Operationen.<sup>786</sup> Während Sauerbruchs Zeit in München (1918-1928) war Lebsche dessen erster Oberarzt gewesen. Später setzte er seine chirurgische Tätigkeit in der Maria-Theresia-Klinik, Bavariaring 46, München fort.

Die von Lebsche aufgestellten Versorgungsprinzipien für Armamputierte sind nur durch Berichte ausländischer Ärztegruppen, die in München seine Arbeitsweise studieren wollten, bekannt geworden. Er selbst hat seine Erfahrungen und Modifikationen nie veröffentlicht.<sup>787</sup>

Der 52. Kongreß der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft in Stuttgart (06.09.- 10.09.1965) unter Vorsitz von Prof. W. Marquardt (ehemaliger Direktor der Orthopädischen Klinik „Paulinenhilfe“, Stuttgart) machte die Sauerbruch-Kanalisation zu ihrem Hauptthema. Die ehemaligen Mitarbeiter und Nachfolger Lebsches in der Maria-Theresia-Klinik Prof. Karl Tauber und sein Oberarzt Dr. Rainer Schopp berichteten dort über die Indikationsstellung und Technik von Lebsche.<sup>788</sup>

An den Grundprinzipien des Sauerbruchschen Verfahrens hat Lebsche stets festgehalten, jedoch Details abgewandelt. Sie wurden von Tauber und Schopp 1966 und später von Plöger (1991) veröffentlicht und sollen hier in ihren wesentlichen Grundzügen wiedergegeben werden:

1. Auf die operative Umgestaltung der für die Kineplastik vorgesehenen Muskeln zu „Kraftwülsten“ wurde völlig verzichtet.

---

<sup>785</sup>ibidem, S. 41.

<sup>786</sup>Lodes, R.; Tauber, K.; Schopp, R., 1966, S. 1 und S. 4.

<sup>787</sup>ibidem, S. 1.

<sup>788</sup>Marquardt, W., 1967, S. 475; Plöger, J., 1991, S. 96.

2. Die operative Behandlung von Adhäsionen, Narben und Neuomen wurde immer mit der Anlage des Muskelkanals in einer Sitzung durchgeführt. (Sauerbruch führte dies häufig zweizeitig durch.).
3. Die zur Kineplastik benutzten Muskeln wurden grundsätzlich an ihrem distalen Ansatz mobilisiert bzw. durchtrennt, wodurch die Hubhöhe der Kanäle gesteigert wurde.
4. Von der Kanalisation zweier antagonistischer Muskeln, von dem einer das Öffnen, der andere das Schließen der Kunsthand besorgt, machte er seltener Gebrauch. Lebsche hielt einen einzigen, gut funktionierenden Muskelkanal, der den Schluß der Kunsthand bewirkt für nützlicher, als zwei antagonistische Kanäle. Das Öffnen der Hand geschieht durch mechanischen Federzug. Das umgekehrte Verfahren hatte sich ebenfalls bewährt.
5. Bei Unterarmamputierten mit mittellangen Stumpf wurde von Lebsche häufiger der M. biceps als die Unterarmmuskulatur zur Kineplastik verwendet. Nach der Exartikulation im Handgelenk und bei langen Unterarmstümpfen verzichtete er in der Regel auf eine kineplastische Operation. Hier wurde die Drehkraft des Unterarmes (Pro- und Supination) zum Schließen und Öffnen der Kunsthand ausgenutzt. Bei Ohnhändern mit mindestens einem langen Unterarmstumpf führte er immer einseitig die Krukenberg-Plastik durch.
6. Die Muskelkanalisation durch Bildung eines Brückenlappens nach Anschütz ist von Lebsche nur selten angewandt worden, weil der Brückenlappen leicht zu Durchblutungsstörungen neigt. Der Lappennekrose beugte Lebsche durch eine bogenförmige Schnittführung vor, wodurch der Lappen in seiner Mitte breiter wurde.
7. Das von Sauerbruch empfohlene Einnähen der freien Kanalmündung in einen gesonderten Hautschlitz nach Stadler<sup>789</sup> hat Lebsche nie ausgeführt, da es mit Durchblutungsstörungen des Hautlappens verbunden sein kann.
8. Zur Bildung des Hautkanals verwendete Lebsche immer die unmittelbar über dem Muskel-tunnel gelegene Haut, da der von Sauerbruch erwähnte, gestielte Hautlappen einer frühzeitigen Mobilisation des Stumpfes im Wege steht.
9. Zur Deckung des über den fertigen Kanal zurückgebliebenen Hautdefektes transplantierte er stets einen freien Epidermislappen aus dem gleichseitigen Oberschenkel. Dadurch wird jede Spannung im Kanalbereich vermieden und eine frühzeitige Bewegung des Stumpfes möglich.

---

<sup>789</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 84, S. 85 (Abb. 47.), S. 86 (Abb. 48.).

10. Bei Patienten mit kurzen Oberarmstumpf oder Verlust des Armes im Schultergelenk hat Lebsche eine eigene, von den Angaben Sauerbruchs abweichende Operationstechnik entwickelt, die bei 157 Amputierten zur Anwendung kam und 1948 von F. Ziegler in seiner Dissertation beschrieben wurde.<sup>790</sup>

- a) Der Pektoraliskanal wird nicht, wie von Sauerbruch empfohlen, 2-3 Querfinger medial von der Achselhöhle, sondern knapp neben der Mamille angelegt. Dadurch wird die Aufgabe des Prothesenbauers erleichtert.
- b) Zur Bildung des Hautschlauches wird nicht, wie von Sauerbruch angegeben ein Brückenlappen, sondern ein gestielter Hautlappen verwendet.
- c) Die Anlage des Muskeltunnels erfolgt mittels Durchbohrung des Muskels mit dem Sauerbruch Dilatator. Hingegen spaltete Sauerbruch den Muskel in eine oberflächliche und tiefe Schicht, deren erstere um den Brückenlappen herumgeschlagen wurde.
- d) Die Insertion die M. pectoralis am Oberarm wird nach Vorschlag Borchardts in jedem Falle vollständig durchtrennt. In die Axilla wird ein Drain eingelegt.
- e) Entgegen den Angaben Sauerbruchs wird der Hautdefekt über den Muskel nicht durch adaptierende Nähte gedeckt, sondern durch einen Thiersch-Lappen. Die Prothesenreife wird beim Pektoraliskanal später erzielt, als bei kineplastische Umgestaltung der Ober- oder Unterarmmuskulatur, jedoch verfügt er über eine bedeutende Arbeitsleistung. Seine Kraft liegt bei bis zu 40,0 kg.<sup>791</sup>

11. Alle kineplastischen Eingriffe wurden in lokaler Infiltrationsanästhesie durchgeführt. Der Vorteil bestand in der Kontrolle und gegebenenfalls Korrektur der Zugrichtung, Kraft und Hubhöhe des Kanals noch während der Operation.

Durch diese Modifikationen hatte Lebsche eine Art Standardmethode der Kineplastik entwickelt, die größtmögliche Kraft und Hubhöhe, sowie eine geringe „Störanfälligkeit“ der Kanäle gewährleistete.<sup>792</sup> Die von Lebsche in Abhängigkeit von der Stumpflänge angewandten Versorgungsverfahren gibt das Schema von Tauber und Schopp wieder.

---

<sup>790</sup>Ziegler, F., 1948.

<sup>791</sup>Tauber, K.; Schopp, R., 1966, S. 10.

<sup>792</sup>ibidem, S. 3.

## „I. Einseitiger Armverlust

### 1. Nach Exartikulation im Handgelenk und bei langem Unterarmstumpf:

Keine Operation.

Versorgung mit aktiv beweglicher Drehprothese.

### 2. Mittellanger Unterarmstumpf:

Versorgung im allgemeinen mit Bizepskanal, ausnahmsweise mit Unterarmbeugerkanal oder mit Unterarmbeuger- und Streckerkanal.

### 3. Kurzer und ultrakurzer Unterarmstumpf:

Versorgung mit Bizepskanal. (in früheren Jahren auch mit Bizeps- und Trizepskanal).

### 4. Ellbogen-Exartikulationsstumpf und langer Oberarmstumpf:

Versorgung mit Bizepskanal (in früheren Jahren auch mit Bizeps- und Trizepskanal).

### 5. Mittellanger Oberarmstumpf:

Versorgung im allgemeinen mit Pektoraliskanal, ausnahmsweise mit Anschützkanal unter Verwendung des plastisch verlängerten M. biceps.

### 6. Kurzer Oberarmstumpf und Exartikulation im Schultergelenk:

Versorgung mit Pektoraliskanal.

## II. Doppelseitiger Armverlust

Versorgung auf beiden Seiten je nach Amputationshöhe wie bei einseitigem Armverlust.

Ausnahme:

Doppelseitig Armamputierte mit mindestens einem langen Unterarmstumpf. In solchen Fällen wird der lange Unterarmstumpf zum **K r u k e n b e r g** - Greifarm umgestaltet, der - falls erwünscht - später mit einer Drehprothese ausgestattet werden kann.<sup>793</sup>

Besonders hervorgehoben wird von Tauber und Schopp die Bedeutung der Erstuntersuchung für Lebsche, bei der er bestrebt war alle Detailfragen im Vorfeld mit seinem Patienten zu klären. An erster Stelle stand die Einstellung des Betreffenden zu dem Behandlungsverfahren zu hinterfragen. Zusätzliche Bedeutung erhielten das Alter, der erlernte Beruf, das Geschlecht, vorhandene internistische Erkrankungen und der Wohnsitz des Kranken. Auch wirtschaftliche Fragen (Kostenübernahme, Rentenkürzung) sollten dabei erörtert werden. Bei 7-14jährigen

---

<sup>793</sup>ibidem, S. 3-4.

Kindern, die von Lebsche wegen angeborener oder unfallbedingter Defekte der oberen Gliedmaßen mit Sauerbruch-Kanäle versorgt worden sind, hatte sich das Verfahren bewährt. Mit zunehmenden Wachstum mußten lediglich die Prothesen erneuert werden, derweil die Muskelkanäle am Körperwachstum teilnahmen.<sup>794</sup> Handarbeiter mit schwerer körperlicher Tätigkeit kamen mit einer einfachen Arbeitsprothese häufig besser zurecht, als mit willkürlich beweglichen Kunstgliedern, sofern sie ihren Beruf beibehalten wollten bzw. konnten. Bei der prothetischen Ausstattung ausländischer Amputierter war zu bedenken, daß nicht jeder in der Lage ist, wegen kleiner Reparaturen einen langen Anfahrtsweg auf sich zu nehmen. Nach Abschluß der Erstuntersuchung sollte jedem Interessenten Gelegenheit gegeben werden, mit bereits prothetisch versorgten Patienten Kontakt aufzunehmen, um deren Erfahrungen als Betroffene zu hören. In der Prothesenwerkstätte sollten ihnen verschiedene Kunstgliedermodelle vorgestellt werden. Der Patient sollte unter Ausleuchtung aller für ihn möglichen Methoden sich seinem Wunsch gemäß frei entscheiden können. Hatte er für sich den Sauerbruch-Arm gewählt, wurde in Anwesenheit eines Prothesenmechanikers alle Einzelheiten der Versorgung mit ihm besprochen. „Die Wichtigkeit dieser Zusammenarbeit ist von Lebsche so hoch eingeschätzt worden, daß er von der Durchführung kineplastischer Eingriffe abriet, wo die Möglichkeit einer ständigen Fühlungsnahme zwischen Operateur und Techniker nicht gewährleistet war.“<sup>795</sup>

„Mit Lebsches Tod (22.09.1957) war auch zugleich (in der BRD) dieses geniale Operationsverfahren ‘gestorben’.“<sup>796</sup> Während des 2. Weltkrieges hatten Nissen (Boston, 1939-1941; New York, 1941-1952), E. Bergmann<sup>797</sup> und H. Kessler<sup>798</sup>, alles Schüler von Sauerbruch, in den USA die Technik und Operationsindikation in Anlehnung an Lebsches Modifikationen verfeinert.<sup>799</sup> In der Mitte der 50er Jahre bzw. Anfang der 60er Jahre wurde die Kineplastik von der myoelektrischen Prothese und deren ästhetischen Vorteilen verdrängt, ohne jedoch einen qualitativ höheren Stellenwert zum alternativen Sauerbruch-Arm zu besitzen.<sup>800</sup>

---

<sup>794</sup>ibidem, S. 6.

<sup>795</sup>ibidem, S. 6.

<sup>796</sup>Plöger, J., 1991, S. 95.

<sup>797</sup>Nissen, R.; Bergmann, E., New York, 1942; Kessler, H. H., 1947, S. 52; Alldredge, R. H., 1948, S. 361.

<sup>798</sup>Alldredge, R. H., 1948, S. 373; Anmerkung: Henry H. Kessler hospitierte 1928 und 1932 in Berlin bei Sauerbruch, siehe Kessler, H. H., 1947, S. 52.

<sup>799</sup>Plöger, J., 1991, S. 96; Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 143; Kessler, H. H., Springfield, Illinois, 1947.

<sup>800</sup>Plöger, J., 1991, S. 235-236; Löffler, L., 1984, S. 177-182; Brückner, L., 1991, S. 186; Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 143-144.

L. Brückner führte 1988-1993 in Leipzig wieder zwanzig Sauerbruch-Kineplastiken mit gutem Erfolg aus auf Anregung der guten Nachuntersuchungsergebnisse, die Plöger und Baumgartner 1986 bei 40 Patienten mit Sauerbruch-Kanälen gemacht hatten.<sup>801</sup> 1990 gab er bereits einen Erfahrungsbericht über die Wiedereinführung der Operationmethode nach Sauerbruch-Lebsche heraus. Es wurden 5 Männer mit einem Durchschnittsalter von 23 Jahren mit einem Muskelkanal versorgt.<sup>802</sup> „Wir stellen fest, daß die Kineplastik nach Sauerbruch eine sehr gute Möglichkeit der Rehabilitation für Armamputierte bedeutet.“<sup>803</sup>

Im Jahr 1991 berichtete er über 12 Patienten, die von ihm in Leipzig nach Sauerbruch-Lebsche in Intubationsnarkose operiert wurden.<sup>804</sup> „Alle Patienten sind mit Funktionen und ästhetischem Aussehen sehr zufrieden.“<sup>805</sup> Brückner äußert sich über die Ursache der geringen Bedeutung der plastischen Umwandlung von Armstumpfmuskulatur zu deren direkten Verbindung mit einer Prothese ähnlich wie Plöger. „Vornehmlich mit der Bereitstellung der myoelektrischen Prothese und deren ästhetischen Vorteilen kam eine dem allgemeinen Trenddenken folgende Entwicklung im Gang. Dies führte zur Vernachlässigung der Entwicklung besserer Prothesen für die Sauerbruch-Kineplastik; damit verlor sich auch beim Chirurgen das Interesse an der Muskelkanalbildung.“<sup>806</sup>

Baumgartner (1997) hält die heutige Prothesentechnik für überaltert, jedoch nicht das System der Kineplastik, deren operative Technik er für ausgereift hält. „Heute gehört die Kineplastik zu denjenigen Errungenschaften, die für Entwicklungsländer zu hoch gegriffen sind, in Industrieländern jedoch als antiquiert gelten. Dies mag zutreffen, für die Prothesenhand, keinesfalls jedoch für das Prinzip. Die direkte Übertragung der Kraft eines Muskels der amputierten Extremität auf die Prothesenhand mit der sensorischen Rückinformation kommt den Anforderungen an eine Prothese näher als jedes andere Prinzip. Zwar sind heute Chirurgen und Orthopädietechniker rarer denn je geworden, welche die Vorteile der Kineplastik erkennen

---

<sup>801</sup>Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 143 u. S. 145; Brückner, L., 1991, S.186-195.

<sup>802</sup>Brückner, L.; Krieghoff, R.; Arnold, W.; Schneider, R., 1990, S. 293-299.

<sup>803</sup>ibidem, S. 298.

<sup>804</sup>Brückner, L., 1991, S. 186-195.

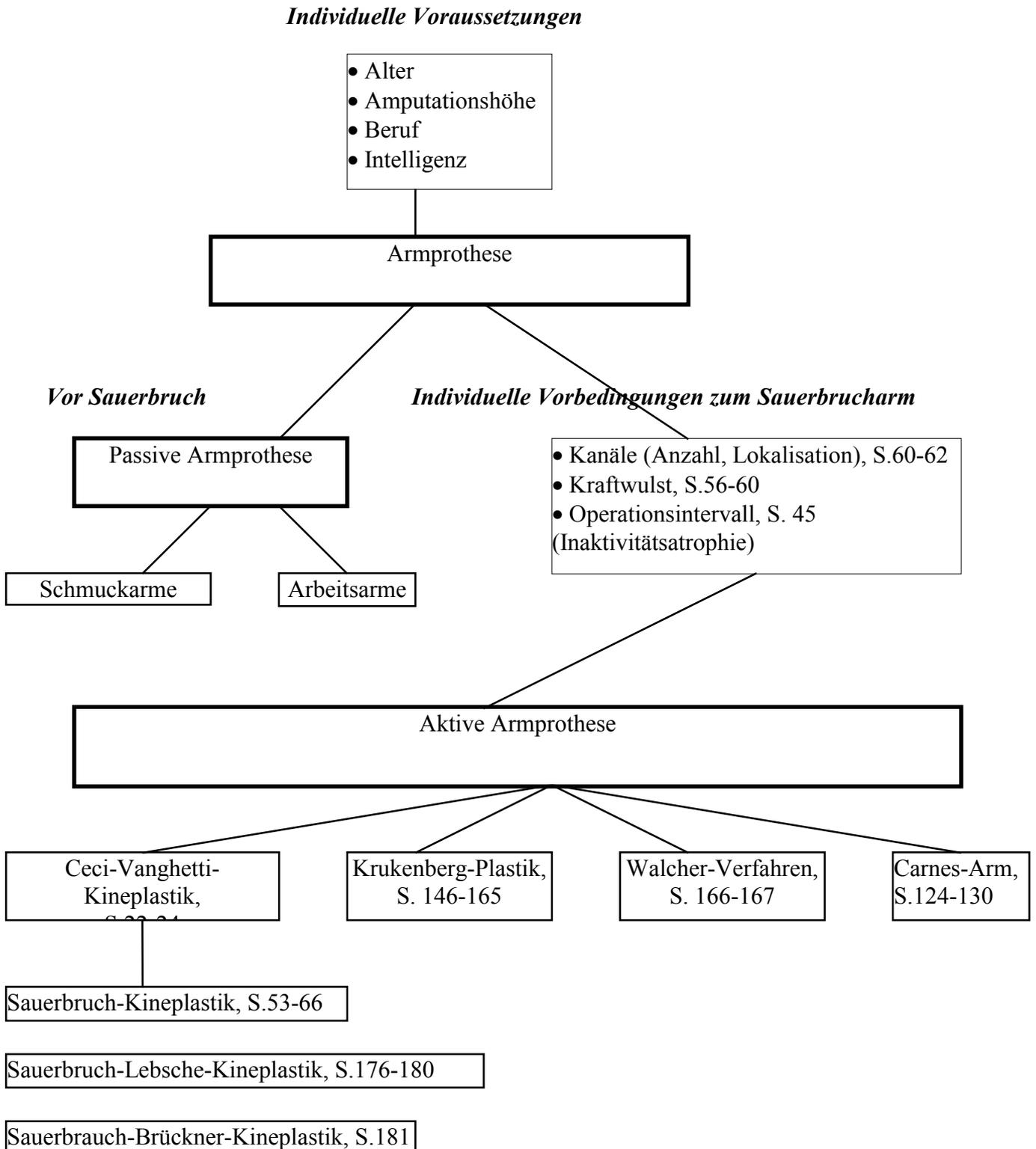
<sup>805</sup>ibidem, S. 194.

<sup>806</sup>ibidem, S. 186.

und auch bereit sind, in die Tat umzusetzen. Daher werden der Sauerbruch-Kanäle immer weniger und entsprechend seltener kommt die Orthopädietechnik zum Zuge.<sup>807</sup>

---

<sup>807</sup>Baumgartner, R.; Botta, P., 1997, S. 144.

Tab.4.: Prothesenversorgung unter Berücksichtigung des Sauerbruchverfahrens (1915-49).<sup>808</sup>

<sup>808</sup>Anmerkung: Am 3. Dezember 1949 legte Sauerbruch sein Amt als Direktor der Chirurgischen Klinik der Berliner Charité (DDR) nieder.

Erläuterungen zur Tabelle 4.:

Die Tabelle stellt die Prothesenversorgung der oberen Extremität unter Berücksichtigung der Grundlagen und der Weiterentwicklung des Sauerbruchverfahrens dar.

1.) Art der Prothesenversorgung:

Vor dem Sauerbruchverfahren gab es bereits Armprothesen, die sich in Schmuckarme und Arbeitsarme unterteilen lassen. Ihr Mechanismus war passiv, d.h. sie konnten nur mit Hilfe der gesunden Hand betätigt werden.

a.) Die Schmuckprothese hat keine funktionelle Aufgabe, sie soll lediglich den Verlust verdecken. Neben der Form spielen dabei das Gewicht und Material eine große Rolle.

b.) Die Arbeitsarme (Beaufort (1867), Gripouilleau, Hoefmann, etc.) bestehen aus einem individuell angepaßten Prothesenschaft, an dem unterschiedliche Arbeitsgeräte angebracht werden können. Gerade für Arbeiten im landwirtschaftlichen Bereich existierten gute Modelle mit einfachen Funktionen, die Keller-Klaue.

Die Grenzen zwischen den beiden Gruppen sind jedoch fließend, da ein Schmuckarm für einen „Kopfarbeiter“ durchaus als Arbeitsarm und ein Arbeitsarm durch eine entsprechende Hülle auch als Schmuckarm verwandt werden kann.

Anhand von Tierversuchen schlug Vanghetti 1898 vor, einzelne Muskeln und Sehnen am Stumpfende, distal vom Knochenende zu Wülsten („Keulen“) oder Schlingen so umzubilden, daß sie von Haut umkleidet, willkürlich bewegt werden können. Unter Vermittlung von Schnüren wird von diesen Wülsten oder Schlingen die Bewegung auf die Kunsthand übertragen. Vanghettis Technik der Schlingenbildung wurde leicht modifiziert, erstmalig von Ceci am 21. Dezember 1900 erfolgreich am Menschen durchgeführt. 1915 gelang Sauerbruch eine funktionell brauchbare Weiterentwicklung in operativer und technischer Hinsicht, deren Schwerpunkt in der Nachahmung der physiologischen Funktion liegt.

c.) Mittels Muskelkanalbildung (Kineplastik) im Bereich des Unter- und Oberarmes, sowie der Brust- und Schultermuskulatur nach Sauerbruch sind willkürlich bewegbare Kunstarme (aktive Armprothesen, Eigenkraftprothesen) dauernd in der Lage ohne Hilfe der gesunden Hand tätig zu sein. Über Zugschnüre werden Bewegungen entfernter Körperpartien zur Durchführung der Prothesenfunktion genutzt. Die Methode der Kraftwulstbildung wurde ab 1917 von Sauerbruch weitestgehend verlassen.

Die Stumpfform und Länge (Amputationshöhe) sowie seine Beweglichkeit sind für den Erfolg dieser Prothesenversorgung ausschlaggebend. Nicht minder wichtig ist der Beruf, die Intelligenz und das soziale Umfeld des Patienten, die eine differenzierte Versorgung erfordern. Das Alter spielt bei der Indikation zur Stumpfbildung keine so bedeutende Rolle, jedoch zeigte sich bei der späteren Gebrauchsschulung, daß junge Patienten lernfähiger sind. Eine Inaktivitätsatrophie bei länger zurückliegender Amputation stellte nach Sauerbruch keine Kontraindikation dar. Die Invaliden wurden präoperativ einer systematischen Vorbehandlung mit gymnastischen Stumpfübungen zugeführt.

d.) Lebsche, Sauerbruchs erster Oberarzt in München (1918-1928) modifizierte das Verfahren in Details (S. 176-180) und fertigte 1104 Muskelkanalisationen nach Sauerbruch in der Zeit von 1942-1957 in München an.

e.) Brückner gelangen 1988-1993 in Leipzig wieder 20 Sauerbruch-Kineplastiken mit gutem Erfolg, ohne nennenswerte Modifikationen.

f.) Krukenberg führte seine Unterarmplastik zum ersten Mal am 04. September 1916 in Mitau (heute: Jelgava) aus. Der Hauptzweck des Krukenbergarmes bleibt der Ersatz der verlorenen Hand durch den umgebildeten Stumpf selbst, und weniger durch eine, mittels des Stumpfes willkürlich zu bewegend Prothese. Für Doppelamputierte, die sich selbst keine Prothesen anlegen können, sah Krukenberg sein Verfahren als die einzig gegebene Operation an.<sup>809</sup> Aber auch bei allen im Bereich der unteren Hälfte des Unterarmes Amputierter betrachtete er sie als Methode der Wahl. Bei Blinden hielt er sie für kontraindiziert. Die unterste Grenze der Stumpfänge für die Ausführung seiner Operation sollte mit der Mitte des Unterarmes gegeben sein. Der Zeitpunkt der Operation kann beliebig gewählt werden.

e.) Walcher machte seine Methode am 02. Dezember 1915 in Stuttgart bekannt. Er bezweckte bei Handverlust durch plastische Umformung den Unterarm in einen „fühlenden Daumen“ so umzuwandeln, daß mit Hilfe einer individuell angepaßten Plattenprothese ein willkürliches Greifen möglich wird.

g.) Der Carnes-Arm nimmt bei den aktiven Armprothesen eine Sonderstellung ein. Zum einen

---

<sup>809</sup> Anm.: Der willkürliche Arm nach Sauerbruch hat für den Doppelamputierten den Nachteil, daß er ihn nicht selbständig anlegen kann, insbesondere ist das Einführen der Kanalstifte nicht möglich.

entwickelte der Mechaniker William T. Carnes als Betroffener (Arbeitsunfall 1902) selbst eine Armprothese, zum anderen kann seine Prothese ohne Voroperation getragen werden. Die Technik seiner Kunsthand zog Mediziner und Techniker gleichermaßen in ihren Bann. Sie ist der menschlichen Hand äußerlich sehr ähnlich und beruht auf einer Hebelübertragung wie die Dahlisch-Hand (1877). Der Carnes-Arm brachte drei wertvolle Verbesserungen gegenüber den älteren Konstruktionen. Durch die Bewegung der Schulter, daß heißt durch ein Herunterstoßen des Stumpfes wird ein aktives Öffnen und Schließen der Hand durch eine Zugschnur erreicht, im Gegensatz zu früheren Konstruktionen, bei denen je eine dieser Bewegung durch Federn bewirkt wurde. Die zweite Neuerung besteht darin, daß Carnes die Pro- und Supination mit der Streckung und Beugung im Ellbogen verbindet, die aber durch eine zusätzliche Zugschnurverbindung willkürlich ausgeschaltet werden kann. Die dritte Neuerung betrifft die Bauweise der Finger.

Dem Ankauf der Carnes-Patente durch den Verein deutscher Ingenieure (1916) folgte am 18. Oktober 1916 der Erlaß des Kriegsministeriums, der die Versorgung aller Doppelamputierter und Kopfarbeiter mit dem Carnes-Arm genehmigte. Trotz aufwendiger, landesweiter Werbung wurde er in den 20er Jahren nur noch von wenigen Amputierten getragen. Zu Beginn des 2. Weltkrieges galt er bereits als veraltet.

## 16. Nachuntersuchungen von „Ohnhändern“, Zeitzeugen mit Sauerbruch-Hand

An dieser Stelle berichte ich über zwei Patienten, die mir die Gelegenheit gaben, sie über ihre Erfahrungen mit der Sauerbruch-Armprothese zu befragen und im Anschluß eine Nachuntersuchung durchzuführen.

### 16.1. Kunstmaler Hubert Weber

Aufmerksam gemacht wurde ich auf Hubert Weber durch eine Reportage in einer Zeitschrift, die sich mit der Geschichte der Charité, Berlin, befaßte. Der Maler Hubert Weber wurde als ein ehemaliger Sauerbruch-Patient erwähnt, der mittels beidseitiger willkürlich beweglicher Hände seinem Beruf erfolgreich nachgehen kann.<sup>810</sup> Nach der Kontaktaufnahme erklärte sich Hubert Weber sofort bereit für ein Interview mit Nachuntersuchung und Fotodokumentation in seinem Wohnort Lichtenfels am 10. Oktober 1998.

Er wurde am 18. August 1920 im oberfränkischen Staffelstein geboren. Als junger Soldat war er als Fahrer beim Divisionstab am Balkanfeldzug beteiligt.<sup>811</sup> Mit dem Ende der dortigen Kriegshandlungen wurde seine Division an die russische Front verlegt.<sup>812</sup> Die Fahrzeuge wurden auf offene Waggons verladen und mit Drahtseilen verankert. Die Soldaten hielten sich in den Fahrzeugen auf. Unmittelbar vor Wien verließ er nachts noch schlaftrunken sein Fahrzeug, um auszutreten, verding sich in den Drahtseilen und stürzte kopfüber zwischen die Puffer zweier Waggons, derweil der Zug über ihn hinwegrollte. Der Unfall ereignete sich am 06. August 1941, wenige Tage vor seinem 21. Geburtstag. Er verlor dabei beide Hände und erlitt einen Trümmerbruch des linken Oberarmes. Ein entgegenkommender Zug bemerkte ihn und brachte ihn in ein Lazarett nach Wien. Dort bei vollem Bewußtsein angelangt, versuchten die behandelnden Ärzte ihn von der Notwendigkeit einer Amputation des linken Armes bis auf einen kurzen Stumpf zu überzeugen. Er aber bot alle Kräfte auf, um dies zu verhindern. „Nein, ich will den Arm nicht verlieren, lieber will ich sterben.“<sup>813</sup> So versorgte man ihn, seinem Wunsch gemäß und verordnete ihm ein Gestell zur Unterstützung seines linken Armes.

---

<sup>810</sup>„Meine, deine, unsere Charité“, Focus Magazin, München, Nr. 28, 6. Juli 1998, S. 61-68.

<sup>811</sup>Balkanfeldzug „Marita“, 06.04.1941-01.06.1941; wegen der Gefahr einer sich bildenden alliierten Balkanfront und der Bedrohung des rumänischen Ölgebietes durch britische Luftangriffe beschloß Hitler (1889-1945) einen Vorstoß von Bulgarien bis ans Ägäische Meer.

<sup>812</sup>22.06.1941 Deutscher Überfall auf die UDSSR ohne Kriegserklärung. „Unternehmen Barbarossa“ 1941/42.

<sup>813</sup>Weber, Hubert, Gespräch am 10.10.1998, Tonbandprotokoll; schriftliche Mitteilung vom 04.01.1999, Lichtenfels/Essen.

Wieder zu Hause, wollte sich auch sein Vater nicht mit dem Schicksal seines Sohnes zufrieden geben. Von der Krukenberg-Operation, die für seinen rechten Arm aufgrund der idealen Länge empfohlen wurde, war er beim Anblick entsetzt, empfand sie für sich als zu unästhetisch. Sein Vater wandte sich mit seinem Anliegen schriftlich an Sauerbruch in Berlin, der telegraphierte: „Sofort kommen“.<sup>814</sup>

Beim Anblick seines Armgestells zeigte sich Sauerbruch entsetzt und forderte ihn auf, sofort das „Zaubergestell“ abzulegen und erklärte: „Wenn du das ein paar Monate trägst, dann ist der Arm futsch, man kann dann nichts mehr operieren.“<sup>815</sup> Als er Sauerbruch von der empfohlenen Krukenberg-Operation berichtete, entgegnete dieser: „Willst du sowas?- Diese Bratwürste!“<sup>816</sup> Hubert Weber entschied sich für das Sauerbruch-Verfahren. Da er noch Soldat war, bewirkte Sauerbruch seine sofortige Überstellung an die Charité in Berlin, wo er innerhalb eines Jahres circa 10 mal operiert wurde. Sauerbruch habe die wichtigsten Operationen selber ausgeführt. Als erstes wurde der rechte Armstumpf verkürzt, damit er durch die angesetzte Prothese nicht zu lang wurde. Nachdem zuerst der rechte Arm soweit wieder hergestellt war, daß er Anfang 1942 eine willkürlich bewegliche Sauerbruch-Prothese tragen und bedienen konnte, begann er naturalistische Federzeichnungen und Bleistiftzeichnungen anzufertigen. Sauerbruch war davon so angetan, welch' feine Arbeiten er mit dieser Prothese ausführen könne, daß er ihn häufig mit in den Hörsaal nahm und ihn dort seine neu erworbenen Fähigkeiten demonstrieren ließ.

Im Anschluß, ebenfalls im Jahr 1942, begannen die vorbereitenden Operationen für die Versorgung des linken Armes. Dabei wurde der linke Oberarm auf eine Länge von 17 cm mit einem Knochenimplantat aus dem linken Schienbein überspant.<sup>817</sup> „Eine erfolgreiche Überspannung in dieser Größenordnung war zu der damaligen Zeit eine einmalige Leistung.“<sup>818</sup> Nachdem der linke Arm soweit hergestellt war, daß auch dieser eine Sauerbruch-Prothese tragen konnte, begleitete Hubert Weber Sauerbruch häufig als „Vorzeigepatient“ auf Chirurgen-Kongresse (Dresden, Hohenlychen<sup>819</sup>(Mecklenburg-Vorpommern), Berlin, u.a.) um dort seine neuen Hände vorzuführen. Chefarzt der Heilanstalten Hohenlychen war der Chirurg

---

<sup>814</sup>ibidem.

<sup>815</sup>ibidem.

<sup>816</sup>ibidem.

<sup>817</sup>Nissen berichtet 1933 bereits von einer osteoplastischen Stumpfverlängerung des Humerus durch Fibulaspaneinpflanzung nach Sauerbruch, um den überhängenden Muskelpürzel nach zu großzügiger Knochenresektion ohne knöchernen Halt für seine Verwendung als Kraftquelle nicht zu verlieren. Nissen, R., Bd. V, <sup>6</sup>1933, Abb. : 219, 219a, 220, S. 122-123.

<sup>818</sup>Dr. Hartmunt Borchert, Vita-Hubert Weber, Vernissage Charité Berlin, 02.07.1998-03.08.1998, Prospekt.

<sup>819</sup>Sauerbruch, F., Versorgung der Ohnhänder, Vortrag in Hohenlychen, 18.-20.05.1944, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 10.

Prof. Dr. Karl Gebhardt (1897-1948), SS-Brigadeführer und Generalmajor der Waffen-SS, ein ehemaliger Assistenzarzt Sauerbruchs in München, der sich besonders mit der heteroplastischen Knochentransplantation befaßte. Das Verfahren der Knochenspanoperation galt als „Modesache“ seiner Schule, wofür er wegen „Verbrechen gegen die Menschlichkeit“ von dem Internationalen Militärgerichtshof im Nürnberger Ärzteprozeß (09. Dezember 1946 - 19. Juni 1947) verurteilt wurde.<sup>820</sup>

Ganz besonders ist Weber der Chirurgenkongress in Dresden (1943)<sup>821</sup> in Erinnerung geblieben. Sauerbruch bat ihn über seine Tätigkeit mit seinen Sauerbruch-Prothesen zu referieren. Als er begann mit den Händen gestikulierend zu berichten, habe Sauerbruch plötzlich gerufen: „Schaut, schaut, wie diese Hände leben!“<sup>822</sup>

Sauerbruch erkannte das Geschick und auch den Eifer von Hubert Weber und riet ihm, Kunst zu seinem Beruf zu machen. „Du darfst nicht nur Hobbykünstler werden. Du mußt studieren und Kunst zu deiner Lebensaufgabe machen.“<sup>823</sup> Dank Sauerbruch konnte Hubert Weber noch während seines Heilungsprozesses an der Reimansschule in Berlin ein Vorsemester für sein späteres Kunststudium absolvieren. Nach seiner Entlassung aus der Charité fertigte er sein erstes Portrait von Sauerbruch an und überreichte es ihm im Hörsaal.

Bereits 1943 nahm er sein Kunststudium an der Akademie der Bildenden Künste in Nürnberg auf. Später ging er an die Akademie nach Stuttgart, wo er in der Meisterklasse von Prof. Baumeister arbeitete.

Nach Beendigung des Studiums zählte neben der Malerei und Bildhauerei auch die Kunst am Bau zu seinen wichtigsten Schaffensgebieten. So schuf er Wandmalereien, Bleiglasfenster, Betonglasfenster, gestaltete getriebene Kupferwände, schuf Wände in Stein- und Glasmosaik und Brunnenanlagen, Bronzeplastiken. Er arbeitet künstlerisch an Krankenhäusern, Schulen, Universitäten und Verwaltungsgebäuden. Zu einem weiteren Schwerpunkt seines Schaffens gehört die Gestaltung von Kirchen. Mehr als 20, zum Großteil komplett ausgestaltete Kirchen tragen seine Handschrift.

Hubert Weber gewann bundesweit viele Wettbewerbe, beteiligte sich an Ausstellungen und erhielt viele Auszeichnungen, so z.B. den Staatspreis der Universität Münster/Westfalen.

---

<sup>820</sup>Mitscherlich, A.; Mielke, F., 1993, S. 153-154 und S. 281; Tillion, G., 2001, S. 140-142.

<sup>821</sup>Kreuz, L., 1951, S. 1101.

<sup>822</sup>Weber, Hubert, Tonbandprotokoll vom 10.10.1998; schriftliche Mitteilung vom 04.01.1999, Lichtenfels/ Essen.

<sup>823</sup>Dr. Hartmunt Borchert, Vita-Hubert Weber, Vernissage Charite' Berlin, 02.07.1998-03.08.1998, Prospekt.

Im Frühjahr 1996 wurde ihm das Bundesverdienstkreuz am Bande für Kunst- und Kulturpflege durch den bayerischen Kultusminister Hans Zehetmeir überreicht. „Heute ist Hubert Weber wohl die bekannteste Künstlerpersönlichkeit, welcher durch die Vielseitigkeit seiner künstlerischen Aussagekraft mit zwei willkürlich beweglichen Sauerbruchprothesen arbeitet.“<sup>824</sup>

Der 78jährige Hubert Weber trägt seit 56 Jahren bds. Sauerbruch-Prothesen mit Hühner-Händen. Am rechten mittellangen Unterarmstumpf befinden sich am distalen Ende 1 Unterarm-Beuger-Kanal und 1 Unterarm-Strecker-Kanal. Kraftabnehmer: Elfenbeinstifte. Die Hühner-Hand hat einen guten und festen Schluß. In ihrem Hohlhandbereich befindet sich ein Knopfhebel für die passive Handsperre.

Am linken Oberarm lag eine Trümmerfraktur vor. Hier gelang eine Verlängerung des Humerusrestes durch eine Tibiaspänepflanzung von 17 cm. Das Transplantat heilte ein. Der linke Unterarmstumpf ist etwas kürzer, läßt sich gut beugen, jedoch nicht ganz strecken. Er weist an seinem distalen Ende 1 Unterarm-Beuger- und 1 Unterarm-Strecker-Kanal auf. Kraftabnehmer: Elfenbeinstifte. Die Hühner-Hand schließt gut und fest, besitzt ebenfalls eine passive Handsperre.

Herr Weber ist nicht in der Lage, seine Prothesen allein und ohne fremde Hilfe anzulegen. Er gibt an, bisher mindestens 10, schätzungsweise sogar mehr als 15 neuangefertigte Prothesen verbraucht zu haben. Der komplizierte und störanfällige Mechanismus werde durch die tägliche Arbeit sehr schnell verschlissen. Außerdem weiß er zu berichten, daß es in jüngster Zeit immer mehr Schwierigkeiten bereite, geeignete Personen zu finden, die Sauerbruch-Prothesen herstellen können. Ein Orthopäde, der ihn in seinem bisherigen Leben ständig betreut habe, sei bereits im Ruhestand und helfe ihm trotzdem nach wie vor, wenn es sich um schwierige Einstellungen an der Prothese handelt. Mit der Arbeitsleistung seiner rechten Armprothese zeigt sich Hubert Weber sehr zufrieden, hingegen leiste die linke aufgrund der schweren Oberarmverletzung nicht so viel. Dennoch zeigt er sich über den Erhalt seines linken Armes sehr glücklich, denn dieser ermöglicht ihm das Autofahren. Jedoch sei es aufgrund des schlechteren, linksseitigen Ergebnisses nicht möglich z.B. mit Messer und Gabel zu essen.

„Ich will es zwar nicht als Glück im Unglück bezeichnen, aber dadurch, daß mir beide Hände amputiert und durch Sauerbruch-Prothesen ersetzt werden mußten, war ich gezwungen, den

---

<sup>824</sup>ibidem.

Umgang mit diesen Prothesen ganz intensiv zu erlernen. Dieser Lernprozeß war die einzige Chance, mein Leben nach der Verletzung zu meistern.“<sup>825</sup>

## 16.2. Heinrich K., Dortmund

Bei dem zweiten Patienten handelt es sich ebenfalls um einen doppelseitig Armamputierten (Ohnhänder). Die Nachuntersuchung fand am 04.08.1999 in den Räumlichkeiten der Berufsfachschule für Orthopädie-Technik e.V. in Dortmund statt, deren Orthopädietechnikermeister Bernd Sibbel freundlichweise den Kontakt herstellte.<sup>826</sup>

Heinrich K., geboren am 13.08.1922 in Dortmund verlor am 22.12.1944 als vorgeschobener Beobachter bei der Artillerie in Kurland (Landschaft in Südwest-Lettland, lett.: Kurzeme) durch eine Granatverletzung beide Hände und das linke Auge. Die Erstversorgung fand in Elbing (seit 1945 polnisch: Elblag) statt. Die weitere Stumpfbehandlung erfolgte in Danzig, Kolberg (seit 1945 polnisch: Kolobrzeg) und Hamburg. Wieder in seiner Heimatstadt Dortmund angelangt, kümmerte sich fortan sein Vater um die weitere Versorgungsmöglichkeit seines 22jährigen Sohnes. Sein Vater nahm schriftlich Kontakt mit Prof. Lebsche (München) auf und bewirkte die Verlegung seines Sohnes in die Universitätsklinik München.

Dort wurde 1945 von Lebsche zuerst linksseitig eine Kineplastik nach Sauerbruch im Bereich der Beugermuskulatur des Unterarmes angelegt (Abb. 19., Abb. 20.). Für eine Krukenbergplastik war der linke Unterarm zu kurz. Im Anschluß erfolgte dann rechtsseitig eine Krukenbergplastik durch Lebsche nach vorangehender Unterarmkürzung (Abb. 21.). Heinrich K. erwähnt nicht ohne Stolz, daß der Hautdefekt an der Innenseite der Elle mit einem freien Epidermistransplantat aus dem rechten Oberschenkel durchgeführt wurde und nicht wie von Krukenberg empfohlen mit einer Lappenplastik von der Bauchhaut.<sup>827</sup> Bei der Bauchhautverpflanzung sei das Fettgewebe immer nachgewachsen und Elle und Speiche seien zu dicken Wülsten geworden. Er hätte solche Ergebnisse gesehen und für sich abgelehnt.

---

<sup>825</sup>Weber, Hubert, Akademischer Kunstmaler und Bildhauer, schriftliche Mitteilung vom 04.01.1999, Lichtenfels/Essen.

<sup>826</sup>Bundesfachschule für Orthopädie-Technik e.V., Schliepstraße 6-8, 44135 Dortmund, Gespräch mit Heinrich K. am 04.08.1999, Tonbandprotokoll.

<sup>827</sup>Krukenberg, H., 1931, S. 191.

Bevor er Soldat wurde, hatte er als Volontär gearbeitet, mit dem späteren Berufsziel Ingenieur zu werden. Nach dem 2. Weltkrieg und der Armversorgung beidseits arbeitete er bis zu seiner Pensionierung als kaufmännischer Angestellter bei der Firma Hoesch in Dortmund. Dort sei man immer über seine feine Handschrift mit der Krukenbergplastik sehr erstaunt gewesen. Mit der linksseitigen Sauerbruch-Prothese habe er von Anfang an nichts gemacht. Er habe den Sauerbrucharm mehr oder minder als Schmuckarm benutzt. Eine aktive Leistung sei ihm nur mit dem Krukenbergarm möglich. Durch ihn sei er im Alltagsleben und in seinem Beruf weitgehend frei von fremder Hilfe gewesen. Eine besonders wertvolle Hilfe sei ihm dabei der erhaltene Gefühlskontakt beim Greifen durch die Krukenbergplastik.

Der 76jährige Rentner trägt seit 54 Jahren linksseitig einen Sauerbrucharm und rechtsseitig eine Krukenberg-Prothese. Zum Schreiben benutzt der Rechtshänder einen Holzkeil mit zwei Hohlrinnen, in denen sich Elle und Speiche fest anschmiegen können (Abb. 22.). Am distalen Ende des Holzkeiles befindet sich ein Loch, in welches das Schreibgerät eingeführt wird. Bei einer Schreibprobe wird das Blatt Papier mit der Sauerbruchprothese fixiert, derweil das Schreiben mit der Krukenbergplastik und der dazugehörigen Hilfe problemlos gelingt (Abb. 23.). Der Stumpf verfügt über eine ähnliche Eigenschaft wie eine zweifingrige Hand, wobei der Radius als Daumen und die Ulna als Gegengreifer der vier Finger dient.

Die Schultergelenkbeweglichkeit ist beidseits nicht eingeschränkt. Die Beugung und Streckung im Ellbogen ist beidseits normal. Der linke, kurze Unterarmstumpf besitzt an seinem distalen Ende einen Unterarmbeugerkanal, der reizlos ist. Kraftabnehmer: Elfenbeistift. Die Sauerbrucharmprothese ist mit einer Hüfner-Hand mit passiver Handsperre versehen. Der Schluß der Hand ist schwach und langsam.

Auf der rechten Seite sind der Ulna- und Radiusstumpf gleichmäßig geformt. Die Haut über die Ellen- und Speichenspitze ist deutlich dünner, leicht gerötet. Die Innenseite der Elle wurde mit frei transplantierte Haut vom rechten Oberschenkel versorgt. Die Narben sind reizlos. In Ruhelage liegt der Radius auf der Ulna. Abspreizung, Supination und Pronation sind möglich (Abb. 24.).

### III. Ergebnisse

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Armamputation als leichter chirurgischer Eingriff beurteilt, der wegen der oft drohenden, tödlichen Wundinfektion möglichst schnell durchgeführt wurde, ohne dabei Rücksicht auf die Beschaffenheit des Stumpfes zu nehmen. Dies galt vor der Zeit der Anästhesie, Anti- und Asepsis, sowie der exakten, intraoperativen Blutstillung und im Krieg eher als in Friedenszeiten. Mit der Verbesserung der chirurgischen Operationsverfahren sank die Sterblichkeit, die Zahl der überlebenden Amputierten nahm zu.

Während der Verlust eines Beines unbedingt einen den Körper tragenden und fortbewegenden Ersatz (Stelze) erforderlich macht, weil niemand auf einem Bein durchs Leben hüpfen kann, stellt sich nach einseitiger Armamputation aufgrund der enormen Anpassungsfähigkeit des Menschen nicht zwingend die Frage einer prothetischen Versorgung, da ein beweglicher, fühlender Stumpf mit Unterstützung der gesunden Hand meist die Alltagsverrichtungen bewältigen kann.

Der Verlust von Arm oder Bein ist endgültig. Dennoch besteht seit jeher der Wunsch des Menschen nach Wiederherstellung seiner körperlichen Integrität. Die Störung der Gleichmäßigkeit, die fehlende Symmetrie fällt dem Amputierten selbst und seiner Umgebung sichtbar unangenehm auf.

An Ideen für Ersatzarme in Form von Schmuckarmen („Sonntagsarmen“) und Arbeitsarmen („Arbeitsklauen“) mangelte es nicht. Sie wurden von einzelnen Konstrukteuren und häufig auch von den Betroffenen selbst bis zu einem gewissen Grade verwirklicht, ohne daß jedoch bis zum Ausbruch des ersten Weltkrieges irgendeine Konstruktion zum Allgemeingut wurde. Ärzte befaßten sich mit Ausnahme von Paré, Ballif und A. Gripouilleau bis zum Ende des 19. Jahrhunderts in der Regel nicht mit dem Prothesenbau für die obere Extremität. Nach der Amputation überließen die Chirurgen die Versorgung mit Körperersatzstücken allein dem Bandagisten. Die Hauptschwierigkeit bildete dabei stets die Kombination der beiden Grundforderungen, Tarnung des Verlustes und bestmögliche Nachahmung der Funktion. Im Mittelpunkt der technischen Versorgungsmöglichkeiten steht die künstliche Hand, obwohl sie nie ein Massenprodukt, sondern eher ein Einzelstück blieb, das bis zum 19. Jahrhundert aus Kostengründen nur der sozialen Oberschicht vorbehalten blieb. Der Krieg erwies sich als Lehrmeister im Prothesenbau. In Friedenszeiten bestand kaum Gelegenheit Erfahrungswerte zu

sammeln. Die massenhaften Verwundeten des 1. Weltkrieges, die unmöglich alle als Invaliden in den Ruhestand versetzt werden konnten, bewirkten ein großes Engagement von Chirurgen, Orthopäden und Ingenieuren, geeignete Kunstglieder anzufertigen, die die Voraussetzung für eine soziale und berufliche Wiedereingliederung der Kriegsversehrten schaffen sollten.

Die Prothesenkunde wurde erst während des 1. Weltkrieges zu einem Zweig der medizinischen Wissenschaft erhoben. Ihre Grundlage basiert auf der Bildung eines prothesenreifen Amputationsstumpfes.<sup>828</sup> Der Chirurg sollte für die entsprechenden Vorbedingungen sorgen. Es galt einen Stumpf zu formen, der schmerzfrei, beweglich, gut weichteilgedeckt ist und eine tragfähige Form für eine Prothese aufweist. Darauf aufbauend sollte der Techniker unter Ausnutzung aller technischen Errungenschaften einen brauchbaren Kunstarm liefern, von dem entsprechend der Berufstätigkeit des Amputierten individuelle Eigenschaften verlangt werden. Als Material für die künstliche Hand dienten Eisen, Leder, Neusilber, Messing, Holz, Fiber, Gummi und Zelluloid.<sup>829</sup> Die Kunsthand sollte möglichst leicht sein, jedoch auch fest genug um die unterschiedlichen Beanspruchungen beim Spitz- und Faustgriff standzuhalten.

Die Darstellung ihrer Entwicklungsgeschichte läßt erkennen, daß das Leistungsvermögen der natürlichen Hand hinsichtlich aller Greifarten und Bewegungsmöglichkeiten sich in einer künstlichen Hand nicht verwirklichen läßt. Auch beim künstlichen Handgelenk bleibt die Leistungsfähigkeit gegenüber dem natürlichen Bewegungsmechanismus eingeschränkt. Bei Betrachtung der anatomisch-physiologischen Besonderheiten von Arm und Hand wird deutlich, welche hohen Anforderungen an den Arzt und Techniker gestellt werden, beide einigermaßen zweckdienlich herzustellen.

Ausgehend von der berühmten eisernen Hand des Götz von Berlichingen, die bei einem Eigengewicht von 1,5 kg sehr schwer war, kamen im Laufe der Jahrhunderte die Armprothesen in kosmetischer Hinsicht (naturgetreues Aussehen, natürliche Fingerstellung in entspannter Haltung, der Größe der erhaltenen Hand entsprechend) dem biologischen Vorbild näher, funktionell wurden jedoch nur kleine Schritte zurückgelegt.

Der Berliner Hofzahnarzt Ballif leitete mit der Herstellung seiner willkürlich beweglichen Hand (1812) eine richtungsweisende Ära im Prothesenbau ein. Erstmals gelang es ihm, mittels Bewegung des Schultergürtels über Zugschnüre körpereigene Kräfte von der gesunden

---

<sup>828</sup>Janssen, P., 1917, S. 389.

<sup>829</sup>Gocht, H., 1907, S. 14 und S. 16-17; Radike, R., <sup>2</sup>1920 b, S. 196 und S. 341.

Schulter auf die Kunsthand zu übertragen, so daß eine aktive Streckung der Finger entstand, derweil die Beugung durch Federzug erfolgte. Alle vorherigen künstlichen Glieder ersetzen lediglich die Form und Gestalt des fehlenden Armes und waren nur zum Halten und Tragen fähig. Der von Ballif eingeschlagene Weg wurde danach von allen weiteren Konstrukteuren übernommen und ausgebaut. Alle folgenden aktiven Armprothesen vermochten zwar ihren Zweck des kosmetischen oder funktionellen Ersatzes erfüllen, jedoch konnten sie nur durch Kräfte betätigt werden, die durch Bewegungen des Rumpfes oder der Schulter entstanden, oder von dort übertragen wurden. Dadurch sah die Betätigung der Hände unnatürlich aus.

Ende des 19. Jahrhunderts leitete Vanghetti mit seinen grundlegenden theoretischen und experimentellen Arbeiten eine völlig neue Entwicklung der Prothesenversorgung ein. Vanghetti schlug aufgrund von Tierversuchen 1898 vor, die Muskeln- und Sehnenenden am distalen Stumpfende des Armes zu Schlingen oder Keulen umzubilden und mit Haut zu überkleiden, um sie als Kraftquelle zur Bewegung einer Prothese zu verwenden. Angeregt durch seine Erfahrungen im Italien-Äthiopien-Krieg (1894), entwickelte Vanghetti 52 Methoden, die er mehreren italienischen Chirurgen unterbreitete. Ceci, Ordinarius für Chirurgie in Pisa, war der erste, der die Bedeutung der neuen Amputationschirurgie erkannte, ihr den Namen „Cineplastik“ gab und für die Veröffentlichung Vanghettis Arbeit im *Archivio d'ortopedia* (Mailand) 1899 sorgte. Ceci modifizierte das Verfahren und erreichte zweimal hervorragende Ergebnisse. Eine Weiterentwicklung Vanghettis Methoden unterblieb, da es in der Friedenszeit kaum Gelegenheiten zur weiteren Erprobung gab. Als Beleg mag der große Zeitabstand dienen, in dem Ceci das Vanghettiverfahren anwandte (1900, 1902 und 1906). Vanghetti selbst führte als praktischer Arzt aus Empoli seine Methoden nicht am Menschen aus. Der amerikanische Orthopäde Henry H. Kessler, der 1928 und 1932 in Berlin unter Sauerbruch dessen Verfahren studierte, nennt Vanghetti 1947 „the father of cineplasty“.<sup>830</sup> In Deutschland führte als erster Payr 1912/13 die Schlingentechnik Vanghettis bei einem Patienten durch. Jedoch unterblieb eine Prothesenversorgung aus finanziellen Gründen.

Sauerbruch wurde im Juni 1915 durch Stodola angeregt, chirurgischerseits einen Weg zu finden, aus den am Amputationsstumpf verbliebenen Muskeln einen Antrieb für eine künstliche Hand zu bilden, deren entsprechende Konstruktion Stodola sich selber zutraute, um den

---

<sup>830</sup>Kessler, H. H., 1947, S. 54.

Kriegsinvaliden ihre Arbeitsfähigkeit zurückzugeben. Sauerbruch zeigte sich von der Idee so begeistert, daß er sofort mit Tierversuchen und Leichenoperationen begann. Während der Züricher Sommersemesterferien 1915 testete er im Reservelazarett an der chirurgischen Universitätsklinik in Greifswald bei 6 Armamputierten seinen Operationsplan. Diese plastischen Operationen gaben ihm die Sicherheit, daß sich sein Ziel verwirklichen ließ. Im Oktober 1915 veröffentlichte er sein Behandlungsverfahren in einem epochemachenden Artikel mit dem Fazit: „Die chirurgischen und mechanischen Voraussetzungen für eine willkürlich bewegliche künstliche Hand sind erfüllt.“<sup>831</sup>

Die Resonanz war zunächst verhalten. Einerseits erweckte der Artikel in der Zeit der größten Not hohe Erwartungen, andererseits wiesen ihn mehrere Fachkollegen zurecht, indem sie in „Stodolas Idee“ eine Wiederauflage der bereits in der deutschsprachigen Fachliteratur bekannten Arbeit Vanghettis sahen. Besonders Payr attackierte Sauerbruch deshalb heftig in einer Sitzung der Medizinischen Gesellschaft Leipzig am 25. Januar 1916. Für ihn ist es völlig unverständlich, daß Sauerbruch die bereits seit 18 Jahren bestehenden Abhandlungen zu diesem Thema gänzlich unberücksichtigt ließ. Außerdem stellte er Stodola als Ideengeber in Frage. Sauerbruch gestand daraufhin ein, die Publikationen Vanghettis zu jenem Zeitpunkt nicht gekannt zu haben und führte seinerseits an, daß der Gedanke bereits zuvor bestanden habe. Diese Äußerung zog wiederum den Unmut Vanghettis nach sich, der zurecht kritisierte, daß Sauerbruch einen exakten Quellennachweis dafür schuldig blieb. Zur Entlastung Sauerbruchs kann jedoch die wiederentdeckte Veröffentlichung Stodolas, erschienen am 09. Oktober 1915 in der Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, herangezogen werden, in dem Stodola seinen Gedankengang, der Anlaß zu Sauerbruchs Vorarbeiten in Greifswald war, erläutert. Daraus könnte abgeleitet werden, daß beide tatsächlich in Unkenntnis der Methoden Vanghettis handelten. Die Thoraxchirurgie galt zu jener Zeit als wissenschaftlicher und klinischer Schwerpunkt Sauerbruchs. Er ließ sich von seiner Experimentierfreudigkeit und Spontaneität, eine schnelle Lösung für die betroffenen Kriegsinvaliden zu finden, leiten. „Aus dem Gedanken heraus, die große Zahl kriegsbeschädigter Armamputierter wieder zu aktiver wirklicher Arbeitsleistung zu befähigen, ist die „willkürlich bewegbare künstliche Hand“ entstanden.“<sup>832</sup> Vermutlich beschäftigte er sich erst nach den kritischen Hinweisen seiner Fachkollegen mit dem Quellenstudium. Anders ist seine Unkenntnis gegenüber den Arbeiten

---

<sup>831</sup>Sauerbruch, F., 1915, S. 125-126.

<sup>832</sup>Siegel, L., 1928, S. 241.

Vanghettis und den Folgearbeiten nicht zu erklären. Obwohl Sauerbruchs erste Fälle (1915) Ähnlichkeiten mit Vanghettis Konzept, insbesondere mit dessen Schlingentechnik<sup>833</sup> aufweisen, ist die Auseinandersetzung um den Urheberstreit letztlich unerheblich, da bei der endgültigen „Sauerbruch’schen Operation“ nichts mehr von dem Vanghettischen Verfahren übrigbleibt. Gemeinsam ist beiden, die vorhandenen Muskelkräfte des Stumpfes wieder zu physiologischer Arbeit heranzuziehen.

Sauerbruchs Absicht war, im Bereich der Armprothetik etwas Neues zu schaffen. Eine willkürlich bewegbare künstliche Hand, die in der Lage ist, spontan zu greifen, zu fassen und zu halten, ohne komplizierte Gurtsysteme zur Fixierung und ohne Kraftübertragungen durch Schulterzüge, die dem Kunstarmträger lästig waren und jedesmal unnatürliche Bewegungen beim Gebrauch der Hand erforderten. Im Gegensatz zu den bisherigen Kunstarmkonstrukteuren erkannte er, daß diese Aufgabe nur durch Arbeitsteilung zu bewältigen ist. Anatomen, Techniker, Physiologen, Chirurgen, Krankenpfleger (Rohde), Industrieunternehmen, Behörden und Sponsoren werden von ihm gezielt in sein Vorhaben eingebunden. Seiner Zeit vorausseilend, beginnt er in systematischer, zielstrebigter Weise in Singen die ursprüngliche Idee Vanghettis umzusetzen.

Im Oktober 1915 begann die chirurgische Ausarbeitung des Operationsverfahrens zusammen mit Stadler, dem Leiter des Singener Reservelazarets.

Bei seiner chirurgischen Aufgabe orientierte sich Sauerbruch an dem physikalischen Gesetz: Arbeit ist das Produkt aus Kraft und Weg. Aus maximaler Verkürzung des Armmuskels und maximaler Muskelkraft resultiert die maximale Arbeitsleistung der Kraftquelle. Je kleiner die Verkürzung (Hub), desto größer mußte die Kraft und je kleiner die Kraft, desto größer mußte die Verkürzung des Muskels sein, um eine ausreichende mechanische Arbeitsleistung der Kraftquelle zur Betätigung der Hand zu erreichen. Je nach Form und Länge des Amputationsstumpfes war chirurgisch zu entscheiden, von welcher Seite aus das Maximum der Arbeitsleistung der Stumpfmuskulatur am besten zu erzielen ist. Ruge und Felix lieferten dafür mit ihrem Wertezonen-System für Ober- und Unterarme eine wichtige anatomische Grundlage. Mit der plastischen Umgestaltung der Stumpfmuskulatur verfolgte Sauerbruch zwei Ziele, einerseits eine freie Beweglichkeit und große Hubhöhe des Muskels, andererseits eine

---

<sup>833</sup>Müller, W., 1913, S. 424 (Fig. 402., Fig. 403.); Sauerbruch, F., 1915, S. 126 (Abb. 4.).

zweckmäßige Gestaltung der Kraftquelle für eine mechanische Verbindung mit der Kunsthand herzustellen. Gerade an der Schwierigkeit der letzten Forderung scheiterten frühere Versuche. Sauerbruchs genialer Einfall bestand in der Anlage eines Hautkanals („Kraftkanal“) in der Stumpfmuskulatur proximal des Stumpfendes. Damit schuf er eine neue Kraftquelle für die Betätigung der Kunsthand. Ein in den Kanal eingelegter Elfenbeinstift überträgt die Kraft, die bei Muskelbetätigung zu einer Aufwärts- und Abwärtsbewegung des Stiftes über Zugleitungen zur Prothese führt.

Die Entwicklung der Operationstechnik beschrieb Stadler als „schwierig“ und „wandelvoll“. Sie galt 1918 im wesentlichen als abgeschlossen. Die 3. Kriegschirurzentagung in Brüssel vom 11.-12. Februar 1918 brachte dem Sauerbruchverfahren nach fast 2 1/2 jähriger Tätigkeit in Singen die allgemeine Anerkennung. 1920 war Sauerbruchs Operationstechnik soweit gediehen, daß er einen jeden vom Unterarmamputierten bis Schulterexartikulierten versorgen konnte. Obwohl viele namhafte Chirurgen und Orthopäden von Anschütz bis Zeller, manche von ihnen sogar mehrfach, im Singener Lazarett hospitierten, um die neue Methode vor Ort kennenzulernen, waren die auswärtigen Operationsergebnisse so schlecht, daß sich das Sanitätsamt des Kriegsministeriums veranlaßt sah, nur noch autorisierten Ärzten die „Sauerbruch'sche Operation“ zu gestatten. Die Zulassung wurde nach dem Besuch eines Singener Hospitationskurses erteilt. Sauerbruch erreichte dadurch eine Art Monopolstellung bei der operativen Prothesenversorgung.

Bei der Entstehung der willkürlich bewegbaren künstlichen Hand nimmt Stadler eine herausragende Rolle ein. Als Chefarzt oblag ihm die Organisation des Klinikablaufes. Er baute die Methode systematisch an der Seite Sauerbruchs mit auf, brachte nachweislich bei der Kanalbildung Verbesserungen ein und beteiligte sich bis 1920 an deren wissenschaftlichen Publikationen. Die Durcharbeit der technischen Seite bei der Prothesenanpassung gehörte ebenso wie die Gründung der Werkstatt und deren Finanzierung zu seinem Aufgabenbereich. Für die Patienten war er ständiger Ansprechpartner, derweil Sauerbruch zu den Operationen anreiste; außerdem leitete er die ärztlichen Hospitationskurse in Singen.

In Sauerbruchs Nachlaß befindet sich ein Tätigkeitsbericht von ihm über die ersten drei Jahre der „Sauerbruch-Prothesen“. Dieser gibt einen bisher unbekanntem Einblick in die Anfänge des chirurgischen und technischen Entwicklungsprozesses. Seine Statistiken liefern die Basis für eine kritische Hinterfragung der Fallzahlangaben Sauerbruchs.

Stadlers Dokumentation blieb im Gegensatz zu dem dreijährigen Erfahrungsbericht des Singener Oberarztes Zimmermann (1919) unveröffentlicht. Obwohl Sauerbruch Stadler als „zu weich“ empfand, würdigte er dessen Bedeutung 1928, indem er der ärztlichen Öffentlichkeit mitteilte, daß es ohne Stadler keine willkürlich bewegbare Hand gegeben hätte.

War die chirurgische Entwicklung des Sauerbruchverfahrens nicht einfach, so erforderte die technische Herstellung einer brauchbaren Hand einen weitaus größeren Arbeitsaufwand. Es gab auf diesem Gebiet keine verwendungsfähigen Vorarbeiten. Die Sauerbruch'sche Stumpfbildung hatte Bedingungen geschaffen, für die es erst eine neue Prothesentechnik zu entwickeln galt. Derweil neue Konstruktionen üblicherweise viel Geld und vor allem auch Zeit benötigen, standen Sauerbruch beide Faktoren zeitbedingt nicht zur Verfügung. Zudem mangelte es bei den kriegsbedingt kaum vorhandenen Bandagisten und Technikern an deren Verständnis für die physiologische Eigenart der neu zu bildenden Prothese. Die Not der Kriegsversehrten drängte aber auf eine schnelle Lösung. Auch die im November 1915 gegründete Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin-Charlottenburg mit Schlesinger als Geschäftsführer leistete Sauerbruch keine technisch weiterführende Hilfestellung in der Prothesenfrage. Schließlich nahm Sauerbruch die Entwicklung der technischen Seite selbst in die Hand.

Im April 1916 gelang mit finanzieller Unterstützung des Badischen Heimatdankes (Karlsruhe) und dem Waffenfabrikant Alfons Mauser (Köln) die Einrichtung einer eigenen Werkstatt in Singen. Das erforderliche Personal und das Konzept wurden von Sauerbruch und Stadler zusammengestellt. Durch die eigene technische Entwicklungsarbeit konnten 4 Patente (1917-1921) bei der Prothesenversorgung erworben werden. Mit dem Techniker M. Biedermann als Werkmeister gelang ihnen in kurzer Zeit der entscheidende Durchbruch bei der Prothesenversorgung. Aufgrund Biedermanns Fähigkeiten konnte mit an den kinetischen Stümpfen angefügten Prothesen Leistungen erzielt werden, an die alle bisherigen Verfahren nicht heranreichten.<sup>834</sup> Mit der eigenen Werkstatt im Rücken machte sich Sauerbruch in der Versorgung seiner Patienten selbstständig. Allerdings stand der Patient durch die entsprechenden Voroperationen jetzt in absoluter Abhängigkeit von Sauerbruchs Versorgungssystem. Durch den Werkstattbetrieb ergab sich eine drastische Reduzierung der Liegezeiten im Reservelazarett, was sich an Hand der Aufzeichnungen Stadlers und

---

<sup>834</sup>Lange, F. , 1917 b, S. 663.

Zimmermanns belegen läßt.

Der Aufwärtstrend verlief nicht ohne Widerstände. Die Nachricht von der Prüfstelle aus Berlin, daß eine willkürlich bewegliche Hand aus Amerika, die Carnes-Hand, eingetroffen sei, die alles Bisherige auch in kosmetischer Hinsicht übertreffen würde und ohne operative Vorbehandlung einsetzbar sei, führte zu einer heftigen Auseinandersetzung zwischen Ingenieuren und Medizinern. Besonders bei den Berliner Ingenieuren unter Federführung ihres Leiters Schlesinger löste das „Wunderwerk der Uhrmachermechanik“<sup>835</sup> große Begeisterung aus.

Unterdessen erhoben zahlreiche Ärzte, insbesondere F. Lange kritisch ihre Stimmen.

Sauerbruch verwarf die Carnes-Hand, weil es eine Sperrhand war. Er hielt eine Handsperre als ständige Sperre für hinderlich, da die meisten Betätigungen des täglichen Lebens besonders bei leichten Arbeiten nur Minuten, Sekunden, manchmal sogar nur Bruchteile von diesen dauern. Bei einer Sperrhand muß vor neuen Griffen zuerst die Sperre gelöst werden.

Sauerbruch vertrat die Ansicht, daß ein Muskel seine Arbeit viel besser ohne Sperre bewältigen kann, da das Tastgefühl dadurch in gewisser Weise erhalten bleibt, die Invaliden in der Lage sind, ihre Kraft genau zu dosieren, und ein zum Teil hochentwickeltes Muskelgefühl für harte, weiche, dünne und dicke Gegenstände, die sie mit der Kunsthand fassen, entfalten.

Diese wichtigen Vorteile des Sauerbruchsverfahrens würden bei der Verwendung einer Sperrhand verloren gehen.

Die Befürworter der Carnes-Hand argumentierten, daß die Methode Sauerbruchs ohne Zweifel eine geniale Leistung darstelle, jedoch mindestens eine, vielleicht sogar mehrere Operationen erforderlich mache, eine lange Vor- und Nachbehandlungszeit voraussetze, außerdem vielen Invaliden nach ihrem schmerzlichen Verlust an einer erneuten Operation nicht gelegen sei.

Cohn hielt 1917 die Operationstechnik Sauerbruchs für schwierig und vertrat die Ansicht, daß die Resultate nach einem Operationsverfahren höheren Anforderungen genügen müßten, als das, was eine Carnes-Hand bereits im Stande sei zu leisten. Der mechanischen künstlichen Hand seien außerdem nach den Studien von Barth und Schlesinger feste Grenzen gesetzt, die Funktionsfähigkeit der Sauerbruchhand abhängig von den verschiedenen Menschen und deren unterschiedlichen Amputationshöhe, so daß mit einer viel höheren Leistung einer künstlichen Hand für die Kineplastik nicht zu rechnen sei.<sup>836</sup>

---

<sup>835</sup>Lange, F., 1917a, S. 251.

<sup>836</sup>Cohn, M., 1917, S. 135-136.

Auf Vorschlag des Vereins deutscher Ingenieure wurde die „Gemeinnützige Gesellschaft für die Beschaffung von Ersatzglieder m.b.H.“ gegründet und mit finanzieller Hilfe der 50 größten deutschen Firmen am 14. Juli 1916 für 1 ¾ Millionen Mark das amerikanisch Patent der Carnes-Hand erworben. Geschäftsführer der Gesellschaft waren der Direktor des Vereins deutscher Ingenieure D. Meyer und Schlesinger, der Leiter der Prüfstelle in Berlin. Der Preis für das amerikanische Patent geht aus dem im Nachlaß Sauerbruchs befindlichen Briefwechsel mit Reichel hervor, der dem Aufsichtsrat der Gesellschaft angehörte. Der Betrag übertrifft bei weitem die bisherigen Angaben von G. Hohmann und F. Schede (1922).

Wenn auch der Carnes-Arm letztlich nicht die Bedeutung für die Invaliden erlangte, die ihm die Berliner Ingenieure zudachten, verursachte der Patentankauf, die außergewöhnliche Reklame mit ihren Erfolgsversprechungen für erhebliche Irritationen bei Sauerbruch, die sein Briefwechsel mit der Prüfstelle Berlin, mit Hartmann, mit Schlesinger, mit D. Meyer und mit Reichel widerspiegeln. Sauerbruch ging auf Distanz zu den Berliner Ingenieuren, da sie ihn an der Entscheidung des Patentankaufes nicht beteiligten. Aus Protest teilte er am 17. November 1916 der Prüfstelle seinen Austritt aus dem Vorstand mit, dem er als Gründungsmitglied angehörte.

Für den Leiter der Prüfstelle Schlesinger wurde das Sauerbruchverfahren uninteressant, nachdem Sauerbruch eine Kombination des Carnes-Armes mit seiner Methode ablehnte. Sauerbruch ging unbeirrt seinen Weg, obwohl die Bedeutung seiner operativen Fortschritte für die anstehende Massenversorgung solange fraglich erschien, wie die Prothesentechnik für keine adäquate Ergänzung sorgen konnte. Schließlich gelang nach zeitaufwendiger Suche mit der Kunsthand des Uhrmachers Jacob Hüfner (1917), die noch heute zur Grundausrüstung einer Sauerbrucharmprothese gehört, eine Komplettierung des Sauerbruchverfahrens. Unklar bleibt in diesem Zusammenhang der Stellenwert der vom Dipl.-Ing. Müller-Gleiwitz entwickelten „Stufengreifhand“, die dieser auf dem 14. Kongreß der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft in Wien am 18. September 1918 vorstellte. Sein Vortrag blieb im Referentenprotokoll des Schriftführers Biesalski unerwähnt. Sauerbruch und Stadler enthalten sich jeglichen Kommentars zu dieser Handprothese. Unverständlich deshalb, weil Müller-Gleiwitz als Sauerbrucharmträger an dessen Entwicklung beteiligt war und wesentlich zum Gelingen der Singener Arbeitsklaue (1918) beitrug.

Es folgte die Entwicklung einer Einheitsprothese. Bei Ober- und Unterarmamputierten wurde die Kraftquelle nach dem gleichen Prinzip ausgeführt. Bei langen Unterarmstümpfen übernehmen die durchbohrten Strecker die Streckung der Finger, die kanalisierten Beuger die Beugung der Finger. Um das antagonistische Spiel der Beuger und Strecker herzustellen, ließ Sauerbruch die Züge nicht direkt in die Finger hineingehen, sondern an einem Waagebalken enden, der proximalwärts vom Stumpfende in der Prothese liegt. Die Unterarmprothese findet ihren Halt am Stumpf durch entsprechende Aussparung in der Hülse, in der die Kanalstifte liegen und oberhalb des Ellbogens durch Riemenbefestigung.

Die Oberarmprothese besitzt in ihrer Walklederhülse ebenfalls entsprechende Aussparungen für die Kanalstifte. Die Fingerbeugung erfolgt durch den Bizepszug, die Fingerstreckung durch Trizepszug. Beide Züge gehen hinter der Ellbogenachse in der Unterarmhülse an eine Waage, die mit den Fingern in Verbindung tritt. Die Supination wird vom Schulterstoßzug aus mit Hilfe eines Drehmechanismus bewirkt. Die Pronation tritt zurückfedernd automatisch ein. Die Unterarmbeugung gelingt durch den van-Peetersen-Zug, der unterhalb des Stumpfendes an der Streckseite in die Oberarmhülse tritt. Bei allen Prothesen, bei denen zwei Kraftquellen zur Verfügung standen, wurde durch die Einführung des Waagebalkens eine physiologische Betätigung der Muskeln möglich, wodurch die Kraftentfaltung noch vergrößert werden konnte. Ein längerer Handschluß der Sauerbruchhand wurde durch eine künstliche Arretierung möglich.

Die Nachfrage nach Sauerbrucharmprothesen wurde immer größer, da mit der allgemeinen Anerkennung das Verfahren vielerorts durchgeführt wurde. Die kleine Singener Werkstatt war überlastet. Auf der Suche nach einem Ausweg gelang es Sauerbruch dank seiner Persönlichkeit und seines Engagements die finanzielle Unterstützung der Familie Brown-Boveri zu gewinnen und damit am 02. Mai 1919 die „Deutsche Ersatzgliedergesellschaft Sauerbruch G.m.b.H. - DERSA“ zu gründen. Mit ihr wurde ein neuartiges Vertriebssystem geschaffen von erstmals normalisierten und typisierten Armprothesen und deren Paßteilen mit einem Verteilernetz über ganz Deutschland. Sauerbruchs Wunsch, die Familie Brown-Boveri aus Dankbarkeit für ihre Hilfe im Vorwort seines 2. Bandes „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ (1923) namentlich zu erwähnen, wurde seitens Brown-Boveri (Elektrotechnischer Großkonzern in Baden, Schweiz) abgelehnt.<sup>837</sup> Den Willen respektierend formuliert Sauerbruch in seinem

---

<sup>837</sup>Brief von Dr. Walter Boveri, Baden (Schweiz) vom 14.12.1922 an Sauerbruch, BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 58.

Vorwort: „Der letzte und entscheidende Anstoß für die Weiterentwicklung des jungen Unternehmens ging von Schweizer Freunden aus.“<sup>838</sup>

Neben der Vorbehandlung, Operation und Nachbehandlung sorgte man in Singen ab dem 01. Januar 1917 für die berufliche Rehabilitation der Prothesenträger, was aus heutiger Sicht richtungsweisend war. Es gab eine Berufsberatungsstelle sowie einen Gewerbeschulleiter und einen Stabsarzt, um den Patienten nach abgeschlossener medizinischer Behandlung die Wiederaufnahme der bisherigen Berufstätigkeit zu ermöglichen, oder ihnen individuell geeignete Umschulungen zu vermitteln.

Die Technik Sauerbruchs wurde von Lebsche während des 2. Weltkrieges weiterentwickelt. Während Kessler zwischen den Weltkriegen in den USA noch für das Sauerbruchverfahren warb, wurde die modifizierte Operatationstechnik von Lebsche dort in der Nachkriegszeit zum Standard erhoben.<sup>839</sup> Bei der Muskelkanalbildung mit ihren unterschiedlichen Lagevarianten hat sich nach Lebsche der Bizeps-Kanal am besten bewährt. Dem gegenüber steht das Krukenberg-Verfahren, dessen Vorteil darin besteht, daß das Fassen und Festhalten der Gegenstände zwischen Radius und Ulna ohne künstliche Hand möglich ist und durch das erhaltene Tastgefühl gesichert wird. Besonders bei langen Unterarmstümpfen kommt diese Methode zum Tragen.

Die Arbeitsgruppe um Brückner (Leipzig) war Anfang der 90er Jahre (1988-1993) bisher die letzte, die sich mit der Kineplastik nach Sauerbruch befaßte und einige aktuelle Behandlungsergebnisse mit gutem Erfolg vorlegte.

Im November 1927 kommt Sauerbruch dem Ruf an die Charité in Berlin nach. Mit dem Wechsel erscheinen von ihm keine Veröffentlichungen mehr zu dem Thema „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“.

Als Prothesenversorgungsbeispiele können zwei Nachuntersuchungen von Armamputierten, sogenannten „Ohnhändern“ angeführt werden, die beide in den 40er Jahren operiert wurden und mit deren armprothetischer Versorgung jeweils ein Therapieerfolg erreicht wurde.

---

<sup>838</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, Vorwort.

<sup>839</sup>Weir, R.F., 1998, S. 9.

Der Kunstmaler Hubert Weber stellt sich dabei als ein außergewöhnlicher Fall dar, nicht nur weil er als „Sauerbruch-Vorzeigepatient“ galt. Er wurde in Berlin mehrfach von Sauerbruch operiert. Sauerbruch gelang bei ihm 1942 eine 17 cm lange osteoplastische Stumpfverlängerung des linken Humerus durch Tibiaspantransplantation, die wegen einer Trümmerfraktur des linken Oberarms durchgeführt wurde. Weber erhielt eine beidseitige Sauerbrucharmprothese, die ihm eine beispiellose Karriere als akademischen Kunstmaler und Bildhauer ermöglichte.

Der zweite Patient Heinrich K. wurde in München von Lebsche operiert. Linksseitig wurde er nach Sauerbruch und rechtsseitig nach Krukenberg versorgt. Die hervorragend gelungene Unterarmplastik nach Krukenberg ermöglichte ihm bis zur Pensionierung als kaufmännischer Angestellter zu arbeiten. Seine Geschicklichkeit und seine feine Handschrift mit dem Krukenbergarm führten zu vielen Einladungen auf Demonstrationsabenden. Die guten Ergebnisse des Krukenbergarmes haben bei ihm allerdings zur Folge, daß er den Sauerbrucharm nur als Schmuckarm nutzt.

Beide Versorgungsfälle stellen sowohl für die eine, als auch für die andere Operationstechnik ein uneingeschränkt positives Ergebnis dar. Neben der medizinischen Diskussion, welche von beiden die bessere Versorgung gewährt, sollte im Sinne Sauerbruchs stets der Wunsch des Patienten im Vordergrund stehen, denn er ist es letztlich, der die Richtung vorgibt, wie Sauerbruch treffend bemerkt: „Somit liegt das Endurteil über die Brauchbarkeit und Nützlichkeit weder beim Arzt noch beim Techniker, sondern nur bei dem Kranken.“<sup>840</sup>

---

<sup>840</sup>Sauerbruch, F.; Horn, C. ten, 1923, S. 213.

## IV. Quellennachweis:

### 1. Handschriftliche Quellen/Objekte

a.) Berlin, Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz (=BSBPK), Handschriftenabteilung, Potsdamer Straße 33, Nachlass 262 (Ernst Ferdinand Sauerbruch), Kiste 1-146.

b.) Dortmund, Bundesfachschule für Orthopädie-Technik e.V., Schliepstr. 6-8.

c.) Dortmund-Eichlinghofen, Patentauslagestelle der Universität Dortmund, Vogelpothsweg 76.

Patentschrift Nr. 251 355 vom 02.08.1911 Carnes-Arm.

Patentschrift Nr. 265 058 vom 11.12.1912 Carnes-Arm (Einzug-Hand).

Patentschrift Nr. 266 209 vom 11.12.1912 Carnes-Arm, Pro- u. Supinations-Getriebe (durch Ellbogenbeugung).

Patentschrift Nr. 30 97 97 - Klasse 30d Gruppe 2 - vom 18.12.1917 Ferdinand Sauerbruch, Zürich: Zahnsperre für das bewegliche Greiforgan von Kunsthänden und Arbeitsprothesen.

Patentschrift Nr. 33 33 22 - Klasse 30d Gruppe 2 - vom 09.12.1919 Deutsche Ersatzglieder-gesellschaft Sauerbruch G.m.b.H. in Singen-Hohentwiel: Künstliche Hand.

Patentschrift Nr. 33 15 15 - Klasse 30d Gruppe1/01- vom 15.02.1920 Deutsche Ersatzglieder-gesellschaft Sauerbruch G.m.b.H. in Singen-Hohentwiel: Muskelkanalstift mit widerstandserhöhender Einlage.

Patentschrift Nr. 36 56 23 - Klasse 30d Gruppe 2- vom 16.01.1921 Deutsche Ersatzglieder-gesellschaft Sauerbruch G.m.b.H. in Singen a.H.: Arbeitsvorrichtung für künstliche Glieder, insbesondere Hände.

Patentschrift Nr. 36 22 86 - Klasse 30d Gruppe 2 - vom 07.09.1920 Jacob Hüfner in Baden-Baden: Sperre für künstliche Hände.

Patentschrift Nr. 580 595 - Klasse 30d Gruppe 2 - 19.03.1932 Felix Rohrmann in St.Gallen, Schweiz: Künstliche Hand.

d.) Oberhaching, DERSA, Santitätshaus DERSA Orthopädietechnik, Raiffeisenallee 14: Katalog über Armprothesen, Preisliste über willkürlich bewegliche Armprothesen und deren normale Bestandteile nach dem System des Geh. Hofrats und Universitäts-Professors Dr. Sauerbruch, München, Ausgabe 1919-20.  
Prospekt, Deutsche Ersatzglieder-Werkstätten DERSA Dr. König KG, Reichenbachstr. 24, 80469 München.

e.) Singen, Stadtarchiv (=SSTA), August-Ruf-Str. 7  
Gesprächsprotokoll vom 03.03.1977: Orthopädische Werkstätte,

Gespräch mit Else Georg (Tochter von M. Schechtl).

Vier originale Sauerbruch-Prothesen von M. Pfänder: zwei Sauerbruch-Unterarmprothesen links, zwei Sauerbruch-Oberarmprothesen rechts.

Abbildungen vom Vereins- /Reservelazarett Singen.

f.) Singen, Peter Georg (Enkel von M. Schechtl), Ekkehardstraße 22:

Briefwechsel vom 30.01.2000-08.03.2000, Abbildungen von der Prothesenwerkstätte Singen, Lebenslauf von M. Schechtl (1873-1957).

g.) Stuttgart, Hauptstaatsarchiv Stuttgart (=SHSTA), Konrad-Adenauer-Str. 4,

Militärische Personalakte von Dr. Gustav Adolf Walcher (1856-1935) - M 430/3 Bü 11961, Handgeschriebener Lebenslauf von Dr. Gustav Adolf Walcher vom 16.06.1882.

## 2. Literaturverzeichnis

Abe, Horst Rudolf: Die Erfurter Assistentenzeit von Ernst Friedrich Sauerbruch (1901/02) und ihre medizinische Bedeutung. In: Acta Historica Leopoldina, Nr. 9, 1975, S. 281-299.

Aberle, Rudolf Ritter von: Künstliche Gliedmaßen für Kriegsverwundete.  
In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 35, 1916, S. 584-610.

Ackerknecht, Erwin H.: Geschichte der Medizin. Stuttgart 1959, <sup>7</sup>1992.

Allredge, Rufus H.: The Cineplastic Method in Upper-Extremity Amputations.  
J. Bone & Joint surgery; 30-A, 1948, pp. 359-372.

Anderson, Miles H.: Arm Amputee Checkout and Training.  
University of California, Los Angeles 1957.

Anschütz, Willi: Beiträge zur Behandlung der Amputationsstümpfe nach Sauerbruchscher Methode. In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 66, 1919, S. 459-461.

Anschütz, Willi: Stumpffplastik nach Sauerbruch.  
Sitzung der Med. Gesellschaft zu Kiel, 16. Juni 1917.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917, S. 1176-1177.

Baeyer, Hans Ritter von: Armersatz nach Carnes oder Sauerbruch?  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917, S. 39.

Bade, Peter: Ein Vorschlag zur Herstellung eines künstlichen Armes.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 62, 1915, S. 1168-1169.

Ballif, Pierre: Description d'une main et d'une jambe artificielles, inventées par Pierre Ballif.  
Berlin 1818.

Bauer, Felix: Arzt und Bandagist.  
In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 37, 1917, S. 15-19.

Baumgartner, René; Botta, Pierre: Amputation und Prothesenversorgung der oberen Extremität. Stuttgart 1997.

Beaufort, Comte de: Considerations générales sur la prothèse des membres.  
Paris 1861.

Beaufort, Comte de: Recherches sur la prothèse des membres.  
Paris 1867.

Becher, Julius E.: Bericht über neun nach Krukenberg operierte Fälle. Berichte aus chirurgischen Gesellschaften. Vereinigung Niederrheinisch-Westfälischer Chirurgen.  
70. Tagung am 12.11.1927 Düsseldorf. In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 55, 1928, S. 223.

Beely, F.: Zur Stumpfbildung bei Amputation und Exartikulationen an den oberen Extremitäten. In: Archiv für Klinische Chirurgie, Bd. 63, 1901, S. 922-927.

Bettmann: Psychogene Stumpfgymnastik.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, S. 630-631.

Benad-Wagenhoff, Volker: Georg Schlesinger.

In: Treue, Wilhelm; König, Wolfgang (Hrsg.): Berlinische Lebensbilder Techniker, Berlin 1990, S. 111-124.

Berner, Herbert; Brosig, Reinhard (Hrsg.): Singener Stadtgeschichte, Bd. 3: Singen, die junge Stadt. Sigmaringen 1994.

Bestelmeyer, R.: Weitere Erfahrungen mit der willkürlich beweglichen Hand, vorgetragen am 2. Sitzungstage des 44. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 08.04.1920.

In: Archiv für klinische Chirurgie, Bd. 114, Berlin, 1920, S. 759-763.

Bethe, Albrecht: Das Problem der willkürlich bewegten künstlichen Hand.

In: Singener Nachrichten vom 05.07.1916 und Frankfurter Zeitung Nr.183, 1916 a.

Bethe, Albrecht: Beiträge zum Problem der willkürlich beweglichen Prothesen.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916 b, S. 1577-1579.

Bethe, Albrecht: Beiträge zum Problem der willkürlich beweglichen Prothese, II. Uebungs- und Untersuchungsapparat für Armamputierte nach Kanalisierung der Muskelstümpfe (Operation nach Sauerbruch).

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917 a, S. 1001-1003.

Bethe, Albrecht: Beiträge zum Problem der willkürlich beweglichen Armprothesen.

III. Konstruktionsprinzipien willkürlich beweglicher Armprothesen.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917 b, S. 1625-1629.

Bethe, Albrecht: Entgegnung auf die vorstehende Zuschrift von Schlesinger und Meyer (Zum Problem der willkürlich beweglichen Prothesen).

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 68, 1921, S. 886.

Biedermann, Max: Die Arbeiten der Singener Werkstätte für Ersatzglieder nach System des Herrn Prof. Sauerbruch.

In: Chirurgisch-Technisches Korrespondenz-Blatt, Bd. 39, 1918, S. 221-227.

Biesalski, Konrad: Ueber Prothesen bei Amputationen des Armes insbesondere des Oberarmes.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 62, 1915, S. 1492-1496.

Biesalski, Konrad: Der Arbeitsarm und der Armstumpf.

In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. XXXVI, 1917 a, S. 233-249.

Biesalski, Konrad: Die Kunstglieder der Versuchs- und Lehrwerkstätte des Oskar-Helene-Heims. In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. XXXVII, 1917 b, S. 174-278.

Biesalski, Konrad: Die Kunstglieder. Stuttgart 1917 c.

Biesalski, Konrad: Beitrag zum Bau des Sauerbruch-Kunstarmes. Aus dem Oskar-Helene-Heim in Berlin-Zehlendorf.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 65, 1918, S. 901-902.

Biesalski, Konrad: Kraftquellen für selbstätige Kunstglieder. Referat zur 14. Tagung der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft vom 17.-18.09. 1918 in Wien, Verhandlungen der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft, Stuttgart 1919, S. 187-283. Beilageheft der Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. XXXVIII.

Blencke, August: Einige Bemerkungen über Stumpfbehandlung und über ein neues, durch die Oberschenkelstumpfmuskulatur bewegliches künstliches Bein.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916, S. 1633-1635.

Blencke, August: Kurze Bemerkungen zur Sauerbruch-Operation und –Prothese.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 69, 1922, S. 202.

Blencke, August: Einiges aus meiner Erfahrungsmappe über Stümpfe und Prothesen.

In: Zeitschrift für Orthopädischen Chirurgie, Bd. 37, 1917, S. 20-82.

Bois-Reymond, René du: Die Entwicklung des Baues künstlicher Arme.

A) Die menschliche Hand im Vergleich zur Kunsthand.

In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 43, 1917, S. 1185-1187.

Bonnet, Robert: Die Hand und ihr Ersatz. Bonn 1915.

Borchardt, M.: Aufgaben und Ziele der Prüfstelle der Prothesen.

In: Medizinische Klinik, Bd. 12, 1916 a, S. 163-164.

Borchardt, M.: Ueber ein neues Prinzip für die Herstellung künstlicher Arme für Oberarmamputierte.

In: Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 103, 1916 b, S. 641-652.

Borchardt, M.: Die Vorbereitung der Amputationsstümpfe zur willkürlichen Bewegung von Armprothesen. In: Berliner Klinische Wochenschrift, Bd. 55, 1918, S. 1068-1072.

Borchardt, M. ; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen für Kriegsgeschädigte und Unfallverletzte. Berlin 1919.

Borchers, Eduard: Zur Mobilisierung der Muskelenden bei Bildung Sauerbruch'scher Amputationsstümpfe. In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 44, 1917, S. 1097-1100.

Böhm, Max: Die Lehre von den Ersatzgliedern. In: Kirschner, M.; Nordmann, O.: Die Chirurgie, Bd. 1. Berlin, Wien 1925, S. 551-607.

Böhm, Max: Behelfsarme. In: Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G., Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen, Berlin 1919, S. 666-682.

Brückner, Lutz: Die Operation nach Sauerbruch-Lebsche-Vanghetti (Sauerbruch-Kineplastik). In: Operative Orthopädie und Traumatologie, Heft 3, 1991, S. 186-195.

Brückner, Lutz; Krieghoff, R.; Schneider, R.: Gibt es eine Renaissance der Kineplastik nach Sauerbruch? In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 113, 1988, S. 1253-1262.

Brückner, Lutz; Krieghoff, R.; Arnhold, W.; Schneider, R.: Erfahrungsbericht über die Wiedereinführung der Operation nach Sauerbruch-Lebsche (Sauerbruch-Kineplastik). In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 115, 1990, S. 293-299.

Brunn, Walter von: Die Prothesenarbeiten im Reservelazarett Singen. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 45, 1919, S. 411.

Brunn, Walter von: Kurze Geschichte der Chirurgie. Berlin 1928, Reprint: Berlin, Heidelberg, New York 1973.

Ceci, Antonio: Amputations cinéplastiques des membres superieurs. In: La presse Medicale, Nr. 92, Bd. 14, 1906, S. 745-747.

Ceci, Antonio: Neue Operationsmethoden für Amputationen an den Gliedmaßen, Congrès française de Chirurgie XIX. Tagung, Paris 1906. In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 34, 1907, S. 472.

Cohn, Max: Zu Sauerbruch's „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“, zugleich ein Beitrag über die Ursachen der Stumpfbeschwerden. In: Berliner Klinische Wochenschrift, Bd. 53, 1916, S. 941-944.

Cohn, Max: Meine Erfahrungen mit dem Carnes-Arm. Berlin 1917 a.

Cohn, Max: Der Carnes-Arm. In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 36, 1917 b, S. 262-264.

Drüner, L.: Ueber die bewegliche künstliche Hand. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 44, 1918 a, S. 181-182.

Drüner, L.: Ueber die Bewegungsstümpfe am Arm. In: Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 112, 1918 b, S. 700-716.

Eckart, Wolfgang U.; Gradmann, Christoph (Hrsg.): Die Medizin und der Erste Weltkrieg. Pfaffenweiler 1996.

Elgart, J.: Amputatio humeri osteoplastica et antibrachii tenoplastica. Ein Beitrag zur Frage der künstlichen Hand. In: Archiv für Klinische Chirurgie, Bd. 88, 1909, S. 240-260.

Enderlen, Eugen: Muskelwulstplastik nach Ceci am Vorderarm. Referat beim Würzburger Ärzteverein am 30.05.1916.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916, S. 1092.

Erlacher, Philipp: Die Versorgung unserer Amputierten.

In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. XXVII, 1917, S. 434-491.

Erlacher, Philipp: Eine neue Methode der Bildung des Hautkanals bei Muskelunterfütterungen.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 65, 1918, S. 1022-1023.

Esser, J.F.S.: Muskelplastik bei Amputationsstümpfen zwecks Steuerung und Fixierung der Prothese. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 43, 1917, S. 1472-1475.

Exner, Wilhelm: Der K.K. Verein „Die Technik für Kriegsinvaliden“.

In: Borchardt, M; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G., Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 58-68.

Felix, Willi: Rede zur Gedächtnisfeier anlässlich des 80. Geburtstages von Ferdinand Sauerbruch am 3.7.1955. In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 80, 1955, S. 1617-1624.

Felix, Willi: Ernst von Bergmann, August Bier und Ferdinand Sauerbruch. Zur 250-Jahrfeier der Charité in Berlin. In: Leopoldina, 1958/59, Ser. 3, 4/5, S. 234-247.

Flockemann, A.: Ueber die Krukenberg-Hand (plastische Umwertung von Vorderarmstümpfen).

In: Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 117, 1919, S. 581-607.

Fraenkel, J.: Der Krukenbergarm.

In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 49, 1922, S. 1793-1795.

Francesco, Donato de: Verwerthung eines alten Amputationsstumpfes mittels plastischer Resection nach Vanghetti. (Methode A: Keule.).

In: Archiv für Klinische Chirurgie, Bd. 87, 1908, S. 571-587.

Frey, Emil K.. Geheimrat Prof. Dr. Ferdinand Sauerbruch zum 75. Geburtstag.

In: Langenbecks Archiv und Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 265, 1950, S. 273-278.

Frey, Emil K.: Sauerbruch.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 93, 1951, S. 1621-1628.

Fritze, Hermann Eduard: Arthroplastik, oder die sämmtlichen, bisher bekannt gewordenen künstlichen Hände und Füße zum Ersatz dieser verlorenen gegangenen Gliedmassen nach Manuscripten des Königl. Geheimen Medicinal-Rathes, Professor Dr. C. A. F. Kluge. Lemgo 1842.

Genschorek, Wolfgang: Ferdinand Sauerbruch. Ein Leben für die Chirurgie. Leipzig 1978, <sup>8</sup>1989.

Gerchow, Jan (Hrsg.): Ebenbilder: Kopien von Körpern - Modelle des Menschen;

Ruhrlandmuseum Essen, Ausstellung vom 26. März bis 30. Juni 2002.  
Museumskatalog. Ostfildern-Ruit 2002, S. 260-261.

Gocht, Hermann: Künstliche Glieder. Stuttgart 1907.  
Gocht, Hermann; Radike, R.; Schede, F.: Künstliche Glieder. Stuttgart <sup>2</sup>1920.

Goerke, Heinz: Arzt und Heilkunde, 3000 Jahre Medizin. Vom Asklepiospriester zum  
Kliniker. Köln 1998.

Görlach, Rudolph: Beitrag zur Frage der Tragfähigkeit von Amputationsstümpfen.  
Med. Diss. Gießen 1920.

Görlach, Rudolph: Das Schicksal der Ohnhänder.  
In: Arbeit und Gesundheit, Heft 19, Berlin 1931, S. 43-54.

Graefe, Carl Ferdinand von: Normen für die Ablösung grösserer Gliedmassen nach  
Erfahrungsgrundsätzen entworfen. Berlin 1812.

Gurlt, E.. Geschichte der Chirurgie und ihrer Ausübung. Bd. 2 u. Bd. 3, Hildesheim 1964.  
Reprografischer Nachdruck der Ausgabe Berlin 1898.

Gurlt, E.; Wernig, A.; Hirsch, A. (Hrsg.): Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte  
aller Zeiten und Völker, Bd. 3, Berlin, Wien <sup>2</sup>1931, S. 680-681.

Hartmann, Konrad: Die Prüfstelle für Ersatzglieder.  
In: Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H.  
(Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 18-57.

Heusner, L.: Ueber künstliche Gliedmaßen.  
In: Joachimsthal, G. (Hrsg.): Handbuch der Orthopädischen Chirurgie, Bd. 2, 2. Hälfte, Jena  
1905, S. 721-749.

Hildebrand, Otto (Hrsg.): Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gebiet der Chirurgie.  
Bericht über das Jahr 1917. Bd. 23, München und Wiesbaden 1921, S. 520-526.

Hohmann, G.: Außerordentliche Tagung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie.  
Berlin, 08.-09.02.1916.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916, S. 282-285.

Hohmann, G.; Schede, F.: Künstliche Glieder. Die künstlichen Arme.  
In: Lange, F.: Lehrbuch der Orthopädie. Jena <sup>2</sup>1922, S. 553-564.

Holmgren, Kurt: Die künstliche Hand beim Doppeltarmamputierten.  
In: Berliner Klinische Wochenschrift, Bd. 58, 1921, S. 831-835.

Horn, C. ten: Beobachtung an Sauerbruchschen Operationsstümpfen.  
Ein Beitrag zur Kenntnis der Muskelempfindungen.  
In: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 161, 1921, S. 338-355.

- Horn, C. ten: Spätergebnisse bei Sauerbruchamputierten.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 69, 1922 a, S. 230-233.
- Horn, C. ten: Über die Bewertung des Sauerbruchverfahrens. - Bewertung zu der Arbeit Jotzkowitz. In: Nr. 33 dieser Wochenschrift.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 69, 1922 b, S. 1346.
- Horn, C. ten: Weitere Beobachtungen an Sauerbruchschen Operationsstümpfen über Muskelsensibilität und Muskeldissoziationen.  
In: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd.169, 1922 c, S. 175-184.
- Horn, C. ten: Weitere Beobachtungen an Sauerbruchschen Operationsstümpfen (3. Mitteilung).  
In: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 169, 1922 d, S. 185-198.
- Jaeckel, Gerhard: Die Charité. Die Geschichte eines Weltzentrums der Medizin.  
Bayreuth 1963, <sup>2</sup>1986.
- Janssen, Peter: Was muß der Lazarettarzt von der Prothese wissen?  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917, S. 389-401.
- Jotzkowitz, Paul: Wie hat sich das Sauerbruchverfahren für Armamputierte bewährt?  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 69, 1922, S.1212-1214.
- Jotzkowitz, Paul: Ergebnisse der orthopädischen Versorgung der kriegsbeschädigten Armamputierten Deutschlands. In: Arbeit und Gesundheit, Heft 19, berlin 1931, S. 7-28.
- Karpinski, O.: Studien über künstliche Glieder. Berlin 1881.
- Kausch, W.: Zur Amputationsstumpfoperation nach Sauerbruch.  
In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 44, 1917, S. 498-500.
- Kessler, Henry H.: Cineplasty. Springfield, Illinois 1947.
- Kölliker, Theodor: Zur Frage des Armersatzes.  
In: Deutsche Militärärztliche Zeitschrift, Bd. 18, 1918, S. 317-320.
- Krais, Felix: Die Verwendungsmöglichkeiten der Kriegsgeschädigten. Stuttgart 1916.
- Kreuz, Lothar: Die fühlende Kunsthand.  
In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 76, 1951, S. 1101-1103.
- Krukenberg, Hermann: Über plastische Umwertung von Armamputationsstümpfen.  
Stuttgart 1917.
- Krukenberg, Hermann: Vorbereitungen und Herstellung lebender Kunstglieder.  
In: Verhandlungen der 3. Kriegschirurgentagung Brüssel, 11.-12. Februar 1918,  
Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 113, 1918, S. 170-172.

Krukenberg, Hermann: Knochenplastik. In: Borchardt, M.; Hartmann, K; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 253-256.

Krukenberg, Hermann: Zur Krukenberg-Hand. Vereinigung Niederrheinisch-Westfälischer Chirurgen, 70. Tagung am 12.11.1927 in Düsseldorf.  
In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 55, 1928, S. 222.

Krukenberg, Hermann: Erfahrungen mit der Krukenberg-Hand.  
In: Archiv für Klinische Chirurgie, Bd. 165, 1931, S. 191-201.

Kümmerle, Fritz: Ferdinand Sauerbruch. In: Treue, Wilhelm; Winau, Rolf (Hrsg.): Berlinische Lebensbilder: Bd. 2. Mediziner, Berlin 1987, S. 359-366.

Lamzweerde, J. B. van: Appendix ad armamentarium chirurgicum. J. Sculteti, Paris 1692.

Lange, Fritz: Der Sonntagsarm.  
In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 36, 1917 a, S. 250-257.

Lange, Fritz: Eine neue Kunst- und Arbeitshand.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917 b, S. 661-664.

Langer, Kurt: Klinische Erfahrungen mit dem Sauerbrucharm. Med. Diss. Leipzig 1927.

Lebsche, Max: Ohnhänder.  
In: Langenbeck's Archiv für Klinische Chirurgie, Bd. 265, 1950, S. 292-295.

Lehmann, Albert: Eine neue Armprothese. Med. Diss. Königsberg 1916.

Le Vay, David: The History of Orthopaedics.  
Carnforth, UK; Park Ridge, New Jersey, USA 1990.

Lodes, R.: Ergebnisse der Kineplastik nach Sauerbruch-Lebsche.  
In: Zeitschrift für Orthopädie: Beilageheft 102, Stuttgart 1966, S. 16-57.

Lodes, R.; Schopp, R.; Tauber, K.: Sauerbruch-Kanalbildung (Kineplastik), Stuttgart 1966.

Löffler, Liebhard: Der Ersatz für die obere Extremität. Die Entwicklung von den ersten Zeugnissen bis heute. Stuttgart 1984.

Löffler, Liebhard: Die Braunschweiger Hand und Herzog Christian II. Altersbestimmung und Erbauerberufsgruppe.  
In: Würzburger medizinhistorische Mitteilungen, Bd. 18, 1999, S. 65-74.

Lotsch, Fritz: Die allgemeine Lehre von den Verletzungen und den Wunden.  
In: Kirschner, M.; Nordmann, O. (Hrsg.): Die Chirurgie, Bd.1. Berlin, Wien 1925, S. 538-550.

Martini, O.: Über künstliche Gliedmaßen. In: Schmidts Jahrbücher, Bd. 115, 1862, S. 103-113.

Marquardt, W.: Sauerbruch-Kanalbildung (Kineplastik).

In: Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete, Bd. 102, 1967, S. 475.

Mayer, A.: Gustav Adolf Walcher.

In: Zentralblatt für Gynäkologie, Bd. 59, 1935, S. 2705-2706.

Merckle: Ueber Amputationstechnik im Felde.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 61, 1914, S. 2296.

Meyer, Karl: Die Muskelkräfte Sauerbruch-Operierter und der Kraftverbrauch künstlicher Hände und Arme. Ing. Diss. Technische Hochschule Berlin 1919.

Meyer, Karl: Die Muskelkräfte Sauerbruch-Operierter und der Kraftverbrauch künstlicher Hände und Arme.

In: Archiv für Orthopädische und Unfall-Chirurgie, Bd. 17, 1920, S. 594-652.

Michler, M.: Hermann Krukenberg und seine Unterarmplastik.

In: Medizinische-Orthopädische Technik, Teil I, 6/1985, S. 183-188; Teil II, 3/1986, S. 61-99; Teil III, 1/1987, S. 36-41, Teil IV, 3/1987, S. 117-120.

Mietens, Theodor: Ein willkürlich beweglicher Arbeitsarm.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917, S. 100-103.

Mitscherlich, Alexander; Mielke, Fred: Medizin ohne Menschlichkeit.

Frankfurt am Main 1993.

Mosberg, B.: Zur Armprothesenfrage.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916, S. 1818.

Möslein, R.: Ergebnisse des Sauerbruchverfahrens.

In: Jottkowitz, Paul (Hrsg.): Ergebnisse der orthopädischen Versorgung der kriegsbeschädigten Armamputierten Deutschlands, Arbeit und Gesundheit: Heft 19, Berlin 1931, S. 29-41.

Müller, O.: Beitrag zur Bildung des Kanals beim Sauerbrucharms.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 66, 1919, S. 876-877.

Müller, Wilhelm: Allgemeines über die Technik der Amputationen, Exartikulationen und Gelenkoperationen und Operationen an der oberen Extremität.

In: Bier, August; Braun, H.; Kümmell, H. (Hrsg.): Chirurgische Operationslehre, Bd. III, Leipzig<sup>1</sup> 1913, S. 397-691.

Nagy, A.: Vorschlag einer neuartigen Sehnenplastik zur Bewegung mechanischer Prothesen.

In: Der Militärarzt, Nr. 10, 1915, S. 158-160.

Näder, Max: Prothesen der oberen Extremität. Mit Beitrag von Blohmke, F.: Stand der Entwicklung von Armprothesen. Duderstadt 1988.

Nicolai, August: Der Schmuckarm.

In: Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 683-707.

Nissen, Rudolf: Kineplastische Stumpfoperationen nach Sauerbruch. Die plastische Umwandlung des Unterarmstumpfes nach Krukenberg.

In: Bier, August; Braun, H.; Kümmell, H. (Hrsg.): Chirurgische Operationslehre, Bd. V, Leipzig <sup>6</sup>1933, S. 121-130.

Nissen, Rudolf; Bergmann, Ernst: Cineplastic Operations on Stumps of the Upper Extremity. New York 1942.

Nissen, Rudolf: Ernst Ferdinand Sauerbruch zum Gedenken.

In: Die medizinische Welt, 20.Jahrg., 1951, S. 967.

Nissen, Rudolf: Helle Blätter - Dunkle Blätter, Erinnerungen eines Chirurgen. Stuttgart 1969.

Norpoth, Leo: Ferdinand Sauerbruch.

In: Rheinische Lebensbilder, Bd.1, Köln 1961, S. 207-223.

Paré, Ambroise: Dix livres de la chirurgie, avec le magasin des instrumens necessaires d'icelle. Paris 1564.

Paré, Ambroise: Oeuvres d'Ambroise Paré. Paris 1585.

Payr, Erwin: Amputationsstumpfplastik des Vorderarmes für aktive Bewegungen einer Handprothese. Medizinische Gesellschaft zu Leipzig, Sitzung vom 25. Januar 1916.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916 a, S. 356-358.

Payr, Erwin: Absetzung und Auslösung von Arm und Bein mit Rücksicht auf die Folgen.

In: Verhandlungen der 2. Kriegschirurgentagung, Berlin, 26.-27. April 1916, Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 101, 1916 b, S. 123-171.

Payr, Erwin: Über Nachoperationen an Amputationsstümpfen.

In: Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 164-201.

Plagemann, H.: Neue Wege zur Schaffung aktiver beweglicher Prothesen der unteren und oberen Extremität. In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916, S. 1772-1774.

Plöger, Jürgen: Langzeitergebnisse der Sauerbruch-Kineplastik. Med. Diss., Münster 1991.

Pochhammer: Ein Vorschlag zur Lösung des Problems der „willkürlich beweglichen künstlichen Hand“.

In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 42, 1916, S. 544-546 und S. 577-579.

Porter, Roy: Die Kunst des Heilens. Berlin, Heidelberg 2000.

Pürkhauer, R.: Der wirtschaftliche Wert des Sauerbruchverfahrens für Armamputierte.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 72, 1925, S. 1777-1778.

Pürkhauer, R.: Wieviele von der verordneten orthopädischen Apparaten werden von den Kranken getragen? In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 76, 1929, S. 238-240.  
Radike, R.: H. Schwiening.

In: Archiv für Orthopädische und Unfall-Chirurgie, Bd. 18, 1920 a, S. 1-2.

Radike, R.: Künstliche Arme und Hände. In: Gocht, H.; Radike, R.; Schede, F.,  
Künstliche Glieder, Stuttgart <sup>2</sup>1920 b, S. 163-394.

Radike, R.; Meyer, K.: Erfahrungen mit Sauerbrucharmen.

In: Archiv für Orthopädische und Unfall-Chirurgie, Bd. 17, 1920, S. 653-666.

Redwitz, E. v.: Ferdinand Sauerbruch (Nachruf).

In: Der Chirurg, Jg. 22, 1951, S. 385-387.

Rey: Der praktische Wert der Krukenberg'schen Operation am Unterarmstumpf.  
Breslauer Chirurgische Gesellschaft. Sitzung vom 08. Mai 1929 im Barmherzigen  
Brüderkloster. In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 56, 1929, S. 2011.

Riedinger, J.: Zur Frage der Arbeitsarme.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916, S. 1280.

Ritter, C.: Amputationen und Exartikulationen.

In: Lehrbuch der Chirurgie, Bd. 2, begründet von Wullstein, L.; Wilms, M., Jena <sup>9</sup>1931,  
S. 426-460.

Rost: Wieviele von den verordneten orthopädischen Apparaten werden von den Kranken  
getragen? In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 75, 1928, S. 1630.

Santschi, William R.: Manual of Upper Extremity Prothetic.

University of California at Los Angeles 1958.

Sauerbruch, Ferdinand: Chirurgische Vorarbeit für eine willkürlich bewegliche Hand.

In: Medizinische Klinik, Bd. 11, 1915, S. 125-126.

Sauerbruch, Ferdinand: Weitere Mitteilungen über die willkürlich bewegliche Hand.

In: Medizinische Klinik, Bd. 12, 1916 a, S.139-144.

Sauerbruch, Ferdinand: Weitere Fortschritte willkürlich beweglicher Prothesen für Arm- und  
Beinstümpfe aus dem Reservelazarett Singen und der Chirurgischen Klinik Zürich.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916 b, S. 1769-1770.

Sauerbruch, Ferdinand: Die willkürlich bewegbare künstliche Hand. Mit anatomischen

Beiträgen von Ruge, G. und Felix, W. und unter Mitwirkung von Stadler, A., Berlin 1916 c.

Sauerbruch, Ferdinand: Verhandlungen der zweiten Kriegschirurgentagung Berlin, 26. und 27. April 1916.

In: Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 100, 1916 d, S. 184.

Sauerbruch, Ferdinand: Die Verwendung willkürlich bewegbarer Prothesen bei unseren Kriegsamputierten aus dem Reservelazarett Singen-Hohentwiel.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917 a, S. 657-661.

Sauerbruch, Ferdinand: Kineplastische Operationen bei Armamputierten.

Wiener medizinische Gesellschaften, Sitzung vom 08.06.1917.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 64, 1917 b, S. 920.

Sauerbruch, Ferdinand: Kinetische Armprothesen.

In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 36, 1917 c, S. 257-261.

Sauerbruch, Ferdinand: Vorbereitung und Herstellung lebender Kunstglieder.

In: Verhandlungen der 3. Kriegschirurgentagung Brüssel, 11.-12. Februar 1918, Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 113, 1918 a, S. 163-169.

Sauerbruch, Ferdinand: Willkürlich bewegbare Arbeitsklaue.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 65, 1918 b, S. 257-258.

Sauerbruch, Ferdinand: Die plastische Umwandlung der Amputationsstümpfe für willkürlich bewegbare Ersatzglieder.

In: Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 234-252.

Sauerbruch, Ferdinand; Stadler, Alfred: Die praktischen Erfolge der willkürlich bewegbaren Hand. In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 67, 1920 a, S. 417-419.

Sauerbruch, Ferdinand: Der Stand der klinischen und operativen Chirurgie.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 67, 1920, S. 977-980.

Sauerbruch, Ferdinand; Horn, C. ten: Die willkürlich bewegbare künstliche Hand. Bd. 2, Berlin 1923.

Sauerbruch, Ferdinand: Aertzlicher Verein München. Sitzung vom 17. Dezember 1924.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 72, 1925, S. 157-158.

Sauerbruch, Ferdinand: Widmung an Alfred Stadler.

In: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 211, 1928, S. 225-226.

Sauerbruch, Ferdinand: Kurze Demonstration von Ergebnissen operativer Eingriffe.

In: Zentralblatt für Chirurgie, Jg. 72, 1947, S. 1492-1494.

Sauerbruch, Ferdinand: Das war mein Leben. Bad Wörishofen 1951.

Schanz, A.: Hoeftmann.

In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 38, 1918, S. 3-14.

Schede, F.: Krüppelvorsorge.

In: Lange, F.: Lehrbuch der Orthopädie, Jena <sup>2</sup>1922, S. 585-592.

Schede, M.: Allgemeines über Amputationen, Exartikulationen und künstliche Glieder, Stuttgart 1880.

Schenker, J.: Eine einfache Methode der Umbildung der Armamputationsstümpfe für die durch Muskelkrafttunnels bewegte Prothese.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 65, 1918, S. 732-733.

Schlee, H.: Die Kriegskrüppelfürsorge.

In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 35, 1916, S. 503-513.

Schlesinger, Georg: Die Mitarbeit des Ingenieurs bei der Durchbildung der Ersatzglieder.

In: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Bd. 61, 1917 a, S. 737-750.

Schlesinger, Georg: Die Herstellung der Berliner Hand.

In: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Bd. 61, 1917 b, S. 859-861.

Schlesinger, Georg: Entwicklung des Baues künstlicher Arme.

B) Physiologische Leistung und technische Ausführungsmöglichkeit des Kunstarms.

In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 43, 1917 c, S. 1187-1191.

Schlesinger Georg: Der mechanische Aufbau der künstlichen Glieder. I. Der Ersatzarm.

In: Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 321-573.

Schlesinger, Georg: Die technische Ausnutzung der kineplastischen Armstümpfe.

In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 46, 1920, S. 262-264.

Schlesinger, Georg: Zum Problem der willkürlich beweglichen Prothese.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 68, 1921, S. 886.

Schott, Heinz: Die Chronik der Medizin. Dortmund 1993.

Schwarzburger, Heiko: 125. Geburtstag von Georg Schlesinger.

In: Der Tagesspiegel vom 06.10.1999.

Schwiening, H.: Entwicklung und derzeitiger Stand der dienstlichen Vorschriften über Beschaffung von Ersatzgliedern für Kriegsangehörige.

In: Borchardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 1-17.

Seidler, Ferdinand: Anatomische Schwierigkeiten bei Sauerbruch-Operationen.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 65, 1918, S. 1021-1022.

Sendler, Peter: Von der Krüppelheilanstalt zum Universitätsklinikum. Die „Hüfferstiftung“ in Münster/Westfalen. (Studien zur Geschichte des Krankenwesens; 17) Herzogenrath 1984.

Siegel, L.: Der heutige Stand des Sauerbruchverfahrens bei Armamputierten unter besonderer Berücksichtigung der praktischen Dauerergebnisse.

In: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 211, 1928, S. 241-261.

Silberstein, Adolf: Bein- und Armersatz im Kgl. Orthopädischen Reservelazarett zu Nürnberg.

In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 37, 1917, S. 351-384.

Sippel, F.: Wie verhelfen wir den Kriegsverstümmelten durch Ersatzglieder wieder zur Arbeitsfähigkeit.

In: Kraus, Felix: Die Verwendungsmöglichkeiten der Kriegsbeschädigten. Stuttgart 1916, S. 33-70.

Slawinski, Z.: Zur Technik des beweglichen Stumpfes bei Amputationen.

In: Zentralblatt für Chirurgie, Bd. 40, 1913, S. 459-460.

Spitzzy, Hans: Zur Frage der Armprothesen.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 62, 1915, S. 1166-1167.

Spitzzy, Hans; Hartwig, A.: Orthopädische Behandlung Kriegsverwundeter. Wien 1915.

Spitzzy, Hans; Feldscharek, E.: Beidseitig Armamputierte.

In: Borhardt, M.; Hartmann, K.; Leymann, H.; Radike, R.; Schlesinger, G.; Schwiening, H. (Hrsg.): Ersatzglieder und Arbeitshilfen. Berlin 1919, S. 785-799.

Stadler, Alfred: Beiträge zur chirurgischen Behandlung und Umgestaltung von Armstümpfen für die willkürlich bewegliche Hand (aus dem Vereinslazarett zu Singen).

In: Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 103, 1916, S. 623-640.

Stodola, A.: Künstliche Gliedmaße: eine dankbare chirurgisch-mechanische Aufgabe.

In: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Bd. 59, 1915, S. 842-843.

Stöckel, Walter: Erinnerungen eines Frauenarztes. München 1966.

Stürmer, Michael: Das ruhelose Reich. Berlin 1994.

Tillion, Germaine: Frauenkonzentrationslager Ravensbrück.

Frankfurt am Main 2001.

Ulrich, Bernd; Ziemann, Benjamin (Hrsg.): Frontalltag im Ersten Weltkrieg.

Frankfurt am Main 1995.

Unger, Ernst: Ein Uebungsarm.

In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 63, 1916, S. 1214.

Valentin, Bruno: Geschichte der Orthopädie. Stuttgart 1961.

Vanghetti, Giuliano: Amputazioni, disarticolazioni e protesi. Firenze 1898.

Vanghetti, Giuliano: Plastica dei monconi a scopo di protesi cinematografica.  
In: Archivio d' Ortopedia - Anno XVI, Nr. 5-6, 1899.

Vanghetti, Giuliano: Plastica e protesi cinematografiche. Empoli 1906.

Vanghetti, Giuliano: Vitalizzazione delle membra artificiali. Ulrico Hoepli, Milano 1916.

Vanghetti, Giuliano: Vanghetti operation (a letter).  
In: British Medical Journal, Heft 2, 1918, S. 269.

Veraguth, Otto: Neurologische Untersuchungen an Amputierten mit willkürlich beweglichen Prothesen. In: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 161, 1921, S. 406-431.

Vosschulte, Karl: Ernst Ferdinand Sauerbruch (1875-1951).  
In: Engelhardt, Dietrich von; Hartmann, Fritz (Hrsg.): Klassiker der Medizin, Bd. 2, München 1991, S. 336-349.

Vulpus, Oskar: Was hat der Krieg hinsichtlich der Orthopädie Neues gelernt?  
In: Deutsche militärärztliche Zeitschrift, Bd. 18, 1918, S. 251-255.

Walcher, Gustav Adolf: Lebendiger Handersatz.  
In: Deutsche Medizinische Wochenschrift, Bd. 42, 1916, S. 1341-1342.

Walz, Alfred: Die Armprothese aus Metall des Herzog Anton Ulrich-Museums in Braunschweig. In: Würzburger medizinhistorische Mitteilungen, Bd. 18, 1999, S. 55-63.

Weir, Richard F.: A Century of the Sauerbruch-Lebsche-Vanghetti Muscle Cineplasty.  
In: The United States Experience Capabilities, Northwestern University Chicago, Vol. 7, Nummer 4, 1998.

Wetz, H. H.; Gisbertz, D.: Amputation und Prothetik.  
Teil 1: Amputation und Prothesenversorgung der oberen Extremität.  
In: Der Orthopäde, Bd. 27, 1998, S. 397-411.

Wetz, H. H.: Zur Geschichte der Armprothetik.  
In: Zichner, L.; Rauschmann, M. A.; Thomann, K.-D. (Hrsg.): Geschichte operativer Verfahren an den Bewegungsorganen (Jahrbuch Deutsches Orthopädisches Geschichts- und Forschungsmuseum; Bd. 2) Darmstadt 2000, S. 153-175.

Winau, Rolf: Auf dem Weg zum „Ersatzteilmenschen“.  
Technik und Medizin, Bd. 4, Düsseldorf 1993, S. 171-201.

Winter, Reinhard: Über die Krukenberg-Hand. Med. Diss. Bonn 1930.

Witzel, O.: Die Aufgaben für den Hand- und Armersatz der Kriegsbeschädigten.  
In: Münchener Medizinische Wochenschrift, Bd. 62, 1915, S. 1491-1492.

Wollenberg, G. A.: Hermann Krukenberg zum 70. Geburtstag (1863-1935).  
In: Zeitschrift für Orthopädische Chirurgie, Bd. 60, 1934, S. 273-278.

Ziegler, F.: Der Sauerbruch-Arm mit besonderer Berücksichtigung der Modifikation des Pectoralis-Kanals nach Prof. Lebsche. Med. Diss. München 1948.

Zimmermann, Armin: Drei Jahre Sauerbruch'sche Armstumpfoperationen (aus dem Reservelazarett Singen a. H.).

In: Bruns' Beiträge zur Klinischen Chirurgie, Bd. 116, 1919, S. 487-521.

Zuelzer, R.: Ein Kunstarm für Oberarmamputierte.

In: Berliner Klinische Wochenschrift, Bd. 56, 1919, S. 919-921.

### 3. Abbildungsnachweis

Abb. 1: E. F. Sauerbruch (1875-1951),

Photo: Peter Georg, Singen.

Abb. 2: A. Stadler (1868-1934),

Photo: Peter Georg, Singen.

Abb. 3: A. Stadler und F. Sauerbruch,

Photo: Singen, SSTA.

Abb. 4: Amtsgericht Singen,

Photo: M. F. Karpa, 1998.

Abb. 5: Realschule Singen,

Postkarte, Singen, SSTA. Nach Auskunft des Stadtarchivs Singen stammt das Foto aus den zwanziger Jahren. Der Poststempel trägt das Datum: August 1931, das Tagesdatum ist unleserlich.

Abb. 6: Reservelazarett in der Realschule Singen (1915-1918),

Photo: Singen, SSTA.

Abb. 7: Singener Lazarett,

Photo: Singen, SSTA.

Abb. 8: Haus von Martin Schechtl, Singen,

Photo: Peter Georg, Singen.

Abb. 9: Anprobe in der Werkstatt (1916-1918), Ekkehardstraße 22, Singen,

Photo: Peter Georg, Singen.

Abb.10: Prothesenanpassungswerkstätte in Singen,

Photo aus: Berner, Herbert, 1994, S. 230.

Abb.11: Prüfstelle für Ersatzglieder, Berlin-Charlottenburg,

Photo: Christine Alraun, 2001.

Abb.12: Gebäude des ehemaligen Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen, Technische Hochschule Berlin,

Photo: Christine Alraun, 2001.

Abb.13: Georg Schlesinger - Gedenktafel,

Photo: Christine Alraun, 2001.

Abb.14: Carnes-Arm bei Verlust der rechten Hand (1916)

Photo aus: Sippel, F., 1916, Tafel 31., Fig. 222 u. 224..

Abb.15: Carnes-Arm (1916),

Photo aus: Sippel, F., 1916, Tafel 32., Fig. 226..

Abb.16: Carnes-Arm (1916),

Photo aus: Sippel, F., 1916, Tafel 32., Fig. 227..

Abb.17: Sauerbruch-Unterarmprothese links,

Photo: M. F. Karpa, 1999.

Abb.18: Krukenberg-Plastik rechts (1945), Sauerbruch-Methode links (1945)

Photo: M. F. Karpa, 1999.

Abb.19: Muskelkanal mit Elfenbeinstift (Sauerbruch-Methode),

Photo: M. F. Karpa, 1999.

Abb.20: Sauerbruch-Unterarmprothese links,

Photo: M. F. Karpa, 1999.

Abb.21: Krukenberg-Plastik rechts (1945),

Photo: M. F. Karpa, 1999.

Abb.22: Schreibhilfe bei Krukenberg-Plastik rechts,

Photo: M. F. Karpa, 1999.

Abb.23: Schreibhilfe bei Krukenberg-Plastik rechts und Sauerbruch-Arm links,

Photo: M. F. Karpa, 1999.

Abb.24: Krukenberg-Prothese rechts,

Photo: M. F. Karpa, 1999.

## V. Anlagen

1.) *Protokoll über Orthopädische Werkstätte (nach Aufzeichnung der Else Georg, Tochter des Martin Schechtl, 03.03.1977, Stadtarchiv Singen).*<sup>841</sup>

Martin Schechtl wurde geboren am 12. Januar 1872 in Brandstädt in Oberbayern. Er war Mechaniker- und Schlossermeister, sowie Installateur und kam auf der üblichen Walz ca. 1898 nach Singen. Hier arbeitete er zunächst bei den Firmen Fitting und Maggi und in einem kleineren Betrieb beim Gasthaus „Mohren“. 1906 machte er sich selbstständig, damals erbaute er sein Haus in der Ekkehardstraße 22 (Baumeister Korn).

1916 wurde er zum Landsturm Ettlingen eingezogen. Da er bis dahin viel für Dr. Stadler (Chefarzt des Singener Krankenhauses, Leiter des Singener Lazarettes) gearbeitet hatte, reklamierte ihn dieser als unabhkömmlich wieder nach Singen zurück. Dr. Stadler vermittelte auch die Bekanntschaft mit Prof. Sauerbruch in Zürich. Nach Verhandlungen stellte Schechtl seine Werkstätte für Prof. Sauerbruch zur Verfügung, um hier die von ihm entwickelten beweglichen Prothesen zu bauen.

Die Werkstätte von Schechtl befand sich im Haus Ekkehardstraße 22, später wurde auch noch das Hinterhaus dazugenommen.

Prof. Sauerbruch brachte nun als seinen engen technischen Mitarbeiter einen Max Biedermann nach Singen (geb. in Wurmlingen bei Tuttlingen); Biedermann hatte bereits in Zürich mit Sauerbruch zusammengearbeitet. Er war ausgebildet als Prothesenbauer; seine Lehre hatte er in einer Tuttlinger Instrumentenfabrik absolviert.

1916 begann nun die Arbeit in Singen, zunächst mit Schechtl und Biedermann zusammen. Ab Ende 1917 kam ein Herr Theodor Otten, Erzbergerstraße 29 dazu; Otten hatte den Beruf des Prothesenbauers bereits um 1900 gelernt und wurde von Sauerbruch verwundet aus dem Lazarett Essen, wo er bereits wieder als kriegsverwendungsfähig geschrieben war, nach Singen geholt. - Otten feiert im März 1977 seinen 90. Geburtstag. -

Die orthopädische Werkstätte breitete sich sehr aus und beschlagnahmte in Kürze das ganze Haus mit Hintergebäude und war ein richtiger Fabrikbetrieb mit 36 Arbeitern. Die Mitarbeiter kamen aus allen Berufen, unter anderem war auch ein sehr begabter Holzschnitzer mit Namen Schwarz dabei, es waren Graveure und Handwerker, die Feinarbeit gewohnt waren. Das Büro dieses Fabrikbetriebes wurde von Lazarettoffizieren verwaltet.

---

<sup>841</sup>Singen, Stadtarchiv, SSTA.

Hergestellt wurden vor allem Arm- und auch Beinprothesen. Die Armprothesen waren mit den Muskeln verbunden und dadurch beweglich; Prof. Sauerbruch spaltete auch die Knochen und setzte die Prothesen mit Elfenbeinstiften ein; im Haus befand sich ein ganzes Lager von Elfenbeinzähnen. Sauerbruch hat die erste bewegliche Hand erfunden. Auch Schechtl betätigte sich erfinderisch und fand eine Möglichkeit, daß Beinamputierte mit dem Fuß stricken konnten (er ließ das Patent leider nicht registrieren).

Das Singener Reservelazarett befand sich in der damaligen Realschule für Soldaten, im Zentralhotel wurden Offiziere untergebracht. Unter den Soldaten und Offizieren befanden sich auch solche von den deutschen Alliierten. Diese wurden in Singen zu hunderten behandelt. Am Platz des heutigen Gefängnisses, damals eine Kiesgrube, standen etwa 10 Baracken für die Verwundeten (in unmittelbarer Nähe zum alten Krankenhaus).

Sauerbruch operierte wöchentlich zweimal. Er war sehr streng und gefürchtet; in der Werkstatt hatte man geradezu Angst vor ihm, weil er sehr genau war mit der Anfertigung der Prothesen. Andererseits war er aber auch ein sehr hilfsbereiter und sozial eingestellter Mensch. - Sehr viele Ärzte, auch aus dem Ausland kamen nach Singen, um sich von Sauerbruch in die Kunst des Operierens und Einsetzen von Prothesen ausbilden zu lassen. Einmal war auch Generalfeldmarschall Hindenburg als Besucher angesagt, aber er sagte kurzfristig ab.

Die Kriegsverwundeten kamen etwa bis zum Jahre 1920. - Nach der Berufung Sauerbruchs nach München führte Dr. Stadler seine Prothesenoperationen fort.

Die Firma hieß damals DERSA = Deutsche Ersatzgliedergesellschaft =, die bis ca. 1920 bestand. Danach hieß der Betrieb wieder mechanische Werkstätte und Installationsgeschäft Martin Schechtl. Dieses Geschäft bestand bis etwa 1952/53; zuletzt arbeitete Schechtl in hohem Alter noch alleine.

Zu Beginn der 20ziger Jahre waren an der Firma beteiligt große Industriebetriebe wie die Firmen Mauser, Krupp, Brown und Boveri, Lanz und andere. Schechtl verkaufte an diese Gruppe sein Haus und wollte dafür das jetzige Haus Frank (Praxis Dr. Oexle) kaufen. Das Ganze zerschlug sich. Von der Inflation waren auch die beteiligten Firmen betroffen, immerhin gelang es mit Hilfe Sauerbruchs, daß Martin Schechtl sein altes Haus wieder zurückerwerben konnte (er besaß ein Vorkaufsrecht).

Nach 1920 lieferte Schechtl nur noch sogenannte „Handdrehungen“ aus Metall, eine Art Kugellager, das zwischen dem Arm- oder Beinstumpf und der künstlichen Prothese lag. Die Hand konnte auch mit einem Knopfdruck festgestellt werden (wenn, z.B. eine Tasche getragen werden sollte). Die Prothesen waren so geschaffen, daß sogar Doppelamputierte essen

konnten. In Singen war ein besonders bekannter Fall der doppelamputierte Georg Müller, der, 1917 amputiert, danach als Portier bei Alu-Singen arbeitete. - In den zwanziger und dreißiger Jahren lieferte Schechtl seine Handdrehungen insbesondere an die sogenannten orthopädischen Werke, eine Gemeinschaft von ca. 50 Geschäften in Deutschland. Weiterer Abnehmer war ein Betrieb Dr. König in München, der mit Sauerbruch besonders verbunden war (Sauerbruch wirkte an der Charité) in München.

Einer der Lehrlinge von Schechtl war auch ein gewisser Pfänder, der während des zweiten Weltkrieges ein von den deutschen orthopädischen Werken unterhaltenes Geschäft (DOW) eigentümlich übernahm, die heutige Firma Pfänder.

Die Werkstatteinrichtung wurde 1952/53 verkauft. Herr Schechtl lebte dann in der Ekkehardstraße 22, die letzten drei Jahre durch einen Schlaganfall gehindert, das Haus zu verlassen. Er war außerordentlich belesen und ist auch eines der Gründungsmitglieder des DRK in Singen.

Frau Georg gab mir nun noch einige Bilder:

Die Erfrischungshalle für Zivilinternierte, später auch heimkehrende Soldaten stand am Platz der heutigen Post bis ca. 1919.

Die Werkstatt in der Ekkehardstraße 22: Obere Bild: in der Mitte Biedermann, der gerade eine Prothese anlegt; rechts in Uniform steht Martin Schechtl.

Das untere Bild zeigt Biedermann mit Mütze; sonst einige Arbeiter; in der Mitte steht glatzköpfig Herr Schechtl.

Das Lazarettbild zeigt von links eine Schwester, dann Sauerbruch, Dr. Stadler, einen Doppelamputierte, einen Krankenwärter mit Namen Rohde, den Sauerbruch mitgebracht hatte, dann Schwester Hirlande und rechts Fräulein Rohde, eine Schwester des Sonnenwirtes Heinrich Wolf.

Das letzte Bild zeigt Martin Schechtl etwa im Jahre 1952 im hohem Alter.

Auch Herr Otten gab mir einige Bilder: Großherzogin Luise im Lazarett, dann Arbeiter der Firma Schechtl (vom Kriegsdienst reklamiert), in der Mitte Frau und Herr Anton Stengele, Gastwirt vom Lamm, wo die Arbeiter untergebracht waren.

Ein weiteres Bild zeigt von links zwei unbekannte Männer, in der Mitte Herr Otten mit Prothese, einen Herrn Keller, dann wieder ein Unbekannter und rechts einen Arbeiter mit Namen Siegwart, ca. 1919.

*2.) Fünfseitiger Einschreibebrief Sauerbruchs vom 18. November 1916 an Geheimrat*

*Hartmann, Vorsitzender und Prof. Schlesinger, Geschäftsführer der Prüfungsstelle für Ersatzglieder, Berlin-Charlottenburg, Frauenhoferstrasse:*

„Sehr geehrte Herren!

Sie werden heute bereits die Austrittserklärung aus der Prüfungsstelle für Ersatzglieder erhalten haben. Ergänzend zu dieser Mitteilung will ich Ihnen die Gründe auseinandersetzen, die mich zu diesem Schritt veranlassten.

Am vorigen Mittwoch war ich auf Veranlassung mehrerer Herren aus Karlsruhe, die sich um die Entwicklung der Singener Werkstatt sehr verdient gemacht haben, zu einem Vortrag eingeladen, dessen besonderer Zweck es war, über die Leistungen des Carnesarmes Aufschluss zu geben. Schon früher hatte ich Gelegenheit Carnesarmträger zu sehen und mich von ihren Leistungen zu überzeugen. Auf Grund der Eindrücke die bei kritischer Verwertung des Gesehenen bei mir zurückblieben, war ich überzeugt, dass niemals der Carnesarm ein erstrebenswertes Ziel unserer Arbeit für die Kriegsamputierten seien könne. Je länger je mehr erschien mir als eine der wichtigsten Aufgaben in Verbindung mit der operativen Umwandlung der Amputationsstümpfe ein brauchbares künstliches Glied zu schaffen. In dieser Auffassung haben mich auch die Auseinandersetzungen und Mitteilungen des Herrn Prof. Schlesinger, der von Anfang an überzeugt war, dass der Carnesarm die beste Lösung darstellte, nicht irre gemacht.

Als ich von dem Ankauf des Carnesarmes in den Tageszeitungen erfuhr, war ich überrascht. Überrascht einmal deswegen, dass dieser Ankauf im Schosse der Prüfungsstelle empfohlen wurde, ohne dass man es für nötig hielt mich, der ich von Anfang an der Prüfungsstelle angehörte, und der ich mich in besonderer Weise für die Verbesserung der Prothesentechnik interessiert habe.

Ich habe damals in dieser Angelegenheit an Herrn Prof. Reichel und auch an Herrn Prof. Schlesinger geschrieben und meinen Standpunkt auseinandergesetzt. Ich habe mich mit der Antwort, die mir die Herren zukommenließen, zunächst begnügt. Ich mußte glauben, dass auf Grund der Erfahrungen, die man bei der Prüfungsstelle bei dem doppelt amputierten Herrn Smith gemacht hatte, das entschiedene Eintreten für den Carnesarm sachlich berechtigt war, denn ich konnte mir nicht vorstellen, dass Arzt und Ingenieure der Prüfungsstelle zu diesem außerordentlichen Schritte des Ankaufs der Carnesarmpatente für diesen hohen Preis entschieden haben würden, wenn nicht Herr Smith durch seine Leistungen mit dem Arme den objektiven Beweis erbracht hätte, dass in der Tat ein brauchbares und zweckmäßiges Ersatzglied für die Amputierten gefunden worden sei.

Auch als ich in deutschen Lazaretten und in den Tageszeitungen die reklamehafte Anpreisung des Carnesarmes kennenlernte, schwieg ich. Nur an Herrn Prof. Reichel wandte ich mich und machte ihn auf die mich abstoßende Art aufmerksam mit der man für den Carnesarm allgemein in Deutschland Stimmung zu machen suchte. Wie mir Herr Prof. Reichel mitteilte, ist mein Brief Herrn Prof. Schlesinger übergeben worden. Am vorigen Mittwoch stand dann in mehreren deutschen Zeitungen, z.B. in den Münchner Neusten Nachrichten ein kritikloser, sachlich nicht zu haltener Artikel über die Carneshand, in den von Leistungen derselben berichtet wurde, die den Tatsachen nicht entsprechen, gleichzeitig unter vollständiger Ablehnung desjenigen Verfahrens mit dessen Ausarbeitung wir in Singen seit nunmehr 1 ¼ Jahr beschäftigt sind.

Als ich am Mittwoch Nachmittag in Mannheim an der Sitzung der Badischen Ingenieure teilnahm, hatte ich Gelegenheit, Herrn Smith in seinen Leistungen kennenzulernen, seine Stümpfe zu untersuchen, um mir ein objektives Bild

sowohl von Herrn Smith als den Carnesarm zu machen. Gleichzeitig hatte ich eine Reihe von amputierten Soldaten mitgebracht, die zum Teil schon im Besitze unserer Prothesen waren. Ich muß gestehen, dass bei dem Vergleich der Leistungen des Herrn Smith und unseren Soldaten wohl alle sich erneut die Frage vorlegten, wie es möglich sei, diesen Carnesarm um diese hohe Summe anzukaufen und auf der anderen Seite die weitaus leistungsfähigere Methode, die bereits jetzt schon den Carnesarm übertrifft, auszuschalten.

Es hat sich bei der Untersuchung herausgestellt, dass Herr Smith nicht einmal in der Lage ist, einen Gegenstand mit seiner Hand vom Tisch aufzunehmen, dass er alles was er leistet nur unter einem jongleurhaften Ausnutzen seiner allerdings beträchtlichen Geschicklichkeit der Stümpfe vollbringt. Wenn man bedenkt, dass Herr Smith noch ein gutes Stück vom Unterarm zur Verfügung steht, so ist es in der Tat außerordentlich wenig, was er mit seinem Carnesarm vollbringt und kann in keiner Weise mit dem verglichen werden, was schon heute unsere Amputierten leisten.

Dass diese Auffassung den Tatsachen entspricht, hat keiner mehr eingesehen, als Herr Smith selbst. Er hat selbst in seiner bezeichnender Weise darauf hingewiesen, dass nicht die Güte des Armes ihn in den Stand setzt seine Kunststücke vorzumachen, sondern nur seine eigene Geschicklichkeit, die in Bezug auf Einzelleistung voll und ganz anerkannt werden muß. Wenn Herr Smith weiter uns erzählt hat, dass er Jahre gebraucht hat, um überhaupt mit dem künstlichen Arm etwas zu erreichen, so ist das ein weiterer Beweis dafür, dass der Carnesarm selbst für uns nicht in Frage kommen kann. Dass die Leistungen des Herrn Smith mit den Leistungen eines Akrobaten oder Jongleur verglichen werden dürfen, geht auch aus der Tatsache hervor, dass die Produktion von etwa einer viertel Stunde den Amputierten körperlich so erschöpfen, dass er eine Pulsfrequenz von bis 140 und ein starker Schweißausbruch die Folge war. Schließlich aber war ich erstaunt, dass keiner der Herren der Prüfungsstelle bisher sich davon überzeugte, dass die Stümpfe wundgescheuert, mit Ekzemen bedeckt waren, so dass Herr Smith mich darauf aufmerksam machte, dass er häufig die Prothesen nicht bewegen könne, weil ihn die Stümpfe durch das Scheuern an denselben schmerze. Sie verehrte Herren müssen mein Empfinden verstehen, dass ich bei Feststellung dieser Tatsachen hatte.

Mit mir waren eine Reihe der anwesenden Herren geradezu empört, dass in dieser unrichtigen und unwissenschaftlichen Weise ein Verfahren propagiert wird, was schon heute überholt ist.

Da nun auf Veranlassung der Prüfungsstelle, deren Mitglied ich bin, der Ankauf geschehen ist, muß ich zu diesem Beschluss Stellung nehmen. Leider kann ich das nur in der Form heute noch tun, dass ich meinen Austritt erkläre.

Entweder hat man die Tatsache nicht objektiv gewürdigt, dann trifft die Prüfungsstelle der schwerste Vorwurf, den man einer Prüfungsstelle machen kann, oder aber die Würdigung war objektiv, dann fehlt es der Prüfungsstelle an der nötigen Voraussetzung das verantwortungsvolle Amt auszuüben. In keinem der beiden Fälle kann ich es mit meiner Auffassung vereinbaren, Mitglied der Prüfungsstelle zu sein, im Gegenteil es sollen durch meinen Austritt zum Ausdruck kommen, dass ich auch nicht das Geringste mit dem Ankauf der Carnes Patente zu tun haben möchte. Bei der großen Bedeutung, die die ganze Frage für unsere Kriegsverwundeten hat, sehe ich mich gezwungen aus der von mir bisher geübten Reserve herauszutreten und auch meinerseits in der Öffentlichkeit Stellung zu diesen Vorkommnissen zu nehmen.

Indem ich aufs tiefste bedaure, dass ich gegen eine Einrichtung, die in Kriegszeit und aus Kriegsnot entstanden ist, mich in dieser Weise wenden muß, bin ich mit der Bitte den objektiven Gründen meines Entschlusses die gebührende

Anerkennung geben zu wollen mit vorzüglichster Hochachtung Ihr sehr ergebener S..<sup>842</sup>

3.) *Sechsseitiger Einschreibebrief Sauerbruchs vom 14. Dezember 1916 an Direktor Meyer,*

*Verein Deutscher Ingenieure, Berlin N. W. 7., Sommerstrasse 4a:*

„Sehr geehrter Herr Direktor. ...Ein weiterer Irrtum meinerseits, dass ich Mitglied der Gemeinnützigen Gesellschaft sei findet folgende Erklärung. Herr Prof. Reichel machte mir Mitteilung von der Gründung der Gemeinnütz. Ges. und ich antwortete ihm darauf, dass ich gerne bereit sei in die Gesellschaft mit einzutreten und, trotzdem damals schon ernste Bedenken über den Ankauf der Carnespatente mich beschäftigten, der Sache weiter zu nutzen. Sie finden in einem Brief vom 07.08.16 des Herrn Prof. Reichel auf Seite 3 die Stelle ... Ich habe Herrn Prof. Schlesinger von Ihren Ansichten in Kenntnis gesetzt und gebeten, die Formalitäten zur Aufnahme in die Gesellschaft einzuleiten. Auf Seite 1 des Briefes vom 11.08.16 von Herrn Prof. Schlesinger, begrüßt er meine Mitarbeit in der Gesellschaft. Aus diesen beiden Tatsachen durfte ich wohl folgern, dass meine Aufnahme erfolgt sei. Ich bin sehr überrascht, heute durch Ihren Brief zu erfahren, dass ich nicht Mitglied bin. ...Ihren Ausführungen über die Tätigkeiten der Prüfstelle möchte ich entgegenhalten, dass durch die zweifellos überwiegende technische Auffassung in der Prothesenfrage mancherlei Irrtümliches und Unzweckmässiges zustande kommen kann und auch zustande kommt. Es wird, davon bin ich überzeugt, in der Zukunft sich zeigen, dass in diesen Fragen der Arzt und nicht der Techniker das erste Wort zu sprechen hat. Dass auf der anderen Seite uns der Techniker mit seinem Rat und seiner Tat unterstützen muss, habe ich stets für notwendig gehalten. Besonders dankbar anerkannte ich das rege Interesse, was die deutschen Ingenieure den ganzen Bestrebungen entgegenbrachten. Wenn Sie auf die Herren, die ärztliche Mitglieder der Prüfstelle sind, hinweisen und betonen, dass es sich um zuverlässige, tüchtige Fachleute handelt, so werde ich da nicht widersprechen. Das hindert aber nicht, dass ich auch heute noch mich wundern muss, dass diese Ärzte den Carnesarm so beurteilen, wie es in der Tat geschehen ist. Es wird Gelegenheit geben, auch die Ansichten massgebender Chirurgen über die Auffassung der ärztlichen Berater der Prüfstelle noch einmal zu prüfen. Für Ihre Bereitwilligkeit, unsere Arbeit zu fördern, danke ich Ihnen sehr. Für uns ist es indess ausgeschlossen, solange die Unklarheiten mit der Prüfstelle nicht voll und ganz behoben sind, durch die Prüfstelle in den Besitz Ihrer uns angebotenen Unterstützung zu gelangen. Wenn der Weg dazu über die Prüfstelle geht, so können wir ihn fürs erste nicht betreten. Sie führen dann einen Widerspruch an, der sich aus dem Wortlaut jenes Briefes an Herrn von Rieppel und eines anderen an Herrn Dr. Sorge ergeben soll. Wenn ich in dem ersten Briefe an Herrn Dr. Sorge schreibe ...von Anfang an erschien mir der Carnesarm als die zur Zeit beste Prothese, aber mit der ausdrücklichen Einschränkung, dass sie ausserordentlich verbesserungsbüchtig war . ...so wurde dieses Urteil gefällt auf Grund der Publikationen über den Carnesarm und der günstigen Mitteilungen, von denjenigen, die den Carnesarmträger gesehen hatten. Nach den Zeichnungen und nach den Beschreibungen, vor allen Dingen aber nach den Mitteilungen über

---

<sup>842</sup>BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

die Leistungen des Carnesarmes, musste ich zu der Überzeugung kommen, dass der Carnesarm bis jetzt tatsächlich das Beste leistete. Als ich dann einige Monate später den Carnesarmträger Herrn Dr. Cohn sah, kam ich zu der Einsicht, dass der Carnesarm kein erstrebenswertes Ziel für unsere Kriegsverletzten sein könne. Meine beiden Bemerkungen sind also kein Widerspruch, sondern beziehen sich auf 2 Ansichten meinerseits, die zeitlich voneinander getrennt sind. Die erste Ansicht gründete sich lediglich auf die Beschreibungen und Mitteilungen und die zweite Ansicht war die Folge eigener Beobachtungen und vergleichsweiser Gegenüberstellung des Gesehenen mit dem, was ich in eigenen Studien klargestellt hatte. In Bezug auf meine Ausführungen über die Vorführung in Mannheim muss ich auch heute noch entschieden daran festhalten, dass der Eindruck wenigstens bei denjenigen Ingenieuren und Ärzten, mit denen ich nachher kritisch über das Gesehene sprach, der war, dass schon jetzt der Carnesarm durch die Singener Methode übeholt ist und dass ausserdem der Carnesarm für unsere Kriegsverletzten, aus Gründen die ich ja mehrfach ausführlich betont habe, kaum in Frage kommen wird. Wenn der Herr Vorsitzende des Mannheimer Bezirksvereins, der mich übrigens gestern zu dem „grossartigen Erfolg“ beglückwünschte und das Mitglied des Vorstandes Ihres Vereins, das in Mannheim ansässig ist, anderer Meinung darüber ist, so ist das ja durchaus möglich. Ich habe nicht mit allen, aber mit sehr vielen Ingenieuren und Ärzten über die Dinge gesprochen, die sich in dem oben beschriebenen Sinne äusserten. ... Von besonderer Bedeutung ist mir, dass Herr Smith erklärt hat, dass er sich zu einer Operation nicht hergeben wolle, während Herr Prof. Schlesinger mir unmittelbar nach der Rückkehr des Herrn Smith nach Berlin, selbst davon Mitteilung macht, dass Herr Smith gegebenenfalls daran denkt, sich an einem seiner Arme operieren zu lassen. Damit dürfte schon bewiesen sein, dass die Aussagen des Herrn Smith mit Vorsicht (zu) beurteilen sind. Zum Schluss gestatten Sie mir aber, sehr vereehrter Herr Direktor, zu bemerken, dass Sie zu meiner Anregung, man möchte eine Kommission von anerkannten Chirurgen und Ingenieuren bestellen, die eine objektive und kritische Würdigung des bisher Erreichten vornehmen sollen, überhaupt keine Stellung nehmen. Auch bedauere ich, dass keiner von den Herren des Vereins Deutscher Ingenieure meinen Standpunkt zu verstehen sucht. Der Kernpunkt der ganzen Angelegenheit ist der, um das nochmal mit Schärfe zu wiederholen, dass auf der einen Seite ein junges, aussichtsvolles Verfahren in einem Deutschen Lazarett unter unglaublichen Schwierigkeiten ausgearbeitet wird, zunächst ohne finanzielle Unterstützung, ohne Werkstatt und dergl. und dass auf der anderen Seite für ein Amerikanisches Verfahren, das in Zukunft die Konkurrenz mit den anderen nicht aushalten wird, man gewaltige Geldopfer bringt. Den Hauptvorwurf aber, den ich machte, war der, dass nun für dieses Verfahren, das auf Rat einer amtlichen Prüfstelle angekauft worden war, eine unsachliche und über das Zulässige hinausgehende Reklame getrieben wird. Wenn Sie diese kurz angedeuteten Tatsachen vom Standpunkt des Arztes der sich um die Ausarbeitung des Singener Verfahrens seit nunmehr 5/4 Jahren sehr bemüht hat, ansehen, werden Sie vielleicht nunmehr meinen Standpunkt verstehen. Für den Fall, dass eine befriedigende Lösung nach meinen jetzigen Ausführungen nicht eintreten sollte, so wäre ich bereit, einer Kommission von Chirurgen und Ingenieuren, noch einmal das ganze Material vorzutragen. Ich würde mich dann dem Urteil einer solchen Kommission ohne weiteres beugen. Die Ausführungen die Sie und Herr Geheimrat Hartmann an mich gerichtet haben, haben mich indessen in keiner Weise davon überzeugt, dass ich im Unrecht bin. Mein Vorgehen war scharf, aber sachlich begründet. Sie werden aus dem Brief an Geheimrat Hartmann ersehen, dass ich erst dann aus der Prüfstelle austrat, und den Ankauf der Carnespatente kritisierte, als immer

und immer wieder für den Carnesarm Propaganda gemacht wurde. Aus meinen Briefen an Herrn Prof. Reichel und Prof. Schlesinger im August, geht hervor, dass ich trotz allem, was geschehen war, in Fühlung mit den Herren bleiben wollte zu gemeinsamer Arbeit. Dass das nicht mehr möglich war, ist nicht meine Schuld gewesen. Indem ich Sie bitte noch einmal den ganzen Sachverhalt zu prüfen und mir kurz das Ergebnis dieser Prüfung mitzuteilen, bin ich mit vorzüglicher Hochachtung. Sauerbruch.<sup>843</sup>

---

<sup>843</sup>BSBPK, Nachlaß Sauerbruch, Kiste 55.

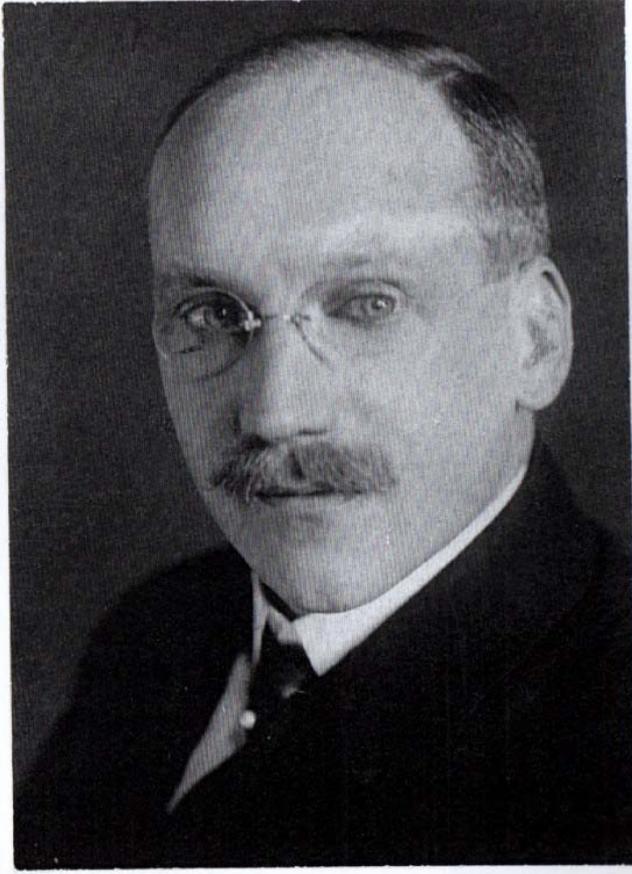


Abb. 1.  
Ernst Ferdinand Sauerbruch  
(1875 – 1951)



Abb. 2.  
Alfred Stadler  
(1868 – 1934)



Abb. 3.  
Alfred Stadler und Ferdinand Sauerbruch



Abb. 4.  
Amtsgericht Singen, Erzbergerstr. 28,  
1894–1929 Krankenhaus



Abb. 5.  
Realschule Singen, Alemannenstr. 21



Abb. 6.  
Reservelazarett in der Realschule Singen (1915–1918),  
Gruppenbild auf der Eingangstreppe,  
2.Reihe, 2. von rechts: Alfred Stadler

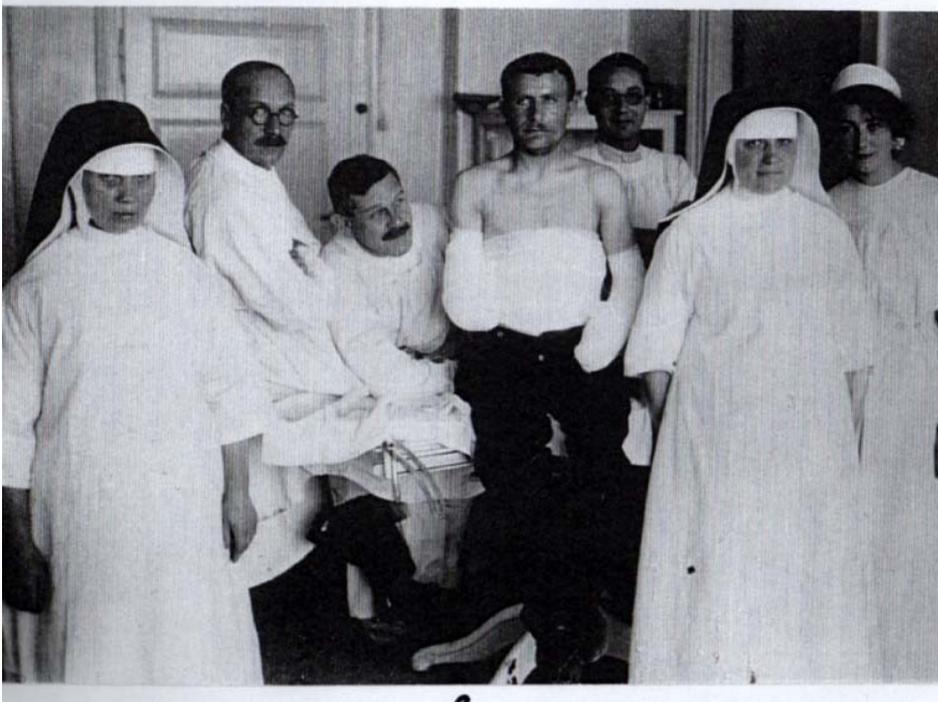


Abb. 7.  
Singer Lazarett  
Von links: Schwester NN, Sauerbruch, Stadler, doppelamputierter Patient,  
Rohde, Schwester Hirlande, Frau Rohde



Abb. 8.  
Haus von Martin Schechtl, Ekkehardstr. 22, Singen; um 1913

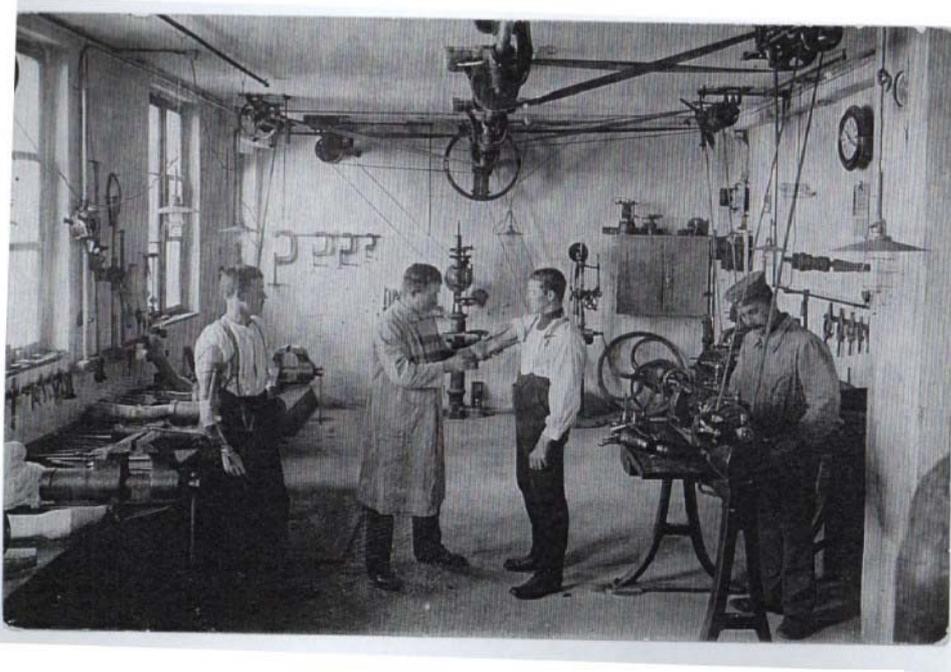


Abb. 9.  
Anprobe in der Werkstatt (1916–18), Ekkehardstr. 22  
2. von links: Max Biedermann , rechts mit Mütze: Martin Schechtl



Abb. 10.  
Prothesenanpassungswerkstätte in Singen,  
ab 12. August 1920 Bauamt



Abb. 11.  
Prüfstelle für Ersatzglieder  
Frauenhofer Str. 11/12, Berlin-Charlottenburg



Abb. 12.  
Gebäude des ehemaligen Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen,  
Technische Hochschule Berlin, Straße des 17.Juni Nr.135



Abb. 13.  
Georg Schlesinger (1874–1949) – Gedenktafel  
Straße des 17. Juni Nr. 135, Berlin

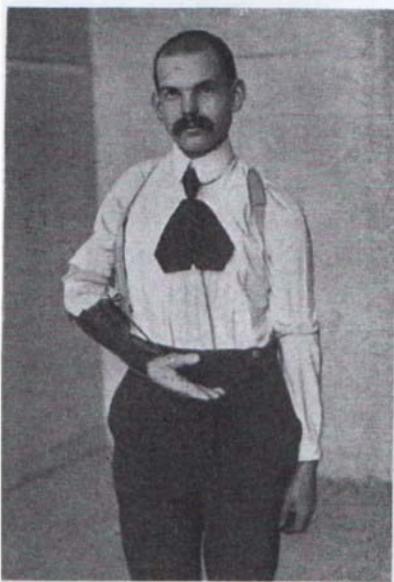


Abb. 14.  
Carnes-Arm bei Verlust der rechten Hand (1916)

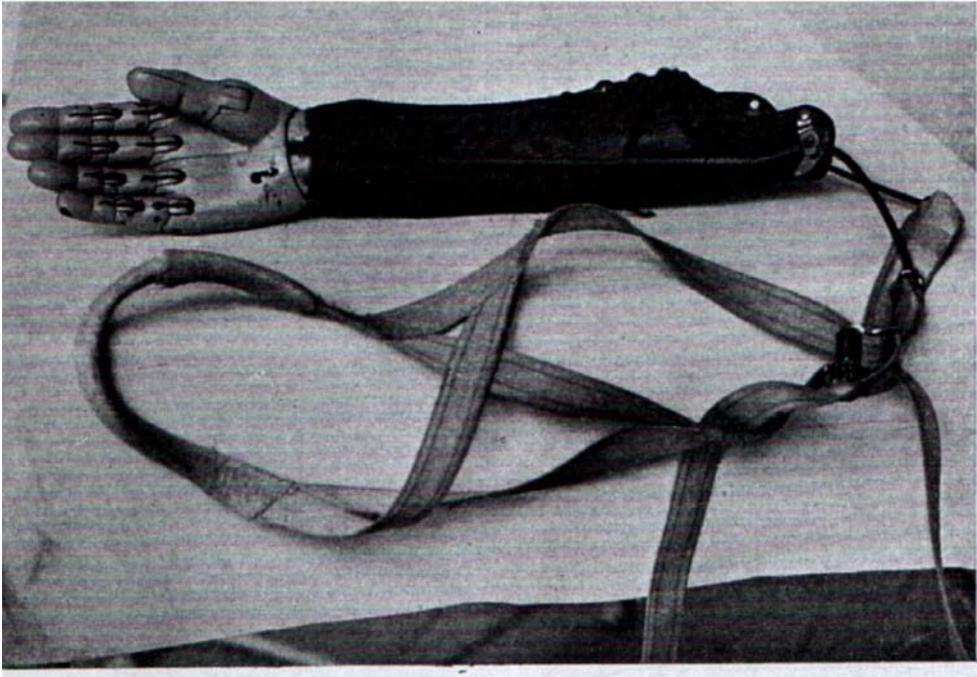


Abb. 15.  
Carnes-Arm (1916)  
Sperrvorrichtung in der Hohlhand mittels verstellbaren Knopfes

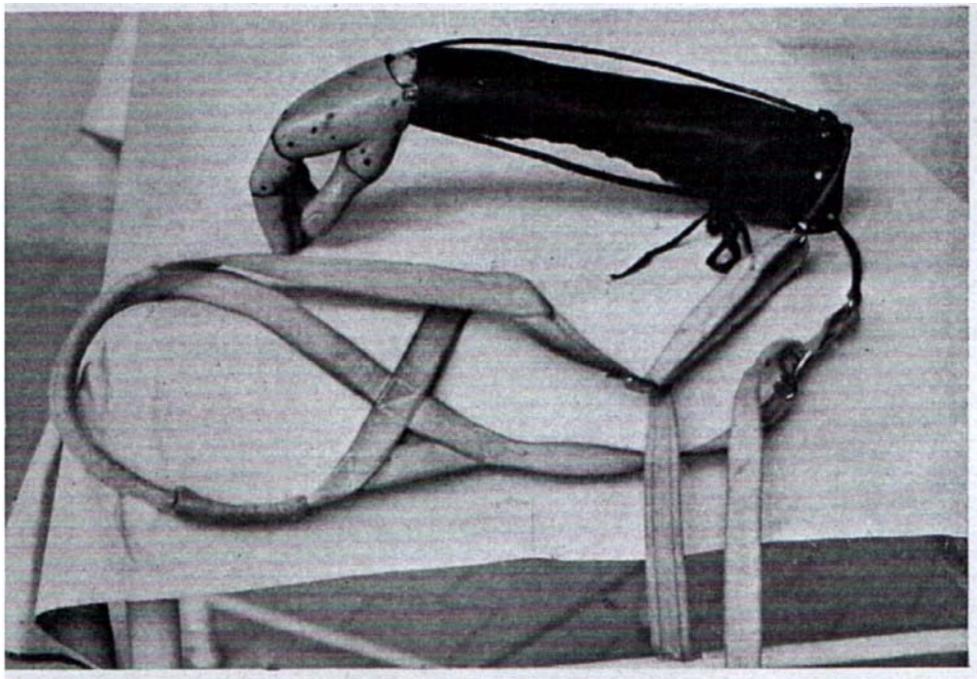


Abb. 16.  
Carnes-Arm (1916)

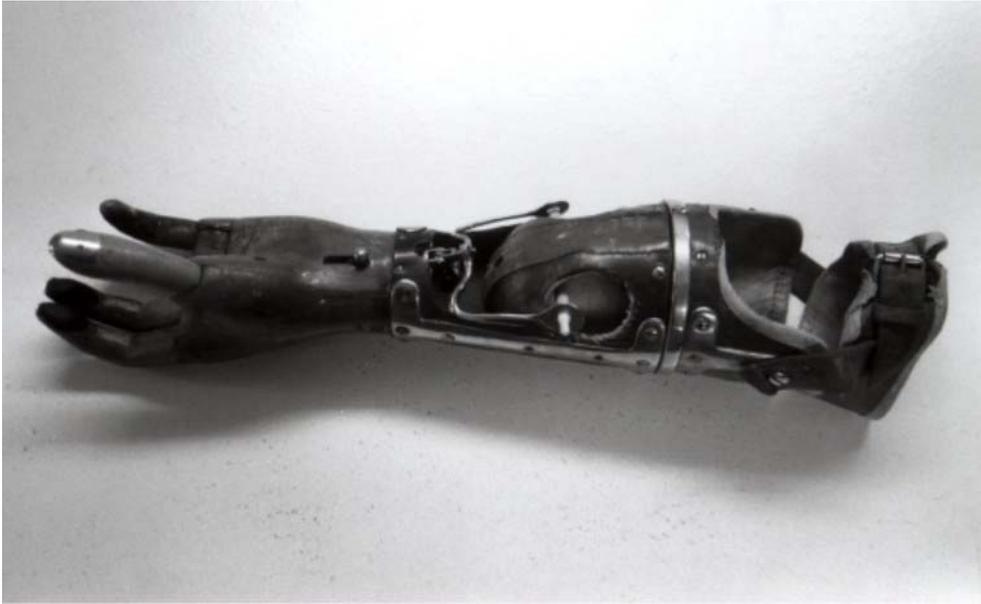


Abb. 17.  
Sauerbruch-Unterarmprothese links



Abb. 18.  
Krukenberg-Plastik rechts (1945)  
Sauerbruch-Methode links (1945)  
Heinrich K., Dortmund



Abb. 19.  
Muskelkanal mit Elfenbeinstift (Sauerbruch-Methode)  
Heinrich K., Dortmund

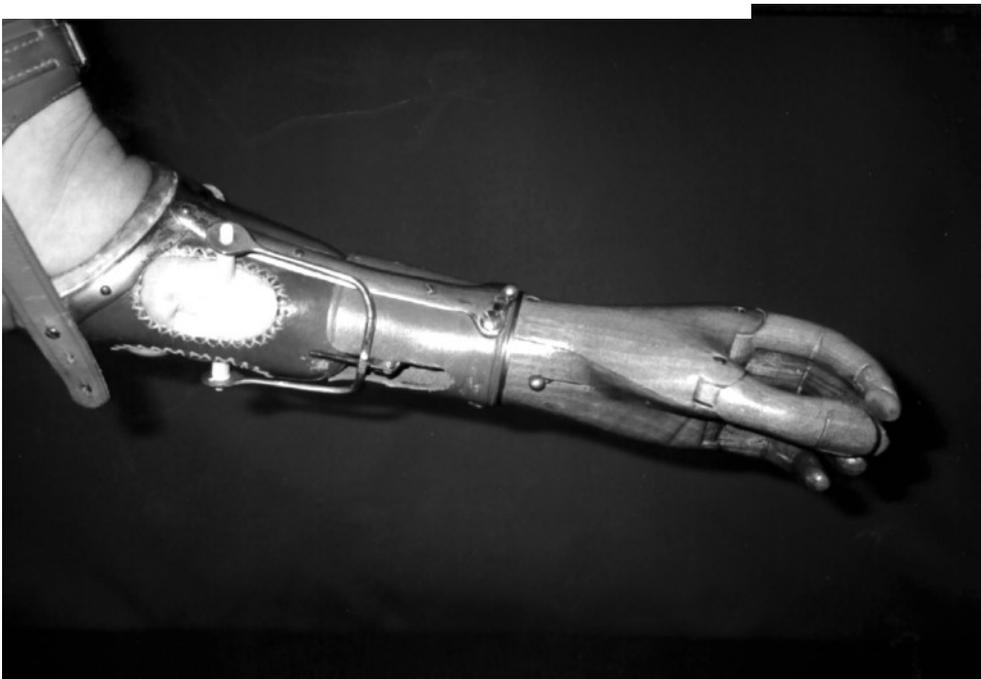


Abb. 20.  
Sauerbruch-Unterarmprothese links  
Heinrich K., Dortmund



Abb. 21.  
Krukenberg-Plastik rechts  
Heinrich K., Dortmund



Abb. 22.  
Schreibhilfe bei Krukenberg-Plastik rechts  
Heinrich K., Dortmund

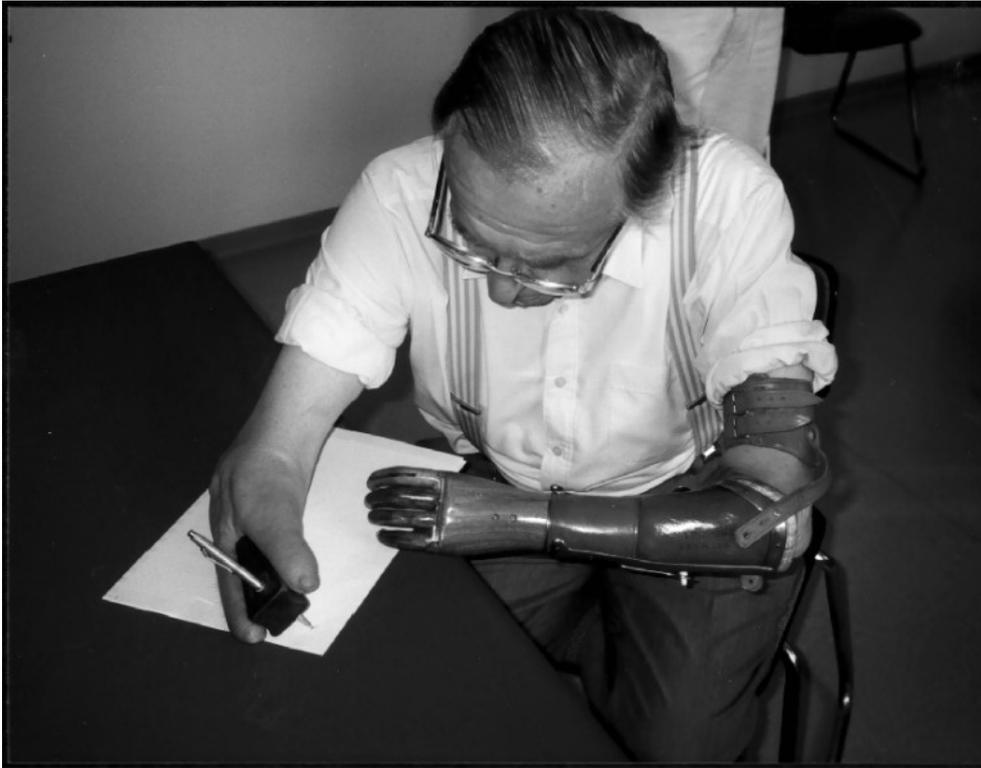


Abb. 23.  
Schreibhilfe bei Krukenberg-Plastik rechts und Sauerbrucharm links  
Heinrich K., Dortmund

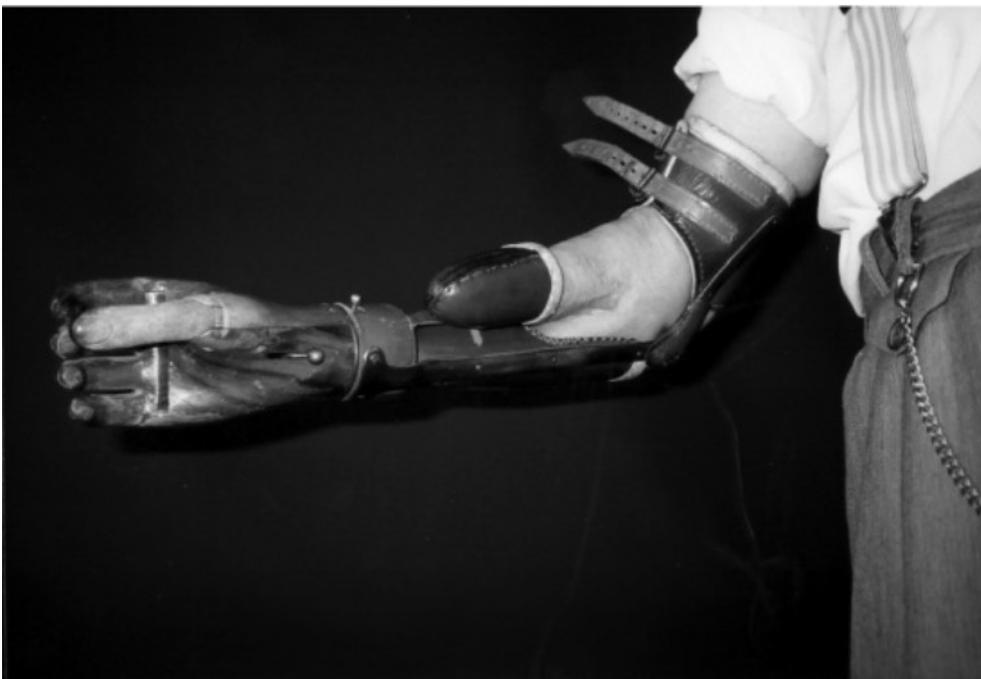


Abb. 24.  
Krukenberg-Prothese rechts  
Heinrich K., Dortmund

## **Danksagung**

Ich danke Frau Prof. Dr. Irmgard Müller für die engagierte, geduldige Betreuung meiner Arbeit und für ihre wertvollen Hinweise.

Bedanken möchte ich mich auch bei denen, die mir fachlichen Rat und praktische Hilfen gegeben haben. Besonders erwähnen möchte ich:

Christine Alraun, Berlin; Prof. Dr. Tilo Brandis, Staatsbibliothek zu Berlin - Preußischer Kulturbesitz, Berlin; Peter Georg, Singen; Bibliothekar Manfred Job, Ruhr-Universität Bochum; Stadtarchivarin Reinhild Kappes, Singen; Stadtarchivar Udo Rauch, Tübingen; Orthopädietechnikermeister Bernd Sibbel, Bundesfachschule für Orthopädie-Technik e.V., Dortmund; Dr. A. Walz, Herzog Anton Ulrich-Museum, Braunschweig; Prof. Dr. Dr. R. Winau, Institut für Geschichte der Medizin, Freie Universität Berlin.

Weitere wertvolle Angaben erhielt ich von dem Deutschen Orthopädischen Geschichts- und Forschungsmuseum e.V., Frankfurt a.M., der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Frankfurt a.M., sowie wertvolles Prospektmaterial von dem Sanitätshaus DERSA, Orthopädietechnik in Oberhachingen.

Auch den beiden Prothesenträgern Herrn K. aus Dortmund und Herrn Weber aus Lichtenfels gilt mein Dank, die sich offen und bereitwillig einer Nachuntersuchung zur Verfügung gestellt haben.

Nicht zuletzt danke ich meiner Frau Rita und meinem Sohn Jonas für ihr Verständnis und ihre Geduld bei der Erstellung dieser Arbeit.

## Lebenslauf

Am 14.04.1954 wurde ich als ältester von fünf Söhnen des kaufmännischen Angestellten Edmund Karpa und seiner Ehefrau Marianne, geb. Kramer, in Essen geboren.

Von 1960 bis 1968 besuchte ich die katholische Volksschule in Essen. Die weitere schulische Ausbildung erfolgte am Städtischen Aufbaugymnasium Essen, die ich am 10.06.1974 mit dem Abitur abschloß.

Nach Ableistung meines sechzehnmonatigen Zivildienstes in der Orthopädischen Universitätsklinik Münster (Hüfferstift) studierte ich an der Pädagogischen Hochschule Münster die Fächer Biologie und Anglistik bis zur Zuweisung eines Studienplatzes für Humanmedizin an der Universität Bochum 1977.

Am 25.08.1978 legte ich dort die ärztliche Vorprüfung ab. Die klinische Ausbildung erfolgte am Universitätsklinikum der Gesamthochschule Essen. Hier erlangte ich die ärztliche Approbation am 01.09.1983.

Am 01.09.1983 begann ich die Ausbildung zum Facharzt für Frauenheilkunde und Geburtshilfe am St. Josef-Krankenhaus in Essen-Kupferdreh, wechselte zum 01.11.1985 zum St. Vincenz-Krankenhaus in Menden. Die Anerkennung als Facharzt für Frauenheilkunde und Geburtshilfe erhielt ich am 29.10.1988 in Münster.

Vom 01.11.1988 bis 30.09.1990 war ich als Oberarzt in der Abteilung Gynäkologie und Geburtshilfe am St. Vincenz-Krankenhaus tätig.

Seit Oktober 1990 bin ich als Frauenarzt in Essen niedergelassen.