

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Institut für Geschichte und Ethik der Medizin

Direktor: Prof. Dr. med. Philipp Osten

Das Verhältnis anästhesiologischer Techniken in ziviler Medizin und Feldmedizin zwischen 1870 und 1918

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Vorgelegt von:

Leonard Donner
Geboren in Hannover

Hamburg 2020

**Angenommen von der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 26.03.2020**

**Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
Hamburg.**

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Heinz-Peter Schmiedebach

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. Christian Zöllner

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	STAND DER LITERATUR.....	4
2	MATERIAL & METHODEN	6
2.1	AUSWAHLKRITERIEN	7
2.2	GLIEDERUNG	8
3	ERGEBNISSE	9
3.1	ANFÄNGE DER (ZIVILEN) ANÄSTHESIE	9
3.1.1	<i>Früheste Ansätze von Antike bis Mittelalter</i>	9
3.1.2	<i>Anästhesie in Mittelalter und Neuzeit</i>	10
3.1.3	<i>Die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts</i>	13
3.1.4	<i>Das Jahr 1846 und die Ausbreitung der Narkose</i>	14
3.1.5	<i>Die Entwicklung der Narkose von 1847 bis 1870</i>	19
3.1.6	<i>Die Äther-Chloroform-Debatte im deutschen Sprachraum</i>	25
3.2	STAND DER ANÄSTHESIE IM DEUTSCH-FRANZÖSISCHEN KRIEG 1870/71.....	29
3.3	MEDIZINISCHE UND MEDIZINTECHNISCHE ENTWICKLUNGEN BIS ZUM JAHR 1914	39
3.3.1	<i>Aufkommen und Nutzung der Lokalanästhesie</i>	39
3.3.2	<i>Intravenöse Anästhesie</i>	43
3.3.3	<i>Transfusion und Volumen-Therapie</i>	44
3.3.4	<i>Künstliche Beatmung & apparative Narkosetechnik</i>	48
3.3.5	<i>Intubation und frühe Vorstellungen zur Atemwegssicherung</i>	60
3.3.6	<i>Stand der Reanimation</i>	64
3.4	STAND DER ANÄSTHESIE IM ERSTEN WELTKRIEG 1914-1918	69
4	DISKUSSION	85
4.1	KRITISCHE EINORDNUNG & LIMITATIONEN.....	92
4.2	AUSBLICK	92
5	ZUSAMMENFASSUNG	94
6	SUMMARY	96
	LITERATURVERZEICHNIS	98
	ANHANG – BILDMATERIAL AUS DEM ARCHIV DER DRÄGER-WERKE LÜBECK	102
	DANKSAGUNG	116
	EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	118

1 Einleitung

Im Laufe der zivilisatorischen Entwicklung gab es immer großen Bedarf an chirurgischen oder anderweitig schmerzhaften medizinischen Interventionen. Zwar war der Wille zur Schmerzbekämpfung schon zu antiker Zeit erkennbar, entsprechende Bemühungen waren aber bis ins Jahr 1846 eher insuffizient. Dennoch sollen auch die frühen anästhesiologischen Bemühungen zwischen Antike und Etablierung der Äthernarkose kurz erläutert werden.

Die Unzulänglichkeit der frühen Bestrebungen verdeutlichen auch die Worte des französischen Chirurgen Louis Velpeau, welcher noch 1839 feststellte:

„Chirurgisches Skalpell und Schmerz sind in der operativen Medizin zwei Begriffe, die dem Kranken niemals getrennt voneinander begegnen, mit deren Zusammengehörigkeit man sich für alle Zeit abfinden muss.“¹

Bis wenige Jahre vor dem Beginn der modernen Anästhesie wurde also die Verbindung von Operation und Schmerz als quasi naturgegeben angesehen.

Die ursprünglich griechisch-antiken Begriffe „Nárkosis“ und „Anaesthesia“ wurden bereits von Galen und Hippokrates benutzt. Beide beschrieben zunächst Symptome von Krankheiten, wobei Nárkosis meist Betäubung oder auch Bewusstseinsverlust bedeutete und Anaesthesia so viel wie Unempfindlichkeit.² Mit Erfindung der Äthernarkose verschoben sich jedoch beide Wortbedeutungen hin zur erzeugten Bewusstlosigkeit durch den Arzt.

Der in dieser Arbeit behandelte Zeitraum wird - neben einer kurzen Schilderung der Entwicklung der zivilen Anästhesie von Antike bis Neuzeit - den deutsch-französischen Krieg 1870/71 erfassen und die Entwicklung der „Feldanästhesie“ bis im Ersten Weltkrieg beschreiben. Die Entscheidung für bestimmte Narkoseverfahren und perioperative Techniken sowie die Entwicklung dieser Verfahren war entschieden vom Übergang in eine stationäre Kriegsführung geprägt. Diesem Aspekt wird in der vorliegenden Arbeit Rechnung getragen, insofern als sich die Art der Kriegsführung im Untersuchungszeitraum stark verändert hat. Dieser Übergang war vor allem 1915 spürbar, als die erfolgreiche Umverteilung von Verwundeten auf nachgelagerte Lazarette anlief, welche auf dem Niveau der zivilen Spitäler

¹ Louis Velpeau (1795-1867), zitiert aus Wollbrück (1995), S. 1

² Schadewaldt (1978), S. 591 f.

medizinische Versorgung leisten konnten. Durch den Stellungskrieg verbesserten sich somit die Möglichkeiten ärztlicher Versorgung.³

Als Quelle der Arbeit diente wann immer möglich und zugänglich Primärliteratur, also zum Beispiel Augenzeugenberichte und aus den Erfahrungen von Feldchirurgen hervorgegangene Lehrbücher. Ebenso wurden medizinische Fachzeitschriften herangezogen, die im deutschen Sprachraum publiziert wurden, sowie offizielle Heeressanitätsberichte. In den Zeitschriften „Ärztliches Intelligenz Blatt“, der „Deutschen Militärärztlichen Zeitschrift“ und der „Berliner klinischen Wochenschrift“ wurden die Jahrgänge 1870 bis 1920 durchsucht – allerdings mit begrenztem Erfolg (Details s. Kapitel 2).

Einen Überblick über die zivile Anästhesiegeschichte liefert vor allem die Arbeit von Brandt und Goerig aus dem Jahr 1997. Ferner wurden mehrere Dissertationen zur Anästhesiegeschichte und zur Anästhesie in der Feldmedizin - wie die von Georg Matthias Ludwig Wollbrück aus dem Jahre 1995 - verwendet. Einige dieser Dissertationen besaßen einen medizintechnischen Schwerpunkt und entstanden in Zusammenarbeit mit den Dräger-Werken in Lübeck (Details s. Kapitel 1.1).

Auf die Ereignisse 1870/71 wird in der vorliegenden Arbeit genauer eingegangen, während der Zweite Weltkrieg aufgrund der bereits sehr umfangreich vorhandenen Analysen ausgeklammert werden soll. Auch der Deutsch-Dänische Krieg 1864 und der Deutsche Krieg von 1866 werden übergangen, da die Verwundetenzahlen hier sehr viel geringer waren und damit auch die Berichterstattung im Vergleich zu den folgenden Feldzügen geringer ausfiel. Es wird die Frage aufgeworfen, ob die Feldmedizin zwischen 1870 und 1918 ähnliche Standards wie in der zivilen Anästhesie üblich hat bieten können, was Wollbrück beispielsweise etwas pauschal bejaht.

Mark Harrison zufolge wurde die wechselseitige Beziehung zwischen Militär und Medizin bisher generell kaum systematisch untersucht. Krieg sei nämlich bisher eher als ein der Gesellschaft extrinsisches Ereignis betrachtet worden.⁴ Wolfgang Eckart untersucht in seinem Buch „Medizin und Krieg – Deutschland 1914 – 1924“ von 2014 auch die prekäre Lage der Bevölkerung im Deutschen Reich abseits der Fronten und widerlegt damit diese Begründung. Schmiedebach und Bleker verweisen zudem

³ Ring (1962), S. 242 f.

⁴ Harrison (1999), S. 1

darauf, dass die Situation des Arztes in Feldmedizin und ziviler Medizin von den Beteiligten als identisch betrachtet worden sei. Dies sei allerdings oft in der Annahme passiert, der Krieg ließe sich „in den Dienst der Medizin stellen“; das Gegenteil sei aber der Fall.⁵ Auch Eckart betont die Instrumentalisierung der Medizin durch den Staat insbesondere im Ersten Weltkrieg. Versuche, die Rolle des Arztes in Krieg und Frieden gleichzusetzen, hätten den in der Praxis bestehenden Konflikt zwischen militärischer Konditionierung und ärztlicher Ethik bewusst verdrängt.⁶

In dieser Arbeit sollen die Überschneidungen ziviler und militärischer Tätigkeit herausgestellt werden, jedoch ist nicht beabsichtigt, die hieraus resultierenden ethischen Konflikte in den Fokus zu rücken. Die ohne Frage bestehenden ethischen Spannungsfelder sind hier nur der Vollständigkeit halber genannt, da diese Thematik nicht zuletzt bereits in den oben zitierten Werken umfänglich bearbeitet wurde.

Auch personell gab es diverse Überschneidungen zwischen zivilen und im Feld tätigen Ärzten. So dienten zum Beispiel Ernst Ferdinand Sauerbruch, Theodor Billroth, Carl Ludwig Schleich, Friedrich von Esmarch und Hermann Eberhard Fischer oder auch Rudolf Virchow neben ihrer zivilen Tätigkeit im Felde (s. Kapitel 4). Die vorliegende Arbeit wird sich hingegen sowohl mit den militärischen Aspekten der frühen anästhesiologischen Tätigkeit als auch mit ihrer zivilen Nutzung befassen. Hierbei soll einerseits die Übernahme ziviler Techniken durch im Feld tätige Ärzte sowie andererseits der Einfluss der im Feld gewonnenen Erkenntnisse auf die Entwicklung der zivilen Anästhesie dargestellt werden.

Zum leichteren Nachvollziehen der unterschiedlichen Entwicklungsstränge erscheint eine Differenzierung in verschiedene Teilaspekte des heutigen Gebietes Anästhesiologie sinnvoll, da unterschiedlich schnelle Fortentwicklung und verschieden starke Akzentuierungen der Teilgebiete erkennbar sind. So werden Themen wie Lokal- und Regionalanästhesie, Beatmung, Wiederbelebung, Transfusion und natürlich die Allgemeinnarkose getrennt voneinander beleuchtet werden. Signifikante Unterschiede zwischen diesen Teilgebieten sollen erläutert und in den medizinisch-historischen Kontext eingeordnet werden.

Ferner ist die Bedeutung der damals noch bestehenden Einheit von Chirurgie und Anästhesie zu untersuchen. Möglicherweise hätte eine frühere Spezialisierung (und

⁵ Bleker & Schmiedebach (1987), S. 23

⁶ Eckart (2014), S. 20

damit verbunden die Etablierung eines eigenen Facharztes für Anästhesie) nicht nur die zivile Versorgung, sondern auch die militärisch-anästhesiologische Versorgung von Erkrankten beziehungsweise Verwundeten maßgeblich beeinflusst, eventuell sogar verbessert.

So können beispielsweise eine frühe Nutzung von Beatmungsgeräten (Kapitel 3.3.4), Infusions- beziehungsweise Transfusionstherapie (Kapitel 3.3.3) oder allgemein die Umsetzung von Narkosen nach damals aktuellen Standards (Kapitel 3.2 & 3.4) als mögliche Kriterien für eine spezialisierte Versorgung in der Feldmedizin herangezogen werden.

1.1 Stand der Literatur

Die Geschichte der Anästhesie in Deutschland ist bezogen auf den zivilen Bereich gut erforscht, was diverse umfangreiche Arbeiten belegen. Die militärische Anwendung anästhesiologischer Techniken hingegen ist weniger genau beleuchtet worden. Insbesondere die Frühzeit der modernen Anästhesie scheint hierbei oft nicht im Fokus gestanden zu haben, wohingegen der Zweite Weltkrieg auch auf diese Frage hin eingehender untersucht wurde.

Eine sehr gründliche Übersichtsarbeit zur zivilen Anästhesiegeschichte liefern Brandt und Goerig. Deren „Illustrierte Geschichte der Anästhesie“ von 1997 zeigt akribisch die Entwicklung des Faches auf, geht dabei auch auf die einzelnen Teilbereiche ein und ist somit bedeutendste Referenz für die zivilen medizinischen Aspekte dieser Arbeit.

Zudem stützt sich die vorliegende Arbeit zu einem großen Teil auf Dissertationen, die den Themenbereich der Geschichte der Anästhesie beziehungsweise ihrer militärischen Nutzung behandeln. Einige dieser Dissertationen entstanden am Institut für Medizingeschichte und Wissenschaftsforschung der Universität zu Lübeck in Zusammenarbeit mit den Drägerwerken Lübeck und entstammen den 2000er Jahren. Sie bieten einen aktuellen Überblick über die medizintechnische Entwicklung. Hierunter sei aufgrund des Umfangs und der Akribie der Recherche besonders „Die Geschichte der Beatmung – Analyse und Neubewertung am Beispiel der Geschichte des ‚Pulmotor‘ Notfallbeatmungs- und Wiederbelebungsgäräts der Lübecker Drägerwerke“ von Hans-Christian Niggebrügge aus dem Jahre 2011 genannt.

Unter den militärhistorisch orientierten Publikationen ist besonders eine hervorzuheben, an welche die vorliegende Arbeit in Teilen anknüpft und sie in einigen Aspekten erweitert. Die Arbeit mit dem Titel "Anästhesie im Krieg: Ein Beitrag zur Geschichte der deutschen Militärmedizin" von Georg Matthias Ludwig Wollbrück aus dem Jahre 1995 untersucht ausführlich die vorhandenen Techniken vor allem zur Zeit von Erstem und Zweitem Weltkrieg und umreißt auch die Situation im deutsch-französischen Krieg – allerdings ohne detaillierten Vergleich zur zivilen Medizin. Wollbrücks Dissertation ist eine der wenigen Arbeiten, die sich auf die Feldmedizin beziehen und dabei keinen alleinigen Fokus auf den Zweiten Weltkrieg legen.

2 Material & Methoden

Die verwendeten Primärquellen entstammen zum Großteil den Hochschul- und Fachbibliotheken in Hamburg und Lübeck. Hierbei zu nennen sind vor allem die Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg sowie die Bibliothek des ärztlichen Vereins Hamburg. Publikationen aus Fachzeitschriften finden sich vor allem im Archiv der ärztlichen Zentralbibliothek auf dem Gelände des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf oder sind inzwischen online frei verfügbar. Ferner wurden auch – wie bereits angedeutet - die Zeitschriften „Ärztliches Intelligenz Blatt“, die „Deutsche Militärärztliche Zeitschrift“ und die „Berliner klinische Wochenschrift“ in den Jahrgängen 1870 bis 1920 durchsucht. Leider fanden sich hierbei kaum Einträge, die anästhesiologische Themen behandelten und dabei direkt feldmedizinische Aspekte berücksichtigten. Problematisch war bei der Suche auch die fehlende Kennzeichnung entsprechender Themen, da eine Trennung von Anästhesie und Chirurgie noch nicht bestand. Außerdem waren bei älteren Bänden dieser Zeitschriften zum Teil unvollständige oder gar keine Inhaltsverzeichnisse vorhanden, sodass auch deswegen das Herausfiltern relevanter Inhalte äußerst aufwendig war.

Weitere Artikel aus Fachzeitschriften wurden per Stichwortsuche im gemeinsamen Verbundkatalog (im Weiteren „GVK“ genannt; <https://gso.gbv.de/>) oder über die Suchfunktion von Google scholar (<https://scholar.google.de/>) gefunden. Insbesondere bei den Artikeln aus dem GVK handelte es sich meist um neuere Artikel, zum Beispiel aus der „AINS“ (Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie – Georg Thieme Verlag).

Ferner entstammen einige Dissertationen der Zentralen Hochschulbibliothek Lübeck, während einige wenige Buchtitel in der Bibliothek des Instituts für Medizingeschichte und Wissenschaftsforschung der Universität zu Lübeck zu finden sind.

Darüber hinaus befindet sich ein großer Fundus an Primärquellen und auch Geräten in den Archiven der Drägerwerk AG in Lübeck. Diese Werke sind zum Teil unveröffentlicht und meist von der Drägerwerk AG selbst verlegt worden. Das Archiv gliedert sich in Geräte-, Foto- sowie Schriftgut- & Dokumentenarchiv (inkl. Familienarchiv) und ist trotz jahrelanger Arbeit noch nicht vollständig katalogisiert. Der Zugang zu den Archiven ist nicht öffentlich und nur in Gegenwart der Archivare möglich. Es handelt sich bei diesen Quellen ausnahmslos um gedrucktes Material,

welches meist der Bewerbung von Dräger-Produkten (beispielsweise gegenüber dem Reichskriegsministerium) oder der Darstellung der Firmenhistorie diene.

Die zur Einordnung und Interpretation nötige Sekundärliteratur wurde überwiegend durch die Online-Kataloge der oben genannten Fachbibliotheken aufgefunden. Einige wenige Titel befinden sich außerdem in Privatbesitz.

Das größte Hindernis beim Zusammentragen der nötigen Literatur bestand hauptsächlich in der Verfügbarkeit der betreffenden Bücher und Zeitschriften. Aufgrund ihres Alters und oft entsprechend fragilen Zustandes sind viele Werke nicht per Fernleihe zu beziehen, während die betreffenden Werke zugleich oftmals nur an vereinzelten Standorten in Deutschland vorhanden sind. Darüber hinaus stehen Bücher zeitweilig nicht zur Verfügung, wenn nötige Restaurationsarbeiten wie das Entsäuern des Papiers anstehen.

Bei den erwähnten Fachzeitschriften ergibt sich außerdem noch das Problem, dass die Jahresausgaben um das Jahr 1870 herum zum Teil noch nicht über Inhaltsverzeichnisse oder Sachwortregister verfügten, was die Suche nach relevanten Artikeln ungleich erschwert. Zudem unterliegen einige dieser Publikationen oft Restriktionen in Bezug auf Photokopie beziehungsweise Photographie. Weitere Probleme ergaben sich, wenn der Name einer Zeitschrift im Verlauf der Jahre – teils mehrfach – gewechselt wurde und in besonderem Maße dann, wenn hierbei die Zählung der Ausgaben abgeändert wurde.

Die Archive der Drägerwerk AG bieten überdies (wie oben bereits angedeutet) die Besonderheit, dass die Katalogisierung noch lange nicht abgeschlossen ist, sie außerdem sehr viele Inventarstücke umfassen und überdies räumlich voneinander getrennt sind, sodass Außenstehende in besonderem Maße auf die Kenntnis und Hilfe der Archivare angewiesen sind.

2.1 Auswahlkriterien

Die Auswahl der Quellen erfolgte vor allem nach chronologischen Kriterien. Für die Abschnitte zur zivilen Anästhesie wurde überwiegend Sekundärliteratur neueren Datums ausgewählt, da die zivile Anästhesie in den letzten Jahrzehnten bereits intensiv untersucht wurde.

Für die militärischen Aspekte hingegen kamen auch – sofern verfügbar – Primärquellen zum Einsatz. Diese wurden unter dem Aspekt ausgewählt, dass sie in

den Zeitrahmen von 1846 bis in die 1930er Jahre fallen, um einen direkten Bezug zum Deutsch-Französischen Krieg oder zum Ersten Weltkrieg herstellen zu können. Zudem musste inhaltlich ein direkter Bezug zu anästhesiologischer Methodik sowie zur Feldmedizin erkennbar sein.

Es handelte es sich ausschließlich um gedruckte Quellen. Einige hiervon sind bereits durch (Retro-)Digitalisierungsprojekte wie zum Beispiel Google Books frei online verfügbar. Die meisten liegen jedoch in Form von gedruckten Büchern und Zeitschriftenartikeln vor. Handschriftliche Quellen kamen nicht zum Einsatz.

2.2 Gliederung

Die Gliederung der Arbeit soll die Entwicklung der zivilen Anästhesie den jeweils wichtigsten Ereignissen der Anästhesie in der Feldmedizin gegenüberstellen.

Zunächst werden hierzu die Anfänge der zivilen Anästhesie von Antike und Mittelalter bis 1870 aufgezeigt (Kap. 3.1.1 bis 3.1.5). Die Schilderung dieser frühen Ära von Analgesie und schließlich Anästhesie soll verdeutlichen, wie lange dieser Themenkomplex bereits in der Medizin Bedeutung hat. Insbesondere das 19. Jahrhundert und das Jahr 1846 (Kap. 3.1.4) als Beginn der modernen Anästhesie werden hervorgehoben. Da ab 1847 bereits Diskussionen um das zu verwendende Narkotikum beginnen, wird die so genannte Äther-Chloroform-Debatte in Kapitel 3.1.6 der Situation im Deutsch-Französischen Krieg vorangestellt. Die Situation in der Feldmedizin 1870/71 wird daher erst in Kapitel 3.2 dargelegt.

Daraufhin wird die zivile anästhesiologische Entwicklung bis 1914 anhand diverser Neuerungen aufgezeigt (Kap. 3.3.1 bis 3.3.6). Die Lokalanästhesie findet hierbei detailliert Erwähnung (Kap. 3.3.1). Schließlich kommen auch die Beatmung und die apparative Narkosetechnik als weitere Schwerpunkte hinzu (Kap. 3.3.4).

In Kapitel 3.4 wird die feldmedizinische Situation im Ersten Weltkrieg geschildert. Hierbei werden insbesondere die Neuerungen ab 1914 berücksichtigt.

Die Diskussion (Kapitel 4) soll die gefundenen Ergebnisse in den medizinischen Gesamtkontext einordnen und ihre Bedeutung für die Entwicklung des Fachgebietes bewerten. Zudem werden Limitationen der vorliegenden Arbeit aufgezeigt und Anreiz für weitere Forschung gegeben.

Die darauf folgende Zusammenfassung (Kapitel 5) soll die gefundenen Differenzen und Übereinstimmungen im zeitlichen Verlauf noch einmal bündig gegenüberstellen.

3 Ergebnisse

3.1 Anfänge der (zivilen) Anästhesie

Heute gilt allgemein das Jahr 1846 als Beginn der modernen Anästhesie. Allerdings gab es schon seit tausenden Jahren Bestrebungen, Erkrankten eine Linderung ihrer Schmerzen zu verschaffen – unabhängig davon, ob diese durch die Erkrankung selbst oder durch die im Laufe der Zeit immer umfassenderen chirurgischen Eingriffe entstanden waren. Über den Erfolg dieser Bestrebungen können wir zwar in den meisten Fällen nur spekulieren,⁷ jedoch bleibt anzunehmen, dass ihre Umsetzungen im direkten Vergleich mit den Methoden des 19. Jahrhunderts und erst recht mit den heutigen Anästhesieverfahren geringere analgetische beziehungsweise narkotische Potenz zeigten. Schadewaldt hingegen stellt hierzu fest, dass derartige Praktiken allen antiken Hochkulturen bekannt waren und dass sie – obwohl oft gefährlich in ihrer Anwendung – durchaus wirkungsvoll gewesen sein dürften.⁸

3.1.1 Früheste Ansätze von Antike bis Mittelalter

Die frühen Darstellungen medikamentöser Schmerztherapie in vorchristlicher Zeit reichen bis ins dritte vorchristliche Jahrtausend zurück. So finden sich einerseits in der ägyptischen Hochkultur Darstellungen der rituellen Beschneidung, die auf ca. 2200 v. Chr. datiert werden⁹ und die chirurgische Praktik dieser Zeit dokumentieren. Andererseits entstanden auch beispielsweise in Babylonien um 2250 v. Chr. Tontafeln mit einer Anleitung zur Herstellung schmerzstillender Arzneien,¹⁰ welche entsprechende Versuche der Schmerzbekämpfung dieser Epoche belegen. Aber auch in den Sagen und Legenden des Altertums finden sich diverse Erwähnungen von potenten Narkotika beziehungsweise Analgetika. So wendete beispielhaft Helena, Tochter des Zeus, in der Odyssee eine Droge an, welche – in Wein gelöst – die Kraft hatte, Schmerz und Zorn zu vertreiben.¹¹

Allen antiken Hochkulturen waren Mixturen verschiedener Pflanzen mit analgetischen Eigenschaften bekannt. Hierzu gehörten der Rauch des Cannabis indica, Opium und die berüchtigte Mandragora oder auch Alraune. Oft wurden diese Inhaltsstoffe gemischt und in alkoholhaltigen Getränken gelöst verabreicht, wie auch

⁷ von Brunn (1953), S. 1988

⁸ Schadewaldt (1978), S. 593

⁹ Brandt & Goerig (1997), S. 5

¹⁰ Hossli & Jenny (1987), S. 33

¹¹ von Brunn (1953), S. 1988

im oben genannten Beispiel aus der Sage. Diese Inhaltsstoffe dürften in ihrer Wirkung recht potent gewesen sein, verfügten (besonders in Kombination) aber auch über gefährliche Nebenwirkungen.¹² Ferner wurden schwarzes Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*), Nieswurz und Schierling häufig verwendet. Die Bezeichnung des Schlafmohnsaftes als Opium geht auf Plinius zurück. Wie auch beim Schierling warnt Plinius beim Opium vor tödlichen Intoxikationen.¹³

Im ersten Jahrhundert nach Christus riet Dioskurides zu einer Mischung aus Wein und Mandragora, deren Alkaloide unter anderem dem Atropin ähnlich sind. Wie auch diverse Autoren nach ihm beschrieb er besondere Riten, welche die Ernte dieser sagenumwobenen Pflanze erfordert haben soll. Ähnliche Beschreibungen tauchen in mittelalterlichen Schriften immer wieder auf.¹⁴

Nicht eindeutig geklärt sind hingegen Wirkweise und Zeitpunkt der Erstanwendung des so genannten „Steins von Memphis“, der lokale Anästhesie erzeugt haben soll. Da es eine Marmorart gewesen sein soll, die unter anderem der bereits erwähnte Plinius Secundus im ersten nachchristlichen Jahrhundert beschrieb, könnte es sich um eine Form der Kälteanästhesie durch die Entstehung von Kohlensäure bei Hinzugabe von Essig gehandelt haben (s. hierzu auch Kapitel 3.3.1).

Bei den Assyrern und Ägyptern soll zudem auch ein physikalisches Anästhesieverfahren bekannt gewesen sein, welches unter anderem bei rituellen Beschneidungen Anwendung fand. Durch Kompression der Karotiden wurde eine kurze Bewusstlosigkeit erzielt, die man sich für den Eingriff zunutze machte. Auch lokal wurden in den folgenden Jahrhunderten immer wieder Pelotten, Tourniquets und ähnliche Kompressoren verwendet, um einzelne Nervenbahnen zu blockieren (Details hierzu finden sich im folgenden Kapitel).¹⁵

3.1.2 Anästhesie in Mittelalter und Neuzeit

Wie angedeutet finden sich auch im Mittelalter diverse detaillierte Anleitungen zur rituellen Ernte der Mandragora, da diese weiterhin Bestandteil vieler schmerzstillender Zubereitungen war. Seit den frühesten Erwähnungen der Pflanze bei Assyrern, Ägyptern und Griechen unterschied man männliche und weibliche Formen der Alraune, die wegen ihrer verschlungenen Wurzeln für eine Mischung aus

¹² Schadewaldt (1978), S. 593

¹³ Brandt & Goerig (1997), S. 20 ff.

¹⁴ von Brunn (1953), S. 1989; Brandt & Goerig (1997), S. 22 sowie S. 32

¹⁵ von Brunn (1953), S. 1988 f.

Pflanze und Mensch gehalten wurde. Angeblich stieß diese Gestalt beim Ausgraben einen markerschütternden Schrei aus, der den Erntenden um den Verstand brächte. Dies – so glaubte man – ließe sich dadurch umgehen, dass die Alraune um Mitternacht durch einen schwarzen Hund ausgerissen würde. Der Ursprung dieses Aberglaubens liegt wohl in einer Quelle aus Zeiten des jüdischen Krieges (66–70 n. Chr.), die ebenfalls einen schwarzen Hund zum Ernten vorschlägt, der dann versterbe. Eine ähnliche Schilderung findet sich auch in germanischen Sagen.¹⁶

Diese Mühen nahm man allerdings nicht nur wegen der analgetischen und beruhigenden Wirkung der Alraune auf sich, sondern auch wegen ihrer Eigenschaft als Aphrodisiakum und einer gewissen abergläubischen Verehrung der Pflanze als Bringer von Glück und Wohlstand. Der plötzliche und starke Rückgang ihrer Nutzung ist möglicherweise auf die Nutzung bei vermeintlicher Hexerei im 15. bis 17. Jahrhundert sowie in heidnischen Ritualen zurückzuführen.¹⁷

Zwischen dem ersten und dem neunten nachchristlichen Jahrhundert finden sich insgesamt nur wenige Schriften zur Analgesie im Zusammenhang mit Operationen. Aus spätrömischer Zeit sind uns in diesem Zeitraum abermals Rezepte überliefert, die Mandragora in Wein empfehlen. Diese spätantiken Rezepte finden sich im 9. – 11. Jahrhundert fast ohne Abweichungen in der arabisch-persischen Medizin wieder. So schreibt es auch ihr Vorreiter, Avicenna (alias Ibn Sina), in seinen Werken.¹⁸ Tatsächlich greifen die meisten mittelalterlichen medizinischen Schriften auf antike Werke wie etwa Dioscurides' „Materia medica“ zurück. Dies macht es verständlich, dass der Mandragora auch hier noch eine Schlüsselrolle in der Analgesie zukommt. Da allerdings Heilkräuter aus dem Süden Europas oftmals schwer erhältlich waren, kultivierten Mönche in den Klostergärten bald heimische Pflanzen mit ähnlichen Eigenschaften. Aufgrund ihrer häufigen Erwähnung kann aber geschlussfolgert werden, dass Alraune, Bilsenkraut und Mohn die am häufigsten für die Analgesie angewandten Pflanzen waren.¹⁹

Eine weitere Form der Applikation waren die „Schlafschwämme“ (*Spongia somnifera*), die möglicherweise bereits im zweiten bis vierten Jahrhundert ihren

¹⁶ Brandt & Goerig (1997), S. 33 f.

¹⁷ Ebd., S. 32 ff.

¹⁸ von Brunn (1953), S. 1989

¹⁹ Brandt & Goerig (1997), S. 29

Ursprung haben und nicht im achten wie oft behauptet.²⁰ Bei dieser Methode wurden Schwämme in einen Sud aus einigen bereits erwähnten Substanzen wie Opium, Schierling, Bilsenkraut getaucht, getrocknet und vor der Nutzung mit heißem Wasser begossen. Diese Schwämme wurden dann dem Patienten über Mund und Nase gelegt. Heutzutage wird allgemein davon ausgegangen, dass die narkotische Wirkung nur durch die Resorption über die Schleimhäute und nicht etwa – wie früher angenommen – über die Inhalation der Dämpfe möglich war. Diverse Rezepte gab es bis zum 16. Jahrhundert. Sogar im Zeitalter der Äthernarkose, im Jahre 1847, wählte noch ein französischer Arzt, der Schlafschwamm sei dieser vorzuziehen. Zusammenfassend muss allerdings erwähnt werden, dass immer wieder vor Vergiftungen durch diese schwer zu dosierende Form der Narkose gewarnt wurde, weshalb sie wohl spätestens seit dem Ende des 16. Jahrhunderts aufgegeben wurde. Im 16. bis 19. Jahrhundert wurden jedoch alle erwähnten Methoden zur Schmerzbekämpfung, die im Mittelalter und viel mehr noch in der Antike so wohlbekannt waren, schließlich nicht mehr angewendet.²¹ Brandt & Goerig führen diese Entwicklung auf den Einfluss des Christentums zurück, welches das Erleiden von Schmerzen als Buße ansah. Auch die bis ins 19. Jahrhundert andauernden Hexenprozesse könnten zur Abkehr von bekannten analgetischen Techniken beigetragen haben. Die Autoren verweisen unter anderem auch auf die Anschuldigungen, die Simpson von Seiten der Kirche erdulden musste, weil er das Chloroform im England des 19. Jahrhundert bei Geburten zur Analgesie genutzt hatte.²²

In der Antike wurden Techniken der Kompressionsanästhesie vor allem bei Kastrationen und Beschneidungen verwendet. Überliefert sind derartige Anwendungen bei den Chinesen, Arabern und Assyrern. In Mittelalter und früher Neuzeit wurde jedoch auch wieder auf die zentrale Anästhesie mittels Karotiden-Kompression zurückgegriffen. So schilderte beispielsweise der Italiener Realdo Colombo im 16. Jahrhundert die Methode, welche dann von Giovanni Battista Morgagni im 18. und im 19. Jahrhundert durch John Gibson Fleming wieder aufgegriffen wurde. Einen systematisierten Ansatz beschrieb James Moore noch

²⁰ von Brunn (1953), S. 1990

²¹ von Brunn (1953), S. 1990

²² Brandt & Goerig (1997), S. 22 f.

1784. Dieser beruhte auf der Kompression von N. ischiadicus und N. cruralis vor Beinamputationen mithilfe einer Pelotte am Oberschenkel über Stunden. Moores Versuche wiederum waren abgeleitet von Ambroise Parés' Vorlage aus dem Jahr 1564.²³ Die Kompressionsanästhesie konnte sich aber trotz ihres gelegentlichen Wiederauflebens nicht durchsetzen.²⁴ Gründe hierfür könnten im Ausfall von Schutzreflexen bei der Karotiden-Kompression und in möglichen bleibenden Schäden durch die Verwendung von Pelotten liegen.

Ebenfalls schon im Mittelalter bekannt war der Schwefeläther, damals „süßes Vitriol“ genannt und bereits 1275 entdeckt, dessen Wirkung Paracelsus 1540 beschrieb. Es erging ihm wie auch vielen Ärzten und Naturforschern nach ihm; seine Entdeckung fand bei den Ärzten seiner Zeit keinen Anklang. Am Ende des 18. Jahrhunderts wurden dann die chemischen Grundlagen für die gezielte Herstellung der ersten Anästhetika geschaffen. Joseph Priestley entdeckte 1774 den Sauerstoff sowie das Stickoxydul (später Lachgas genannt) 1772.²⁵

3.1.3 Die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts

Mit Beginn des 19. Jahrhunderts, im Jahre 1800, nutzte der Chemiker Humphry Davy in England aufgrund starker Zahnschmerzen eben dieses Lachgas zur Analgesie. Trotz einer Veröffentlichung dieser Erfahrung mit dem expliziten Hinweis auf eine mögliche Anwendung in der Chirurgie wurde das Lachgas zunächst außer Acht gelassen und auch Davy selbst unternahm keine weiteren Versuche in diese Richtung. Wenig später, im Jahr 1813 testete auch Michael Faraday Schwefelätherinhalationen und publizierte 1818 seine Erfahrungen, ohne auf besondere Resonanz zu stoßen.²⁶ Ähnlich verhielt es sich mit einem Bericht des englischen Arztes Henry Hickman über die von ihm durchgeführten Tierexperimente zur Kohlendioxidnarkose aus dem Jahr 1824.²⁷

Bis in die 40er Jahre des 19. Jahrhunderts hinein war also an eine suffiziente Analgesie nicht zu denken. Der Gedanke allein schien dermaßen anmaßend, dass einige Chirurgen sich zu Aussagen wie der bereits zitierten von Velpeau (s.

²³ Brandt & Goerig (1997), S. 18

²⁴ von Brunn (1953), S. 1991

²⁵ Hossli & Jenny (1987), S. 38

²⁶ Brandt & Goerig (1997), S. 59; Walser (1957), S. 5

²⁷ Hossli & Jenny (1987), S. 39

Einleitung) hinreißen ließen. Dass sich diese Sichtweise durch die Ereignisse vor allem des Jahres 1846 grundlegend ändern sollte, zeigt beispielhaft auch die Aussage des Heidelberger Chirurgen Czerny um 1900:

“Würde man einen Chirurgen, der in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts gewirkt hat, die Operationsberichte einer chirurgischen Klinik der Jahrhundertwende zeigen, so würde er darüber nur ungläubig den Kopf schütteln wie über einen Phantasieroman von Jules Verne.“²⁸

3.1.4 Das Jahr 1846 und die Ausbreitung der Narkose

Was war also passiert, dass sich chirurgisches Arbeiten innerhalb weniger Jahrzehnte so grundlegend änderte?

Trotz des geringen Interesses an den Entdeckungen von Davy, Hickman und Faraday gerieten die späteren Pioniere der Narkose in anderer Form in Kontakt mit Äther und Lachgas. Zur Belustigung des übrigen Publikums verabreichten Schausteller auf Jahrmärkten und den so genannten „ether frolics“ einzelnen Zuschauern Äther oder auch Lachgas, insbesondere in den USA.²⁹

So geschah es, dass ein Patient des Landarztes Crawford W. Long während eines kleineren Eingriffs um eine Ätherinhalation bat, da er durch regelmäßige Besuche auf den Jahrmärkten an dessen Wirkung gewohnt war. Long ließ ihn gewähren und stellte fest, dass sein Patient keinerlei Schmerzen zu haben schien. Long unterschätzte allerdings die Tragweite dieser Entdeckung und publizierte sie erst Jahre später.³⁰

Bei einer dieser Vorstellungen in den USA im Dezember 1844 lernte auch der junge Zahnarzt Horace Wells die Wirkung des Lachgases kennen. Nach persönlicher Einnahme von Lachgas beobachtete er andere Zuschauer, die ebenfalls Lachgas inhaliert hatten, und stellte dabei fest, dass sie trotz Verletzungen, die sie sich zum Teil durch Stürze zuzogen, keine Schmerzen verspürten.³¹ Wells ließ sich daraufhin die Herstellung des Lachgases demonstrieren, ließ an sich eine Zahnextraktion schmerzfrei durchführen und setzte sich anschließend mit seinem ehemaligen Schüler William Thomas Green Morton in Verbindung um seine Versuche in Boston

²⁸ Vincenz Czerny (1842-1916), aus Wollbrück (1995), S. 4

²⁹ Brandt & Fehr (1996), S. 17

³⁰ R.S. Atkinson (1986), S. 18; Hossli & Jenny (1987), S. 39

³¹ Hossli & Jenny (1987), S. 39 f.

öffentlich präsentieren zu dürfen. Eine Demonstration im Januar 1845 misslang allerdings vollkommen und das Lachgas geriet vorerst aus dem Fokus der Forschung.³²

Wells hatte auch mit dem Äther experimentiert, diesen allerdings wieder verworfen. Morton, der bei der missglückten Präsentation zugegen war (und zudem einige Zeit zuvor Assistent von Wells war),³³ stellte daraufhin auf Anraten des Bostoner Gelehrten Charles Thomas Jackson, der mit für Wells Einladung verantwortlich gewesen war, eigene Versuche mit dem Schwefeläther an.³⁴

Am 18.10.1846 um 10 Uhr morgens wurde Morton schließlich eingeladen, seine „Mittel [...] zur Schmerzlinderung“ bei einer Operation des bekannten Dr. John Collins Warren im Massachusetts General Hospital in Boston zu präsentieren. Morton verwendete – anders als Wells³⁵ – kein getränktes Tuch zur Applikation, sondern ein vom ihm in Auftrag gegebenes Instrument - bestehend aus einer Glaskugel und einem darin enthaltenen Schwamm sowie einem gläsernen Mundstück. Es handelte sich um ein halboffenes Narkosesystem mit Ventil, die Ausatmung erfolgte also in die Umgebung. Da der Apparat erst in der Nacht gefertigt worden war, verspätete sich Morton.

Morton trat also mit einiger Verspätung und einem hastig zusammengesetzten Narkoseapparat vor ein hochrangiges Publikum, das Wells' Fehlschlag circa ein Jahr zuvor in genau diesem Raum noch gut in Erinnerung hatte.³⁶ Er ließ den sitzenden Patienten den Äther inhalieren und Warren führte die Exstirpation des Hämangioms in wenigen Minuten – für den Patienten offensichtlich schmerzfrei – durch und verkündete anschließend:

*“Gentlemen, this is no humbug!”*³⁷

Der junge Arzt Henry Jacob Bigelow, der schon zuvor Zeuge von Mortons Versuchen geworden war, sagte später hierzu:

*“Ich habe heute etwas gesehen, das um die Welt gehen wird.”*³⁸

³² Atkinson et al. (1986), S. 18

³³ Hossli & Jenny (1987), S. 41

³⁴ Brandt & Fehr (1996), S. 17 f.

³⁵ Ebd., S. 18

³⁶ Brandt & Goerig (1997), S. 62 f.

³⁷ Ebd., S. 63

³⁸ Ebd., S. 63

Bigelow sollte Recht behalten. Dieser Tag im Jahre 1846 wurde später als „ether day“ bekannt und gilt als Beginn der modernen Anästhesie.

Kurz darauf kam es allerdings zu einem heftigen Streit zwischen Morton und Jackson um den Anspruch, als Erster die Inhalationsnarkose erdacht zu haben. Der Streit dauerte über Jahre an und wurde durch von Wells und Long ebenfalls erhobene Ansprüche noch verschärft. Jackson und Morton verarmten schließlich und sowohl Morton als auch Wells nahmen sich das Leben.³⁹ Allein Long, der wohl als Erster 1842 die Ätherinhalation anwandte, konnte wohl „ein einigermaßen normales bürgerliches Leben bis zu seinem Tode führen“.⁴⁰

Noch Anfang 1847 breitete sich die Narkose über England und Frankreich dann schließlich auch im deutschen Sprachgebiet aus. So beschrieb Bigelow an den britischen Chirurgen Boott die Ereignisse des 18.10.1846, der kurz darauf die ersten (teils erfolglosen) Versuche von Äthernarkosen in England durchführte.⁴¹ Auch Magnus Schmid⁴² beruft sich auf Thomas Edward Keys und nennt als Datum für die erste erfolgreiche Äthernarkose in England den 19.12.1846 (durch Boott in London) sowie den 15.12. für Paris.⁴³ Besonderen Einfluss hatten hierbei die Berichte des Chirurgen Malgaigne am 12.01.1847 vor der Pariser medizinischen Akademie und die am 16. Januar folgende Publikation des Berichts in einer Pariser Zeitung.⁴⁴ Die erste Äthernarkose im deutschsprachigen Raum erfolgte bereits am 24.01.1847 durch Weickert und Obenaus in Leipzig, Johann Friedrich Heyfelders erste Narkose in Erlangen am selben Tag misslang und wurde erst einen Tag später erfolgreich durchgeführt.⁴⁵

Im deutschen Sprachgebiet breitete sich die Narkose – zunächst mit Äther – derart rasch aus, dass bereits Ende Januar 1847 vielerorts Operationen hiermit

³⁹ Gerste (1985), S.10

⁴⁰ Schadewaldt, (1978), S. 590 f.

⁴¹ Gerste (1985), S. 9

⁴² Schmid beschreibt seinen Aufsatz „Zur Geschichte der Anästhesie“ in der Deutschen Therapiewoche als ergänzend zu Walser (1957).

⁴³ Einige Autoren nennen hier auch den 21.12., an dem Liston in London eine Äthernarkose durchführte, als Datum für die erste erfolgreiche Äthernarkose in England [so z.B. Dieffenbach (1847), S. 20]. Wie erfolgreich die vorigen Versuche Bootts waren, lässt sich nicht abschließend klären.

⁴⁴ Schmid (1972), S. 2099

⁴⁵ Brandt & Fehr (1996), S. 20

stattfanden.⁴⁶ Informationen zur Narkose und Details zu Durchführung und Apparaten fanden sowohl Laien als auch Ärzte anfänglich fast ausschließlich in der Tagespresse. Deren kontinuierliche Berichterstattung hielt allerdings nur bis Ende Februar 1847 an.⁴⁷ Die chirurgische Fachpresse begann Ende Januar beziehungsweise Anfang Februar 1847 mit detaillierten Berichten zur Methodik.⁴⁸ Zurückzuführen ist diese Verzögerung seitens der Fachpresse auf die größeren Abstände zwischen den Ausgaben im Vergleich zu den Tageszeitungen.⁴⁹ Dennoch waren diese Artikel zum Teil äußerst umfangreich und durchaus auch an Ärzte gerichtet. Brandt und Fehr urteilen hierzu (in Bezug auf die Augsburger Allgemeine Zeitung):

“Die Ausführungen hätten in der Fachpresse nicht genauer ausfallen können.“⁵⁰

Betrachtet man die Bewertung der Narkose hierzulande, kommt man nicht umhin, Stimmen wie die Johann Friedrich Dieffenbachs in seinem Werk "Der Aether gegen den Schmerz" von 1847 genauer zu betrachten. Es zeigt zum einen eine gewisse Skepsis einiger damaliger Chirurgen gegenüber dieser neuen Methode, die ihre eigene Arbeit grundlegend veränderte, aber zum anderen auch Anerkennung der unübersehbaren Vorteile, die sie mit sich brachte. Deutlich macht Dieffenbach diese ambivalente Haltung schon zu Beginn seiner Schrift:

“Daßs ich bei der Bearbeitung des Gegenstandes ohne Vorurtheile für oder wider gewesen bin, kann ein Jeder sehen, welcher diese Schrift durchblättern will. Wenn er vielleicht auf der einen Seite mich als Freund des Aethers ansieht, wird er auf der anderen mich für einen Gegner desselben halten; das kommt, weil ich das Für und Wider erwogen, Andere gehört, und selbst gesehen habe.

Daßs ich aber vorsichtig in meinem Urtheil gewesen bin, mitten im allgemeinen Aetherrausch, wird man mir nicht übel nehmen.“⁵¹

Erst im Rahmen der Debatte um Nebenwirkung und Vorzüge von Äther oder Chloroform (s. Kapitel 3.1.6) allerdings sollten diese vorsichtigen Warnungen wieder an Relevanz gewinnen.

⁴⁶ Hossli & Jenny (1987), S. 41 f.

⁴⁷ Walser (1957), S. 8 f.

⁴⁸ Gerste (1985), S. 17 f.

⁴⁹ Brandt & Fehr (1996), S. 8

⁵⁰ Ebd., S. 114

⁵¹ Dieffenbach (1847), Seite IX

Obwohl die Verbreitung der Äthernarkose im deutschen Sprachraum im Allgemeinen schnell und flächendeckend vonstattenging, gab es doch immer wieder Nachzügler. Catejan von Textor (1782-1860) zum Beispiel, Professor für Chirurgie in Würzburg, operierte noch im Sommersemester des Jahres 1848 ohne Narkose und rief während eines Eingriffes den Zuschauern im Saal zu:

*“Inscribieren Sie sich, meine Herren! und dann kommen Sie fleißig; Sie können hier was lernen; wir mach hier alles, wie man es in Paris und Wien macht; wir stehen auf der Höhe der Zeit!“*⁵²

Ein weiteres Beispiel war der damalige Chef der Chirurgischen Universitätsklinik Breslau, Traugott Wilhelm Gustav Benedict (1785-1862). Dieser lehnte noch um 1855 sowohl Äther als auch Chloroform ab, wie sein Schüler Friedrich Scholz (1831-1907) 1899 berichtete:

*“...Deshalb waren in seiner Klinik noch die Grundsätze geltend, die schon 40 Jahre vorher, als er an den Lehrstuhl berufen worden war, herrschend gewesen waren, und alle neuen Erfindungen wurden einfach bei Seite geschoben. Es ist heute schwer denkbar, daß es damals in der Welt auch nur einen Operateur geben konnte, der der segensreichen Erfindung des Aethers und des Chloroforms widerstrebt hätte [...]“*⁵³

Eine weitere Ausnahme von der Verbreitung der Narkose hat zeitweise auch die Geburtshilfe gebildet. Zwar wurden schon früh Konzepte zur peripartalen Anästhesie aufgestellt, jedoch trafen diese auf zum Teil ideologisch motivierten Widerstand.⁵⁴ [Das Chloroform hatte hier aufgrund geringer Atemwegsreizung im Vergleich zum Äther bereits 1847 Einzug gehalten.] Gerade in England gab es heftige Angriffe auf Sir James Young Simpson, der als einer der Ersten Äther und noch 1847 auch Chloroform in der Geburtshilfe einsetzte.⁵⁵ Meist war es der Klerus, der den Geburtsschmerz als durch den Sündenfall verdient ansah. Mit der erfolgreichen Entbindung der Königin Victoria 1853 unter Narkose verstummten diese Stimmen aber abrupt.⁵⁶

⁵² Sachs (2005), S. 167

⁵³ Sachs (2002), S. 20

⁵⁴ Walser (1957), S. 45f.

⁵⁵ Hossli & Jenny (1987), S. 38

⁵⁶ Brandt & Goerig (1997), S. 78 f.

Es handelte sich bei all diesen Vorkommnissen allerdings um Einzelfälle, die mit der Zeit immer seltener wurden. Walser spricht hier von Ermahnungen zur Vorsicht bei der Nutzung der Narkose, es habe aber „keine grundsätzliche Opposition“ gegeben.⁵⁷ Auch Gerste verweist in seiner Dissertationsschrift auf die schnelle Ausbreitung und positive Aufnahme der Technik:

“Die im Oktober 1846 zum ersten Mal angewandte Äthernarkose breitet sich mit für die damalige Zeit bemerkenswerter Geschwindigkeit aus: [...]. In den Fachzeitschriften findet das neue Verfahren ein lebhaftes und überwiegend positives Echo; [...].“⁵⁸

3.1.5 Die Entwicklung der Narkose von 1847 bis 1870

In den folgenden Jahrzehnten bis zum Kriegsbeginn 1870 wurden immer neue Geräte zur Applikation der Anästhetika entworfen. Hierbei handelte es sich meist um relativ einfache Gesichtsmasken, wenn nicht sogar ganz auf diese verzichtet wurde um – wie oben bereits erwähnt – eine Narkose mithilfe eines Tuches, Handtuchs oder eines ähnlichen Hilfsmittels durchzuführen.⁵⁹ Auffällig ist hierbei, wie schnell eine Vielzahl von Geräten entworfen und beinahe ebenso schnell zum Kauf verfügbar gemacht wurde – nämlich noch 1847.⁶⁰ Nachdem die ersten Narkosen mit so genannten Blasenapparaten, die ein Gemisch aus Luft und gasförmigem Anästhetikum über ein Rohr zum Patienten leiteten, durchgeführt worden waren, ging man bald zu Ventilapparaten über. Aufgrund der bei den Blasenapparaten durch Rückatmung der Ausatemluft möglichen Asphyxie wurde ein Ventil eingebaut, das die Ausatemluft in die Umgebung ableitete und die kontinuierliche Zufuhr von Frischluft ermöglichte.⁶¹ In der Regel wurden diese Ventile nah am Mundstück angebracht um den hohen Strömungswiderstand der im Durchmesser sehr kleinen Atemschläuche zu umgehen. Dennoch musste (um einen angemessen schnellen Wirkeintritt zu ermöglichen) bei der Einleitung der Narkose die Frischluftzufuhr reduziert werden.⁶² Auch nach 1870 waren die gängigen Inhalatoren noch über Jahre hinweg mit der Gefahr einer Hypoxie behaftet.⁶³

⁵⁷ Walser (1957), S. 45

⁵⁸ Gerste (1985), S. 154

⁵⁹ Walser (1957), S. 46

⁶⁰ Brandt & Goerig (1997), S. 90

⁶¹ Walser (1957), S. 46

⁶² Brandt & Goerig (1997), S. 90 f.

⁶³ Ebd., S. 91

Die offenen Maskensysteme hingegen boten diese Gefahr in geringerem Umfang, da der auf das Maskengestell gelegte Stoff schnell wieder entfernt werden konnte. Obwohl die inhalierte Narkotikamenge hiermit schwierig zu dosieren und konstant zu halten war und das verwendete Narkotikum daher über eine hohe therapeutische Breite verfügen musste, waren diese Masken aufgrund ihrer Einfachheit sehr beliebt und vielseitig anwendbar. Die von Carl Schimmelbusch 1862 vorgestellte Maske diente als Vorläufer für diverse modifizierte Nachahmungen.⁶⁴

Exemplarisch für rasche und vielfältige Erprobung und Konstruktion neuer Geräte zur Applikation des Äthers (und später auch des Chloroforms) sei hier Heyfelders Arbeit hervorgehoben. Nachdem der Chirurg Johann Ferdinand Heyfelder bereits im Januar 1847 in der französischen Fachpresse von der Äthernarkose gelesen hatte, stellte er noch im Januar systematisch über 100 Versuche an. Seine Monographie „Die Versuche mit dem Schwefeläther und die daraus gewonnenen Resultate in der chirurgischen Klinik zu Erlangen“ war eines der frühesten systematischen Werke zur Äthernarkose in deutscher Sprache. Er verfolgte hierin die Absicht, seine ärztlichen Kollegen vom Äther als „grossem Mittel“ zu überzeugen und stellte sich dabei auf die Seite des bereits erwähnten (und inzwischen die Narkose befürwortenden) Louis Velpeau.⁶⁵ Nach der Beschreibung eines jeden einzelnen Versuches schilderte er auch die von ihm verwendeten Apparate detailliert und riet schließlich zur Verwendung eines Ventilmechanismus' zur Ableitung der Ausatemluft und somit auch des Speichels in die Umgebung oder in ein zusätzliches Gefäß.⁶⁶ Überdies verwies er bereits auf die Notwendigkeit eines „angemessen weiten“ Lumens des verwendeten Inspirationsschlauches sowie eines gleichbleibend großen Durchmessers desselben bei Bewegung von unruhigen Patienten um eine unnötige Atemanstrengung zu vermeiden. Hierzu verwendete er bereits einen Schlauch mit Metallspirale, ähnlich wie die heute verwendeten Spiraltuben.⁶⁷

In Schottland testete der bereits erwähnte Sir James Young Simpson im November 1847 schließlich das 1831 entdeckte Chloroform in Selbstversuchen mit Kollegen im eigenen Haus. Ab Januar 1848 wurde es dann – beginnend in der Geburtshilfe – systematisch als Narkotikum eingesetzt. Vorteile sah man insbesondere in der hohen

⁶⁴ Hossli & Jenny (1987), S. 44

⁶⁵ Heyfelder (1847), S. V f.

⁶⁶ Ebd., S. 87 f.

⁶⁷ Ebd. S. 90 f.

Flüchtigkeit der Substanz, der einfachen Dosierung mithilfe eines Tuches sowie dem schnellen Wirkeintritt und angenehmen Geruch.⁶⁸ Somit wurde Chloroform zum meistgenutzten Narkotikum in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.⁶⁹ Walser spricht hier von einer fast völligen Verdrängung des Äthers „auf Jahrzehnte hinaus“ (s. auch Kapitel 3.1.6).⁷⁰

Die 1847 von Marc Dupuy und kurz darauf unabhängig auch von Pirogov⁷¹ entwickelte rektale Äthernarkose hingegen fand keine Anwendung im deutschen Sprachgebiet, es blieb wohl bei vereinzelt Tierversuchen.⁷² Die rektale Narkose mit Äther wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts in den USA weiter erforscht, bis der Äther hier nach dem Ersten Weltkrieg durch Tribromethanol (Avertin) und später Thiopental ersetzt wurde.⁷³

Schon im Jahr 1847 herrschte breiter Konsens über die Verabreichung von Äthernarkosen allein durch approbierte Ärzte.⁷⁴ In der Feldmedizin allerdings verhielt es sich meist so, dass der operierende Chirurg einem Gehilfen während der OP Anweisungen gab (s. Kapitel 3.2). Allerdings war man von der Anästhesie als „Spezialwissenschaft“ - wie Ruth von Brunn schreibt - noch weit entfernt. In England war John Snow 1847 bereits der erste hauptberufliche Narkotiseur, hierzulande sollte diese Entwicklung noch bis nach dem Zweiten Weltkrieg auf sich warten lassen (s. Kapitel 4). Da bereits 1848 der erste tödliche Ausgang einer Narkose publik geworden war,⁷⁵ wurde intensiv nach neuen Apparaten, Applikationsformen und Substanzen geforscht.

Ebenfalls bereits 1847 erschien zudem eine Schrift des Mediziners Ernst von Bibra und des Pathologen und Pharmakologen Emil Harleß, die eine erste Theorie zu den physiologischen Vorgängen bei der Narkose enthielt. Hiernach löse der Äther Fett aus dem zentralen Nervensystem. Zwar erntete diese umgehend Kritik, allerdings war sie in kurzer Zeit zusammengetragen worden.⁷⁶ 1866 griff Oswald Schmiedeberg

⁶⁸ Brandt & Goerig (1997), S. 78

⁶⁹ Hossli & Jenny (1987), S. 42

⁷⁰ Walser (1957), S. 47

⁷¹ Die Schreibweise des Namens variiert, sodass die Werke des Autors auch in überregionalen Katalogen oft nur oder auch unter „Pirogoff“ zu finden sind.

⁷² Walser (1957), S. 47

⁷³ Hossli & Jenny (1987), S. 50

⁷⁴ Walser (1957), S. 44

⁷⁵ von Brunn (1953), S. 1999

⁷⁶ Schmid (1972), S. 2102

diese Theorie abermals auf und verfeinerte sie. Jedoch konnte erst 1899 mit der „Lipidtheorie der Narkose“ eine für längere Zeit als wahrscheinlich geltende Theorie erarbeitet werden. Diese Theorie wurde 1899 zeitgleich von Schmiedebergs Schüler Meyer und E. Overton entwickelt.⁷⁷ Die heute so genannte „Meyer-Overton-Korrelation“ besagte unter anderem:

„Die verhältnismäßige Wirkstärke solcher Narkotica muss abhängig sein von ihrer mechanischen Affinität zu fettähnlichen Substanzen einerseits, zu den übrigen Körperbestandteilen, d.i. hauptsächlich Wasser andererseits; mithin von dem Theilungskoeffizienten, der ihre Vertheilung in einem Gemisch von Wasser und fettähnlichen Substanzen bestimmt.“⁷⁸

Diese Korrelation von Lipophilie und anästhetischer Potenz macht dabei den Kern von Meyers Theorie aus.⁷⁹

Der kombinierte Effekt der einzelnen Vorgänge bei der Narkose und die Definition des Begriffs „Bewusstsein“ aus physiologischer Sicht sind allerdings bis heute nicht abschließend geklärt.⁸⁰ Jedoch muss die Meyer-Overton-Korrelation wohl bei der Grundlagenforschung zur Narkose weiterhin berücksichtigt werden.⁸¹

Zudem wurde kontinuierlich an neuen anästhesierenden Substanzen geforscht, die aber nie auch nur annähernd die Bedeutung von Äther und Chloroform erreichten. Gerste bemerkt hierzu:

“Zusammenfassend lässt sich sagen, daß kein anderes Anästhetikum den Äther oder das Chloroform verdrängen kann. In der Inhalationsnarkose sind diese beiden zuerst eingeführten Substanzen auch am Ende des 19. Jahrhunderts weithin konkurrenzlos. Eine Alternative hierzu stellt – zumindest für eine Reihe von Eingriffen – die erst in der Mitte der Achtziger Jahre [gemeint sind die 1880er] begründete Lokalanästhesie dar.“⁸²

Beispiele für weitere dieser neu entdeckten und doch damals wenig verbreiteten Substanzen sind zahlreich, weshalb hier nur einige wenige genannt seien. Um 1880

⁷⁷ Brandt & Goerig (1997), S. 103

⁷⁸ Blackwenn (2003), S. 9; Zitat aus „Zur Theorie der Alkoholnarkose“ von Hans Meyer, 1899

⁷⁹ Ebd., S. 9

⁸⁰ Brandt & Goerig (1997), S. 104.

⁸¹ Blackwenn (2003), S. 102

⁸² Gerste (1985), S. 88

herum war dann die Auswahl an potentiellen Anästhetika sogar noch größer und umfasste Dutzende Substanzen.⁸³

Eine bereits bekannte Substanz, das Lachgas (auch Stickoxydul), hatte besonders im deutschsprachigen Raum einen geringen Stellenwert, hielt sich jedoch in einigen Regionen hartnäckig. Allerdings wurde das Lachgas äußerst kontrovers diskutiert. Auch mit Vorstellung der Lachgas-Sauerstoff-Mischnarkosen ab 1868 konnte es sich trotz der nun geringeren Hypoxie-Gefahr nicht durchsetzen.⁸⁴ In England und Frankreich erlebte es jedoch eine Renaissance, ausgelöst durch den bereits erwähnten Amerikaner Gardner Quincy Colton.⁸⁵

Ein weiteres Beispiel war das Chloräthyl (auch Ethylchlorid, Chlorethan etc.), das, von Liebig viel früher synthetisiert, erst 1869 durch seinen Assistenten Liebreich auf seine anästhetischen Eigenschaften hin untersucht wurde. Aus heutiger Sicht würde man diese Eigenschaften allerdings eher als sedierend bis hypnotisch bezeichnen. Trotz der Hinweise Liebreichs auf eine Nutzung bei der Narkose wurde Chloräthyl fortan stattdessen immer wieder für Sedierungen – vor allem im alkoholischen Delir – eingesetzt.⁸⁶ Heute wird Chloräthyl noch als lokales Vereisungsspray (zur Kälteanästhesie) und zur Sensibilitätsprüfung bei Zahnärzten verwendet. Obwohl sich Oré 1875 an einer intravenösen Narkose mit Chloräthyl versuchte, fanden sich erst seit den 1920er Jahren bedeutende Alternativen wie das Evipan 1932 (s. Kapitel 3.3.2).⁸⁷

Atkinson et al. folgern für die Jahrzehnte ab 1868:

“Während der folgenden 40-50 Jahre ergaben sich auf dem Gebiet der Anästhesie nur wenige bedeutsame Veränderungen. Doch in den [19]20er Jahren beschleunigte sich das Tempo der Entwicklung.“⁸⁸

Diese pauschal gehaltene Zusammenfassung wird zwar besonders in Kapitel 3.3.4 relativiert, scheint aber für Anästhesie im deutschsprachigen Raum zumindest

⁸³ Brandt & Goerig (1997), S. 89

⁸⁴ Atkinson et al. (1986), S. 19

⁸⁵ von Brunn (1953), S. 2000

⁸⁶ Gerste (1985), S. 80

⁸⁷ von Brunn (1953), S. 2004

⁸⁸ Atkinson, et al. (1986), S. 19

teilweise zutreffend zu sein und hat damit auch besonderen Einfluss auf die Perzeption der Feldmedizin (s. Kapitel 4).

An dieser Stelle sei noch einmal auf die Dominanz des Chloroforms zu Beginn des Deutsch-Französischen Krieges hingewiesen. Brandt & Goerig fassen diese Tatsache wie folgt zusammen:

“Das Chloroform blieb auch nach 1872, nach Wiedereinführung der Lachgas- und Ätheranästhesie (1868-1882) immer noch das beliebteste Narkosemittel in ganz Europa.“⁸⁹

⁸⁹ Brandt & Goerig (1997), S. 81

3.1.6 Die Äther-Chloroform-Debatte im deutschen Sprachraum

Das folgende Kapitel beschreibt den Zeitraum von 1847 bis 1912 und entzieht sich damit der Chronologie der vorigen Kapitel. Durch die Schilderung der in diesem Zeitraum stattgefundenen Entwicklungen in der zivilen Medizin vor der Situation 1870/71 im Feld (Kapitel 3.2) sollte im Nachhinein der Vergleich von ziviler und militärischer Anwendung anästhesiologischer Techniken leichter fallen.

Obwohl nun Ende des Jahres 1847 mit dem Äther und dem Chloroform zwei grundsätzlich potente inhalative Anästhetika zur Verfügung standen, sollte es nicht lange dauern, bis eine Kontroverse über die Vor- und Nachteile beider Stoffe in den Fachzeitschriften des deutschsprachigen Raumes begann. Die entsprechenden Beiträge hatten meist zum Ziel, eine fast ausschließliche Nutzung eines der beiden Inhalativa durchzusetzen.

Im Jahre 1849 wurde der erste deutsche Fall von "Chloroformtod" – wie derartige Zwischenfälle im Verlauf oft betitelt wurden – in der ersten Ausgabe der "Deutschen Klinik" publiziert.⁹⁰ Zunächst mahnte dieser Artikel nur zur Vorsicht im Umgang mit dem Chloroform und wies hierbei auch auf Zwischenfälle aus der englischen und französischen Fachpresse hin. Als beispielsweise Johann Ferdinand Heyfelder 1848 sein damals weithin bekanntes Werk "Die Versuche mit dem Schwefeläther, Salzäther und Chloroform" veröffentlichte, schienen ihm die bisherigen Zwischenfälle aus dem Ausland noch nicht bekannt gewesen zu sein.

Auch in England und den Vereinigten Staaten (wo Chloroform vornehmlich in den Südstaaten verwendet wurde) hatten die Befürworter einer reinen Chloroform-Narkose mit teils heftigem Widerstand zu kämpfen (in England allen voran James Young Simpson).⁹¹ In England kam diese Debatte schon 1853 nahezu vollständig zum Erliegen, nachdem John Snow, der heute oft als erster Facharzt in der Anästhesie bezeichnet wird, Königin Victoria während der Geburt ihres vierten Sohnes erfolgreich mit Chloroform anästhesiert hatte.⁹²

⁹⁰ Gerste (1985), S. 55

⁹¹ Brandt & Goerig (1997), S. 79

⁹² Hossli & Jenny (1987), S. 42

In den folgenden Jahren wurden aufgrund der gehäuften Todesfälle unter Chloroformnarkose verschiedene Verfahren zur Wiederbelebung entwickelt und angewandt (s. Kapitel 3.3.6).

Das Chloroform wurde also in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Europa favorisiert, weil es eine vergleichsweise einfache Anwendbarkeit durch die Möglichkeit der Beträufelung von Mullkompressen (anstelle der Nutzung von Masken) ermöglichte und eine angenehmere Wirkung auf den Patienten hatte.⁹³ Allerdings verstummten die Berichte über Todesfälle keineswegs, sodass zwischen 1864 und 1912 in Europa insgesamt acht Kommissionen zur Erarbeitung sicherer Anästhesie-Methoden eingesetzt wurden.⁹⁴ So wurde exemplarisch 1889 durch die Royal Medical Society eine Äther-Chloroform-Ethanol-Mischung empfohlen (ACE-Mischung genannt),⁹⁵ die in ähnlicher Form in Deutschland auch als Billroth-Mischung bekannt wurde. Doch auch dieser ambitionierte Schritt konnte die Toxizität des Chloroforms nicht wie erhofft senken,⁹⁶ weil die Rolle der sehr unterschiedlichen Siedepunkte der Inhaltsstoffe übersehen wurde.⁹⁷

Unter den Teilhabern der Debatte waren durchaus auch renommierte Ärzte wie beispielsweise Theodor Billroth, der 1868 bereits eine unkoordinierte Herzaktion als Ursache der "Chloroform-Asphyxie" vermutete.⁹⁸

Eine Mehrung der kritischen Stimmen zeigte sich jedoch erst um die Jahrhundertwende herum,⁹⁹ sodass sich schließlich der Äther auf breiter Front durchsetzen konnte.¹⁰⁰ Ausgangspunkt dieses Umschwungs waren unter anderem mehrere Berichte von Ernst Gurlt im "Archiv für klinische Chirurgie", deren erster im Jahre 1861 erschien. Hierbei weist Gurlt auf die Tragweite des Problems "Chloroformtod" hin und zitiert insbesondere auch die vielzähligen Berichte seitens der ausländischen Fachpresse. In den Jahren 1863-65 gibt er die Ergebnisse einer englischen Kommission zum Thema wieder, die zu diesem Zeitpunkt allerdings noch

⁹³ Hossli & Jenny (1987), S. 42

⁹⁴ Brandt & Goerig (1997), S. 82

⁹⁵ Goerig & Schulte am Esch (2012), S. 17

⁹⁶ von Brunn (1953), S. 2000

⁹⁷ Brandt & Goerig (1997), S. 89

⁹⁸ Billroth (1868), Sp. 742

⁹⁹ Delingat (1975), S. 32

¹⁰⁰ Atkinson et al. (1986), S. 19

sehr wenig Fälle beschrieb.¹⁰¹ Nachdem die "Deutsche Gesellschaft für Chirurgie" Gurlt im Jahre 1893 erneut mit einer detaillierten Narkosestatistik betraut, fasste PD Ziegler deren Ergebnisse 1894 zusammen. Während auf 3000 Chloroformnarkosen ein Todesfall komme, käme dies nur bei einer von 14.000 Äthernarkosen vor. Ziegler schließt mit einer dringenden Empfehlung, fortan nur Äther zu nutzen.¹⁰²

Zwischenzeitlich versuchten auch einige Chirurgen wie Garré, obwohl eher dem Äther zugeneigt, zwischen beiden Parteien zu vermitteln. So forderte er unter anderem 1891 eine genaue Indikationsstellung für den Einsatz beider Anästhetika.¹⁰³ Diesem Ansatz folgte 1894 auch Mikulicz, der den ausschließlichen Einsatz des Chloroforms als Fahrlässigkeit darstellte. Allerdings wies er zugleich auch auf die gefährlich erhöhte bronchiale Sekretion bei Äthernarkosen hin. Eine durch Bruns veröffentlichte Statistik aus 1893/94 untermauerte diese Ansicht und nannte Bronchitis und Bronchopneumonie nach Narkosen als Hauptkomplikationen des Äthergebrauchs, weshalb er eine besondere Reinheit des Äthers forderte, da Oxidationsprodukte derartige Reaktionen unterstützten.¹⁰⁴

Während die Nutzung des Chloroforms um die Jahrhundertwende also auch im deutschsprachigen Raum bereits zurückgegangen war, stellte es aber nach wie vor das meistgenutzte Anästhetikum dar.¹⁰⁵ Letztlich dauerte es noch bis ins Jahr 1912, als Levy im Tierexperiment einen glaubhaften Pathomechanismus des "Chloroformtodes" nachwies. Er beschrieb diesen als das Auftreten von "Herzflimmern" durch Chloroform bei erhöhtem Adrenalinpiegel.¹⁰⁶ Erst jetzt nahm der Gebrauch des Chloroforms in der zivilen Medizin merklich zugunsten des Äthers ab.¹⁰⁷

Hervorzuheben ist hierbei, dass die Abkehr vom Chloroform in Deutschland und Frankreich merklich später von statten ging als vergleichsweise in England. Während man in England ab 1872 wieder zum Äther zurückkehrte und dabei eine durch B. Joy Jeffries populär gewordene amerikanische Methode der Applikation

¹⁰¹ Gerste (1985), S. 62 f.

¹⁰² Gerste (1985) S. 71

¹⁰³ Ebd., S. 72 f.

¹⁰⁴ Ebd., S. 73 f.

¹⁰⁵ Ebd., S. 76

¹⁰⁶ Goerig & Schulte am Esch (2012), S. 17

¹⁰⁷ Brandt & Goerig (1997), S. 83

anwandte, gingen diese Entwicklungen in den vor Kurzem noch miteinander im Krieg befindlichen Ländern offenbar unter.¹⁰⁸

¹⁰⁸ Brandt & Goerig (1997), S. 88

3.2 Stand der Anästhesie im Deutsch-französischen Krieg 1870/71

Als 1870 der Deutsch-französische Krieg begann, war die Narkose verständlicherweise auch in der Feldmedizin etabliert, denn sie war zuvor im deutsch-dänischen Konflikt von 1848 zum ersten Mal auf europäischem Boden¹⁰⁹ sowie im amerikanischen Bürgerkrieg (1861 bis 1865) ausgiebig angewendet und beschrieben worden.¹¹⁰ In der Regel wurden die Narkosen im Feld mithilfe von Chloroform durchgeführt.

Pirogov testete diese bereits 1847 ausführlich in der Praxis und wusste sehr positiv darüber zu berichten. Innerhalb eines Jahres seien rund 10.000 Operationen in Chloroform-Narkose sowie diverse kleinere Eingriffe von russischen Ärzten im Feld durchgeführt worden. Die Todesfälle hierunter seien dem vorherigen Blutverlust und nicht dem Chloroform zuzuschreiben.¹¹¹ Auch Gurlt zufolge war die Narkose in der Feldmedizin bereits ab 1848 etabliert, er verwies auch auf den amerikanischen Bürgerkrieg.¹¹² Auch Herrmann Eberhard Fischer empfahl in seinem „Lehrbuch der allgemeinen Kriegschirurgie“ 1868 einzig das Chloroform, mahnte allerdings zur Vorsicht. Die Reinheit des Chloroforms sei von großer Bedeutung für die Sicherheit der Narkose gewesen. Gerade auf den Lazarett-Wagen sei das Narkotikum häufig der Witterung ausgesetzt gewesen und somit bald unbrauchbar geworden. Auch empfahl er die Narkose nur für größere Eingriffe und „empfindliche“ Patienten. Auf die Äther-Chloroform-Debatte eingehend riet Fischer zur Nutzung des Chloroforms unter der Annahme, beide Substanzen seien gleich gefährlich. Die von ihm herangezogenen Statistiken stammten unter anderem aus dem amerikanischen Bürgerkrieg. Das Chloroform sei aber allein wegen seiner schnelleren und längeren Wirkung sowie der geringeren Atemwegsreizung dem Äther vorzuziehen gewesen. Die damals von den englischen Chloroform Komitees empfohlene ACE-Mischung (s. Kapitel 3.1.6) lehnte Fischer ab.¹¹³

Auch Friedrich von Esmarch sprach sich in seinem preisgekrönten, auf seinen Erfahrungen 1870/71 basierenden Lehrbuch "Handbuch der kriegschirurgischen Technik" von 1877 für den Einsatz von Chloroform bei größeren Operationen und lange dauernden Untersuchungen aus. Hierbei sollte der Patient nüchtern sein und

¹⁰⁹ Gerste (1985), S. 35

¹¹⁰ Ebd., S. 63

¹¹¹ Pirogov (1864), S. 1062

¹¹² Gerste (1985), S. 63

¹¹³ Fischer (1868), S. 259 f.

während der Operation weder sitzen noch auf dem Bauch liegen.¹¹⁴ Eine Ausnahme hiervon machte von Esmarch, als er empfahl, bei „grosser Erschöpfung und Herzschwäche“ Alkoholika direkt vor dem Eingriff zu verabreichen.¹¹⁵

Theodor Billroth gab in „Chirurgische Briefe aus den Kriegs-Lazarethen in Weissenburg und Mannheim 1870“ allerdings zu bedenken, dass einfache Kugelextraktionen nicht alle unter Narkose durchzuführen seien, wenn es eine große Anzahl Verwundeter gegeben habe.¹¹⁶ Fischer argumentierte hier ähnlich, indem er sagte, dass die Feldchirurgen – so gerne sie dies auch wünschten – nicht jede Operation in Narkose vornehmen könnten. Die Versorgung binde zu viel Zeit und Personal. Zur Verabreichung einer Narkose brauchte es nach Fischer 2 Gehilfen, von denen einer das Anästhetikum applizierte und einer währenddessen Puls und Atmung kontrollierte.¹¹⁷ Auch von Esmarch empfahl (sofern vorhanden) bis zu drei Assistenten für die Narkose. Zwei sollten hierbei die Arme des Patienten halten und dabei den Puls kontinuierlich fühlen, ein weiterer sollte das Chloroform applizieren und zugleich die Atmung prüfen.¹¹⁸ Schon Pirogov hatte empfohlen, ausschließlich erfahrene Gehilfen (oder zur Not den Chirurgen selbst) den Puls tasten zu lassen und beim Absinken des Pulses das Chloroform vom Gesicht des Patienten zu entfernen.¹¹⁹

Ebenso hieß es im offiziellen Sanitäts-Bericht über die Jahre 1870/71, alle größeren oder langwierigen Operationen sowie Wundexplorationen seien in Chloroformnarkosen erfolgt, von welchen es eine „ungeheure“ Anzahl gegeben habe, wobei Todesfälle durch das Chloroform selten gewesen seien. Die Narkose habe sogar schneller gewirkt als im zivilen Bereich, da die Soldaten größtenteils jung und noch nicht jahrelang an alkoholische Getränke gewohnt waren. Eine Ausnahme von der vermeintlichen Ungefährlichkeit des Chloroforms stellen aber auch in dieser Quelle Fälle von hohem Blutverlust vor der Verabreichung dar. Dennoch wurde in diesen Fällen anscheinend kein Äther verwendet.¹²⁰

¹¹⁴ von Esmarch (1877), S. 112

¹¹⁵ von Esmarch (1877), S. 118

¹¹⁶ Billroth (1872), S. 85

¹¹⁷ Fischer (1868), S. 258

¹¹⁸ von Esmarch (1877), S. 112

¹¹⁹ Pirogov (1864), S. 1064 f., S. 1067

¹²⁰ Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 31

In allen anderen hier aufgeführten Quellen ist ausschließlich von Chloroformnarkosen im Feld die Rede. Allerdings verweist auch der Sanitätsbericht von 1870/71 auf die große Variabilität der Behandlung von Verwundeten. Es habe keine einheitlichen Behandlungsgrundsätze gegeben, die Berichte aus den Lazaretten seien zum Teil zueinander gegensätzlich gewesen und den einzelnen Ärzten sei eine große Freiheit bei der Wahl ihrer Behandlungsmethoden gelassen worden.¹²¹ Zwar bezieht sich diese Schilderung hier explizit auf die Wundbehandlung, jedoch ist der kurze Abschnitt über Narkosen in dieses Kapitel eingegliedert, sodass anzunehmen ist, dass in Fragen der Narkoseführung ebenfalls nicht allzu einheitlich verfahren wurde.

Die hohe Explosivität des Äthers,¹²² die nicht nur in direkter Nähe von Kampfhandlungen zur Gefahr werden konnte, dürfte ebenfalls ein wichtiger Faktor für die Bevorzugung des Chloroforms gewesen sein. Wie von Esmarch 1877 beschrieben, bestand die Beleuchtung der OP-Säle damals meist aus Wachsfackeln, musste jedoch nicht selten durch improvisierte Lampen ersetzt werden. Beispielsweise könne „ein Wachslight“ mithilfe eines daran gebundenen Silberlöffels zu einem Operationsleuchter kombiniert werden.¹²³ Billroth schilderte eine ähnliche Szenerie bei einem Eingriff im Schein von Wachsfackeln in einem Lazarett 1870.¹²⁴

Die Anfänge der Debatte um das sicherere Narkotikum hatten zwar auch die Feldmedizin erreicht, doch war (wie auch in der zivilen Medizin) 1870/71 das Chloroform die Substanz der Wahl. Hierbei ist zu beachten, dass viele der im Feld tätigen Chirurgen sowohl im Deutsch-dänischen Krieg sowie in ihrer zivilen Tätigkeit Erfahrungen mit dem Chloroform gesammelt hatten.¹²⁵

“Die Narkoseformen waren mit den zivil gebräuchlichen identisch, wie sich überhaupt die Entwicklungen der Narkose in der zivilen Medizin vollzogen. Je nach Vorbildung des Arztes wurden sie dann übernommen und im Einsatz umgesetzt.”¹²⁶

¹²¹ Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 33 f.

¹²² Dieffenbach (1847), S. 13

¹²³ von Esmarch (1877), S. 303 f.

¹²⁴ Billroth (1872), S. 124

¹²⁵ Wollbrück (1995), S. 66

¹²⁶ Ebd., S. 70

Die Applikation des Chloroforms erfolgte entweder mithilfe von Gesichtsmasken oder durch einfache Tücher, die vor Mund und Nase gehalten wurden. Fischer erwähnte beide Varianten, sprach sich jedoch für den Gebrauch einer bestimmten Maske aus, da so viel Chloroform gespart werden konnte.¹²⁷ Bei dieser Maske handelte es sich um die durch von Esmarch propagierte, die er 1862 durch Modifikation der Skinner-Maske für den Einsatz im Feld schuf. Sie wurde in einem Lederetui verpackt angeboten, das darüber hinaus auch noch eine flache Zange zum Herausziehen der Zunge enthielt.¹²⁸ Auch Billroth bevorzugte im Lazarett die Nutzung derartiger stoffüberzogener Drahtmasken.¹²⁹ Von Esmarch erklärte die Bevorzugung seiner Maske wie folgt: Beim Andrücken eines Tuches auf das Gesicht entstünden besonders hoch konzentrierte Chloroformdämpfe, da weniger Umgebungsluft beigemischt werde. Da bei der Maske die Atemluft durch den getränkten Stoff eingesogen werde, sei genug Luft in dem eingeatmeten Gemisch enthalten. Auch riet er zur Benutzung der mitgelieferten Tropfflasche. Der Stoff sei durch Auftropfen des Chloroforms nur soweit zu durchtränken, dass seine Innenseite nicht tropfe.¹³⁰ Die Maske konnte zudem mit einem Stirnband am Kopf des Patienten befestigt werden um sie jederzeit von den Atemwegen zu entfernen und nach oben zu klappen. Außerdem wurde auch die Maske nach Schimmelbusch bereits eingesetzt, die noch lange in der Feldmedizin Bestand haben sollte.¹³¹

Das Morphinum wurde im Krieg 1870/71 häufig und zu verschiedenen Zwecken eingesetzt. Es diente sowohl der Analgesie, der Sedierung sowie auch zur Prämedikation vor Narkosen.

Die Prämedikation mit Morphinum, die damals selbstverständlich noch nicht unter diesem Namen bekannt war, erfolgte stets subkutan. Hierdurch sollte der Verbrauch an Chloroform gesenkt und die Einleitung beschleunigt werden. Nur in Einzelfällen erfolgte dies mit Chloralhydrat anstelle von Morphinum oder auch durch orale Gabe von Alkohol als „Exzitans“.¹³² Fischer befürwortete ausdrücklich die Morphinumgabe, da sie seiner Meinung nach die Exzitationen bei der Einleitung herabsetzte und

¹²⁷ Fischer (1868), S. 261

¹²⁸ Brandt & Goerig (1997), S. 94 f.

¹²⁹ Billroth (1872), S. 302

¹³⁰ von Esmarch (1877), S. 112 f.

¹³¹ Wollbrück (1995), S. 70 ff.

¹³² Ebd., S. 73

zudem bei Unterbrechung der Chloroformierung (beispielweise bei Gesichtsoptionen) den Patienten schmerzfrei erwachen ließ. Vom Alkohol präoperativ riet er hingegen dringend ab. Erfahrungen mit dem Chloralhydrat scheint Fischer erst nach dem Krieg gemacht zu haben.¹³³ Von Esmarch riet ebenfalls lediglich zur Morphinumgabe vor der Chloroformierung.¹³⁴

Da die subkutane Gabe von Morphinum ubiquitär als einzig suffiziente Analgesiemethode zur Verfügung stand, war auch der Gebrauch der Pravaz'schen Spritze weit verbreitet. Diese wurde 1853 von Charles Gabriel Pravaz in Frankreich erfunden und wurde in Kombination mit der von Wood ebenfalls 1853 in Schottland erfundenen Hohnadel gebraucht.¹³⁵ Zusätzlich zur Analgesie auf dem Verbandplatz oder im Lazarett wies von Esmarch auch besonders auf die Gabe an sterbende Patienten hin. Die Pravaz'sche Spritze und Morphinum sollten ihm zufolge jeder Arzt im Feld bei sich tragen.¹³⁶ Passend hierzu wurde auch im Sanitätsbericht von „ausgiebigem Gebrauch“ gesprochen. Besonders in den Lazaretten sei zu freigiebig Morphinum appliziert worden. So habe teilweise jeder Verwundete jeden Abend eine Injektion erhalten. Allerdings verlangten wohl auch die verwundeten Soldaten selbst nach der subkutanen Injektion.¹³⁷ Diese Schilderung bestätigte auch ein Brief eines Arztes, der später im „Ärztlichen Intelligenzblatt“ publiziert wurde.¹³⁸ Theodor Billroth beklagte aus dem Weissenburger Lazarett unter anderem ein Fehlen von Morphinum und Pravaz'schen Spritzen, und hebt hervor, wie wichtig diese (neben Instrumenten, Betten und Ähnlichem) für die Verwundetenversorgung waren.¹³⁹ Auch bei neuropathischen Schmerzen wurde subkutanes Morphinum (neben der Applikation von elektrischem Strom) genutzt.¹⁴⁰ Wegen der Gewöhnungseffekte bei langdauernder Gabe von Morphinum bei Nervenverletzungen empfahl Fischer die zusätzliche Gabe von Atropin sowie Elektrizität bei Muskelatrophie.¹⁴¹

Der Sanitätsbericht 1870/71 erwähnte außerdem noch kurz Chloralhydrat bei „Hyperästhesie und Schlaflosigkeit“, riet aber hiervon ab. Weiterhin bemerkenswert

¹³³ Fischer (1868), S. 648 f.

¹³⁴ von Esmarch (1877), S. 291

¹³⁵ Brandt & Goerig (1997), S. 230

¹³⁶ von Esmarch (1877), S. 291 f.

¹³⁷ Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 30

¹³⁸ Wollbrück (1995), S. 65 f.

¹³⁹ Billroth (1872), S. 22

¹⁴⁰ Ebd., S. 162 f.

¹⁴¹ Fischer (1868), S. 412

und im Hinblick auf eventuell nötige Narkosen bei diesen Patienten ist die großzügige Gabe von Alkohol an Patienten mit „Pyämie“. Die Rede war hier von „bis zu 2 Flaschen Wein in 24 Stunden“ sowie Sherry und anderen Getränken.¹⁴² Wurde der Alkohol präoperativ also eher selten genutzt (siehe oben), so ist nicht auszuschließen, dass ein gewisser Anteil der Lazarett-Patienten stets unter Alkoholeinfluss stand. Dies dürfte ein großes Gefahrenpotential im Falle wiederholter Eingriffe in Narkose dargestellt haben.

In mehreren Quellen finden sich bereits Schilderungen der „Localanästhesie“. Gemeint war hiermit jedoch die lokale Betäubung durch Kälte. Die Ära der uns heute bekannten Lokalanästhesie begann erst 1884 (s. Kapitel 3.3.1).

Zur Erzielung der Kälteanästhesie wurde meist, wie schon 1866, Eis genutzt. Da allerdings die Anzahl der Verwundeten eine höhere war und es besonders in Norddeutschland logistische Schwierigkeiten gab, wurde Eis oft nur bei Gelenkschüssen verwendet. Besondere Vorsicht war bei längerer Anwendung aufgrund möglicher Hautnekrosen geboten. Neben der analgetischen Wirkung versprach man sich vom Eis auch insbesondere einen entzündungshemmenden Effekt, dessen Vorhandensein allerdings oft bestritten wurde oder der gar gegenteilig gewesen sein soll.¹⁴³ Dennoch ist von einer breiten Anwendung – sofern vorhanden – auszugehen.¹⁴⁴

Auch der Schwefeläther wurde anstatt zur Inhalationsnarkose oftmals zur Kälteanästhesie herangezogen. Dieser wurde vor oberflächlichen Inzisionen oder Extraktionen von Fremdkörpern (vor allem Kugeln) mithilfe einer Spritzflasche aufgebracht. Nach etwa zweiminütiger Anwendung war die Haut gefühllos. Nachteilig war allerdings die kurze Wirkdauer der Anästhesie.¹⁴⁵ Vermutlich dürfte es hier wie auch bei anderen Substanzen wie Rhigolene (einem Zwischenprodukt der Petroleum-Gewinnung) häufiger zu Erfrierungen gekommen sein. Weitere Möglichkeiten zur Kühlung bestanden in eisgefüllten Kautschukbeuteln, um die Extremitäten geschlungenen Kautschukschläuchen, die von Eiswasser durchflossen wurden, sowie der Berieselung mit kaltem Wasser.¹⁴⁶

¹⁴² Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 30 f.

¹⁴³ Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 29 f.

¹⁴⁴ Wollbrück (1995), S. 65; Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 29 f.

¹⁴⁵ Fischer (1868), S. 261 f.

¹⁴⁶ von Esmarch (1877), S. 8 ff.

Das Transfusionswesen beschränkte sich im Deutsch-Französischen Krieg auf die Gabe defibrinierten menschlichen Blutes. Von Esmarch definierte die Transfusion 1877 bereits als Übertragung von einem Menschen auf den anderen. Hierzu wurde venöses Blut in einem Glasgefäß aufgefangen und minutenlang mit einem Spatel oder ähnlichem Gerät gequirlt. Anschließend wurde es mehrfach durch Stoff gefiltert und in einem 40° C warmen Wasserbad aufbewahrt. Alternativ sollte auch ein Eisbad das Blut für 24 Stunden konservieren können, sodass es nach Wiedererwärmung transfundiert werden konnte. Die Vorbereitung zur Transfusion geschah durch Eröffnung einer Vene in der Ellenbeuge und das Einnähen einer Kanüle in diese.¹⁴⁷ Die eigentliche Transfusion erfolgte durch den hydrostatischen Druck, also allein durch die Schwerkraft oder auch durch spezielle Spritzenapparate mit Luftfängern zum Vermeiden von Luftembolien.¹⁴⁸ Alternativ war auch die arterielle Transfusion bekannt, bei der zur Überwindung des Gefäßdrucks eine Spritze verwendet werden musste. Um eine Transfusion zu vermeiden, konnte auch die Autotransfusion durch Wickeln der Extremitäten angewendet werden.¹⁴⁹

Fischer wies allerdings auf die Knappheit von Spenderblut auf dem Verbandplatz hin. Einerseits wurden, anders als noch einige Jahre zuvor, kaum noch Aderlässe vorgenommen, andererseits war auch das Blutspenden mit einer *Venae sectio*, einem lange dauernden und invasiven chirurgischen Verfahren verbunden. Daher lehnte Fischer auch einen Einsatz von defibriniertem Tierblut ab. Außerdem sei die Technik anspruchsvoll und erfordere komplizierte Geräte, da das Blut unbedingt zu defibrinieren und von Gerinnseln zu filtern sei (siehe oben). Fischer sprach sich daher gegen die Transfusion aus und riet vielmehr zu einem möglichst schnellen Verschluss der Wunden.¹⁵⁰

Sowohl in den 1860er Jahren als auch in den ersten Jahren nach dem Krieg war jedoch die Begeisterung für Transfusionen allgemein groß. Insgesamt wurden im Krieg offiziell 37 Transfusionen an 33 Patienten durchgeführt, hiervon jedoch keine mit Tierblut. 13 dieser Patienten überlebten. Die direkten Folgen der Transfusion seien meist als positiv beschrieben worden, während Fieber und Lungenödem als Folge von Infektion gewertet wurden. Die Transfusionen erfolgten sowohl arteriell als

¹⁴⁷ von Esmarch (1877), S. 165 ff.

¹⁴⁸ Ebd., S. 169 f.

¹⁴⁹ von Esmarch (1877), S. 171 f.

¹⁵⁰ Fischer (1868), S. 294 ff.

auch venös, verabreicht wurden stets unterschiedliche Mengen. Diverse Indikationen rechtfertigten die Transfusion, unter ihnen neben akuten Anämien auch die „Pyämie“, Cholera, Tuberkulose und weitere.¹⁵¹ Mit Erscheinen des Sanitätsberichtes 1890, also 20 Jahre nach dem Krieg, riet man von der Transfusion auf dem Schlachtfeld vollends ab und lehnte auch die inzwischen in der zivilen Medizin beliebten Kochsalzinfusionen für den Feldgebrauch ab. Das Kochsalz sei zwar einfach aufzubewahren und die Lösung mittels Spritzen einfach zu infundieren, jedoch dauere das Abkochen des Wassers und die chirurgische Freilegung der Gefäße meist zu lange. Daher wurde zur Unterbindung der Gefäße und zur Autotransfusion mittels Wickeln der Extremitäten und Kopftieflage geraten.¹⁵²

Ernst von Bergmann hingegen resümierte 1871 über die Transfusion im Krieg, dass viele Soldaten durch Infusion von Kochsalzlösungen hätten gerettet werden können. Hintergrund von Bergmanns Aussagen war der dem Krieg folgende Disput im Heeressanitätsdienst um den zu verwendenden Blutersatz, also ob Erythrocytenhaltige Flüssigkeit oder Plasma-ähnliche Flüssigkeiten (Kochsalz-basierte Lösungen) primär zu verabreichen seien. Es ist leider nicht bekannt, ob von Bergmann selbst Kochsalzlösungen zur Transfusion verwendete.

„Er dürfte aber mit Fällen konfrontiert worden sein, bei denen an eine Transfusion von Menschen- oder Tierblut gedacht worden war, eine Maßnahme, die damals oft von dramatischen Folgen überschattet war.“¹⁵³

Auf dem deutschen Chirurgenkongress in Berlin 1874 bestätigte sich, dass sowohl Kriegschirurgen als auch ihre im Zivilen tätigen Kollegen noch immer reges Interesse an Lammbloodtransfusionen hatten. Die dort verbreiteten Meldungen über Kochsalz-Lösung als Volumenersatz schien jedoch bleibenden Eindruck zu hinterlassen. 1883 verurteilten Ernst von Bergmann und weitere bedeutende Chirurgen schließlich die Lammbloodtransfusionen.¹⁵⁴ Das Transfusionswesen war im Kriege also in etwa auf dem Stand der zivilen Medizin, wurde jedoch von logistischen Schwierigkeiten beeinflusst.

Die Handhabung der Volumengabe sollte sich nach 1890 stark verändern (wie Kapitel 3.3.3. zeigt), sodass auch die Lage im Ersten Weltkrieg eine andere war.

¹⁵¹ Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 344 ff.

¹⁵² Ebd., S. 346 f.

¹⁵³ Goerig (2001), S. 71

¹⁵⁴ Benedum (2001). S. 85 f.

Ebenso änderte sich der Stand der Bluttransfusion durch die Erforschung der menschlichen Blutgruppen, deren Grundstein Karl Landsteiner 1901 legte (s. ebenfalls Kapitel 3.3.3).

Die Sicherung der Atemwege beschränkte sich im Feldzug 1870/71 meist auf die rasche Durchführung von Tracheotomien. Fischer empfahl diese insbesondere bei Verletzungen von Trachea oder Larynx noch vor dem Abtransport und verwies auf den Aspirationsschutz. Der Schnitt sollte hierbei so tief wie möglich (Tracheotomia inferior) und bei Reklination des Kopfes erfolgen. Auch bei diesem Eingriff sei das Chloroform zu empfehlen. Besonderen Wert legte Fischer auf die Ligatur der Gefäße entlang der Wunde um die Blutung gering zu halten. Über die genaue Bauweise der zu verwendenden Kanüle ließ Fischer sich allerdings nicht aus.¹⁵⁵ Von Esmarch fügte den Indikationen zur Tracheotomie noch das Glottisödem hinzu, empfahl jedoch primär eine Laryngotomie und bei Bedarf eine Tracheotomie oberhalb der Schilddrüse (Tracheotomia superior). Von der Tracheotomia inferior war nach von Esmarch aufgrund atypischer Gefäße abzuraten,¹⁵⁶ Chloroform jedoch befürwortete auch von Esmarch hier eindeutig.¹⁵⁷ Als Kanüle empfahl von Esmarch die Doppelkanüle nach Lürer oder in Ermangelung dieser eine Konstruktion aus Silberdraht zum Offenhalten der Atemöffnung.¹⁵⁸

Langenbecks Schüler Friedrich Trendelenburg entwickelte die so genannte Tamponkanüle, die über eine aufblasbare Gummimanschette verfügte und somit einen deutlich besseren Aspirationsschutz bot als vorige Modelle. Allerdings konnte sich dieses Instrument erst ab 1871 durchsetzen.¹⁵⁹ Es kann nur vermutet werden, dass Trendelenburgs Erfahrungen auf dem Feld in die Entwicklung der Kanüle einfließen.

Die Tracheotomie wurde oft in Verbindung mit der Reanimation angewendet, die ihrerseits oft bei Chloroformnarkosen notwendig wurde. So empfahl Fischer neben der Mund-zu-Mund-Beatmung die Wiederbelebung nach Hall (s. Kapitel 3.3.6) in Verbindung mit der Tracheotomie bei Fällen von Chloroform-Asphyxie.¹⁶⁰ Von Esmarch empfahl in diesem Falle sowohl den später unter seinem Namen bekannten

¹⁵⁵ Fischer (1868), S. 296 f.

¹⁵⁶ Anm.: Gemeint sein könnte die Arteria thyroidea ima.

¹⁵⁷ von Esmarch (1877), S. 292 f.

¹⁵⁸ von Esmarch (1877), S. 295 f.

¹⁵⁹ Brandt & Goerig (1997), S. 107

¹⁶⁰ Fischer (1868), S. 261

Handgriff als auch die Wiederbelebung nach Silvester.¹⁶¹ Die Bemühungen sollten mehrere Stunden lang fortgesetzt werden und auch durch die Applikation von elektrischem Strom unterstützt werden. Durch elektrische Reizung der Nn. phrenici und des Plexus brachialis am Hals sollte hierbei die Atmung stimuliert werden.¹⁶² Auch der Sanitätsbericht 1870/71 beschreibt die Anwendung elektrischer Stimulation (wohlgemerkt noch nicht auf die Herztätigkeit bezogen) bei der Wiederbelebung.¹⁶³

Trotz der neuen Möglichkeiten für die Chirurgen durch die Nutzung der Narkose beklagten diese im Krieg 1870/71 noch immer eine hohe Sterblichkeit.

“Dass die Kopf- und Bauchschüsse meist zu Grunde gehen, dass viele Brust-, Becken-, Hüft-, Oberschenkel-, Knieschüsse operirt oder nicht operirt sterben, darin hat man sich in der Kriegschirurgie ergeben und ist über jeden Schritt froh, den man auf dem zweifelhaften Grenzterrain dem Lande der Toten für das Land der Lebendigen mit den Waffen der wissenschaftlichen Arbeit abtrotzt;“

164

Friedrich Ring wertete dies als Zeichen der Resignation der damaligen Kriegschirurgen.¹⁶⁵ Darüber hinaus verwies Ring auf Probleme logistischer Natur. Aufgrund des fehlenden Arztkontaktes innerhalb der ersten 24 Stunden nach Verwundung sei die Behandlung der Verwundeten nicht auf dem Stand der zivilen Medizin gewesen. Diese Aufgabe sei zunächst von Sanitätsdetachements übernommen worden, was eine Vereinheitlichung der Behandlung verhindert habe. Im Verlauf des Krieges habe es hier aber zumindest laut dem Sanitätsbericht Verbesserungen gegeben.¹⁶⁶

Es ist deutlich geworden, dass die Anästhesie im Deutsch-Französischen Krieg im Allgemeinen der Entwicklung im zivilen Bereich folgte. In einzelnen Aspekten, wie zum Beispiel der strikten Meidung von Äthernarkosen, wichen die angewandten Methoden allerdings auch ab. Zudem wurde ersichtlich, dass im Feld wie auch im zivilen Bereich keine einheitlichen Behandlungsstandards herrschten.

¹⁶¹ von Esmarch (1877), S. 115

¹⁶² Ebd., S. 118

¹⁶³ Königlich Preußisches Kriegsministerium (1890), S. 32 f.

¹⁶⁴ Billroth (1872), S. 93

¹⁶⁵ Ring (1962), S. 186

¹⁶⁶ Ebd., S. 187 f.

3.3 Medizinische und medizintechnische Entwicklungen bis zum Jahr 1914

3.3.1 Aufkommen und Nutzung der Lokalanästhesie

Ähnlich wie der Beginn der allgemeinen Anästhesie wird auch der Beginn der Lokalanästhesie meist an einem Datum und an einer Person festgemacht. Am 15.09.1884 ließ Carl Coller einen Kollegen von der Anästhesie des Auges mittels Kokain berichten. Die ersten Versuche, lokale beziehungsweise regionale Anästhesie zu erzeugen, liegen allerdings chronologisch weit vor dem Jahr 1884.

Eine antike Methode, die in den Bereich der Kälteanästhesie fällt, dürfte der so genannte „Stein von Memphis“ gewesen sein. Angaben hierzu finden sich sowohl in antiken Schriften als auch in Werken über Hexenprozesse aus dem 16. und 17. Jahrhundert. Allerdings schwanken die Angaben zu den Zutaten und der Applikationsart stark. Eine mögliche Erklärung für die Wirkung des Steins ist die Nutzung von Marmor oder Kalkstein, der unter Zugabe von Essig lokal Kälte erzeugt, da Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird.¹⁶⁷

Weitere Erfahrungen mit der schmerzstillenden Wirkung von Kälte machte auch der Italiener Marco Aurelio Severino, der 1646 eine Mischung aus Eis und Schnee vor Operationen anwandte. Jedoch konnte sich diese Methode nicht durchsetzen. Erst dreihundert Jahre später stellte John Hunter fest, dass eine Kältemischung Kaninchenohren unempfindlich machen kann.¹⁶⁸ Einer der wohl am häufigsten in diesem Zusammenhang erwähnten Erfahrungsberichte ist derjenige von Napoleons leitendem Feldmediziner Dominique-Jean Larrey, der bei der Schlacht bei Eylau am 7./8. Februar 1807 unzählige Amputationen schmerzfrei durchgeführt haben soll, da die Außentemperatur lediglich -19°C betrug.¹⁶⁹ Seine Erfahrungen auf dem Rückzug der französischen Truppen aus Russland 1812 bewogen Larrey auch dazu, sofortige Amputationen bei besonders kritisch Verwundeten zu befürworten und durchzuführen.¹⁷⁰

1848 verwendete Arnott eine Mischung aus Eis und Kochsalz zur Oberflächenanästhesie. Die eigentliche Professionalisierung der Kälteanästhesie erfolgte allerdings erst 1866 durch Sir Benjamin Ward Richardson, der Äther mithilfe

¹⁶⁷ Brandt & Goerig (1997), S. 226 f.

¹⁶⁸ Hossli & Jenny (1987), S. 48

¹⁶⁹ Ben-Zur (1960), S. 9

¹⁷⁰ Schadewaldt (1968), S. 157

eines selbst entwickelten Apparates zerstäubte. Da Äther unter Raumtemperatur sehr rasch verdunstet, ist hier eine intensive Kälteentstehung zu beobachten. 1874, zehn Jahre vor Kollers Durchbruch, kombiniert Girard schließlich den erwähnten Ätherzerstäuber mit einer Unterbindung des arteriellen Zuflusses im Operationsgebiet, wodurch die entsprechende Körperpartie sehr schnell abkühlte. Neben dem Schwefeläther wurden vereinzelt auch diverse andere Stoffe wie Bromäthyl, Schwefelkohlenstoff, Petroläther, Chloroform und Methylalkohol-Chloroform-Gemische verwendet. Die anästhetischen Eigenschaften der Substanzen waren hierbei abhängig von ihren Siedepunkten – je niedriger, desto potenter die Substanz.¹⁷¹ Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Kälteanästhesie aufgrund ihrer alleinigen Nutzbarkeit bei oberflächlichen oder auch vom Körperstamm sehr weit peripher gelegenen Operationsgebieten eine sehr eingeschränkte Nutzung erfuhr, weshalb sie einen sehr viel geringeren Einfluss auf die klinische Praxis hatte als die Lokalanästhesie nach Kollers Publikation 1884.

Erheblich älter als die Kälteanästhesie (abgesehen vom Stein von Memphis) dürfte auch die Anästhesie durch Kompression von ganzen Gliedmaßen beziehungsweise Nervensträngen sein. Angeblich seien solche Techniken bereits im antiken Ägypten eingesetzt worden.¹⁷² 1564 berichtet Ambroise Paré über eine erfolgreiche Unterschenkelamputation unter dieser Methode. Erst Anfang des 19. Jahrhunderts warnte Dessault vor Gangrän durch die Kompression.¹⁷³ Zwar hatte James Moore bereits 1784 versucht, mit einem eigens konstruierten Apparat eine präzisere Kompression der Nerven zu erreichen, jedoch weichen seine eigenen Berichte zum Erfolg dieser Methode und die von Zeitzeugen stark voneinander ab.¹⁷⁴

Voraussetzung für die Massentauglichkeit und Effektivität, welche die Lokalanästhesie in den folgenden Jahrzehnten erreichen sollte, und letztlich auch für den immer noch großen Stellenwert innerhalb der Anästhesie, war eine gänzlich neue Klasse von Anästhetika. Der Kokastrauch diente der einheimischen Bevölkerung Perus und Boliviens als Genussmittel, wie Pizzaro 1533 beobachtete. Als schließlich Carl von Scherzer 1859 Kokablätter mitbrachte, gelang es den Chemikern Albert Niemann und Wilhelm Lossen in Göttingen, das daraufhin „Kokain“

¹⁷¹ Ben-Zur (1960), S. 10

¹⁷² Brandt & Goerig (1997), S. 227

¹⁷³ Ebd., S. 227 f.

¹⁷⁴ Ebd., S. 228

genannte Alkaloid der Pflanze zu isolieren. Zwar wurde zu diesem Zeitpunkt bereits eine Empfindungslosigkeit der Zunge beim Kauen der Blätter beobachtet, jedoch ließen die Schlussfolgerungen aus dieser Beobachtung noch Jahrzehnte auf sich warten.¹⁷⁵

Kollers Entdeckung gingen Hinweise anderer Ärzte voraus, die ebenfalls Erfahrungen mit dem neuen Arzneistoff gewonnen hatten. Unter ihnen befand sich unter anderem Siegmund Freud, damals ein Freund Kollers, welcher ihm wegen akuter Zahnschmerzen zur Einpinselung mit Kokain riet. 1883 publizierte Freud sogar über die Möglichkeit, Kokain bei lokalen Entzündungen zur Analgesie anzuwenden. Noch früher als Freud, nämlich bereits 1868 stellte der peruanische Arzt Moréno y Maiz nach einer Reihe von Versuchen an Fröschen die Frage auf, ob Kokain ein „örtliches Schmerzbetäubungsmittel“ sein könne. Inspiriert von diesem Bericht und seinen eigenen Erfahrungen mit dem Kokain startete Koller eine eigene Versuchsreihe mit hochprozentigen Kokain-Lösungen. Es folgten Versuchen an Kaninchen und Hunden und ein weiterer Selbstversuch. Nach einer erfolgreichen Augen-Operation am Menschen am 11.09.1884 ließ Koller, der sich die Reise nicht leisten konnte, seinen Kollegen Brettauer am 15.09.1884 auf dem Kongress der Ophthalmologen in Heidelberg über seine Erfahrungen berichten.¹⁷⁶ Erst im Januar 1885 publizierte Koller dann seine Ergebnisse in der Wiener Medizinischen Wochenschrift. Dieser Artikel und diverse Verweise darauf in anderen Zeitschriften trugen zur raschen Verbreitung des Verfahrens im deutschen Sprachraum bei.¹⁷⁷

Wie auch Koller verwendete die Mehrheit der Ärzte, die jetzt intensiv mit dem Kokain experimentierte, relativ hochprozentige Lösungen (so z.B. Wölfler, Halsted oder Reclus). 1885 wies bereits Corning auf die Intoxikationsgefahr durch die gebräuchlichen 2-20%-igen Lösungen hin. Er schlug zudem vor, diese auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ % zu verdünnen und ihre Effektivität durch Kombination mit der Esmarch'schen Blutleere zu erhöhen. Diese Warnungen verhallten allerdings weitestgehend ungehört, bis schließlich immer mehr Berichte über Intoxikationen erschienen.¹⁷⁸

Carl Ludwig Schleich wandte stärker verdünnte Lösungen an, war hierbei allerdings dem Irrglauben erlegen, die analgetische Potenz hinge von der Osmolarität der

¹⁷⁵ Gerste (1985), S. 103 f.

¹⁷⁶ Brandt & Goerig (1997), S. 232

¹⁷⁷ Gerste (1985), S. 109 f.

¹⁷⁸ Ben-Zur (1960), S. 33

Substanz ab.¹⁷⁹ 1892 stellte Schleich seine auf intrakutanen Injektionen beruhende Infiltrationsanästhesie (mittels 0,1%-iger Lösung) vor dem Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie vor. Sachs gibt mehrere verschiedene Blickweisen auf dieses Ereignis, das einen drastischen Einschnitt für Schleichs Karriere bedeutete, wieder. Allen Berichten ist allerdings zu entnehmen, dass Schleichs Schlussworte für derartige Entrüstung sorgten, dass er schließlich gedemütigt den Saal verließ. Zum Schluss seiner Erläuterungen hatte Schleich gefordert, aufgrund der außerordentlichen Wirksamkeit seiner Methode, die Allgemeinnarkose wegen des höheren Risikos wann immer möglich zu verlassen. Dies habe laut Schleich auch insbesondere unter „ideellen, moralischen und strafrechtlichen Gesichtspunkten“ zu erfolgen. Den verschiedenen Schilderungen ist zu entnehmen, dass von den ca. 800 anwesenden Chirurgen niemand zugunsten von Schleichs Forderung abstimmen wollte. Zwei Jahre später, auf dem Chirurgenkongress 1894, stellte Ernst von Bergmann den Ruf Schleichs in Teilen wieder her und lobte seine Verdienste.¹⁸⁰

Einen weiteren bedeutenden Fortschritt erfuhr die Lokalanästhesie bereits 1898. August Bier, der von der Leitungsanästhesie nach William Stewart Halsted und der Weiterentwicklung durch Oberst 1888 gehört hatte, führte den Gedanken weiter und entwickelte die intradurale Spinal- beziehungsweise Lumbalanästhesie. Voraussetzung hierfür war die (diagnostische) Lumbalpunktion nach Quincke von 1891.¹⁸¹ Bier und sein Kollege Hildebrandt testeten die Methode in Kiel am eigenen Leib. Obwohl sie hiermit erfolgreich waren, litten sie doch angeblich tagelang unter den nach Spinalanästhesien (damals) typischen Kopfschmerzen.¹⁸²

Die Lokal- und Regionalanästhesie fand sehr schnell Verbreitung und bald wurden neben neuen Applikationsarten auch weitere geeignete Pharmaka entdeckt beziehungsweise entwickelt. Zu den weiteren 1905-1923 entwickelten Verfahren zählten unter anderem paravertebrale und sakrale Injektionen und die Wiederaufnahme und Verbesserung der rektalen Anästhesie.¹⁸³ Beispiele für neue Substanzen sind Tropokain, Eukain, Holokain und Orthoform. Letzteres wurde von einer Gruppe um den berühmten deutschen Chemiker Alfred Einhorn entwickelt. Aus

¹⁷⁹ von Brunn (1953), S. 2002

¹⁸⁰ Sachs (2005), S. 160 f.

¹⁸¹ von Brunn (1953), S. 2002 f.

¹⁸² Brandt & Goerig (1997), S. 235

¹⁸³ von Brunn (1953), S. 2003

dem Orthoform ging 1905 das Novokain hervor, das umgehend von Heinrich Braun in der Klinik eingeführt wurde.¹⁸⁴ Eben diesem Heinrich Braun ist es zu verdanken, dass ab 1903 Adrenalin den Lokalanästhetika hinzugesetzt wird. Die folgende Vasokonstriktion verlangsamte hierbei die Resorption und senkte die Rate an toxischen Nebenwirkungen.¹⁸⁵ Ausnahme sind die Akren, da eine starke Vasokonstriktion hier eine Gewebischämie auslösen kann. Braun veröffentlichte schließlich 1905 ein umfangreiches Lehrbuch, in dem er eine Methodik unter Verwendung von Procain (gleichbedeutend mit Nococain bzw. Novokain) und Adrenalin schildert.¹⁸⁶

Insgesamt betrachtet lässt sich sagen, dass die Lokalanästhesie im deutschen Sprachraum eine sehr schnelle - wenn auch inhomogene - Verbreitung erfahren hat. Kritiker warfen allerdings schon damals ein, dass hierdurch der Fortschritt der Allgemeinnarkose vernachlässigt worden sei. Grund hierfür mag neben Forderungen wie beispielweise der Carl Ludwig Schleichs nach strengerer Indikationsstellung für allgemeine Narkose auch ein Trend gegen die Spezialisierung der Anästhesie gewesen sein, als deren Vorreiter Ferdinand Sauerbruch galt (s. auch Kapitel 4).¹⁸⁷ Jedoch verwies Braun darauf, dass eine misslungene Lokalanästhesie zwar weniger schädlich sei als eine missglückte Gasnarkose, jedoch sei für ersteres Verfahren enorm viel Vorbereitungszeit seitens des Chirurgen nötig.¹⁸⁸

3.3.2 Intravenöse Anästhesie

Obwohl die Idee zu einer intravenösen Verabreichung von Narkotika schon lange vor dem Durchbruch bei der Inhalationsnarkose 1846 bestand, waren bis zum Aufkommen von Barbituraten in den 1920er bzw. 1930er Jahren schon viele erfolglose Versuche der intravenösen Narkose unternommen worden. Einer der frühesten Versuche wurde 1656 von Sir Christopher Wren durchgeführt, welcher Hunden Opiumlösung injizierte, diese Versuche aber aufgrund der ausgelösten Atemdepression wieder einstellte. Auch der bereits erwähnte Feldchirurg Pirogov scheiterte 1847 an dem Vorhaben, Hunde mit intravenöser Äther-Injektion zu narkotisieren.¹⁸⁹ Schließlich führte Oré 1875 eine i.v.-Narkose mit Chloralhydrat am

¹⁸⁴ Ben-Zur (1960), S. 34 f.

¹⁸⁵ von Brunn (1953), S. 2002

¹⁸⁶ Hossli & Jenny (1987), S. 236

¹⁸⁷ Delingat (1975), S. 35 f.

¹⁸⁸ Hossli & Jenny (1987), S. 237

¹⁸⁹ Ebd., S. 52

Menschen durch. Erst sehr viel später – im Jahr 1909 - versuchte sich dann Ludwig Burkhardt in Deutschland an einer intravenösen Äther- und Chloroformnarkose. Vorteile zeigten sich vor allem bei ängstlichen Patienten und solchen mit vorbestehenden Lungenerkrankungen. Aufgrund der verwendeten Substanzen kam es allerdings gehäuft zu schwerer Hämoglobinurie. Zwar wurden bis zu Beginn des Ersten Weltkriegs immer wieder Versuche mit neuen Barbituraten unternommen, jedoch waren diese aufgrund ihrer langsamen Ausscheidung noch zu unberechenbar, weswegen der inzwischen erprobten Inhalationsnarkose der Vorzug gegeben wurde. Diese Situation änderte sich erst grundlegend mit der Entdeckung des Evipan 1932.¹⁹⁰

Allerdings wurde auch der Vorschlag Eugen Schneiderlins von 1900 wieder aufgegriffen, der einen „Dämmerschlaf“ allein mithilfe von Morphin und Scopolamin empfahl.¹⁹¹ 1916 wurde diese Methode erstmals durch Elisabeth Bredenfeld angewandt,¹⁹² verbreitete sich aber erst nachfolgend - auch im Felde.¹⁹³ Vor allem jedoch wurde der „Dämmerschlaf“ in der Gynäkologie angewandt, wie Katrin Olbrich bereits 1996 darlegte.¹⁹⁴

3.3.3 Transfusion und Volumen-Therapie

Auch dieses Kapitel verfügt zwecks besseren Verständnisses über eine in sich geschlossene Chronologie und beginnt somit vor dem „Ether day“ 1846 und reicht knapp über das Ende des ersten Weltkriegs hinaus.

Den Grundstein für die intravenöse Infusionstherapie (bei Hypovolämie) legte der Engländer Thomas Latta, der Cholerakranke mit bis zu 10 Litern Kochsalz-Lösung behandelte und so einige retten konnte. Die Ergebnisse veröffentlichte er 1831 im Lancet, fand allerdings wenig Beachtung. Erst 1863 stellt der Physiologe Friedrich Goltz seine Untersuchungen zur Vasokonstriktion bei Hypovolämie vor. Er empfahl eine zeitnahe intravenöse Infusion, nannte aber keine geeignete Flüssigkeit. Über

¹⁹⁰ von Brunn (1953), S. 2003 f.

¹⁹¹ Ebd., S. 2004

¹⁹² Hossli & Jenny (1987), S. 52

¹⁹³ von Brunn (1953), S. 2004

¹⁹⁴ Eine detaillierte Schilderung zum Dämmerschlaf und insbesondere der Verbreitung in der Geburtshilfe findet sich in der Dissertation „Die schmerzarme Geburt im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts: ihre Beziehung zum Frauenbild der Gynäkologen und zum Geburtenrückgang“.

ähnliche Versuche zum Zusammenspiel von Blutdruck, Vasomechanik und Volumen publizierten ferner die Physiologen Jacob Worm-Müller und Leo von Lesser, wodurch die Volumetherapie gestärkt wurde. Der Franzose Jolyet führte zudem Tierversuche mit 0,5-%iger Kochsalz-Lösung aus, die Hugo Kronecker und Julius Sander wiederholten und 1879 in der Zeitschrift „Berliner klinische Wochenschrift“ veröffentlichten.¹⁹⁵

Die Bluttransfusion hingegen war schon zuvor verlassen worden. Einer Studie Leonard Landois' von 1875 zufolge gingen Transfusionen von Tierblut meist tödlich aus. Auch die Übertragung menschlichen und auch defibrinierten Blutes vermochte hieran nichts zu ändern. Ernst von Bergmann riet daher von der Transfusion generell ab und begründete dies mit mangelndem Wissen. Allein die homologe Transfusion sei im Notfall noch in Bedacht zu ziehen. Als Alternative verwies er auf Kroneckers Versuche (s.o.).¹⁹⁶

Auch Theodor Billroth beschäftigte sich 1875 mit der Bluttransfusion. Auch er setzte sich für den alleinigen Einsatz von menschlichem Blut ein und sprach sich gegen das Defibrinieren aus. Zudem kritisierte er den Beginn der Transfusion bei bereits bestehendem Kreislaufstillstand oder länger dauernder Synkope. Allerdings sprach sich Billroth für eine arterielle Injektion aus und hielt den Sauerstoff für den wichtigsten übertragenen Faktor.¹⁹⁷ Aufgrund misslungener Versuche, die er auch in Form von Fallberichten schilderte, lehnte er - wie von Bergmann auch - die Transfusion bis zum Gewinn neuer Erkenntnisse ab.¹⁹⁸ Darüber hinaus schränkte er die Indikation für eine Transfusion auf die Anämie ein und lehnte den Gebrauch bei septischen Patienten unter Verweis auf die kapilläre Schädigung und das Persistieren der „putriden Gifte“ im Körper ab.¹⁹⁹ Der Annahme, man könnte chronische Krankheiten durch Transfusion kausal therapieren, widersprach er nachdrücklich. Der damaligen Beliebtheit der Transfusion unter seinen Kollegen ordnete er gar seuchenähnliche Züge zu. Billroth schließt seine Ausführungen mit dem Appell, alle mystischen Vorstellungen in Bezug auf das Blut fallen zu lassen.²⁰⁰

¹⁹⁵ Goerig (2001), S. 71

¹⁹⁶ Wiebecke et al. (2004), S. 12

¹⁹⁷ Billroth (1875a), Sp. 3-5

¹⁹⁸ Billroth (1875b), Sp. 25-29

¹⁹⁹ Billroth (1875c), Sp. 41-42

²⁰⁰ Billroth (1875d), Sp. 65-67

Da nach Kroneckers Veröffentlichung die Volumengabe experimentell untermauert war, testeten 1881 zuerst Johann Jacob Bischoff in Basel und später hiervon angeregt auch der Hamburger Hermann Kümmell die Kochsalzinfusion bei Patienten mit starken Blutverlusten. Beide konnten ihre Patienten retten, infundierten aber aufgrund der schlecht auffindbaren subkutanen Venen über arterielle Zugänge. Dies führte bei Kümmells Patientin zum Verlust einer Hand, weswegen er generell von arteriellen Zugangswegen abriet. In Folge dieser Erfahrungen gab es in den folgenden Jahren Versuche mit diversen Applikationsarten, darunter auch rektale und intraossäre Applikationen. Die Direktpunktion von Venen im Gegensatz zur damals üblichen Venae Sectio führte 1890 der Chirurg Landerer in Leipzig ein, nachdem er dies im Tierexperiment getestet hatte.²⁰¹

Dieser Ansatz sollte sich bald sowohl in der Inneren Medizin als auch in der Chirurgie verbreiten. Diese Verbreitung der Applikationstechnik fiel zeitlich mit der Normierung der zur Verfügung stehenden Lösungen zusammen. 1885 zeigte Hamburger auf, dass 0,9 %-ige Lösungen den Erythrozyten isoton sind, sodass diese allgemein zum Standard wurden. Zudem konnten nun Spritzen und Kanülen industriell produziert werden, was die Venae Sectio überflüssig machte.²⁰² Ab 1882 publizierte zudem Sidney Ringer über die von ihm entwickelte Vollelektrolytlösung, die auch heute noch nahezu ubiquitär zum Einsatz kommt. Starling (und Bayliss) konnten zudem 1896 zeigen, dass nur Lösungen mit einem entsprechenden kolloidosmotischen Druck in der Lage sind, Flüssigkeit langfristig intravasal zu binden.²⁰³ Infolge dieser Entdeckung folgten diverse Versuche mit verschiedenen organischen Molekülen wie Gelatine, Albumin und Hämoglobin als Kolloide. Besonders letzteres wurde aufgrund zahlreicher Komplikationen aber noch vor der Jahrhundertwende wieder verlassen. Ein vielversprechender Zusatz, das Gummiarabicum, der Saft einer Akazie (bestehend aus verschiedenen Zuckern und Mineralien), wurde bereits 1863 durch Carl Ludwig an Tieren getestet, stand allerdings erst ab 1917 im klinischen Umfeld zur Verfügung (Zur Anwendung des Gummiarabicum durch die britische Armee im Ersten Weltkrieg siehe Kapitel 3.4).

²⁰¹ Goerig (2001), S. 72

²⁰² Goerig (2001), S. 73

²⁰³ Wiebecke et al. (2004), S. 12

“Den Klinikern standen somit um die Jahrhundertwende, zur Substitution größerer Blutverluste lediglich Elektrolyt- und Zuckerlösungen zur Verfügung.”²⁰⁴

Die nach dem ersten Weltkrieg entwickelten Lösungen „Normosal“ und „Tutofusin“ entsprachen ebenfalls nicht den von Starling geforderten Kriterien. Im Hinblick auf den kolloidosmotischen Druck waren hingegen die gelatinehaltigen Lösungen überlegen, über deren Anwendung James Joseph Hogan 1915 publizierte. Er griff hiermit Tierversuche Adalbert Czernys von 1894 wieder auf. Diese Lösung besaß allerdings aufgrund chemischer und mikrobieller Mängel derart schwere Nebenwirkungen, dass sie sich nicht durchsetzen konnte.²⁰⁵

Nach dem ersten Weltkrieg ging die Forschung an kolloidalen Lösungen stark zurück, da der Fokus nun auf der Gewinnung von Blutprodukten beziehungsweise der Haltbarmachung von Blutkonserven lag.²⁰⁶ Grund hierfür war die Entdeckung der Blutgruppen durch Karl Landsteiner in Wien 1901. Bereits 1900 publizierte Landsteiner über Agglutination bei Transfusionen und legte somit den Grundstein für seine Arbeit „Über Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes“, in der er die Blutgruppen A, B und C unterscheidet. 1902 erweiterten Alfred Decastello-Rechtwehr und Adriano Sturli diese Erkenntnis durch Klassifikation einer vierten (so genannten) atypischen Gruppe. 1906 ging Jansky in Prag auf diese Einteilung ein und benennt die Gruppen in I-IV um. Aufgrund der Publikation in tschechischer Sprache fand dies aber kaum Beachtung. Anschließend führten Emil Freiherr von Dungern und Ludwik Hirszfeld 1910 eine Unterscheidung in A, B, AB und O ein, während gleichzeitig W.L. Moss in den USA die Gruppen abermals numerisch benannte, aber hierbei die „atypische“ Gruppe (heute AB) in „I“ umbenannte. Diese verwirrende Entwicklung endete erst 1928 durch die Entscheidung des Völkerbundes, die ABO-Nomenklatur nach von Dungerns und Hirszfeld verbindlich einzuführen. Somit entspricht Landsteiners Gruppe C heute Gruppe O und die vierte Gruppe entspricht der Gruppe AB.²⁰⁷

Bis zum Beginn des ersten Weltkrieges jedoch ging die Forschung an sicheren Transfusionsmethoden im deutschsprachigen Raum eher schleppend voran.

²⁰⁴ Wiebecke et al. (2004), S. 13

²⁰⁵ Goerig (2001), S. 73 f.

²⁰⁶ Ebd., S. 74

²⁰⁷ Wiebecke et al. (2004), S. 13

Nachdem bereits mehrere Kollegen mit einfachen Kreuzproben, aber ohne vorherige Blutgruppenbestimmung transfundiert hatten, forderte W. Schulz 1911 die Verwendung von Seren, die das Empfängerblut weder agglutinierten noch hämolysierten. Ottenberg und Kaliski publizierten 1913 schließlich über eine Spenderauswahl nach Blutgruppenbestimmung und Kreuzprobe.²⁰⁸

Der Zugangsweg bei der Transfusion bestand bis 1912 aus einer arteriovenösen Anastomose. Die Methode nannte sich direkte oder auch vitale Transfusion nach Crile. Da diese aber überaus aufwendig, infektionsträchtig und mit dem Verlust einer großen Arterie (A. radialis oder A. brachialis) verbunden war, modifizierte Erwin Payr die Methode 1912. Hierzu schaltete er eine zuvor behandelte Kalbsarterie zwischen beide Gefäße, was den Vorgang merklich beschleunigte.²⁰⁹

Zusammengefasst kann man annehmen, dass es um die Transfusionsmedizin 1914 wie folgt bestellt war:

„Am Vorabend des Ersten Weltkrieges befand sich das Bluttransfusionswesen, als wenig beachtete Liebhaberei einiger weniger Spezialisten, somit noch in einem Experimentalstadium.“²¹⁰

Zur Entwicklung des Transfusionswesens im Weltkrieg sei auf das Kapitel 3.4 verwiesen.

In den 1920er Jahren wurden diverse Organisationen zur Akquise von Spendern und Sammlung von Blutkonserven gegründet.²¹¹ Zur Gründung der „Deutschen Gesellschaft für Bluttransfusion“ kam es hingegen erst 1954.²¹²

3.3.4 Künstliche Beatmung & apparative Narkosetechnik

Obwohl die Grundsteine für die künstliche Beatmung – und mit ihr auch die Voraussetzungen für zunehmend automatisierte Narkoseapparate – bereits durch die Nutzung von Blasebälgen zur Wiederbelebung gelegt worden waren (s. Kapitel 3.3.6), waren erst um 1900 die Voraussetzungen für die Entwicklung komplexerer Apparate gegeben. Gerste weist zudem darauf hin, dass die Berichterstattung in

²⁰⁸ Wiebecke et al. (2004), S. 14

²⁰⁹ Ebd., S. 14

²¹⁰ Wiebecke et al. (2004), S. 15

²¹¹ Ebd., S. 21

²¹² Ebd., S. 29

medizinischen Fachzeitschriften ab 1847 vor allem auf die Eigenschaften der Anästhetika abzielte. Schilderungen der verwendeten Apparate hingegen gab es wenige. Erst in den 1880er- beziehungsweise 1890er-Jahren fanden sich demnach gehäuft Artikel über Narkoseapparate. Diese seien aufgrund verbesserter Drucktechnik zunehmend mit Bildmaterial ergänzt worden, was die Plastizität erhöht habe.²¹³ Zunächst habe noch fast jeder Chirurg eine eigene Apparatur zur Applikation genutzt, beziehungsweise die offene Tropfmethode angewendet. Am häufigsten genannt wurden allerdings die Esmarch'sche Maske und diverse modifizierte Versionen derselben. Diese Modifikationen hatten meist das Ziel, mit nur einer Hand bedient werden zu können. So entstanden in den 1890er Jahren Modelle, welche beispielsweise die Maske am Kopf des Patienten befestigten oder gar die Flasche mit dem Anästhetikum an der Maske.²¹⁴ Zudem sei – so Gerste – eine bessere Dosierung der Anästhetika mittels neuer Apparate zur Applikation in den 1890er-Jahren vermehrt in den Fokus geraten.²¹⁵ Allerdings lag dieser Fokus bis weit nach dem Ersten Weltkrieg auf kleinen, benutzerfreundlichen Aggregaten, die größtenteils auf einen Apparat mit Gummiballon und Äther- beziehungsweise Chloroformflasche von 1867 zurückgriffen. Dieser von Ferdinand Adalbert Junker konstruierte Apparat wurde dann aber ab 1901 nach und nach durch einen einfachen Mischnarkoseapparat des bereits erwähnten Heinrich Braun abgelöst. Um 1900 hatte dieser einen einfachen Apparat zur Mischung von Äther und Chloroform ersonnen. Das Gerät entsprach dem Prinzip der Sprudelapparate, bei denen ein Luftstrom – wohlgemerkt kein Sauerstoff – durch die flüssig vorliegenden Narkotika geleitet wurde und diese verdampfte. Durch aufeinander folgendes Verdampfen und Abkühlen der Flüssigkeiten war allerdings ebenfalls keine besonders konstante Konzentration von Narkosegas am Mundstück zu erreichen.²¹⁶ Dennoch fand das Gerät unter dem Namen „Narko“ im deutschsprachigen Raum weite Verbreitung und wurde bis in die 1940er Jahre produziert. Durch die Mischnarkose sollte der Verbrauch an Narkotikum reduziert werden.²¹⁷

Der Ätherinhalator nach Louis Ombrédanne wurde zwar bereits 1908 in einer französischen Publikation vorgestellt und erfreute sich danach in Frankreich großer

²¹³ Gerste (1985), S. 97 f.

²¹⁴ Ebd., S. 99 ff.

²¹⁵ Ebd., S. 103

²¹⁶ Schröder (1970), S. 20 f.

²¹⁷ Brandt & Goerig (1997), S. 132

Beliebtheit, wurde jedoch erst 1927 in der deutschen Fachpresse erwähnt.²¹⁸ Die Besonderheit des reinen Äthergerätes war ein Stellhebel zum Einstellen des Verhältnisses von Frischluft und mit Äther gesättigter Rückatemluft. Hierdurch sollte der Apparat auch durch relative Laien einfach zu bedienen sein.²¹⁹ Der Inhalator fand also mit Verzögerung auch in Deutschland Anwendung und wurde bis nach dem Zweiten Weltkrieg genutzt,²²⁰ fällt somit allerdings etwas aus dem Zeitrahmen dieser Arbeit.

Zwar konnte bereits ab 1868 der von Priestley 1774 entdeckte Sauerstoff in Kupfer- und später auch in Stahlzylindern gespeichert werden,²²¹ die sichere Aufbewahrung sowie Herstellung²²² und der Transport waren allerdings erst um 1885 (also nach dem Deutsch-Französischen Krieg) in größerem Maßstab umsetzbar. Vor der Entwicklung von Druckgasreduzierventilen um 1890 war eine sichere Handhabung des Gases jedoch immer noch nur bedingt möglich, sodass es immer wieder zu Explosionen und Bränden kam.²²³

Eine sichere Regulierung beziehungsweise Quantifizierung und damit auch weitere Ökonomisierung des Gasflusses konnte also erst durch die Entwicklung besagter Druckgasreduzierventile erreicht werden.²²⁴ Eine wichtige Voraussetzung hierfür war wiederum das deutsche Reichspatentgesetz von 1877. Mithilfe eingereichter Patente konnte das Lübecker Unternehmen Dräger sein so genanntes „Lubeca“-Druckgasreduzierventil von 1889 und seine Nachfolger rechtlich schützen und so bis 1914 den Markt entscheidend prägen.²²⁵ Dieses Ventil wurde ursprünglich für den Einsatz in Bierdruckautomaten konzipiert, da auch diese von einer unregelmäßigen und schwer kontrollierbaren Gas- und damit Flüssigkeitsabgabe gekennzeichnet waren. Heinrich Dräger und sein Sohn Bernhard konstruierten daher 1889 ein neues Ventil, das eine vergleichsweise genaue Regulierung gegenüber den

²¹⁸ Plötz (2001), S. 605 ff.

²¹⁹ Ebd., S. 607 f.

²²⁰ Ebd., S. 610

²²¹ Niggebrügge (2011), S. 110 f.

²²² Die Gebrüder Brin schufen ein Verfahren um Atmosphärenluft unter Zusatz von Bariumoxid als Katalysator zu erhitzen und zu verdichten. – Schmidt-Rimpler (2008), S. 25

²²³ Schmidt-Rimpler (2008), S.26

²²⁴ Peters (2007), S. 68

²²⁵ Ebd., S. 70 f.

handelsüblichen Produkten bot und dabei noch deutlich leichter war.²²⁶ Nicht nur national, sondern auch international wurde durch die sichere und konstante Druckreduktion der Einsatz von Sauerstoff in der Anästhesie- und Rettungstechnik ermöglicht.²²⁷ Ende der 1890er Jahre richtete sich das Unternehmen Dräger zunehmend auf die Applikation von Sauerstoff zu medizinischen Zwecken aus und legte mit den darauf erscheinenden Produkten den Grundstein für eine apparative Sauerstofftherapie. Anders als zuvor angenommen war nicht der Brite J.S. Haldane ab 1917 Vorreiter dieser Therapieform, vielmehr orientierte sich der britische Markt an Dräger-Geräten – wie Anja Peters feststellte.²²⁸ Bereits 1899 brachte das Unternehmen ein neues Manometer zur genaueren Anzeige des Flaschendrucks und ein neues Reduzierventil für Sauerstoff auf den Markt.²²⁹ Einen weiteren Meilenstein für die Entwicklung der Narkoseapparate stellte die Sauerstoffgewinnung aus Atmosphärenluft durch Carl von Linde 1902 dar, welche die Produktion von Sauerstoff enorm vergünstigte.²³⁰

Brandt und Goerig verweisen darauf, dass im angloamerikanischen Raum bereits früher Narkoseapparate zur Verfügung standen und auch mehr Narkosen durchgeführt wurden. Die Begründung hierfür liege in der dort früher erfolgten Spezialisierung der Anästhesie und auch in der im deutschen Raum sehr weit vorangetriebenen Lokalanästhesie. Nicht zuletzt habe die Einführung von Adrenalin-Zusätzen die Einsatzmöglichkeiten der Lokalanästhesie erhöht. Adrenalin war in Europa ab 1904 als „Suprarenin“ im Handel erhältlich.²³¹ Zudem galten die Narkosegeräte als sperrig, kompliziert in der Bedienung und der klassischen Tropfnarkose mit einer Maske hinsichtlich der Dosierung des Anästhetikums als nicht überlegen.²³² Dennoch trieben einzelne Chirurgen die Entwicklung der Apparate

²²⁶ Dräger Corporate Communications (2014), S. 11 – Anmerkung zur Quelle: Das Unternehmen Dräger hat seine Firmengeschichte (wie bereits in Kapitel 2 angedeutet) sehr detailliert aufgearbeitet. Obwohl das Material auch für Marketingzwecke verwendet wird, erlaubt es doch eine unabhängige Beurteilung der Bedeutung der damals konstruierten Geräte für die Medizin. Mehrere hier zitierte Dissertationen (Niggebrügge, Peters, Schmidt-Rimpler), die in Kooperation der Universität zu Lübeck mit Dräger entstanden sind, konnten die damalige Vorreiterrolle des Unternehmens belegen.

²²⁷ Peters (2007), S. 110

²²⁸ Ebd., S. 104

²²⁹ Dräger Corporate Communications (2014), S. 13

²³⁰ Niggebrügge (2011), S. 111

²³¹ Brandt & Goerig (1997), S. 123

²³² Ebd., S. 125

voran. Heinz Wohlgemuth konstruierte 1902 in Berlin einen Chloroform-Sauerstoff-Narkoseapparat. Hierbei tropfte Chloroform in einen kontinuierlichen Sauerstoffstrom hinein. Otto Roth modifizierte diesen Apparat in Zusammenarbeit mit der Firma Dräger. Um die Reaktion des Chloroforms mit dem Sauerstoff zu verhindern, kamen später zwei Reduzierventile und zwei Injektoren zum Einsatz, welche die Verdunstung von Äther oder Chloroform erlaubten. Inhaliert wurde aus einem Atembeutel, der auch über ein Ausatemventil verfügte. Es folgten diverse Modifikationen für Lachgas-Narkosen und auch für Mischnarkosen.²³³

Peters beschreibt insbesondere den ersten Roth-Dräger-Narkoseapparat zur Sauerstoff-Chloroformnarkose von 1902 als „Wendepunkt in der modernen Sauerstofftherapie“. ²³⁴ 1903 wurde der Apparat um die besagte zusätzliche Tropfvorrichtung für Äther erweitert und als Mischnarkoseapparat Roth-Dräger-Krönig vertrieben.²³⁵ Von 1902 bis 1912 konnten etwa 1.500 der Narkoseapparate weltweit verkauft werden.²³⁶ Einen absolut konstanten Gasfluss konnten wohl aber erst Geräte mit dem Ventil „Konstant-Automat“ von 1910/11 ermöglichen.²³⁷

An der Entwicklung der heute üblichen halbgeschlossenen Kreissysteme versuchte sich Dräger bereits 1905. So stellte man Franz Kuhn, einem Pionier der endotrachealen Intubation,²³⁸ ein entsprechendes Narkosegerät zur Verfügung. Die Narkosegase beinhalten Ausatemluft wurde hier über einen CO₂-absorbierenden Atemkalk geleitet und zum Patienten zurückgeführt.²³⁹ Da allerdings Reaktionen des Chloroforms mit dem Kalk befürchtet wurden, ließ man diesen Ansatz zunächst wieder fallen. Von einer engen Zusammenarbeit ist laut Schmidt-Rimpler aber auszugehen.²⁴⁰ Dräger warb auch später noch mit Kuhns Namen. Hierin lag die

²³³ Brandt & Goerig (1997), S. 126 ff.

²³⁴ Peters (2007), S. 5

²³⁵ Schmidt-Rimpler (2008), S. 80

²³⁶ Dräger Corporate Communications (2014), S. 14

²³⁷ Peters (2007), S.103

²³⁸ Das nächste Kapitel geht unter anderem näher auf den hiermit zusammenhängenden, langwierigen Richtungsstreit zwischen Unterdruck- und Überdruckbeatmung ein.

²³⁹ Brandt & Goerig (1997), S. 134

²⁴⁰ Schmidt-Rimpler (2008), S. 77, dort Verweis auf: Kuhn F. - Die perorale Intubation mit und ohne Druck, III. Teil: Apparat zur Lieferung des Druckes für Überdrucknarkose; in: Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie 81, 63-70 (1906)

Basis für eine Vielzahl an späteren Apparaten wie etwa dem Apparat Roth-Dräger-Krönig zur Überdrucknarkose von 1911.²⁴¹

Ein weiterer Hintergrund dieser Anstrengungen könnte eine Reduktion der Kosten durch geringeren Verbrauch von Narkosegasen gewesen sein. Dies hätte sich besonders beim Gebrauch von Lachgas bemerkbar gemacht (zum Lachgas siehe weiter unten).²⁴²

Nachdem Dräger 1902 den „Sauerstoffkoffer“, ein mobiles Gerät zur Inhalation, entwickelt hatte, kam von Seiten der Industrie und des Bergbaus schnell der Ruf nach einem Gerät zur Wiederbelebung auf. 1906 hatte Heinrich Dräger auf einem Kongress einen Apparat des Physiologen Nathan Zuntz gesehen; dies war die Inspiration für den 1907 erdachten Pulmotor. Bei der Konstruktion kamen auch Bauteile anderer Dräger-Produkte zum Einsatz.²⁴³ Mit dem Patent für den „Pulmotor“ erfolgte ein weiterer wichtiger Schritt hin zur apparativen Beatmung. Der ursprüngliche Entwurf des Beatmungsgerätes sah eine Beatmung mit wechselnd positivem und negativem Druck vor. Angetrieben wurde das Gerät allein durch den Druck der angeschlossenen Sauerstoffquelle.²⁴⁴ Aus dem Gasbehälter durchfloss das Gas zunächst einen Druckminderer, von dem aus der Gasstrom schließlich mit wechselndem Über- und Unterdruck durch eine Druck- und Saugdüse (später Injektor genannt), geleitet wurde.²⁴⁵ Grundlage für diese Umschaltung war ein modifiziertes Uhrwerk, welches gleichbleibende, zeitgesteuerte Atembewegungen möglich machte und nicht (wie damals üblich) eine rein druckgesteuerte Beatmung erzeugte.²⁴⁶ Allerdings musste das Uhrwerk regelmäßig aufgezogen werden. Hierzu diente eine Kurbel, die am Koffer aus Eichenholz, in dem sich der Pulmotor befand, angesteckt wurde.²⁴⁷ Zum Zeitpunkt des Patents war der Pulmotor allerdings noch nicht marktreif. Unter Federführung des Ingenieurs Hans Schröder wurde der Apparat weiterentwickelt und schließlich zur Serienreife gebracht. Zunächst erfolgte die Umstellung von einem Einschlauchsystem auf ein Doppelschlauchsystem für Ein- und Ausatmung mit einem trennenden Ventil in Patientennähe, um

²⁴¹ Schmidt-Rimpler (2008), S. 80

²⁴² Brandt & Goerig (1997), S. 132 ff.

²⁴³ Niggebrügge (2011), S. 113 f.

²⁴⁴ Bahns (2010), S. 10

²⁴⁵ Niggebrügge (2011), S. 118 ff.

²⁴⁶ Bahns (2010), S. 12

²⁴⁷ Niggebrügge (2011), S. 121

Kohlendioxid-Rückatmung zu verhindern.²⁴⁸ Hierzu war eine Neukonstruktion des zuvor verwendeten Vierwegehahns direkt an der Gesichtsmaske notwendig. In der Serienfertigung ab 1908 wurde daher ein komplexes Kolbenventil verwendet.²⁴⁹

Zudem erlaubte die Uhrwerk-Schaltung keine individuelle Anpassung des Atemzeit-beziehungsweise Atemminutenvolumens an die Anatomie und Kreislaufsituation der Patienten.²⁵⁰ Da die Atemfrequenz nicht beeinflussbar war, trennte man sich von dem Uhrwerk. Ein weiteres Problem bestand in der unzureichenden Begrenzung der Atemdrücke. Zwar wurden an Testlungen Drücke von +20/-20 cm H₂O erreicht, jedoch konnten diese Drücke bei sich verschlechternder Compliance des Lungengewebes deutlich höher liegen. Unter Federführung von Hans Schröder entstand daher ein druckgesteuerter Apparat. Bei Erreichen eines bestimmten Beatmungsdruckes blähte sich ein Blasebalg auf, der über eine Feder das Umschalten zwischen In- und Expiration veranlasste. Ein Bremsbalg im Kolbenventil sorgte zudem für sanftere Umschaltvorgänge und sollte Druckspitzen beim Umschalten vermeiden.²⁵¹

Vor Beginn der Produktion studierten Heinrich und Bernhard Dräger aktuelle Literatur zum Thema Beatmung. Durch den Vertrieb von Atemschutzgeräten für Bergbau und Industrie hatten sie auf diesem Gebiet bereits eine gewisse Vorbildung. Neben diesem theoretischen Ansatz wurden mit der Hilfe von Otto Roth (s. Roth-Dräger-Apparat) physiologische Experimente an Hunden und Leichen vorgenommen. Über Grenzwerte für Beatmungsdrücke und die Folgen unphysiologischer Beatmungsmuster war zu diesem Zeitpunkt wenig bekannt. Roth war auch maßgeblich für die Erstellung einer Bedienungsanleitung verantwortlich.²⁵²

Nach Abschluss der Experimente konnte 1908 mit der Serienproduktion des Pulmotors begonnen werden. Allerdings wurden in den Jahren 1909-1911 nur wenige Exemplare an Feuerwehren und Bergwerke geliefert, um den Apparat testen zu können. Eigens geschultes Personal sollte den Apparat bedienen. Auch ins Ausland wurden bereits früh Exemplare geliefert. In den folgenden Jahren wurde bei

²⁴⁸ Bahns (2010), S. 14 ff.

²⁴⁹ Niggebrügge (2011), S. 131 ff.

²⁵⁰ Ebd., S. 130

²⁵¹ Ebd., S. 133 ff.

²⁵² Ebd., S. 137 ff.

laufender Produktion auf Rückmeldungen der Abnehmer eingegangen.²⁵³ Leider ist es beim derzeitigen Stand der Archive nicht möglich, zu jedem einzelnen Dräger-Gerät genaue Absatzzahlen zu ermitteln. Auch nach vollständiger Sichtung werden sich hierüber vermutlich keine exakten Aussagen treffen lassen. Zum Pulmotor jedoch finden sich in einigen Quellen recht genaue Angaben. So sollen es im Zeitraum 1908 bis 1913 insgesamt 3.000 abgesetzte Exemplare gewesen sein,²⁵⁴ eine „für die damaligen Verhältnisse enorme Stückzahl“. Bis 1918 seien bereits 6.000 Stück verkauft worden.²⁵⁵ Niggebrügge gibt zudem an, dass besonders zwischen 1911 und 1912 ca. 2.000 Pulmotoren verkauft wurden.²⁵⁶



Abbildung 1: Kontrolle der fertigen Pulmotoren

²⁵³ Niggebrügge (2011), S. 139 f.

²⁵⁴ Dräger Corporate Communications (2014), S. 18

²⁵⁵ Bahns (2010), S. 22

²⁵⁶ Niggebrügge (2011), S. 263



1913

104 A

Sanitäter im Einsatz

Sanitäter des Deutschen Roten Kreuzes Schlutup üben mit dem Dräger - Pulmotor

Abbildung 2: Sanitäter im Einsatz

Darüber hinaus wurde viel Aufwand betrieben, um stattgefundene Reanimationen unter Zuhilfenahme des Pulmotors statistisch zu erfassen. Dieser Aufwand diente dem Beleg der These, die Wiederbelebung mit maschineller Unterstützung sei der manuellen Methode überlegen. Damit sollte auch der Kritik am Pulmotor selbst, die

im so genannten Pulmotor-Streit gipfelte,²⁵⁷ begegnet werden.²⁵⁸ Insgesamt wurden vom 16.01.1912 bis zum 01.05.1918 1324 Personen mit dem Pulmotor wiederbelebt, 750 davon mit „Leuchtgas“-Intoxikationen.²⁵⁹

Obwohl der Gynäkologe Maximilian Neu 1910 erstmals einen Gasflussmesser, das „Rotameter“, in sein Lachgas-Sauerstoff-Narkosegerät einbaute, mit dessen Hilfe Hypoxien wirksam verhindert werden konnten, setzte sich das Lachgas in Deutschland auch zu diesem Zeitpunkt nicht durch. Gründe hierfür könnten die Größe des Apparates oder der Preis des importierten Lachgases gewesen sein. Darüber hinaus hätte die Steuerung der Narkose und die Bedienung des Apparates eines Spezialisten bedurft, was eine allgemeine Spezialisierung des Narkosewesens nötig gemacht hätte, die es so im deutschen Raum nicht gab. Auch die mangelnden analgetischen Eigenschaften des Lachgases könnten zu seiner Ablehnung beigetragen haben.²⁶⁰

1912 hat Dräger den „Kombi“ auf den Markt gebracht, der die einfache Mischnarkose, die Überdrucknarkose und die künstliche Beatmung ermöglichte.²⁶¹ Der offiziell als „Kombinations-Apparat für Mischnarkose, Überdrucknarkose und Wiederbelebung“ vertriebene Apparat fasste die drei vorangegangenen Roth-Dräger-Modelle (den 1911 erschienenen „Roth-Dräger-Krönig“ für Überdruck- und Mischnarkosen eingeschlossen) zusammen.²⁶² Der Apparat umfasste ein Aluminium-Zweischlauch-System, eine Maske mit zwei Kopfgurten und die Möglichkeit, die Beatmung in den Modus „Pulmotor-Wiederbelebung“ zu schalten. Es wurde immer noch wechselnd Über- und Unterdruck zur Beatmung erzeugt. 1913 gab es bereits vier verschiedene Modelle, die weltweit Absatz fanden.²⁶³ 1908 hatte schon Heinrich

²⁵⁷ Von 1913 bis weit nach 1918 wurden vermehrt Stimmen (besonders aus dem medizinischen Sektor) laut, welche die künstliche Beatmung bei der Reanimation wegen vermeintlicher Lungenschäden ablehnten. Der Pulmotor als bekanntester Apparat wurde hier oft stellvertretend genannt. Besonders der erzeugte Unterdruck wurde kritisiert. Neben wissenschaftlichen gab es jedoch vor dem Ersten Weltkrieg auch eindeutig politische Motive für diese Kritik. – Niggebrügge (2011), S. 265 ff.

²⁵⁸ Bahns (2010), S. 22

²⁵⁹ Haase-Lampe (1947), S. 96 – Es handelt sich hierbei um das Manuskript eines nicht veröffentlichten Buches. Wilhelm Haase-Lampe war 38 Jahre lang Schriftleiter für die monatlich erscheinenden Dräger-Hefte, die auch Pulmotor-Statistiken beinhalteten.

²⁶⁰ Brandt & Goerig (1997), S. 129

²⁶¹ Schmidt-Rimpler (2008), S. 80

²⁶² Dräger Corporate Communications (2014), S.22

²⁶³ Haupt (1970), S. 9 f.

Brat einen Überdruckbeatmungsapparat konstruiert, den so genannten „Brat-Apparat“. Dieser ermöglichte eine „Kombination von Überdruckapplikation, Wechseldruckbeatmung und Narkosegasinhalation in einem Gerät“. Der Brat-Apparat war einem von Dräger 1906 entwickelten Gerät, dem „Operationsapparat Brauer-Dräger“ weit überlegen, da er im Gegensatz zu diesem keine Stromquelle benötigte und zudem auf die enthaltene Überdruckkammer für den Kopf des Patienten verzichtete. Der „Dräger-Kombi“ war später (1912) allerdings weitaus erfolgreicher und wurde bis lange nach dem Ersten Weltkrieg produziert.²⁶⁴

²⁶⁴ Niggebrügge (2011), S. 72 f.



Abbildung 3: Narkose-Beatmungsgerät für Äther-Chloroform Mischnarkose

Kurz vor Beginn des Ersten Weltkriegs standen somit bereits einige wirkungsvolle Beatmungsgeräte zur Verfügung. Auch mit der maschinellen Beatmung bei der Wiederbelebung wurden stellenweise bereits Erfahrungen gesammelt. Obwohl einfache Narkoseapparate wie der von Braun oder sogar die althergebrachte

Tropfnarkose mittels Maske (nach von Esmarch, Schimmelbusch und diversen weiteren) oder Kompresse sehr beliebt waren,²⁶⁵ befanden sich aber auch komplexere Geräte im Umlauf, die genauere Narkosesteuerung und wenn nötig auch künstliche Beatmung erlaubten.

3.3.5 Intubation und frühe Vorstellungen zur Atemwegssicherung

Viele der Techniken zur Sicherung der Atemwege wurden in Hinblick auf die Reanimation und insbesondere zur Rettung Ertrunkener erdacht. Obwohl das Kapitel 3.3.6 auf diese speziellen Fälle genauer eingehen wird, sind daher inhaltliche Überschneidungen mit diesem Kapitel unumgänglich.

Ein Großteil der geschilderten Techniken und Hilfsmittel wurde zwar in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und während des Ersten Weltkriegs erdacht, jedoch war Andreas Vesalius schon früh Vorreiter von Intubation und auch Tracheotomie. Bereits 1543 führte er ein Tierexperiment durch, bei welchem er ein Schwein durch einen in die eröffnete Trachea eingelegten Schlauch mithilfe eines Blasebalges beatmete. Er verwies sogar auf den möglicherweise lebensrettenden Charakter des Eingriffs. Allerdings blieb dieser Versuch bis ins späte 18. beziehungsweise 19. Jahrhundert weitgehend unbeachtet.²⁶⁶

Erst als man sich am Ende des 18. Jahrhunderts mit Scheintod und Reanimation zu beschäftigen begann, rückten auch die Atemwege in den Fokus. Zunächst griff man auf die Mund-zu-Mund-Beatmung zurück, welche auch über ein Röhrchen als Mund-zu-Nase-Beatmung durchgeführt werden konnte. Bei länger andauernder Beatmung wurde im allgemeinen die Beatmung mithilfe eines Blasebalges empfohlen. In den 1790er Jahren wurde dann zudem die Mund-zu-Mund-Beatmung nur noch als nachrangiges Verfahren gesehen, da durch die Erkenntnisse von Priestley, Lavoisier und anderen Physiologen der Eindruck entstand, die Ausatemluft sei aufgrund des verminderten Sauerstoff- und des erhöhten Kohlenstoffdioxidgehalts chemisch ungeeignet zur Beatmung.²⁶⁷ Aufgrund dieser Entdeckungen wurde auch vielerorts die Applikation von Sauerstoff empfohlen, was jedoch in Notfallsituationen meist aufgrund mangelnder Ausrüstung nicht möglich war. Ähnlich verhielt es sich mit dem

²⁶⁵ Brandt & Goerig (1997), S. 125 ff.

²⁶⁶ Hossli & Jenny (1987), S. 47

²⁶⁷ Bartels (1967), S. 30 f., S. 93

von Hunter in England und auch dem von Gorcy beschriebenen zweikammrigen Blasebalg, der eine Wechseldruckbeatmung erlauben sollte.²⁶⁸ Eine Sauerstoffbombe war also meist nicht vor Ort, der Blasebalg einkammerig und keinesfalls für die Beatmung konzipiert.

Als D'Etoilles 1826 und 1828 nach Tierexperimenten mit tödlichem Ausgang schließlich wirkungsvoll auf die Gefahren einer unregulierten Beatmung mittels Blasebalg hingewiesen hatte, wurde diese Form der Beatmung wieder verlassen. Zuvor hatten schon diverse Autoren auf die Gefahr der Lungenruptur hingewiesen und dazu angehalten, vorsichtig zu beatmen.²⁶⁹ Hiermit wurde zunächst auch von der orotrachealen Intubation abgesehen, die einige Autoren zuvor für die Beatmung vorgesehen hatten. Allerdings blieb diese Methode ohnehin Ärzten vorbehalten, da sie blind durchgeführt wurde. Meist geschah dies unter der Prämisse einer nicht durchführbaren Beatmung mittels Nasenrohr oder Mund-zu-Mund-Beatmung.²⁷⁰ So sah beispielsweise Curry 1815 die Intubation bei der Notfallrettung vor. Die so genannten „Larynxröhren“, die hierbei in Gebrauch waren, gehörten auch zum Inventar der Leichenhallen, wo sie im Falle eines Scheintodes verwendet wurden.²⁷¹

Durch die Kombination der Intubation mit der Tracheotomie bekam die Entwicklung der Technik erneuten Aufwind. 1858 führte John Snow in England ein Tierexperiment durch, bei dem er ein Kaninchen tracheotomierte und über einen eingelegten Tubus chloroformierte. Der erste Eingriff dieser Art am Menschen erfolgte 1869 durch Friedrich Trendelenburg. Im Gegensatz zu Snow nutzte dieser eine Tamponade zum Schutz vor Aspiration. 1869 erfolgte diese noch im Pharynx und ab 1871 schließlich im Larynx, da Trendelenburg beobachtet hatte, dass die Schleimhaut hier unempfindlicher sei. Aufgrund der Erfolge Trendelenburgs verbreitete sich die Tamponkanüle ab 1871 im deutschen Sprachraum und erhielt bald diverse Modifikationen wie etwa aufblasbare Gummimanschetten oder die Möglichkeit, eine Skinner'sche Maske zu konnektieren.²⁷²

Ein weiterer großer Durchbruch gelang schließlich 1878 Sir William MacEwen in Glasgow, der als erster eine Narkose mittels peroraler Intubation am Menschen

²⁶⁸ Bartels (1967), S. 33

²⁶⁹ Ebd., S. 93

²⁷⁰ Ebd., S. 31 f.

²⁷¹ Brandt & Goerig (1997), S. 106

²⁷² Ebd., S. 107 f.

vornahm. MacEwen veröffentlichte seine Ergebnisse 1880, führte aber nur vereinzelte Versuche durch. Ihm gelang die Intubation durch blindes Vorschieben eines relativ starren Intubationsrohres.²⁷³ Eine direkte Intubation unter Sicht war noch in weiter Ferne. Jedoch waren bereits wenige Jahre nach MacEwens Publikation Metalltuben in verschiedenen Größen (wie z.B. jene nach O'Dwyer) erhältlich. Als in den folgenden Jahren immer wieder ähnliche Versuche angestellt wurden, stieß man auf eine bedeutende Komplikation, die schließlich die Abkehr von den starren Metall- und auch Hartgummituben zur Folge hatte. Es kam nämlich durch Irritation der Schleimhaut an der Tubusspitze immer wieder zu narbigen Strikturen des Kehlkopfes nach dem Eingriff. Allerdings führte diese Entwicklung primär zum Rückgriff auf die Tracheotomie und erst sekundär zur Entwicklung flexiblerer Metalltuben.²⁷⁴

Franz Kuhn führte in Kassel systematisierte Versuche zur Intubation durch und entwickelte hierbei auch eine neue Art von Tubus. Voraussetzung für unter Sicht durchgeführte Intubationen war allerdings die kontinuierliche Erforschung und Verbesserung von Laryngoskopen. Kirstein gelang 1895 die Kombination einer elektrischen Lampe mit einem von Mikulicz erdachten Ösophagoskop, was eine wesentliche Verbesserung der vorherigen Bemühungen mittels Petroleumlampen und ähnlichen Lichtquellen darstellte. In den folgenden Jahren verfeinerte Gustav Kilian diese Technik. Hiermit war die blinde Intubation mittels Tastbefund, auf die sich MacEwen noch verlassen hatte, obsolet.²⁷⁵ Allerdings entwickelte Kuhn die Technik weiter, ohne Kirsteins Apparat zu nutzen, obwohl ihm mehrere Intubationen vor Zuschauern misslangen. Er verwies jedoch mehrfach auf den möglichen Nutzen des Geräts. 1900 publizierte er zum ersten Mal über die Intubation und führte schließlich auch nasotracheale Intubationen durch, die er dann 1902 beschrieb. Diesen Schriften sollten bis 1911, als sein Leitfaden „Die perorale Intubation“ erschien, noch um die 50 weitere folgen.²⁷⁶ Zudem warb er für die lokale Anwendung von Kokain-Lösung zur Betäubung des Rachens.²⁷⁷ In dem 1911 veröffentlichten Leitfaden zur Intubation nennt Kuhn weitere Alternativen die Atemwege betreffend. Unter anderem rät er hier zur Nutzung von Sauerstoff(-bomben) und beschreibt unterschiedliche Herangehensweisen an die (präklinische) Atemwegssicherung für

²⁷³ von Brunn (1953), S. 2004

²⁷⁴ Brandt & Goerig (1997), S. 111 f.

²⁷⁵ Ebd., S. 106 f.

²⁷⁶ Brandt & Goerig (1997), S. 166

²⁷⁷ Hossli & Jenny (1987), S. 47

Laien und den Arzt. So sollte der laienhafte Helfer Kuhn zufolge ein Larynxrohr einführen, den Sauerstoff hineinfließen lassen und den Thorax passiv bewegen. Der Arzt hingegen sollte gleich mithilfe des liegenden Larynxröhrchens ein Intubationsrohr vorschieben.²⁷⁸

Kuhn bemerkt allerdings bereits im Vorwort:

*„Wenn dann die Anwendung der peroralen Intubation in Chirurgenkreisen immer noch eine relativ geringe ist, kann man das im Interesse der Patienten nur bedauern. Denn darüber ist bei allen denen, welche dem Verfahren erst einmal näher getreten sind, nur eine Stimme (Bier, Hildebrand, Rotter usw.), daß bei Nasenrachmentumoren und Oberkieferresektionen, sowie gewissen Formen von Zungenoperationen, wenn nicht in Lokalanästhesie operiert wird, die perorale Intubation das Verfahren der Wahl ist.“*²⁷⁹

Diese Bemerkung passt zu der Tatsache, dass die weitere Entwicklung der Intubation bzw. der Intubationsnarkose vor allem in England stattfand. Ein Grund für diese Entwicklung war mit hoher Wahrscheinlichkeit die Rivalität zwischen Kuhn und Ferdinand Sauerbruch, der bis zu seinem Tod Gegner der Intubation blieb. Während Sauerbruch sein Druckdifferenzverfahren, das sich einer Unterdruckkammer bediente, präferierte, arbeitete Kuhn bei der Intubationsnarkose mit einem Überdruck. Beide Verfahren wurden für die damals noch neuen thoraxchirurgischen Eingriffe verwendet. Da Sauerbruchs Einfluss anscheinend überwog und er seinen Konkurrenten Kuhn überlebte, wurden die damaligen Durchbrüche in der Thoraxchirurgie außerhalb Deutschlands, nämlich vor allem in den Vereinigten Staaten, erzielt. Somit wurde auch die Erforschung und Anwendung der orotrachealen Intubation in Deutschland verzögert, sodass sie sich erst deutlich nach der Gründung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Anästhesiologie 1952 ausbreiten konnte.²⁸⁰ Diese folgenreiche Entwicklung konnte auch durch zahlreiche technische Probleme mit Sauerbruchs Kammer nicht aufgehalten werden, da er derartige Einwände rigoros abwies. Auch wegen der enormen Kosten für die nötigen Apparate war die Methode vergleichsweise günstigen Verfahren wie der Überdruck-Insufflation per Gesichtsmaske unterlegen. Aufgrund dieser Haltung Sauerbruchs verwundert allerdings auch seine lebenslange Ablehnung einer Spezialisierung hin

²⁷⁸ Kuhn (1911), S. 21 f.

²⁷⁹ Kuhn (1911), S. VI

²⁸⁰ Brandt & Goerig (1997), S. 113 f.

zur Anästhesie als eigenem Fachgebiet nicht.²⁸¹ Die Auswirkungen dieses Streits in Bezug auf die Lage im Ersten Weltkrieg werden in Kapitel 3.4 beschrieben.

Derweil benannte der US-Laryngologe Chevalier Jackson das von Kuhn benutzte „Autoskop“ nach einigen Modifikationen in „Laryngoskop“ um und die Briten Magill und MacIntosh machten sich darauf im Ersten Weltkrieg als Anästhesisten der britischen Armee um Verfeinerung von Technik und Gerätschaften zur Intubation verdient. Neben Veränderungen der Laryngoskope und der zugehörigen Spatel wurde vor allem an Tuben geforscht, die gewebsschonender waren und gleichzeitig durch Gummimanschetten besseren Aspirationsschutz boten. Während sich die Intubationsnarkose damit im englischen Sprachraum nach dem Krieg verbreitete, dauerte es unter anderem in Deutschland noch bis nach dem Zweiten Weltkrieg, diese als Standard-Verfahren zu etablieren. Hossli verweist hier auch auf den Begriff der „englischen Narkose“.²⁸² Während MacEwens Durchbruch 1878 noch weitestgehend unbeachtet blieb und auch Kuhns Erfolge aus den genannten Gründen außer Acht gelassen wurden, konnten Guedel und Waters die Vorteile der orotrachealen Intubation belegen. Der von ihnen konstruierte Tubus mit Blockermanschette, der wohl ohne Kenntnis der europäischen Vorarbeiten entstand, wurde 1928 präsentiert und fand breite Anerkennung.²⁸³

3.3.6 Stand der Reanimation

Wie in Kapitel 3.1.6 bereits erwähnt, gab die große Aufmerksamkeit, welche die Chloroform-Tode auf sich zogen, der Entwicklung der Reanimation einen enormen Aufschwung. Allerdings bestand natürlich schon davor der Wille, einheitliche Regelungen zur Reanimation zu erarbeiten. Dieser entstand vermutlich wesentlich aus der Angst vor dem so genannten Scheintod, der vor allem Ertrunkene neben Erfrorenen, Erhängten oder sehr plötzlich Verstorbenen betraf. Ab der Gründung der Amsterdamer Lebensrettungsgesellschaft 1767 wurden Wiederbelebungsversuche nicht mehr als entehrend angesehen und ab Gründung der Royal Humane Society (nachfolgend RHS abgekürzt) im Jahr 1774 gab es schließlich auch erstmals feste Vorgaben für deren Ablauf. Zu diesen allgemeinen Maßnahmen zählten zunächst die

²⁸¹ Brandt & Goerig (1997), S. 168 f.

²⁸² Hossli & Jenny (1987), S. 47 f.

²⁸³ Brandt & Goerig (1997), S. 163 ff.

Zufuhr von Wärme, Schütteln des Patienten, künstliche Beatmung bzw. Rauchklistiere und auch die Applikation elektrischen Stroms.²⁸⁴

Der Fokus bei diesem Vorgehen lag lange Zeit auf der Atmung, da das Versagen der Atmung als ursächlich für den Tod angenommen wurde. So äußerte sich auch der schottische Chirurg John Hunter 1776 auf Nachfrage der RHS im Rückgriff auf von ihm 1755 durchgeführte Tierversuche. Aufgrund dieser Überlegungen empfahl er einen Blasebalg mit wechselnder Überdruck- bzw. Unterdruckbeatmung und wies auf die Möglichkeit hin, den von Priestley zwei Jahre zuvor entdeckten Sauerstoff hinzuzufügen. Sein Kollege William Cullen erwähnte (in Rückgriff auf den Anatomen Alexander Monro) darüber hinaus die Möglichkeit, Luft über den Mund oder besser die Nase zu applizieren – wahlweise mittels Blasebalg oder eigener Ausatemluft. Bei unzureichender Passage in die Lungen sei ein Katheter in die Trachea einzuführen. Schließlich sollte die Luft mittels Kompression von Thorax und Abdomen wieder hinausgedrückt werden. Ab 1782 gab die RHS schließlich dem Blasebalg den Vorzug vor der Mund-zu-Mund-Beatmung.²⁸⁵

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts gab es Schwankungen bezüglich der Favorisierung der beiden Beatmungsmethoden in Abhängigkeit von der vorhandenen Ausrüstung. Auch galt die manuelle Kompression (s.o.) als optional. Zur Jahrhundertwende schließlich wurde die Mund-zu-Mund-Beatmung aufgrund neuer chemischer Erkenntnisse verlassen. Aufgrund Lavoisiers Forschung galt nämlich die Ausatemluft wegen ihres CO₂-Gehaltes als chemisch minderwertig.²⁸⁶ Gegen Ende des Jahrhunderts wurden also (in Deutschland später als in England) vor allem gewöhnliche Blasebälge oder Ballons und die manuelle Kompression genutzt. Sauerstoff und der von Hunter empfohlene technisch komplexere Blasebalg waren in den meisten Fällen nicht zur Hand.²⁸⁷

Es ist zu erwähnen, dass auch deutsche Ärzte zu den Empfehlungen bei der Reanimation beitrugen. So empfahl beispielshalber Daniel Ludwig Rüdiger schon 1794 die Anwendung von elektrischem Strom ausschließlich bei entfalteter Lunge und sprach sich schon zu diesem frühen Zeitpunkt gegen die Anwendung von

²⁸⁴ Waser (1970), S. 1

²⁸⁵ Bartels (1967), S. 20

²⁸⁶ Waser (1970), S. 2

²⁸⁷ Bartels (1967), S. 33; Waser (1970), S. 2

Tabaksrauch aus, während er allerdings auch die Mund-zu-Mund-Beatmung ablehnte.²⁸⁸

Obwohl es prominente Kritiker an jeglicher Form von Beatmung, wie z.B. den englischen Chirurgen Sir Benjamin Collins Brodie gab, beendete erst François Magendie 1829 die Nutzung von Blasebälgen oder Ballonen. Magendie interpretierte Ergebnisse einer Untersuchung Leroy D’Etiolles’ dahingehend, dass der Überdruck durch die künstliche Beatmung mittels Blasebalg die Alveolen schädige und daher eine manuelle Beatmung sinnvoller sei. Hierbei wurde der Patient auf den Rücken gelegt und lediglich die Expiration durch Druck auf Thorax und Abdomen forciert.

Die bereits erwähnte Einblasung von Tabaksrauch ins Rektum (zur „Erweckung der Darmirritabilität“)²⁸⁹ fand 1811 durch den bereits erwähnten Brodie ein Ende, da dieser hiermit einen Hund im Versuch getötet hatte.²⁹⁰

Waser stellt fest, dass mit der Jahrhundertwende die Verfahren zur Wiederbelebung zusehends physiologisch untermauert worden seien, womit bisher wenig beachtete Erkenntnisse wie die Rolle des kollaptischen Zungengrundes durch Goodwin 1782 wieder aufgegriffen beziehungsweise abermals entdeckt werden konnten. Maßgeblich für diese Erkenntnisse, welche vor allem die Zusammenhänge von Kreislauf, Anästhesie und Anästhetikum betrafen, waren neben den „frolics“ der 1840er Jahre auch die (z.T. aus diesen hervorgegangenen) frühen Versuche der Narkose, wie z.B. durch Long und später durch Morton (siehe hierzu auch Kapitel 3.1.3 & 3.1.4).²⁹¹

Wie bereits in Kapitel 3.1.6 erwähnt, fokussierte man sich aufgrund der Narkosezwischenfälle auf die Suche nach möglichen Pathomechanismen und wirksamen Sicherheitsmaßnahmen. Eine weniger erfolgreiche Maßnahme wurde mit der ACE-Mischung zuvor beschrieben und auch der Pathomechanismus des Chloroforms konnte erst 1912 gesichert werden.

Aufgrund der Unklarheit der Genese der Asphyxie konzentrierte man sich weiterhin – Snows Empfehlung von 1852 folgend²⁹² – auf die Beatmung der Patienten. So berichtet Bernhard von Langenbeck schon 1852 über einen Fall von Chloroform-

²⁸⁸ Bartels (1967), S. 31

²⁸⁹ Ebd. (1967), S. 20

²⁹⁰ Waser (1970), S. 3

²⁹¹ Ebd. (1970), S. 4 f.

²⁹² Gerste (1985), S. 58

Asphyxie mit folgender Wiederbelebung. Hierbei zeigt sich ein erstaunliches Nebeneinander moderner Vorgehensweise im Bereich der Atemwegssicherung einerseits und der damals schon optionalen Applikation mechanischer Stimuli andererseits. Als Langenbeck keine Spontanatmung bei besagtem Patienten feststellte, führte er mittels Mundspiegel und Zeigefinger einen silbernen Katheter in den Kehlkopf ein, der aber in Ermangelung eines Cuffs nicht abgedichtet war. Da nun auch der Puls des Patienten nachließ (ob durch Asphyxie oder den vagalen Reiz der groben Intubation sei dahingestellt), führte Langenbeck eine Tracheotomie durch und benutzte hierbei einen flexiblen Katheter. Zur Unterstützung der Expiration wurde das Abdomen komprimiert. Aufgrund der fehlenden Reaktion des Patienten und seines leichenähnlichen Aussehens wurden nun auch mechanische Reize wie z.B. das Besprengen mit Wasser angewendet und schließlich „galvanische Electricität“ an Hals und Brust eingesetzt. Nach 1,5 Stunden kam Langenbecks Patient allmählich wieder zu sich.²⁹³

Auffällig ist, dass Intubationen sowie Tracheotomien 1859 und auch später alles andere als verbreitet waren. Diese Methoden verbreiteten sich erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts.²⁹⁴ So nennt zwar Franz Kuhn 1911 die Intubation „entscheidend“ für die Reanimation, schränkt aber deren Einsatz auf ein sehr professionelles Umfeld und einen entsprechend geschulten Arzt sowie Situationen mit genügend Vorbereitungszeit ein.

„[...] ist es für solche Fälle nicht unserer organisatorisch und technisch vorgeschrittenen Zeit würdig, auch das Kapitel der Wiederbelebung moderner und vollkommener zu gestalten, als es zur Stunde ist? Verlangt nicht auch unser anspruchsvoller gewordenes Publikum mehr Hilfe und von uns Ärzten größere Vertiefung in die Frage und mehr Kunst?!“²⁹⁵

Ein strukturiertes Vorgehen hingegen, „ready method“ genannt, beschreibt Marshall Hall 1856 und bezieht sich hierbei auf Ertrunkene. Nach seiner Methode sei zuerst Hilfe zu rufen, der Mundraum des Patienten zu reinigen und dieser auf den Bauch zu drehen. Nach erfolgloser Applikation von Riechstoffen und kaltem sowie heißem Wasser sei der Patient in Bauchlage abwechselnd auf die Seite zu rollen (16/Minute). Silvester griff diese Methode unter anderem wegen der Verletzungs- und

²⁹³ Langenbeck (1859), S. 30

²⁹⁴ Waser (1970), S. 23

²⁹⁵ Kuhn (1911), S. 12

Aspirationsgefahr, der geringen Ventilation und der enormen Anstrengung für den Retter heftigst an und entwickelte 1858 eine eigene Methode, genannt „physiological method“. Hierbei wurden der Patient wohlgekerkt in Rückenlage gebracht und seine Arme dann um 90° abduziert und schließlich an die Thoraxwand gepresst, während die Zunge hervorgezogen wurde.²⁹⁶ Diese Methode wurde später unter anderem vom bereits erwähnten Franz Kuhn favorisiert.²⁹⁷ Der nun folgende Streit um die Lagerung des Patienten dauerte bis ins 20. Jahrhundert an.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts erkannten mehrere Autoren die Verlegung der Atemwege durch den Zungengrund und gaben entsprechende Empfehlungen heraus, die als ultima ratio die Tracheotomie vorsahen.²⁹⁸

Auch die Applikation von Elektrizität wie schon durch von Langenbeck praktiziert, fand zunehmend Anwendung. Laut Braatz war sie 1884 beim Chloroformtod so weit verbreitet,

“ [...] dass es die allgemeine Anerkennung genießt und es dem Arzt fast als Mangelhaftigkeit angerechnet wird, wenn er dasselbe im gegebenen Fall nicht angewandt hat.”²⁹⁹

Obwohl die Elektrizität anfangs noch zur Stimulation des Zwerchfells angedacht war, kann ihre Verbreitung doch als Effekt eines stärkeren Fokus' auf die Herztätigkeit angesehen werden. Nach diversen oftmals erfolgreichen Tierversuchen publizierte der Assistenzarzt Steiner 1871 über Elektropunktur am Herzen. Seine Empfehlungen wurden 1873 im „Archiv für klinische Chirurgie“ insofern bestätigt, als hier nasse Schwämme zur Leitung des Stromes empfohlen wurden.³⁰⁰ Infolge dieses zunehmend kardialen Fokus' schlug König 1883 die Kompression im Bereich des Processus xyphoideus vor und Maass empfahl 1892 eine Zielfrequenz von 120 Schlägen pro Minute (wie heute üblich). Diese Empfehlungen wurden allerdings erst 1904 durch Crile wieder aufgegriffen.³⁰¹ Ab Beginn des 19. Jahrhunderts bis 1960 wurden Herzdruckmassagen oft auch am offen liegenden Herzen durchgeführt,

²⁹⁶ Waser (1970), S. 18 ff.

²⁹⁷ Kuhn (1911), S. 23

²⁹⁸ Waser (1970), S. 23

²⁹⁹ Braatz 1884, entnommen aus (Waser 1970), S. 23

³⁰⁰ Gerste (1985), S. 69 f.

³⁰¹ Waser (1970), S. 27 f.

zumal die meisten Zwischenfälle ohnehin im chirurgischen Umfeld geschahen. Crile war schließlich auch der erste, der Adrenalin zur Reanimation nutzte.³⁰²

Bevor diese Entwicklungen zusammengefasst werden können, muss darauf hingewiesen werden, dass es keine genauen Zahlen zur Anwendung von Reanimationsmethoden gibt. Die meisten Angaben beziehen sich zudem ausschließlich auf England.³⁰³

Die Reanimation – zunächst nur zur Rettung Ertrunkener erdacht – bekam vor dem Hintergrund der wachsenden Aufmerksamkeit für das Problem der Narkosezwischenfälle neuen Auftrieb. Mit der Methode nach Hall und der nach Silvester sollen nur die beiden am weitesten verbreiteten Methoden genannt werden. Kurz nach der Jahrhundertwende bildeten sich die Abläufe heraus, die maßgeblich auch noch die heutigen Leitlinien prägen.

Über die Beatmung lässt sich sagen, dass die Mund-zu-Mund-Beatmung, welche in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts die Methode der Wahl war, um 1800 durch Fehlinterpretation neuer chemischer Erkenntnisse zugunsten der Blasebälge verlassen wurde. Nach L'Étiolles Versuch 1828 wurde diese wiederum durch die manuelle Thoraxkompression ersetzt. Von den 1850er Jahren an erfolgte nach Hall oder Silvester eine passive Form der Beatmung. Die Mund-zu-Mund-Beatmung setzte sich erst in den 1950er Jahren durch.³⁰⁴ Ultima ratio blieb ab Mitte des 19. Jahrhunderts die Tracheotomie.

Die Kompression des Abdomens, die zunächst auf die Expiration abzielte, verlagerte sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts schließlich auf das Sternum und hatte nun eine verbesserte Zirkulation zum Ziel. Ergänzt wurde sie durch die Applikation von Epinephrin und Elektrizität am Thorax.

3.4 Stand der Anästhesie im Ersten Weltkrieg 1914-1918

Vor Betrachtung der Anästhesie im Ersten Weltkrieg muss erwähnt werden, dass die Art der Kriegsführung sich im Vergleich zu vorigen Konflikten (wie auch dem Deutsch-Französischen Krieg) stark verändert hatte. Somit veränderten sich auch die Bedingungen für die Feldmedizin grundlegend. Ring führt an, dass der Übergang von

³⁰² Waser (1970), S. 35

³⁰³ Ebd., S. 31

³⁰⁴ Bartels (1967), S. 94

einem Bewegungs- zum Stellungskrieg bereits 1914 stattgefunden habe. Hierdurch kam es besonders punktuell zu einem massiven Andrang von Verletzten, deren Anzahl teils den Umfang ganzer Kriege der Vergangenheit erreichte.³⁰⁵ Außerdem zeigte sich bereits ab 1915 ein Wandel in der Feldchirurgie hin zu einer „aktiven chirurgischen Wundbehandlung“ und weg von frühzeitigem Abtransport der Verwundeten und konservativer Behandlung insbesondere der Schussverletzungen. Hierzu wurden dem Sanitätsdienst auch mehr Personal und Mittel zum Aufbau von Feldlazaretten an Verwundetenschwerpunkten zur Verfügung gestellt.³⁰⁶ In den ersten Monaten des Krieges kam es aufgrund mangelnder Eisenbahnverbindungen nur zu einem verzögerten Abtransport der Verwundeten aus den vorgeschalteten Feldlazaretten in die besser ausgestatteten Kriegslazarette. Nachdem die nötige Ausrüstung geliefert worden war und der Bewegungskrieg stagniert hatte, wurde in den Kriegslazaretten „unter krankenhaushähnlichen Verhältnissen gearbeitet“. Nach Möglichkeit wurden viele Verwundete in Reservelazarette verlegt, um die Aufnahmekapazität für große Mengen von Verwundeten zu erhalten.³⁰⁷ Ring erstellt ein insgesamt positives Resümee:

*“Die Kriegschirurgie konnte im ersten Weltkrieg auf den entscheidenden Grundlagen der Antisepsis-Asepsis und der Narkose aufbauen. Darauf lassen sich zum großen Teil ihre besseren Ergebnisse zurückführen.“*³⁰⁸

In Bezug auf die Allgemeinnarkose im Feld merkte Hirschberg 1891 bereits an, dass der Äther dem Chloroform vorzuziehen sei, was er mit der vergleichsweise ungefährlichen Anwendung und den angenehmeren Nachwirkungen begründete. Auch sei die Feuergefahr durch den Äther überschätzt worden. Gerste merkt hierzu allerdings an, dass andere Quellen 1898 aus diesem Grunde zur Nutzung elektrischen Lichts im Operationssaal rieten.³⁰⁹ Auch in der Anästhesie auf dem Feld gab es also in den 1890er Jahren Stimmen, die eine Abwendung vom Chloroform forderten. Allerdings erschwerte die Explosions- beziehungsweise Feuergefahr des Äthers diesen Umschwung hier zusätzlich.

³⁰⁵ Ring (1962), S. 216

³⁰⁶ Ebd., S.242

³⁰⁷ Ebd., S. 243

³⁰⁸ Ebd., S. 249

³⁰⁹ Gerste (1985), S. 76

Auch Wollbrück zitiert militärische Quellen, die von alleiniger Verwendung des Chloroforms berichten. Neben der Nutzung von offenen Lichtern bei Dunkelheit sei auch ein sehr viel höheres Volumen an Chloroform im Vergleich zum Äther für Narkosen notwendig gewesen. Zudem habe auch ein ungeübter Anwender das Chloroform nach einem festen Tropfschema applizieren können. Der Narkosemittelbedarf sei außerdem durch den nahezu flächendeckenden Gebrauch von Morphin präoperativ zur Analgesie gering gewesen.³¹⁰ Auch Artur Läden bestätigte, dass trotz der geplanten Bevorratung mit Äther in den Feldlazaretten und auf den Hauptverbandplätzen seines Wissens nur Chloroform zur Verfügung stand.³¹¹ Auch galt bereits das Nüchternheitsgebot vor Narkosen. Im Falle eines Ileus oder einer Nahrungsaufnahme vor weniger als sechs Stunden sollte daher der Magen ausgespült werden. Darüber hinaus sollte der Patient gewärmt werden und eine halbe Stunde vor dem Eingriff eine Prämedikation mit Morphin 1%ig 1ccm s.c. erhalten. Kardiale Vorerkrankungen wurden bei Chloroform-Narkosen explizit als relative Kontraindikation genannt, Erkrankungen der Lungen hingegen bei Äther-Narkosen.³¹²

Ruth von Brunn schreibt überdies, dass die um 1900 durch den Arzt Eugen Schneiderlin propagierte Methode des „Dämmerschlafes“ mithilfe der alleinigen Injektion eines Scopolamin-Morphin-Gemisches neben der Geburtshilfe auch in der Kriegschirurgie weite Verbreitung fand. Schneiderlin probte diese Methode an Insassen der „Irrenheilanstalt“ Emmendingen, die sich oft präoperativ in einem agitierten Zustand befanden.³¹³

Wollbrück weist an anderer Stelle auf den Gebrauch von Regional- und Lokalanästhesie hin. Seinen Ausführungen ist zu entnehmen, dass die Lokalanästhesie zwar schon im theoretischen Konzept der Feldmedizin enthalten, jedoch in ihrer Durchführbarkeit stark von äußeren Faktoren abhängig war. Zu diesen Faktoren gehörten sowohl die mangelnde Erfahrung der Ärzte mit den Verfahren als auch die geringe Verfügbarkeit von nötigen Materialien sowie auch die taktische Lage. So war beispielsweise eine Lumbalkanüle zwar für Sammelbestecke der

³¹⁰ Wollbrück (1995), S. 86 f.

³¹¹ Ebd., S. 84 f.

³¹² Ebd., S. 86

³¹³ Brunn (1953), S. 2004

Sanitätskompanien und Lazarettzüge vorgesehen, jedoch nicht für jeden Batallionsarzt.³¹⁴ Das Standardverfahren war immer noch die Allgemeinnarkose:

*“Mit den vorhandenen Spritzen konnte, sobald ein Lokalanästhetikum verfügbar war, eine örtliche Betäubung durchgeführt werden. Die Ausrüstung bot im Übrigen an, die Allgemeinanästhesie in Form der Tropfnarkose zum Standardverfahren zu wählen.“*³¹⁵

Dies sei neben dem Mangel an Material auch der geringen Verfügbarkeit von geschultem Personal geschuldet gewesen. Wollbrück zitiert hier einen Artikel von Johann von Mikulicz, der in diesem einen erfahrenen Arzt für die Narkose bevorzugte und hierbei auf englische und deutsche hauptberufliche Narkotiseure verwies. Die Tropfnarkose sei somit auch von Hilfspersonal (da nach festem Schema applizierbar) handhabbar gewesen.³¹⁶

Ring beschreibt, dass zwar mit Einführung des Stahlhelms 1915 auf Anraten August Biers intrakranielle Verletzungen seltener wurden, jedoch Kopfverletzungen insgesamt immer noch eine große Gruppe von Verletzungen darstellten. Sofern die Verwundeten mit Hirnverletzungen nicht sofort verstarben, gehörte die Lokalanästhesie der Wunden zum Standardvorgehen bei der Versorgung.³¹⁷

Eine genaue Beschreibung der Verhältnisse in seinem Lazarett gibt Oberarzt der Reserve Welter vom Krankenhaus Hamburg-Eppendorf (aus der Abteilung von Hermann Kümmell). Welter gibt an, schon in Friedenszeiten viele Operationen in Lokalanästhesie durchgeführt zu haben. Die Dauer des Eingriffs sei nicht durch die mögliche Schädigung des Patienten infolge der Narkose begrenzt und der Einfluss einer ungeübten Assistenz sei damit geringer. Eingriffe an der unteren Extremität und Hernienoperationen habe er so standardmäßig in Lokalanästhesie durchführen können. Hierbei habe sich gemäß den Gewohnheiten in Eppendorf der Arzt selbst die Instrumente gereicht. Man habe ausschließlich eine einprozentige Novokain-Suprarenin-Lösung verwendet, Kontraindikationen habe es nicht gegeben und im Falle einer unzureichenden Wirkung sei ein zweites Mal lokal injiziert worden. Überdies sei – wenn nötig – die Haut zuvor mittels Chloräthylspray behandelt

³¹⁴ Wollbrück (1995), S. 82 ff.

³¹⁵ Ebd., S. 84

³¹⁶ Ebd., S. 85

³¹⁷ Ring (1962), S. 246 f.

worden.³¹⁸ In dieser Art seien Eingriffe am Schädel und am Hals durchgeführt worden; für Eingriffe am Arm sei zudem eine Plexusanästhesie auf Höhe des zweiten und dritten Halswirbelkörpers durchgeführt worden.³¹⁹ Eine Blockade der Interkostalnerven wurde für Eingriffe am Thorax, wie etwa bei Rippenresektionen genutzt, eine lokale Blockade der inguinalen Nerven am Leistenband für Hernienoperationen. Sogar intraabdominelle Eingriffe und eine Leberteilresektion seien so komplett schmerzfrei durchgeführt worden.³²⁰ Auch Amputationen von Ober- und Unterschenkeln seien so in zirkulärer Umspritzung möglich gewesen. Kleinere Eingriffe wie Abszesseröffnungen seien zudem im Chloräthylrausch durchgeführt worden. Intoxikationen habe es trotz der großen Mengen an verwendetem Lokalanästhetikum nie gegeben, obwohl bis zu 300 ccm gegeben worden seien.³²¹

Wenn auch viele dieser Eingriffe aus heutiger Sicht kaum denkbar in völliger Schmerzfreiheit vorgenommen worden sein können, zeigt sich hier doch der gestiegene Stellenwert der Lokalanästhesie im Vergleich zum Deutsch-Französischen Krieg. Ein positives Fazit zur Lokalanästhesie zieht auch Almut Delingat. So habe eine kontinuierliche Verbesserung der Lokalanästhesie während des Krieges stattgefunden. Allerdings habe es eine beginnende Spezialisierung der Anästhesiologie als Fach erst danach in Deutschland gegeben.³²² Daher mangelte es während des Krieges durchaus an Spezialisten für die Narkose. Friedrich Ring merkte hierzu an, dass aufgrund eines nicht mehr zeitgemäßen Transportwesens die Verfügbarkeit von hoch spezialisierter Medizin für Verwundete stark beschränkt gewesen sein dürfte.³²³ Auch habe ab 1916 ein zunehmender Mangel an Ärzten die Versorgung der Verwundeten erschwert, weshalb ab 1916 Medizinstudenten mit mindestens zwei klinischen Semestern als Feldunterarzt und nach Beförderung als Feldhilfsarzt eingesetzt wurden.³²⁴

³¹⁸ Welter (1918), S. 595

³¹⁹ Welter (1918), S. 596

³²⁰ Ebd., S. 597

³²¹ Ebd., S. 598

³²² Delingat (1975), S. 14

³²³ Ring (1962), S. 213

³²⁴ Ebd., S. 224 f.

Mit Hinweis auf die in angelsächsischen Ländern etablierten Ärzte für die Allgemeinnarkose resümiert Delingat:

“Der Hinweis auf angelsächsische Länder zeigt, daß es in Deutschland auch nach dem Krieg 1918 keine solchen Spezialisten gab.“³²⁵

In Bezug auf das Narkosewesen als Ganzes lautete auch Kilians Fazit hierzu passend:

“Im 1. Weltkrieg verwandten die deutschen Chirurgen außer der Lokal- und Leitungsanaesthesie hauptsächlich, ungeachtet der Gefahren des Wundchocks, Chloroform. Wie viele Verwundete hieran zugrunde gingen, ist unbekannt. Zur Kreislaufunterstützung stand nur die physiologische NaCl-Lösung zur Verfügung, eine Bluttransfusion galt als heroische Tat. Während auf der Gegenseite Berufsanaesthesisten und Lachgasnarkosegeräte eingesetzt werden konnten, standen den deutschen Chirurgen im Feld und der Heimat keine Spezialisten und auch keine Apparate zur Verfügung. Engländer und Amerikaner bildeten die berühmte Schockkommission, zu der hervorragende Wissenschaftler gehörten. Die Liste der Mitglieder lautet: BAYLISS, BAINBRIDGE, CANNON, ELLIOT, FRASER, DALE, LAIDLAW, RICHARDS, SHERRINGTON, STARLING, WALLACE, GRAY. Es gelang zwar der Kommission mangels geeigneter Methoden noch nicht, den Schockzustand zu klären, doch verbot man im Wundchock die Anwendung des Chloroforms, und erstmals tauchte der Begriff der Acidose auf, woran REHN und seine Mitarbeiter später anknüpften. Es wurde auf unserer Seite ein großes Versäumnis bemerkbar.“³²⁶

Basierend auf den Entdeckungen Starlings zum kolloidosmotischen Druck empfahl die so genannte Schockkommission (der auch Starling angehörte - siehe oben), eine 6% Gummi-arabicum-Lösung zur Therapie des Wundchocks. Diese entwickelte einen mehr als ausreichend hohen Kolloiddruck im Gefäßsystem. Aufgrund schwerer Nebenwirkungen wurde allerdings von dieser Lösung ab 1922 von amerikanischer Seite abgeraten.³²⁷ Zeitgleich, aber nicht flächendeckend wie auf englischer Seite, untersuchte der Ahlener Chirurg Friedrich Hercher den Einfluss hypertoner intravenös verabreichter Kochsalzlösung auf Verwundete. Hercher berichtete über eine schnelle, langanhaltende Wirkung dieser heute als „small volume resuscitation“

³²⁵ Delingat (1975), S. 33

³²⁶ Kilian in Delingat (1975), S. 36

³²⁷ Goerig (2001), S. 73

bekanntem Methode. Diese Methode verbreitete sich auch im zivilen Bereich. So wurden in den 1920ern sogar Fertigsets zur Injektion angeboten. Danach geriet die Methode laut Goerig bis in die 1980er Jahre in Vergessenheit und wurde erst dann wieder systematisch erforscht.³²⁸

Bluttransfusionen beschränkten sich in der Tat auf seltene Einzelfälle, deren Durchführung wenigen Spezialisten vorbehalten war. Teils wurde das Blut hierzu defibriert, zum Teil auch mit Natriumcitrat versetzt. Eine Probe auf Kompatibilität, also ausbleibende Agglutination beider Blutproben musste aufgrund der extremen Notfallsituationen meist entfallen. In den wenigen beschriebenen Fällen wurden sowohl arterio-venöse als auch veno-venöse Transfusionen vorgenommen. Ein Transfusionsbesteck des Hamburger Chirurgen Franz Oehlecker zur portionsweisen veno-venösen Transfusion wurde zwar in dessen Praxis von 1915-1918 entwickelt, kam aber an der Front nicht mehr zum Einsatz. Währenddessen soll die Lage auf französischer Seite wohl eine ähnliche gewesen sein. Wiebecke spricht hier von 114 Transfusionen in den Jahren 1917 und 1918, die eine Letalität von 3% aufgewiesen hätten.³²⁹ Die britische Armee begann erst 1916 nach und nach zu transfundieren, wobei die indirekte Methode gewählt wurde. Das entnommene Blut füllte man in sterile Gefäße und versetzte es mit dem 1914/15 entdeckten Natriumcitrat als Gerinnungshemmstoff. Bei der US-Armee hingegen wurde ab Kriegseintritt 1917 systematisch mittels der beschriebenen indirekten Methode transfundiert, wobei die Blutgruppenbestimmung hohe Priorität hatte. War diese nicht möglich, wurden zunächst nur kleine Quantitäten transfundiert. Teils wurde allerdings auch noch unverändertes Blut übertragen. Der hierzu benutzte Apparat von Kimpton & Brown von 1913 fasste rund 500 ml und wurde in vielfältigen Variationen noch Jahrzehnte lang in Deutschland verwendet.³³⁰ Auch eine von Hugo von Ziemssen 1894 vorgestellte Technik mittels dreier Glasspritzen kam auf amerikanischer Seite zum Einsatz. Diese von Lindemann 1913 wiederentdeckte Methode war auf deutscher Seite vollkommen vergessen worden.³³¹ Insgesamt konnte auch die US-Armee ihren Bedarf an Transfusionen nicht vollends decken, ging jedoch insgesamt viel innovativer und organisierter im Transfusionswesen vor. Auch nach dem Ersten Weltkrieg sollten die USA führend in der Transfusionsmedizin bleiben – trotz enormer

³²⁸ Goerig (2001), S. 74

³²⁹ Wiebecke et al. (2004), S. 15

³³⁰ Ebd., S. 16

³³¹ Ebd., S. 16 f.

naturwissenschaftlicher und medizinischer Erfolge Deutschlands in diesen Jahren. Dies mag auch daran gelegen haben, dass auch nach dem Krieg viele Chirurgen die Transfusion mit Misstrauen beäugten. Die mangelnde Kenntnis der nötigen Blutgruppenbestimmung und die alleinige Durchführung einer Agglutinationsprobe mag zu hämolytischen Reaktionen und damit zu Bedenken gegenüber der Transfusion beigetragen haben.³³² 1923 erst erfanden schließlich Moritsch & Neumüller das Anti-A- sowie das Anti-B-Serum und ebneten so den Weg für ein schnelles und sicheres Testverfahren.³³³

Nach Orés Versuchen 1875 testete in Deutschland Ludwig Burkhardt 1909 erneut die intravenöse Anästhesie mittels Äther und Chloroform. Aufgrund des Auftretens von Hämoglobinurien wurden diese Narkotika zur intravenösen Anwendung bald wieder verlassen. An ihre Stelle traten später die Barbiturate. Da diese allerdings erst mit Einführung des Evipan 1932 ausreichend genau steuerbar waren,³³⁴ stand die intravenöse Anästhesie erst nach dem Ersten Weltkrieg in größerem Maßstab zur Verfügung.³³⁵ Brandt & Goerig berichten allerdings über die Nutzung der intravenösen Äthernarkose auf dem Hauptverbandplatz. Diese sei jedoch eher aufgrund der großen Mengen an infundierter NaCl-Lösung so erfolgreich gewesen. Bis zu 18 l Lösung in 24h sollen verwendet worden sein; gestoppt wurde die Infusion erst beim Auftreten von Lidödemem.³³⁶

Zur Atemwegssicherung ist zu sagen, dass erst nach dem Krieg die endotracheale Intubation und die maschinelle Beatmung auf deutscher Seite in der zivilen Medizin eingeführt wurden.³³⁷ Währenddessen machten sich auf englischer Seite unter anderem Chevalier Jackson und J. W. Magill daran, neue Laryngoskope und schonendere Gummituben zu schaffen. Aufgrund der Erfahrungen aus dem Ersten Weltkrieg konnte die Insufflationsnarkose in England nach und nach aufgegeben werden. Diese Entwicklung sollte in Deutschland allerdings noch bis in die 1950er Jahre dauern.³³⁸ Darüber hinaus ist zu sagen, dass selbst Franz Kuhn, einer der wenigen deutschen Pioniere der Intubation, diese noch 1911 nur auf Situationen, in

³³² Wiebecke et al., S. 17

³³³ Ebd., S. 18

³³⁴ von Brunn (1953), S. 2003 f.

³³⁵ Delingat (1975), S. 37

³³⁶ Brandt & Goerig (1997), S. 143 f.

³³⁷ Ebd., S. 105

³³⁸ Ebd., S. 113

denen viel Zeit, das bestmögliche Equipment und das bestgeschulte Personal vorhanden seien, beschränkt hatte.³³⁹

Spezielle Feldnarkosegeräte hat es zwar gegeben; es wird sich allerdings um stark begrenzte Stückzahlen gehandelt haben. So gab es von der Firma Dräger den so genannten „Roth-Dräger-Handapparat 145 N“, der in einem Holzkoffer verpackt transportiert wurde. Josef Haupt mutmaßt, dass vor allem der Nachschub an Sauerstoff eine Schwachstelle des Gerätes war, da die benötigten 10 l-Flaschen nicht ausreichend beschafft werden konnten. Die Abbildung 4 (siehe unten) zeigt jedoch ein sehr viel späteres Modell, den so genannten „Cato“, der ab 1958 für die Bundeswehr gebaut wurde.³⁴⁰

Eine im Juli 1915 erschienene Broschüre für das Reichskriegsministerium (siehe Anhang) beschreibt das damals für den Feldeinsatz vorhandene Equipment von Seiten der Firma Dräger. Enthalten ist auch der unten abgebildete Selbstretter. Dieser verfügte über eine Patrone mit Atemkalk zur CO₂-Elimination sowie eine Sauerstoff-Patrone. Das Gerät wog befüllt 4,3 kg und sollte in Ruhe bis zu 45 Minuten lang Sauerstoff liefern, bei körperlicher Anstrengung entsprechend weniger. Dräger verwies zudem darauf, dass von Geschossen getroffene Sauerstoffpatronen nicht explodierten, jedoch „raketenartig“ beschleunigt werden könnten. Außerdem enthält die Broschüre Anweisungen zur Benutzung und zum Training mit dem Gerät.³⁴¹

Ein reines Sauerstoff-Inhalationsgerät wurde ebenfalls angeboten. Dieses sollte vor allem bei „Erstickungs- und Vergiftungsnotfällen“ eingesetzt werden und erst nachrangig bei Wiederbelebungen nach der Silvester-Methode (siehe Kapitel 3.3.6). Das Inhalationsgerät soll kompatibel zu verschiedenen Sauerstoffflaschen, sogar zu den Patronen der Selbstretter gewesen sein und somit den logistischen Bedingungen auf dem Feld angepasst gewesen sein.³⁴²

Auch der Pulmotor wurde für den Feldeinsatz angeboten. Der Apparat wurde auch hier in einem Holzkoffer verpackt vertrieben und diente neben der Beatmung auch der Inhalation von Sauerstoff. Das Pulmotor-Modell sollte für 40 Minuten Sauerstoff

³³⁹ Kuhn (1911), S. 12

³⁴⁰ Haupt (1970), S. 36

³⁴¹ Dräger (1915), S. 1-5

³⁴² Ebd., S. 6

liefern und hatte eine feste Einstellung für den Sauerstoffverbrauch. Mitgeliefert wurden außerdem eine Gesichtsmaske mit Riemen und eine Testlunge. Neben einigen physiologischen Erläuterungen wurde darauf hingewiesen, dass auch der Pulmotor mit verschiedenen Sauerstoff-Zylindern betrieben werden konnte.³⁴³ Als Zubehör wurden verschiedene Sauerstoff-Zylinder mit einem Gewicht von 1,5 bis 85 kg (bei „0,4 bis 50 Liter Rauminhalt“) sowie eine Umfüllpumpe zur Befüllung kleinerer Zylinder aus größeren angeboten.³⁴⁴

Es ist allerdings auffällig, dass der Gasschutz von Seiten des Reichskriegsministeriums anscheinend eine höhere Priorität hatte als Narkose und Beatmung. Die Bilder 5-9 zeigen sowohl die enorm gesteigerten Kapazitäten des Drägerwerkes zur Herstellung von Gasmasken und Zubehör als auch die „Selbstretter“ genannten Atemschutzgeräte.³⁴⁵ So wurden bei Dräger bereits ab 1915 Atemschutzgeräte gebaut (insgesamt 4,6 Millionen), während der Gaskrieg an der westlichen Front erst 1916 begann.³⁴⁶

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass sich trotz der Ablehnung des Chloroforms in der zivilen Medizin dieses für die Allgemeinnarkose im Feld durchgesetzt hat. Hierfür wurden sowohl logistische beziehungsweise technische Gründe als auch die einfache Applikation als Begründung genannt. Die Lokalanästhesie hingegen verbesserte sich während des Krieges weiter und genoss einen ähnlich hohen Stellenwert wie auch in der zivilen Medizin. Transfusionswesen und Volumenersatz aber blieben sowohl hinter den bestehenden Techniken in der zivilen Anwendung als anscheinend auch der Handhabung bei gegnerischen Armeen zurück. Für die Atemwegssicherung und künstliche Beatmung standen Mittel zur Verfügung, die jedoch wenig genutzt worden sein dürften. Anscheinend hatten der Gasschutz und die Sauerstoffinhalation hier Priorität. Die festgefahrenen Fronten in der Diskussion über Druckdifferenzverfahren versus Überdruckbeatmung haben die Anwendung wohl ebenso gehemmt (siehe Kapitel 3.3.5). Auch hier scheinen die großen Fortschritte jener Zeit im Ausland gemacht worden zu sein.

³⁴³ Dräger (1915), S. 7 ff.

³⁴⁴ Ebd., S. 10 - 13

³⁴⁵ Dräger & Haase-Lampe (2007), S. 110

³⁴⁶ Dräger Corporate Communications (2014), S. 24



Abbildung 4: Feldnarkose-Gerät "Dräger Cato"



1917

479 D

Lagerhalle

Sauerstoff-Behandlungsgeräte, Tauchretter und Alkalipatronen stehen versandbereit.

Abbildung 5: Lagerhalle im Dräger-Werk Lübeck während des Ersten Weltkriegs

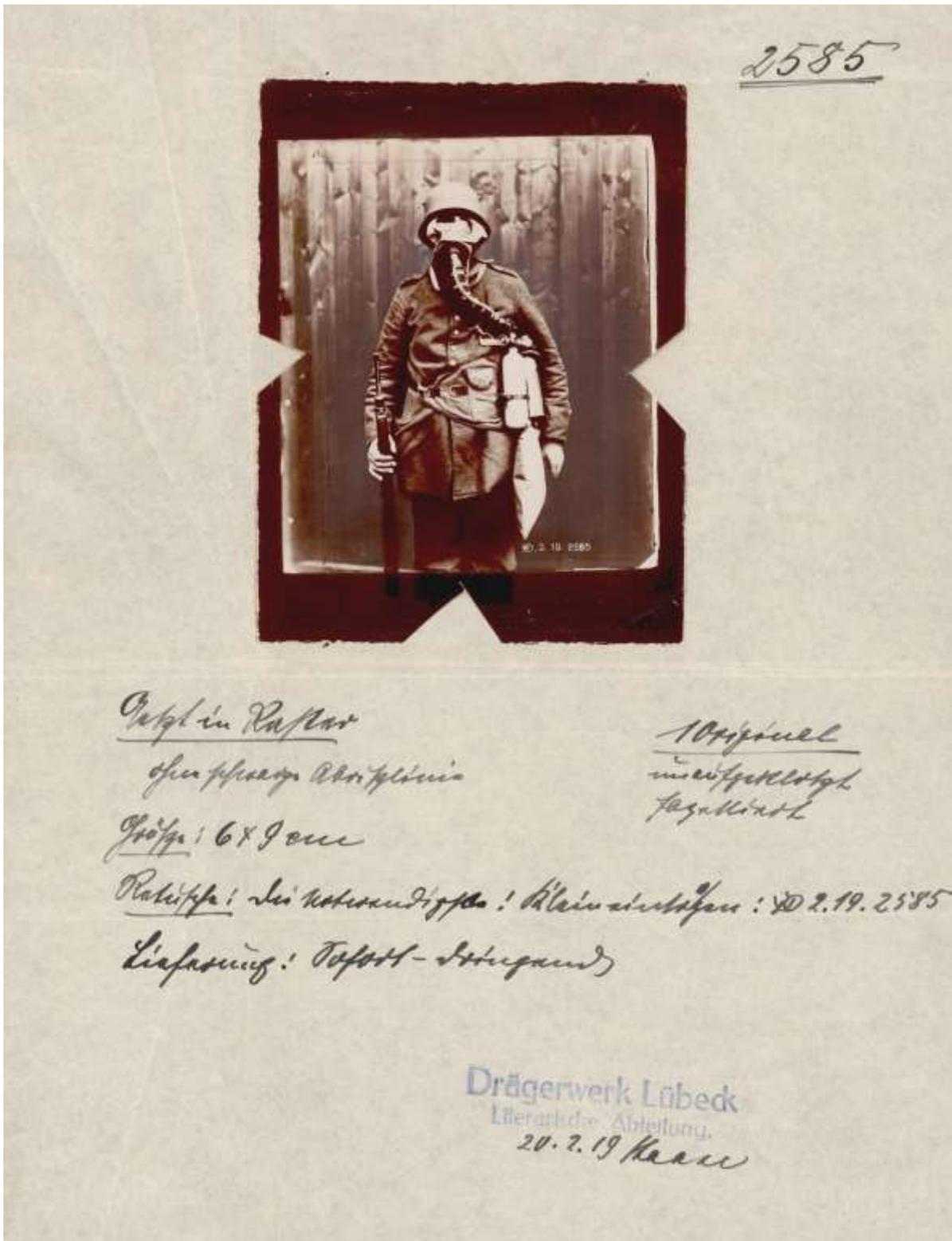


Abbildung 6: Soldat mit Selbstretter "Dräger Tübben"



Abbildung 7: Selbstretter "Dräger Tübben" im Feldeinsatz (gestellt)

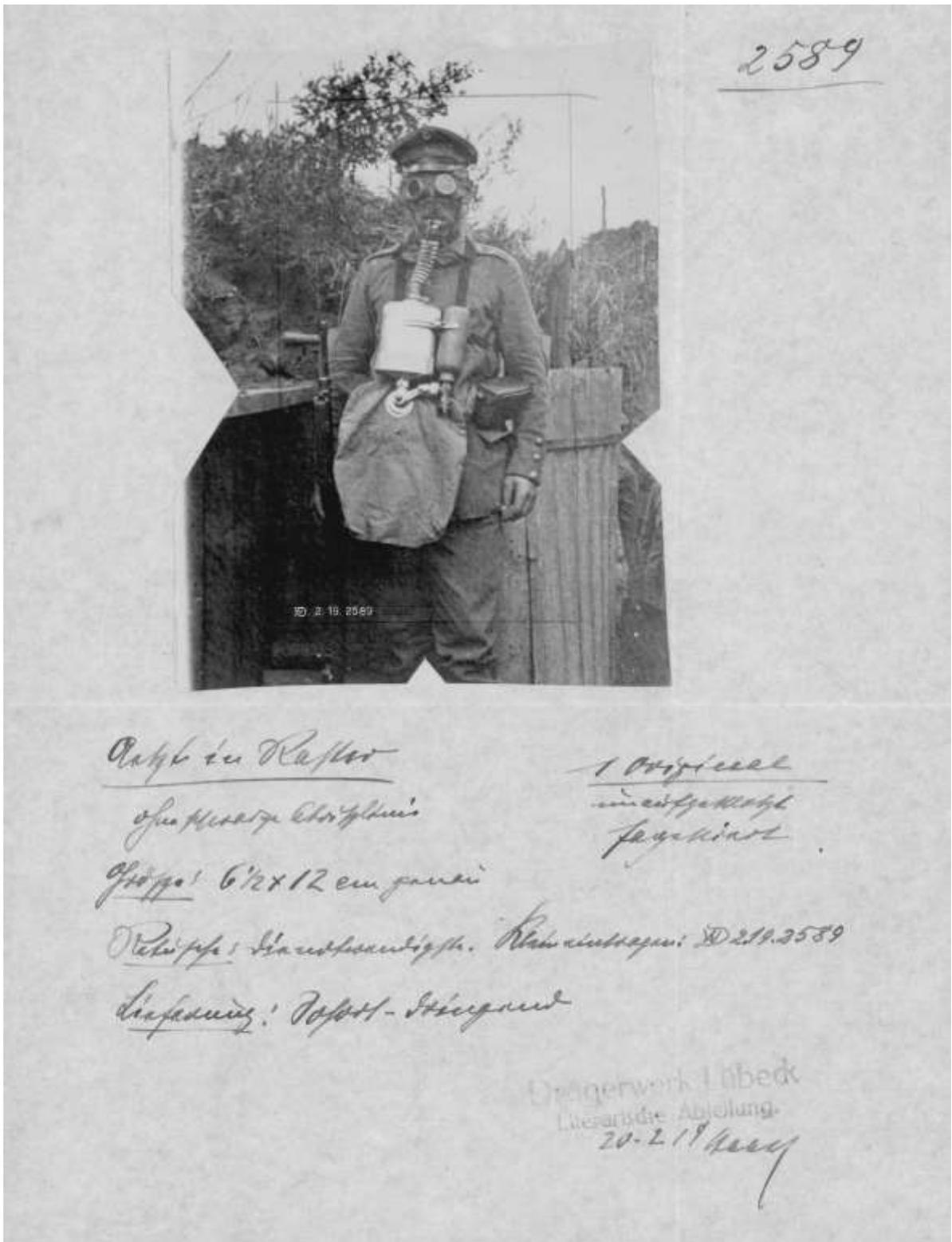


Abbildung 8: Soldat mit Selbstretter "Dräger-Tübben"

2581



Abt. im Papier
 ohne photograph. Abdruck
 Größe: 6 1/2 x 12 cm genau

Erhaltung: Sofort-orig.

1 Original
 Facsimil
 ohne Foto

erwerk Lübeck
 rische Abteilung.
 18.2.19 Kera

Abbildung 9: Offizier mit Selbstretter "Dräger-Tübben"

4 Diskussion

Anhand der Untersuchungen in Kapitel 3 wird deutlich, dass im Vergleich von Deutsch-Französischem Krieg und Erstem Weltkrieg eine wachsende Inkongruenz ziviler und militärischer Techniken in der Anästhesie bestand. Während um 1870 die zivilen anästhesiologischen Erkenntnisse noch weitestgehend auf die Feldmedizin übertragen wurden, wenn man von rein logistischen Problemen absieht, wurden ab 1914 teils noch dieselben Techniken angewandt wie 1870 und Fortschritte – vor allem in der apparativen Technik – nicht im gleichen Maße übertragen. Die logistische Problematik dürfte wie bereits erwähnt im Ersten Weltkrieg aufgrund des jetzt dominierenden Stellungskrieges eine sehr viel geringere gewesen sein.

Zwischen zivilem und militärischem ärztlichen Personal gab es 1870 wie auch 1914 große Überschneidungen. Prominente Beispiele für sowohl zivil als auch militärisch tätige Ärzte waren unter anderem: Theodor Billroth, Carl Ludwig Schleich, Friedrich von Esmarch und Hermann Eberhard Fischer. Dennoch wurden ab 1914 wenig Methoden aus dem zivilen anästhesiologischen Alltag in den Lazaretten angewandt. Als Erklärungsmodell hierfür kann die Geschichte der späten Abspaltung der Anästhesie von der Chirurgie dienen. Denn entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Anästhesie in Deutschland und somit auch auf ihre militärische Anwendung dürfte die späte Spezialisierung des Faches inklusive der Möglichkeit, Facharzt für Anästhesiologie zu werden, gehabt haben. So erfolgte die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und mit ihr schließlich das Entstehen eines eigenen Facharztes erst im Jahr 1953,³⁴⁷ wohingegen die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie bereits 1872 stattgefunden hatte.³⁴⁸

Der verspäteten Abspaltung von der Chirurgie gingen natürlich ähnliche, weniger umfassende Forderungen voraus. Beispielsweise wies bereits 1847 Heyfelder auf die Gefahren der Narkose durch nicht-ärztliches und ungeübtes Personal hin. Zudem sollte die Narkose Aufgabe eines Arztes sein, womit aber kein Berufsanästhesist gemeint war. Kurz darauf verabschiedeten mehrere Landesregierungen Erlasse zur Regulation von Verkauf und Anwendung von Narkotika sowie zum Bau von Narkoseapparaten.³⁴⁹ So forderte folgerichtig Carl Ludwig Schleich 1894 die Integration der Narkose in das Medizinstudium und ihre Ausführung in Kliniken durch Fachkräfte.³⁵⁰ Eben dieser hatte,

³⁴⁷ Brandt & Goerig, (2003), S. 215

³⁴⁸ Delingat (1975), S. 11

³⁴⁹ Goerig & Schulte am Esch (2012), S. 342

³⁵⁰ Brandt & Goerig (2003), S. 215

wie bereits in Kapitel 3.3.1 berichtet, 1892 auf dem Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie vehement einen Verzicht auf Narkosen zugunsten der Lokalanästhesie gefordert, wann immer dies möglich sei, da alles andere moralisch und strafrechtlich nicht tragbar sei. Hierauf wurde er gedemütigt, aus dem Saal vertrieben und erst Jahre später rehabilitiert.³⁵¹ Trotzdem forderte Schleich in seinem Lehrbuch 1894 die systematische Ausbildung von Medizinstudenten in Theorie und Praxis der Narkose.³⁵² Zudem sollte es möglich sein, Narkosen in einem wissenschaftlichen Rahmen ausüben zu können. Gleichzeitig sprach er seinen Kollegen ein entsprechendes Problembewusstsein und grundlegende Kenntnisse der Biologie ab. Mit den gestiegenen Möglichkeiten von Diagnose und Therapie tauchten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts selbsternannte Spezialisten in einzelnen Fachbereichen auf, deren Stand aber nicht reguliert war. Erst Anfang des 20. Jahrhunderts wurden diese Spezialisierungen dann offiziell geregelt.³⁵³

Auch von Seiten der Gynäkologie bekam die Abspaltung und Verselbständigung der Anästhesie Zuspruch. Neben anderen veröffentlichte der in Hamburg praktizierende Benno Wilhelm Müller 1908 ein Handbuch mit dem Titel „Narkologie – ein Handbuch der Wissenschaft“, in dem er eine Spezialisierung verteidigt und voraussagt. Mit mehr Nachdruck wurde diese Diskussion erst nach dem ersten Weltkrieg in den 1920ern aufgenommen.³⁵⁴

Es waren also einzelne „engagierte Chirurgen“ für die Etablierung der neuen Fachdisziplin verantwortlich – ohne dabei zunächst eine Abspaltung von der Chirurgie oder gar eine Gleichstellung mit dieser zu beabsichtigen.³⁵⁵ Ein Fazit zur damaligen Situation in Deutschland in einem Fachartikel von 2003 lautet wie folgt:

„Aber es geschah nichts. Auch nach dem ersten Weltkrieg hatte sich die Situation immer noch nicht geändert. Während die Professionalisierung der Ärzte in Amerika und England immer rascher voranschritt, passierte in Deutschland außer wenigen Einzelinitiativen kaum etwas.“³⁵⁶

Trotz der vergleichsweise frühen Professionalisierung der Chirurgen im Deutschen Reich schien diesen also wenig daran gelegen, die Narkose beziehungsweise Analgesie zu

³⁵¹ Brandt & Goerig (1997), S. 234

³⁵² Goerig & Schulte am Esch (2012), S. 344 f.

³⁵³ Ebd., S. 345

³⁵⁴ Ebd., S. 348 f.

³⁵⁵ Brandt & Goerig (2003), S. 215

³⁵⁶ Ebd., S. 216

vereinheitlichen oder ihr gar den Rang einer eigenen Fachdisziplin innerhalb der Medizin einzuräumen, was Delingat am Beispiel des berühmten zivilen Chirurgen und im Ersten Weltkrieg auch als Feldchirurgen tätigen Ferdinand Sauerbruch aufzeigt.³⁵⁷ Dieser sei wie andere einem "Trend" gegen die Allgemeinnarkose und hin zur vermehrten Nutzung der Lokalanästhesie gefolgt und habe so ebenfalls die Spezialisierung behindert.³⁵⁸ Auch Rudolf Frey griff diese Tendenz 1955 auf und benannte drei hindernde Faktoren:

- „[...] 1. Die Auswirkungen einer unglücklichen politischen Situation auf die kulturelle und wissenschaftliche Entwicklung des Landes,*
- 2. eine gewisse Unfähigkeit, an sich gute Ideen in die Praxis umzusetzen,*
- 3. der Widerstand einiger Chirurgen ‚der ersten Stunde‘ (so von BRUNS, SAUERBRUCH) gegen die Bildung eines neuen, unabhängigen Spezialfaches; der Widerstand wurde motiviert durch die Furcht vor einer Zersplitterung der Chirurgie, mit dem Wunsch, den jungen Chirurgen eine umfassende Ausbildung zu geben, die eben die Anaesthetik einschließt. Schließlich der Wunsch, die Verantwortung für die chirurgische Behandlung nicht mit dem Anaesthesisten teilen zu müssen.“³⁵⁹*

Diese Zusammenfassung bezog sich natürlich auch auf die Zeit zwischen den Weltkriegen und während des Zweiten Weltkrieges. Delingat verweist nachdrücklich auf die schnell zunehmende Spezialisierung der Anästhesie erst *nach* dem Ersten Weltkrieg.³⁶⁰

Zwar konnten Ärzte in beiden Weltkriegen wertvolle Erfahrungen auch auf dem Gebiet der Anästhesie sammeln, diese jedoch erst spät akademisch verifizieren lassen. Erst 1937 entstand daher der erste Lehrstuhl für Anästhesie in London unter Prof. Macintosh, in den USA immerhin 1933.³⁶¹ In Deutschland bestand diese Möglichkeit hingegen erst nach dem Zweiten Weltkrieg. Die ersten Narkosekurse mit praktischen Übungen für Studenten gab es erstmals 1928 in Hamburg und Freiburg. Die Fachzeitschriften „Der Schmerz“ und „Narkose und Anästhesie“ erschienen ebenfalls erstmals 1928.³⁶² Der Versuch, 1928 ebenfalls eine „Deutsche Narkosegesellschaft“ zu gründen, scheiterte, obwohl Ende der 1920er Jahre vermehrt Publikationen von de facto als Berufsanaesthesisten arbeitenden Ärzten auf die Notwendigkeit einer Spezialisierung hinwiesen. Dies geschah nicht zuletzt vor dem Hintergrund des Angebotes an neuen Narkoseapparaten mit Narcylen und

³⁵⁷ Delingat (1975), S. 35 f.

³⁵⁸ Sachs (2002), S. 36

³⁵⁹ Rudolf Frey 1955, zitiert aus Delingat (1975), S. 41

³⁶⁰ Delingat (1975), S. 33

³⁶¹ Atkinson, et al. (1986), S. 19 f.

³⁶² Goerig & Schulte am Esch (2012), S. 351

Lachgas, deren Bedienung Spezialisten erforderte, wie einige Unglücksfälle in der Anwendung bald zeigten.³⁶³

Es ist also durchaus anzunehmen, dass die verspätete Entwicklung der Anästhesie hin zum eigenständigen Fachgebiet insgesamt negativen Einfluss sowohl auf die Anästhesie im Feld als auch in der zivilen Anwendung gehabt hat. Jedoch scheint die Feldmedizin mit ihren logistischen Limitationen und den besonderen psychischen und physischen Ansprüchen an medizinisches Personal vermehrt hierunter gelitten zu haben. Während sich die verspätete Spezialisierung der Anästhesie 1870 noch kaum niedergeschlagen hat, war 1914 bereits ein deutlicher Unterschied zwischen der in der zivilen Medizin und in der Feldmedizin angewandten Technik zu erkennen. Dieser Eindruck verstärkt sich überdies bei selbst oberflächlicher Betrachtung der Entwicklung besonders im angloamerikanischen Raum. Damals innovative Techniken wie die apparative Beatmung oder Bluttransfusionen kamen bei deutschen Soldaten kaum zum Einsatz.

Ebenso ist anzunehmen, dass eine frühere Abspaltung der Anästhesie von der Chirurgie und dadurch auch insbesondere die Bildung einer Fachgesellschaft (wie in anderen Ländern geschehen) nicht nur die allgemeine, zivile Entwicklung der anästhesiologischen Technik vorangebracht hätte, sondern auch die Diskrepanz zwischen ziviler und militärischer Anwendung verringert haben könnte. Wie oben geschildert, nahm diese zum Ersten Weltkrieg hin zu. Somit hätte wesentlich mehr anästhesiologische Technik zwischen den beiden Sektoren ausgetauscht werden können. Durch strukturierte Vorgaben von Expertenkommissionen hätten Erkenntnisse der Feldmedizin in zivilen Krankenhäusern zur Anwendung kommen können, während die Ärzte in den Feldlazaretten einheitliche Vorgaben zur Narkosetechnik zu großen Teilen einfach aus ihrem Arbeitsalltag hätten übernehmen können.

Angedeutet wurde bereits der Effekt einer frühen Spezialisierung in der Anästhesie in Hinblick auf die Äther-Chloroform-Debatte in England. An diesem Beispiel konnte gezeigt werden, wie schleppend derartige Diskussionen hingegen in Deutschland verliefen (s. Kapitel 3.1.6). So wurde nicht nur aufgrund der sehr weit entwickelten Lokalanästhesie im deutschen Sprachraum teils auf Narkosen verzichtet, sondern auch aufgrund eines

³⁶³ Brandt & Goerig (1997)

vermeintlich höheren Risikos. Sowohl Spezialisten als auch komplexe Apparate standen im englischen Sprachraum früher zur Verfügung.³⁶⁴

Wie bereits in Kapitel 3.3.4 dargestellt, gibt es in der deutschsprachigen Literatur eindeutige Hinweise auf die fachliche Überlegenheit der im Felde tätigen Anästhesisten im britischen und amerikanischen Heer:

*“Während auf der Gegenseite Berufsanaesthesisten und Lachgasnarkosegeräte eingesetzt werden konnten, standen den deutschen Chirurgen im Feld und der Heimat keine Spezialisten und auch keine Apparate zur Verfügung. [...] Es wurde auf unserer Seite ein großes Versäumnis bemerkbar.“*³⁶⁵

Kilian deutet hier an, welchen enorm positiven Effekt sowohl die frühe Nutzung apparativer Narkosetechnik als auch die Herausbildung der Anästhesie als eigenes Fachgebiet in der Medizin auf das Outcome der Patienten hätten haben können. Auch wendeten Pioniere wie Magill im Ersten Weltkrieg (konkret im Jahre 1915) bereits fortgeschrittene Techniken wie endotracheale Intubationen an,³⁶⁶ deren Etablierung in Deutschland noch bis in die 1920er Jahre dauern sollte.³⁶⁷

In Bezug auf die wechselseitige Beeinflussung von Militär und Medizin beschreibt auch Mark Harrison, dass ab Mitte des 19. Jahrhunderts allseits eine zunehmende Professionalisierung der Heeresmedizin stattgefunden habe, deren Ziel eine größere Effizienz der Armeen unter anderem durch Wiederherstellung beziehungsweise Erhalt der Kampffähigkeit der Soldaten gewesen sei.³⁶⁸ Auch Bleker und Schmiedebach beschrieben diese Wendung hin zur Verwaltung von „Menschenmaterial“ durch die Ärzteschaft.³⁶⁹ Zudem sei eine Medikalisierung des Militärs, also ein wachsender Einfluss medizinischen Personals in der Verwaltung sowie bei der Planung und Ausführung militärischer Aktionen, zu beobachten gewesen. Auf der anderen Seite sei – besonders in Preußen und später in ganz Deutschland – eine besonders starke Militarisierung der Medizin entstanden.³⁷⁰ Durch die in Deutschland schon sehr viel länger etablierte allgemeine Wehrpflicht konnten

³⁶⁴ Brandt & Goerig (1997), S. 123

³⁶⁵ H. Kilian (1921-2008) zitiert aus Delingat (1975), S. 36

³⁶⁶ Hossli & Jenny (1987), S. 46

³⁶⁷ von Brunn (1953), S. 2004

³⁶⁸ Harrison (1999), S. 2 f.

³⁶⁹ Bleker & Schmiedebach (1987), S. 16

³⁷⁰ Harrison (1999), S. 4

laut Harrison auch die besten Absolventen der medizinischen Hochschulen enge Verbindungen zum Militär knüpfen und hätten daher auch militärische Werte und entsprechendes Vokabular mit in ihre zivile Tätigkeit übernommen.³⁷¹ Rüdiger Prülls Analyse der "Kriegspathologie"³⁷² veranlasste Harrison schließlich auch zu dem Fazit:

*"German medicine, it appears, was more militarized than its British counterpart."*³⁷³

Einen Bonus oder Malus für die zivile Medizin oder die Feldmedizin könne man laut Harrison hieraus jedoch nicht ohne Weiteres ableiten:

*"War (and even military requirements in peacetime) also provided the conditions under which medical specialisation could develop: bacteriology, psychiatry, orthopaedics, all benefited from the military's preoccupation with manpower efficiency. However, the link between professional advancement and military service is a complex one and it is by no means true that war is always 'good for medicine'. The exigencies of war led some areas of medicine to be privileged at the expense of others and gains made in wartime were not always consolidated in the very different conditions of peace. Nor do specialisms advance simply because there is an evident demand for them in wartime: demand arises from a series of negotiations between specialists aiming to promote their interests and officials concerned with maximising the effectiveness of manpower."*³⁷⁴

Die Beziehung zwischen beiden Seiten sei nämlich komplex und von diversen Faktoren abhängig. Wie oben bereits angedeutet, spielen auch die nationalen Rahmenbedingungen eine entscheidende Rolle. Harrison verwies auf die noch ausstehende Forschung zu diesem Teilaspekt. Ein eindeutig positiver oder auch negativer Effekt auf die Patientenversorgung, den man bei flüchtiger Betrachtung vermuten könnte, lässt sich also nicht ohne weitere vergleichende Arbeiten bestimmen.

Im Hinblick auf die bisherige Literatur lässt sich feststellen, dass ein systematischer Vergleich ziviler Anästhesie und feldmedizinischer Anästhesie bisher nicht für den beschriebenen Zeitraum stattgefunden hat. Auch Publikationen wie Wollbrücks Dissertation von 1995 geben lediglich eine detaillierte Übersicht über die militärische

³⁷¹ Harrison (1999), S. 13

³⁷² Der Begriff Kriegspathologie beschreibt eine während des Ersten Weltkriegs entstandene Ausrichtung der Pathologie unter Ludwig Aschoff in Freiburg, die vor allem auf Basis von Obduktionen versuchte, bestimmten Gruppen eine Krankheitsanfälligkeit nachzuweisen. Dies ist als direkter Vorausgriff auf die Rassenideologie zu verstehen. – Harrison (1999), S. 12

³⁷³ Harrison (1999), S. 13

³⁷⁴ Ebd., S. 6

Anwendung. Während die Geschichte der zivilen Anästhesie hingegen mittlerweile gut erforscht ist, sind Primärquellen zur militärischen Anwendung rar und gehen meist auch nur auf Teilaspekte ein, da eben anästhesiologische Tätigkeit noch sehr lange nur einen Teilaspekt der Chirurgie abbildete.

Zusammengefasst lässt sich die gefundene wachsende Diskrepanz zwischen ziviler und militärischer anästhesiologischer Technik 1870 bis 1918 im Vergleich zum Ausland also durch den Hauptaspekt der fehlenden Eigenständigkeit der Anästhesie in Deutschland ansatzweise erklären. Der Effekt der stärkeren Militarisierung lässt sich hingegen nicht abschließend klären. Die im Ausland gemachten medizinischen Fortschritte vor allem im Ersten Weltkrieg lassen die fehlende Angleichung ziviler und militärischer Anästhesie auf deutscher Seite noch gravierender erschienen. Es bedarf somit noch detaillierter Untersuchungen in Bezug auf die Signifikanz nationaler Unterschiede für die damalige Fortentwicklung vor allem der zivilen Anästhesie in den beteiligten Ländern.

4.1 Kritische Einordnung & Limitationen

Wie bereits in Kapitel 2 angedeutet, bereitete die Beschaffung von Quellen, insbesondere Primärquellen, oft Probleme. Viele Werke sind aufgrund des fragilen Zustands der Medien nicht für die Fernleihe freigegeben und müssen daher vor Ort eingesehen werden. Aufgrund umfangreicher Digitalisierungsprojekte wie vor allem dem Google Books-Projekt konnten auch einige zuvor eingeschränkt verfügbare Bücher wie etwa von Esmarchs „Handbuch der kriegschirurgischen Technik“ heruntergeladen und verwendet werden. Es ist davon auszugehen, dass derartige Retrodigitalisierungen künftige Recherchen erleichtern werden. Durch die teils vorhandene Möglichkeit der Volltextsuche sind auch die teils nicht vollständigen Inhaltsverzeichnisse von geringerer Bedeutung.

In Anbetracht der Größe und des derzeitigen Sichtungsstands der Dräger-Archive ist die Abhängigkeit der Quellenauswahl von den Archivaren zu erwähnen. Hierin besteht die Möglichkeit einer Beeinflussung. Da die Archive jedoch in privater Hand sind und ihre vollständige Sichtung einen enormen personellen Aufwand erforderlich machen würde, kann ein Ausschluss dieser Verzerrung in absehbarer Zeit wohl nicht gewährleistet werden. Eventuell ließe sich diese jedoch durch den Vergleich mit ähnlichem Quellenmaterial in Zukunft minimieren. Zum Beispiel könnten Archive anderer Medizinproduktehersteller gesichtet werden, was gerade in Verbindung mit digitalen Techniken (wie etwa digitalen und frei zugänglichen Findbüchern) einfachere Kreuzvergleiche ermöglichen sollte.

Das Fehlen aktueller Literatur zur Anästhesiegeschichte im Heer hat die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit geprägt und birgt daher Probleme bei der Einordnung der Erkenntnisse. Die Anästhesie im Zweiten Weltkrieg scheint dagegen sehr viel genauer untersucht worden zu sein als im Ersten Weltkrieg. Eine weitere Aufarbeitung des Themenfeldes scheint ratsam, damit endgültige Aussagen über die Anästhesiegeschichte im Heer getroffen werden können.

4.2 Ausblick

In der vorliegenden Arbeit musste leider darauf verzichtet werden, die gewonnenen Erkenntnisse im Detail mit der Entwicklung in den angelsächsischen Ländern zu vergleichen, da dies wegen des zeitlichen Aufwandes und des schon im deutschen Sprachraum schwierigen Zugriffs auf Quellenmaterial jeden Rahmen gesprengt hätte. Dieser Vergleich wurde bereits in Teilen in anderen Arbeiten vollzogen und wird hoffentlich in Zukunft noch weiter aufgearbeitet werden. Danach sollte es eher möglich sein,

einzuschätzen, inwiefern es sich bei den gefundenen Abweichungen im Stand ziviler und militärischer Anästhesie um ein Phänomen des deutschen Sprachraumes handelt und ob dies als ein Versäumnis zum Nachteil der damaligen Patienten zu werten ist.

Auch der Einfluss des preußischen und später deutschen Militärwesens auf die Medizin wird eingehender zu prüfen sein. Durch die Anwendung der Ergebnisse auf die spezielle Fragestellung dieser Arbeit könnten sich sowohl für die Entwicklung der Anästhesie als auch anderer Fachrichtungen im Militär und im zivilen Sektor neue Erkenntnisse gewinnen lassen. Insbesondere sollte die dorthin gehende Forschung mit dem Vergleich der Anästhesiegeschichte in Nachbarländern verknüpft werden, wie Harrison es bereits angedeutet hat.

5 Zusammenfassung

Schon immer gab es Versuche, Schmerz zu lindern und Betäubung zu erzeugen, die jedoch an ihrer Unzulänglichkeit und den teils gravierenden Nebenwirkungen scheiterten. Erst ab 1846 fand mit der Äthernarkose eine Methode weithin fachliche Anerkennung. Wenig später etablierte sich die Chloroformnarkose als vorherrschende zivile Narkoseform.

Im Krieg 1870/71 operierte man daher fast ausschließlich in Chloroform-Narkose. Der Äther wurde wegen seiner Explosivität und der häufigen Nutzung offener Flammen zur Beleuchtung gemieden. Die Applikation von Chloroform erfolgte meist mittels Gesichtsmasken oder Tüchern. Konsequente Prämedikation mit Morphinum konnte den Narkotikabedarf für Allgemeinnarkosen verringern. Atemwegssicherung konnte 1870/71 allenfalls mithilfe von Tracheotomien vorgenommen werden. Die Lokalanästhesie hingegen gab es in ihrer heutigen Form erst ab 1884, allenfalls wurde bereits Kälteanästhesie genutzt (auch mittels Schwefeläther). Transfusionen wurden schon vereinzelt vorgenommen, Kochsalzlösungen kamen hingegen nicht zum Einsatz. Wiederbelebungsverfahren nach Hall oder auch nach Silvester wurden empfohlen. Ebenso wurde bei der Wiederbelebung zur Applikation von Elektrizität am Hals zur Stimulation des Zwerchfells geraten.

Zwischen 1871 und 1914 hielten zum Teil maßgebliche Neuerungen in der zivilen Medizin Einzug. Bereits in den 1890er Jahren entstanden umfangreiche Statistiken zu Narkosetodesfällen, die Anlass gaben, auf Äther zurückzugreifen und Chloroform zu vermeiden. Ab 1884 begann dann die Ära der Lokalanästhesie mit Nutzung des Kokains. Später kamen neue Substanzen hinzu; die Technik wurde insbesondere in Deutschland immer weiter vorangetrieben – teils zu Lasten der Allgemeinnarkose. Auch die intravenöse Narkose wurde getestet, konnte mangels geeigneter Substanzen allerdings erst mit Einführung des Evipans 1932 dauerhaften Erfolg vorweisen. Auch mit Bluttransfusionen ist bis zum Ersten Weltkrieg viel experimentiert worden. Doch erst die international verbindliche Festlegung der Blutgruppen ermöglichte nach dem 1. Weltkrieg die Herstellung von Blutkonserven und die Etablierung sicherer Transfusionsverfahren.

Versuche zur künstlichen Beatmung ab den 1880-er Jahren führten 1901 zu Brauns Mischnarkose-Apparat und 1902 zum Roth-Dräger-Apparat mit Druckgasreduzierventil zur Sauerstoff-Chloroform-Narkose. Ab 1907 erschien dann der „Pulmotor“ der Dräger-Werke in immer höheren Stückzahlen, aber unter fortbestehender fachlicher Kritik. Insgesamt standen kurz vor dem Ersten Weltkrieg bereits wirkungsvolle Beatmungsgeräte zur

Verfügung. Die endotracheale Intubation zur Atemwegsicherung in Verbindung mit der Überdruckbeatmung (wie von Kuhn angeregt) scheiterte an der Dominanz des mit Unterdruck arbeitenden Sauerbruch, sodass Fortschritte der Intubation in der neu etablierten Thoraxchirurgie vor allem in den USA und in England erzielt wurden.

Infolge von Narkosezwischenfällen gelangte die Reanimation zu größerer Beachtung. Zur Ventilation wurden mit unterschiedlicher Gewichtung die Mund-zu-Mund-Beatmung, Blasebalge, manuelle Kompression und Zuführung von Elektrizität angewandt.

Trotz Überwiegens des Äthers in der zivilen Medizin blieb Chloroform - mittels Gesichtsmasken appliziert - das Narkotikum der Wahl im Feldgebrauch 1914-1918. Jedoch wurde häufiger die Lokalanästhesie eingesetzt, sofern Lokalanästhetikum und ein erfahrener Anwender verfügbar waren. So wurde diese während des Ersten Weltkrieges auch partiell weiterentwickelt und teils routinemäßig eingesetzt. Auf britischer Seite wurden Intubationen erprobt; in Deutschland dauerte ihre regelhafte Anwendung bis nach dem 2. Weltkrieg. Narkosegeräte für den Feldgebrauch wurden nicht in großem Maßstab eingesetzt. Arterio-venöse oder veno-venöse Transfusionen wurden ebenfalls nur selten versucht. Kolloidale Lösungen kamen lediglich auf englischer Seite zum Einsatz; die Infusion von Kochsalzlösung war auf deutscher Seite eine Ausnahme. Es dürften auch vereinzelt Beatmungsgeräte wie der Pulmotor zur Wiederbelebung zur Verfügung gestanden haben, diese wurden jedoch bei geringer Verfügbarkeit nicht regelhaft eingesetzt.

Bis auf eine positive Entwicklung der Lokalanästhesie durch die Feldmedizin blieb diese im Ersten Weltkrieg hinter den Methoden der zivilen Medizin in Deutschland zurück. Eine Erklärung dafür könnte die späte Etablierung der Anästhesie als eigenständige Fachrichtung (erst nach dem Zweiten Weltkrieg) sein. Die meisten Chirurgen wollten diese Abspaltung verhindern und sahen die Anästhesie als Teil ihres Fachgebietes. Eine frühere Abspaltung und Verselbstständigung hätte die Feldmedizin dem Niveau der zivilen Medizin angeglichen und hätte damit eine bessere Versorgung der Verwundeten bewirken können.

6 Summary

Though there have always been attempts to ease pain and to achieve anaesthesia, those failed due to their inadequacy and their sometimes grave adverse effects. It was not until 1846 that a method, the ether anaesthesia, was widely recognized by professionals. Soon after that chloroform became the predominant substance for anaesthesia.

In the war of 1870 to 1871 surgery was almost exclusively performed in chloroform anaesthesia. Ether on the other hand was shunned because of its explosive potential—especially when using open flames for lighting. Application of chloroform was usually done with face masks or cloth. Premedication with morphine was used to lower the demand for anaesthetics during narcosis. Airway management could only be achieved by tracheotomy in 1870 to 71. Local anaesthesia as we know it was used as of 1884. At the most there was anaesthesia by cooling – for example through local application of sulfuric ether. There was sporadic use of blood transfusion, but physiologic salt solution was not used at all. The suggested methods for resuscitation were those of Hall or Silvester, while cervical electric stimulation of the diaphragm was also recommended.

Between 1871 and 1914 several major innovations were made in civil medicine. As early as the 1890s detailed statistics concerning anaesthetic deaths were created. Those soon gave reason to turn to ether again while avoiding chloroform at all.

1884 was the begin of local anaesthesia initially using cocaine. Later, new substances were discovered or rather found suitable and the method was further developed in Germany neglecting narcosis on the downside. Intravenous narcosis was also tested, but could not succeed until more appropriate substances were discovered in 1932.

There have also been many experiments regarding blood transfusion until the outbreak of World War I. Nevertheless, secure procedures for producing and applying blood transfusions were not available until blood groups were defined on an international consensus after the war.

Serious efforts to achieve artificial ventilation going back to the 1880s lead Braun to the invention of his „Mischnarkose-Apparat“ (apparatus for mixed anaesthesia) in 1901 and to the ‘Roth-Dräger-Apparat’ of 1902 which used a special valve to reduce pressure and applied oxygen and chloroform for narcosis simultaneously. In 1907 the ‘Pulmotor’ was invented at Dräger in Lübeck, was produced in constantly growing quantities and was continuously criticised by professionals. In general, there were sufficient ventilators available right before the outbreak of World War I.

Endotracheal intubation for airway management in combination with positive pressure ventilation (as supported by Kuhn) did not succeed because of the resistance of Sauerbruch, who worked with negative pressure ventilation. This led to innovations with intubation especially in the newly formed field of thoracic surgery being primarily made in the US and England.

Following anaesthetic deaths, resuscitation became a topic with growing impact. With the idea of providing ventilation mouth-to-mouth resuscitation and manual thoracic compression were used in different extents next to the application of electricity.

Although ether was much more commonly used in civil medicine chloroform application via face masks was the method of choice in military medicine of 1914 to 1918. Nevertheless, local anaesthesia was even more common, provided that there were a supply of local anaesthetics and skilled users. This technique was even further developed, refined and routinely used during World War I. While intubations were field-tested on the British side, Germany implemented this method not until after World War II. Military grade anaesthetic machines were not broadly used as well. Furthermore, arterio-venous or veno-venous transfusion were only sporadically used while colloidal solutions were only used on the British side. Ventilators might have been occasionally used for resuscitation, but were not commonly employed due to a short supply.

Excepting the positive development of local anaesthesia military medicine in Germany was left behind by the capabilities of civil medicine in World War I. An explanation for that could be the late implementation of anaesthesia as an independent medical speciality, namely after World War II. Most surgeons tried to prevent that separation, because they thought anaesthesia to be part of their own speciality. An earlier separation and even sovereignty of anaesthesia would have equalised the standard of military and civil medicine and would have led to an improvement in the treatment of the wounded.

Literaturverzeichnis

1. Atkinson, R.S., Rushman, G.B., Lee, J.A., 1986. Synopsis der Anästhesie, 2nd ed., Gustav Fischer, Stuttgart, New York.
2. Bahns, E., 2010. Mit dem Pulmotor fing es an - Hundert Jahre maschinelle Beatmung. Lübeck.
3. Bartels, I., 1967. Die Geschichte der Mund-zu-Mund-Beatmung. Düsseldorf.
4. Benedum, J., 2001. Historische Entwicklung der Bluttransfusion. *Anästhesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie (AINS)* 36 Suppl. 2:83-86. DOI: 10.1055/s-2001-18176.
5. Ben-Zur, E., 1960. Die Geschichte der Lokalanästhesie unter besonderer Berücksichtigung der Entdeckung des Kokains. Zürich.
6. Billroth, C.A.T., 1875a. Zur Diskussion ueber einige chirurgische Zeit- und Tagesfragen. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 25(1), 1-6. L.W. Seidel & Sohn, Wien.
7. Billroth, C.A.T., 1875b. Zur Diskussion ueber einige chirurgische Zeit- und Tagesfragen. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 25(2), 25-29. L.W. Seidel & Sohn, Wien.
8. Billroth, C.A.T., 1875c. Zur Diskussion ueber einige chirurgische Zeit- und Tagesfragen. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 25(3), 41-43. L.W. Seidel & Sohn, Wien.
9. Billroth, C.A.T., 1875d. Zur Diskussion ueber einige chirurgische Zeit- und Tagesfragen. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 25(4), 65-67. L.W. Seidel & Sohn, Wien.
10. Billroth, C.A.T., 1872. Chirurgische Briefe aus den Kriegs-Lazarethen in Weissenburg und Mannheim 1870. August Hirschwald, Berlin.
11. Billroth, C.A.T., 1868. Tod durch Chloroform. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 18(46),741-742. L.W. Seidel & Sohn. Wien.
12. Blackwenn, M., 2003. Welche Gültigkeit besitzt die Meyer-Overton-Korrelation heute? - Eine Überprüfung mit Hilfe einer elektronischen Datenbank. Bonn.
13. Bleker, J., Schmiedebach, H.-P., 1987. *Medizin und Krieg - Vom Dilemma der Heilberufe 1865 bis 1985*. Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main.
14. Brandt, L., Fehr, G., 1996. Eine Entdeckung in der Chirurgie: die ersten Monate der modernen Anästhesie im Spiegel der deutschsprachigen Tagespresse. *Wiss. Verl.-Abt. Abbott*, Wiesbaden.
15. Brandt, L., Goerig, M., 2003. Kurze Geschichte der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie (AINS)* 38 (04),215 – 225. Thieme, Stuttgart.
16. Brandt, L., Goerig, M., 1997. *Illustrierte Geschichte der Anästhesie*. Wissenschaftliche Verlags-Gesellschaft, Stuttgart.
17. Brunn, R. von, 1953. Die Anästhesie. *Ciba-Zeitschrift: Abhandlungen über die Geschichte der Medizin und Grenzgebiete* 60 (5), 1986-2005. CIBA-Aktiengesellschaft, Wehr, Baden.
18. Delingat, A., 1975. Die Geschichte der Anästhesiologie in Deutschland. Köln, Bamberg.
19. Dieffenbach, J.F., 1847. *Der Aether gegen den Schmerz.*, 1. Aufl., A. Hirschwald, Berlin.
20. Dräger, B., 1915. *Über Atmungs-Geräte für den Feld-Gebrauch*. Lübeck.
21. Dräger Corporate Communications, 2014. *Seit 1889 - Technik für das Leben*. Lübeck.
22. Dräger, L., Haase-Lampe, W., 2007. *Von der Biermaschine zum Rettungswesen*. Verlag DrägerDruck, Lübeck.
23. Eckart, W.U., 2014. *Medizin und Krieg - Deutschland 1914 - 1924*, 1. Aufl., Verlag Ferdinand Schöningh, Paderborn.
24. Fischer, H.E., 1868. *Handbuch der Kriegschirurgie*. Ferdinand Enke, Stuttgart.
25. Gerste, R.D., 1985. Die Entwicklung der Anästhesie im Spiegel der medizinischen Fachzeitschriften des 19. Jahrhunderts. Düsseldorf.
26. Goerig, M., 2001. Die Anfänge der Volumetherapie. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie (AINS)* 36 Suppl. 2: 571–575. Thieme, Stuttgart. DOI: 10.1055/s-2001-18178.

27. Goerig, M., Schulte am Esch, J., 2012. Die Entwicklung des Narkosewesens in Deutschland von 1890 - 1930. Steintor Verlag, Lübeck.
28. Haase-Lampe, J.W., 1947. Vom Elbdeich zum Finkenberg – Die Geschichte zweier Männer. Antäus-Verlag, Lübeck.
29. Harrison, M., 1999. Medicine and the Management of Modern Warfare: an Introduction, in: In Medicine and Modern Warfare. Rodopi, Amsterdam, Atlanta.
30. Haupt, J., 1970. Der Dräger-Narkoseapparat 1900 - 1970. Dräger-Druck, Lübeck.
31. Heyfelder, J.F., 1847. Die Versuche mit dem Schwefeläther und die daraus gewonnenen Resultate in der chirurgischen Klinik zu Erlangen. Verlag Carl Heyder, Erlangen.
32. Hossli, G., Jenny, R., 1987. Grundlagen der Anästhesiologie und Intensivbehandlung – Band 2. Hans Huber, Bern.
33. Königlich Preußisches Kriegsministerium, 1890. Sanitäts-Bericht über die Deutschen Heere im Kriege gegen Frankreich 1870/71. Mittler und Sohn, Berlin.
34. Kuhn, F., 1911. Die perorale Intubation: ein Leitfaden zur Erlernung und Ausführung der Methode mit reicher Kasuistik. Nachdruck, Karger, Berlin.
35. Langenbeck, B. von, 1859. Tracheotomie zur Wiederbelebung bei Chlorofomasphyxie. Deutsche Klinik 4, 29–30. Jan:22. Verlag Georg Reimer, Berlin.
36. Niggebrügge, H.C., 2011. Die Geschichte der Beatmung - Analyse und Neubewertung am Beispiel der Geschichte des „Pulmotor“ Notfallbeatmungs- und Wiederbelebungsgeräts der Lübecker Drägerwerke. Lübeck.
37. Olbrich, K., 1996. Die schmerzarme Geburt im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts: ihre Beziehung zum Frauenbild der Gynäkologen und zum Geburtenrückgang. Greifswald.
38. Peters, A., 2007. Dr. Bernhard Dräger (1870-1928) als Erfinder: Seine Beiträge zur Weiterentwicklung der Druckgastechnik und deren Bedeutung für die Entwicklung einer modernen medizintechnologischen Verbundforschung. Lübeck.
39. Pirogov, N.I., 1864. Grundzüge der allgemeinen Kriegschirurgie nach Reminiscenzen aus den Kriegen in der Krim und im Kaukasus und aus der Hospitalpraxis. Vogel, Leipzig.
40. Plötz, J., 2001. Der Ätherinhalator nach Louis Ombrédanne - Anmerkungen zu seiner Karriere außerhalb Frankreichs und zu seinem Erfinder. Der Anaesthetist 50, 605–611. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/s001010100178.
41. Ring, F., 1962. Zur Geschichte der Militärmedizin in Deutschland. Deutscher Militärverlag, Berlin.
42. Sachs, M., 2005. Geschichte der operativen Chirurgie – Band 5. Kaden, Heidelberg.
43. Sachs, M., 2002. Geschichte der operativen Chirurgie – Band 3. Kaden, Heidelberg.
44. Schadewaldt, H., 1968. Bedeutende Militärärzte und ihr Einfluß auf die Entwicklung der Medizin. Wehrmedizinische Monatsschrift 12 (1), 152–160. Beta-Verlag, Bonn.
45. Schadewaldt, H., 1978. Von Galens „Narkosis“ zur modernen „Balanced anaesthesia“. Anästhesiologie und Intensivmedizin 19(12), 589-601. Perimed-Verlag, Erlangen.
46. Schmid, M., 1972. Zur Geschichte der Anästhesie. Deutsche Therapiewoche 23 (26), 2099–2103. Verlag Braun, Karlsruhe.
47. Schmidt-Rimpler, R., 2008. Die Entwicklung der Dräger Anästhesietechnik (1902-1908) im internationalen Vergleich. Lübeck.
48. Schröder, H., 1970. Geschichte der Medizinmechanik - Heft 1: Die technischen Hilfsmittel für die Inhalationsnarkose. Verlag H. Heinecke, Berlin.
49. Esmarch, F. von, 1877. Handbuch der Kriegschirurgischen Technik. Carl Rümpler, Hannover.
50. Walser, H., 1957. Zur Einführung der Äthernarkose im deutschen Sprachgebiet im Jahre 1847. Zürich, Aarau.
51. Waser, H., 1970. Die Anfänge der Wiederbelebung in der Narkose. Zürich Juris Druck + Verlag.
52. Welter, D.R., 1918. Die Lokal- und Leitungsanästhesie in einem Feldlazarett. Berliner klinische Wochenschrift - Organ für praktische Ärzte. Verlag A. Hirschwald, Berlin.

53. Wiebecke, D.D., Fischer, K., Keil, G., Leibling, R., Reissigl, H., Stangel, W., 2004. Zur Geschichte der Transfusionsmedizin in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. *Transfusion Medicine and Hemotherapy* 31 Supplement 2, 12–31. Karger AG, Basel.
54. Wollbrück, M.G.L., 1995. *Anästhesie im Krieg: Ein Beitrag zur Geschichte der deutschen Militärmedizin*. Gießen.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Kontrolle der fertigen Pulmotoren 1913 (Nr. 104A, R 1821-85)</i>	55
<i>Abbildung 2: Sanitäter im Einsatz 1913 (Nr. 104A)</i>	56
<i>Abbildung 3: Narkose-Beatmungsgerät Äther-Chloroform Mischnarkose 1912 (Nr. 66A)</i>	59
<i>Abbildung 4: Feldnarkose-Gerät "Dräger Cato" 1958 (Inventar-Nr. N22, Abb.-Nr. 41 405)</i>	79
<i>Abbildung 5: Lagerhalle im Dräger-Werk Lübeck während des Ersten Weltkriegs 1917 (Nr. 479D)</i>	80
<i>Abbildung 6: Soldat mit Selbstretter "Dräger Tübben" (Nr. 2585)</i>	81
<i>Abbildung 7: Selbstretter "Dräger Tübben" im Feldeinsatz (gestellt) (Nr. 2583)</i>	82
<i>Abbildung 8: Soldat mit Selstretter "Dräger-Tübben" (Nr. 2589)</i>	83
<i>Abbildung 9: Offizier mit Selbstretter "Dräger-Tübben" (Nr. 2581)</i>	84

Das gesamte Bildmaterial entstammt dem historischen Archiv der Dräger-Werke in Lübeck. Angegeben sind auch die jeweiligen Archivnummern.

Abbildung 6 bis 9 finden sich auch im Dräger-Heft Nr. 70 Jan./Febr. 1919 im Artikel „Dräger-Geräte an der Front!“.

**Anhang – Bildmaterial aus dem Archiv der Dräger-
Werke Lübeck**

Der Anhang zeigt eine Broschüre der Drägerwerke für das Kriegsministerium aus dem Jahr 1915.

Über Atmungs-Geräte für den Feld-Gebrauch.

Von Bernh. Dräger.

Im Auftrage der Redigialabteilung des Kriegsministeriums.

Im Juli 1915.



Der Selbstretter.

(Vergleiche Feld-Anweisung „R“.)

Der Atemsapparat, „Selbstretter“ genannt, hat die Aufgabe, *Swed.* die Atmung des Mannes von giftigen Gasen, die in der Luft vorhanden sind, unabhängig zu machen. Die gereinigte Luft im Selbstretter wird immer wieder von neuem ein- und ausgeatmet. Nach der Einatmung befindet sich die Hauptmenge der Luft des Apparates in den Lungen, nach der Ausatmung in dem Atemsack. *Bestandteile.* Der Atemsack ist daher ein wichtiger Ausgleicher. Zwischen Mundschlauch und Atemsack befindet sich die sogenannte Kalipatrone, in der die ausgeatmete Kohlensäure durch Chemikalien festgehalten wird. Daneben sitzt der Sauerstoff-Zylinder, aus dem man mit der Hand den Sack mit Sauerstoff wieder auffüllt, sobald er leer geworden ist. Da der Mann mit Selbstretter seine eigene Luft mit sich führt, so sind seine Atemsorgane gegen alle giftigen Gase in der Außenluft geschützt, mögen es nun Chlor-, Brom-, Phosgen- oder andere Gase oder auch staubförmige I-Stoffe sein.

Über die Atmung des Menschen als Lebensvorgang (ohne Apparat) ist folgendes zu sagen:

Die Nahrung, in der Hauptsache Kohlen-Wasserstoffe, die der *Atmung.* Körper durch den Magen aufnimmt, wird durch den dem Blutkreislauf durch die Lunge zugeführten Sauerstoff bei Kraftäufferungen der Muskeln zu Kohlensäure verbrannt, und zwar um so mehr, je größer die Kraftäufferung ist. Das Verbrennungsprodukt, die Kohlensäure, wird durch die Lunge wieder ausgestoßen. Der Sauerstoff ist also genau genommen die luftförmige Nahrung des Menschen, und tatsächlich verzehrt auch ein erwachsener Mensch täglich 1 kg Sauerstoff (1,2 cbm), d. h. fast die Hälfte des Gewichtes der aufgenommenen festen Nahrung. Dafür geben die Lungen täglich etwa 2 kg Kohlensäure (1 cbm) wieder heraus.

Der unabhängige Atemsapparat, in unserem Falle der Selbstretter, muß diesen Lebensbedürfnissen entsprechen. Er muß den erforderlichen Sauerstoff liefern und die ausgestoßene Kohlen-
Sauerstoffver- binden. Der Bedarf an Sauerstoff und die Abgabe an Kohlen-
brauch und säure in einer Minute können sehr verschieden sein, und sie richten
Kohlenäure- sich ganz nach der jeweiligen Arbeitsleistung des Mannes. Vom
erzeugung. Nichtstun im Sitzen bis zu schwerer Arbeit (Lasten bergauf schleppen oder Laufschrift machen) ist bezüglich des Sauerstoffverbrauchs und der Kohlenäure-Erzeugung ein Spielraum bis zum Vierfachen und mehr. Außerdem ist nicht außer Acht zu lassen, daß die minutlich ein- und ausgeatmete Luftmenge mit der Arbeitsleistung gewaltig ansteigt. Im Nichtstun werden minutlich etwa 8 Liter ein- und wieder ausgeatmet, und bei sehr schwerer Arbeit steigt diese Luftfrequenz bis auf den zehnfachen Wert und darüber. Die Brauchbarkeit eines Atemsapparates kann also nicht im Stehen, sondern muß in starker Bewegung erprobt werden, und die Mannschaften müssen durch Übungen an seinen Gebrauch bei der Arbeit gewöhnt werden. Der Selbstretter ist nicht ein eigentlicher Arbeitsapparat für schwere Arbeit, wie sie z. B. bei Bergwerken und Feuerwehren im Gebrauch sind; derartige Apparate haben ein Gewicht bis zu 20 kg. Sie sind für den Feldgebrauch zu schwer. Der Selbstretter ist vor allen Dingen ein leichter Atemsapparat, der trotz seiner Leichtigkeit und Handlichkeit noch genügend Arbeit zuläßt.

Gewicht des Das Gewicht des Selbstretters einschließlich Kalipatrone und Sauerstoff-Cylinder beträgt 4,3 kg. Die Kalipatrone allein wiegt 1,3 kg, der Sauerstoff-Cylinder 1,5 kg. Verbrauchte Kalipatronen sind schwerer.
Gerätes.

Gebrauchsdauer. Die Gebrauchsdauer des Selbstretters mit unbenutzter Patrone und mit gefülltem Sauerstoff-Cylinder (150 al) beträgt 45 Minuten. Wird dauernd mit ihm sehr kräftig gearbeitet, so reicht der Sauerstoff nur für 30 Minuten. Der Sauerstoff-Cylinder hat etwa 0,4 Liter Rauminhalt; er enthält also bei einem Füllungsdruck von etwa 150 al etwa 60 Liter Sauerstoff. Dieser Vorrat reicht bei einem stärksten Arbeitsverbrauch von 2 Litern in der Minute für 30 Minuten aus.

Sauerstoffvorrat.

Sonnenbestrahlung hat auf die Druckzunahme in den Sauerstoff-Cylindern nur geringen Einfluß und bietet keine Gefahr. Sauer-

stoff-Cylinder, die von Infanteriegeschossen getroffen werden, erhalten kleine runde Löcher; sie zerreißen nicht, doch verleiht ihnen der Rückstoß des ausströmenden Sauerstoffs eine raketenartige Bewegung.

Die Kalipatrone enthält in ihrer äußeren Hülle ein Teller-System mit zickzackförmigem, freien Luftdurchgang. Auf jedem Teller liegt eine Schicht Nagnatron- bzw. Alkali-Körner, die durch ein Drahtnetz festgehalten werden. Vermöge der auf diese Weise erzielten großen Chemikal-Oberfläche wird die ausgeatmete Kohlen Säure restlos aufgesaugt. Durch die chemische Bindung der Kohlen Säure und des ausgeatmeten Wasserdampfes in dem Chemikal der Kalipatrone wird Wärme frei, die sich durch eine langsame Erhitzung der Patrone bemerkbar macht. Eine Atmungspatrone, die nicht heiß wird, ist nicht denkbar oder sie taugt nichts. Die Erhitzung der Kalipatrone ist das Zeichen der Beseitigung der ausgeatmeten giftigen Kohlen Säure. Natürlich wird die Atmungsluft durch die Kalipatrone miterwärmt; aber wenn auch die Patrone bei schwerer Arbeit so heiß geworden ist, daß man sich die Hände daran verbrennen kann oder daß Wasser außen daran verdampft, ist dennoch die warme Atmungsluft für Mund, Rachen und Lunge ganz unschädlich. Man fasse nur den Metallteil am Mundstück an, um zu fühlen, wie die Atmungsluft verhältnismäßig kühl bleibt. Im übrigen kann gesagt werden, daß man trockene Luft, wie im Selbstretter, bis zu einer Temperatur von über 100° C ohne Schaden lange Zeit einatmen könnte. Die Luft im Selbstretter erreicht aber höchstens eine Temperatur von 60 bis 70° C.

Bei Beginn der Benutzung des Apparates soll der Sack nicht mit Atmungsluft, sondern mit Sauerstoff aus dem Stahlcylinder vollgeblasen werden. Gewöhnliche Luft enthält nur etwa zu $\frac{1}{5}$ Sauerstoff und zu $\frac{4}{5}$ Stickstoff. Ist der Sauerstoff dieser Luft von den Lungen verbraucht, so bleibt der Atmungssack mit Stickstoff ohne Sauerstoff gefüllt. Dies neutrale Gas würde dann von den Lungen immer nur hin und her geatmet werden, bis Sauerstoffnot eintritt, ohne daß der Mann weiß, was seiner Atmung fehlt. Nur wenn reiner Sauerstoff im Luftsack vorhanden ist, wird der Sack leer, und man merkt daran, daß Sauerstoff nachgefüllt werden muß.

Kalipatrone.

Erwärmung
der Kalipa-
trone.

Füllung des
Atmungs-
sackes.

Hat ein Mann aus Versehen den Sack prall voll Sauerstoff gefüllt, so kann er gegen den prallen Sack nicht ausatmen, und er gerät in Atemnot. In diesem Falle muß er einen Finger beim Gummimundstück in den Mund klemmen und an dieser Stelle etwas Sauerstoff fortblasen lassen, wodurch allerdings die Arbeitsdauer beeinträchtigt wird.

Gebrauch. Um den Gebrauch des Atemungsgerätes kurz zu erläutern, bitte ich jeden der anwesenden Herren, einen Apparat zur Hand zu nehmen und folgende Kommandos zu befolgen:

„Gerät hängt um.“ „Schutzdecke nehmt ab und halt sie fest auf der Innenseite.“ „Leibgürtel halt ein.“ „Halschlinge legt um.“ „Stöpsel aus dem Mundstück heraus.“ „Mundstück in den Mund.“

(Das Gummimundstück ist ganz in den Mund zu nehmen. Der Gummiflansch liegt zwischen Lippen und Zähnen. Mit den Zähnen auf die Lappen beißen.)

„Geht Sauerstoff.“ (Linker Ellbogen vom Körper auswärts bewegen. Kräftig das Verschlussventil öffnen, wobei die Plombenschraube zerreißen muß. Handrad einmal rundum drehen. Atemsack nicht prall voll.) „Ventil zu.“ „Nasenklammer setzt auf.“

Eindringen in giftige Gase. Jetzt kann in den Bereich betäubender Gase eingedrungen werden. Nicht vergessen, Sauerstoff nachzufüllen, sobald der Sack leer ist; aber auch nicht das Wiederverschließen des Sauerstoffzylinders vergessen.

Prüfung und Pflege. Nach jedem Gebrauch sind die Atemungsgeräte zu säubern, mit neuer Atemungsmunition, d. h. mit neuer Patrone und gefülltem Sauerstoffzylinder, zu versehen und auf Dichtigkeit zu prüfen. Neue Kalipatronen rasseln, wenn man sie schüttelt, da die Kalikörner trocken sind. Nach dem Gebrauch rasselt die Kalipatrone nicht mehr. Im Zweifelsfalle kann man neue und gebrauchte Kalipatronen dadurch unterscheiden. Neue Patronen sind plombiert; im allgemeinen müssen lose, nicht plombierte Patronen als verbrauchte betrachtet werden. Verbrauchte Patronen würden zu Friedenszeiten wertlos sein; zur Zeit des Krieges müssen sie wohl des Materials wegen aufbewahrt werden. Über die Verwendung verbrauchter Patronen wird noch besonderes bekanntgegeben werden. (Siehe Feld-Anweisung „R“, 2. Ausgabe vom 1. Juli 1915.)

Das Auswechseln der Kalipatronen und des Sauerstoff-Cylinders wird mit Hilfe der dafür vorgesehenen Verschraubungen vorgenommen, nachdem der Querriegel mit der Hand senkrecht gedreht worden ist. Der Riegel wird nicht losgeschraubt. Ein Schlüssel für den Sauerstoff-Cylinder befindet sich in einer Tasche der Segeltuchschürze. Munitions-
Erneuerung.

Der Inhalt des Sauerstoff-Cylinders kann mit Hilfe des Kontroll-Finimeters auf seinen Sauerstoffvorrat nachgeprüft werden (150 at; siehe Feld-Anweisung „R“: „Prüfung des Sauerstoff-Cylinders“).

Zwei Teile am Apparat können am leichtesten schadhaft werden. Ersatzteile.
Das Gummimundstück und der Atmungsack. Es kann hin und wieder vorkommen, daß ein Gummimundstück einreißt. Trotz sorgfältigster Kontrolle ist es nicht immer vorauszusehen, ob diese in Massenfabrikation hergestellten Gummiteile richtig vulkanisiert worden sind.

Ein schadhaftes Mundstück wird völlig entfernt, und man lasse den Apparat mit dem Metallmundstück ohne Gummimundstück weiter benutzen. Wenn der Mann nicht gar zu ungeschickt ist, wird er mit dem Metallteil des Mundstücks im Munde sehr gut fertig werden.

Ein schadhafter Atmungsack ist mit Hilfe der dafür vorgesehenen Verschraubung, die mit einem Nagel zu lösen ist, abzunehmen und gegen einen neuen umzutauschen.

Man prüfe den Apparat auf Dichtigkeit, indem man durch das Dichtigkeits-
Prüfung. Mundstück Luft oder aus dem Sauerstoff-Cylinder Sauerstoff in den Atmungsack bläst; man lege den Apparat auf ein Brett oder auf den Erdboden und drücke nun bei verschlossenem Mundstück auf den Atmungsack. Gibt er nach, dann ist das Gerät undicht. Es ist dann zu versuchen, ob die Undichtigkeiten, die an den Verschraubungen bei den Dichtungsringen und dem Atmungsack liegen können, zu beseitigen sind.

Jedes Sanitätsdepot verfügt über die notwendigen Ersatzteile und ebenfalls über Dichtungsringe für die Patronen-, Cylinder- und Sack-Verschraubungen. Bei Nachbestellung von Ersatzteilen sind möglichst die Telegrammworte, die in der Feld-Anweisung „R“ (Liste der Ersatzteile) angegeben sind, anzuwenden.

Der Sauerstoff-Inhalations-Apparat.

(Vergleiche Feld-Anweisung „W“.)

- Zweck.** Der vorliegende Sauerstoff-Inhalations-Apparat (Telegrammwort „Jaspium“) ist ein möglichst einfaches Sauerstoff-Atmungsgerät für den Feldgebrauch. Es ist nicht, wie der Pulmotor, von dem nachher die Rede sein wird, für die selbsttätige Wiederbelebung bestimmt, sondern es soll insbesondere in Erstigungs- und Vergiftungs-Fällen usw. angewandt werden, in denen es sich um Personen handelt, die noch wahrnehmbar atmen. Aber auch bei Wiederbelebungsversuchen mit Hilfe der allgemein bekannten und üblichen Silvesterischen Methode kann das Sauerstoff-Inhalationsgerät Verwendung finden.
- Bestandteile.** Das Sauerstoff-Inhalationsgerät besteht aus zwei Hauptteilen, dem Sauerstoff-Zylinder und dem eigentlichen Atmungsapparat. Die Sauerstoff-Zylinder für diese Apparate haben nicht alle die gleiche Größe. In Rücksicht auf ihre schnelle Bereitstellung war es nötig, alle diejenigen Zylinder mit heranzuziehen, die für den Feldgebrauch geeignet erschienen. (Im Durchschnitt enthalten die Zylinder $1\frac{1}{2}$ bis 2 cbm Sauerstoff.) Man kann die Sauerstoff-Inhalations-Apparate auch an jeden kleineren Sauerstoff-Zylinder, ja, selbst an die kleinen Zylinder der Selbstretter, anschrauben und verwenden.
- Die eigentlichen, für den Feldgebrauch der Sauerstoff-Inhalations-Apparate bestimmten Stahlzylinder sind mit Handhaben versehen, die dauernd daran befestigt bleiben, um die Apparate schnell von einem Platz zum andern befördern zu können. Am schnellsten und bequemsten trägt sich der Apparat von zwei Personen.
- Sauerstoffvorrat.**
- Wirksamweise.** Der eigentliche Inhalationsapparat besteht aus Druckreduzierventil, Sparbeutel, Schlauch und Maske. Nachdem das Verschlußventil des Sauerstoff-Zylinders geöffnet ist, kann man an dem größeren der beiden Manometer („Finimeter“ genannt) den Inhalt und später den Verbrauch des Sauerstoffs ablesen. Das kleinere Manometer dient zum Ablesen der jeweiligen Dosierungsmenge pro Minute. Die Dosierung selbst wird eingestellt mit Hilfe des vorderen Handrades. Es muß ein jeder, der mit dem Apparat

zu arbeiten hat, an diesem Rade vorsichtig hin und her stellen, bis er die Wirkungen der Umdrehungen kennen lernt. In der Regel dosiert man in der Minute 6 Liter Sauerstoff, im Höchsfalle 10 Liter.

Nachdem der Apparat in Tätigkeit gesetzt ist, wird die Maske ^{Gebrauch.} dem Patienten leicht auf das Gesicht gedrückt, und man kann jetzt an den Zuckungen des Sparbeutels die Tiefe der Atemzüge beobachten. Ein Einatemventil über dem Sparbeutel verhindert das Zurücktreten der ausgeatmeten Luft, und ein Ausatemventil an der Maske führt die ausgeatmete Luft ins Freie.

Der Pulmotor.

(Vergleiche Feld-Anweisung „W“.)

Der Zweck des Pulmotors ist, die schwere und ermüdende ^{Zweck.} Arbeit der von Hand herbeizuführenden künstlichen Atmung abzulösen durch einen selbsttätigen Mechanismus und dem Scheintoten die Heilkraft sauerstoffreicher Luft nutzbar zu machen.

Der Pulmotor bietet in einem Holzkoffer eine durch die Kraft ^{Bestandteile.} des verdichteten Sauerstoffs betriebene automatische Arbeitsmaschine für Ein- und Ausatmung und außerdem einen Sauerstoff-Inhalations-Apparat. Im Koffer befinden sich ein Sauerstoff-Zylinder, ein Druckreduzierventil, die Umsteuerungsventile für die Luftzuführung nach der Maske, 2 Blasebälge, wovon der große das Umsteuern der Ventile besorgt und der kleine als Luftpuffer dient, und die erforderlichen Hilfsgeräte. Am Deckel befindet sich der Sauerstoff-Inhalations-Apparat. Ein Hebel am Druckreduzierventil ist stellbar, entweder auf „Pulmotor“ oder auf „Inhalation“. Nachdem der Sauerstoff-Zylinder geöffnet ist, ist dann entweder der Pulmotor oder der Inhalations-Apparat in Tätigkeit.

Der gefüllte Sauerstoff-Zylinder des Pulmotors reicht für eine ^{Wirfungsdauer.} ununterbrochene Arbeitsdauer von 40 Minuten aus. Der minutliche Sauerstoffverbrauch ist fest eingestellt.

- Wirkungsweise.** Soll der Pulmotor in Tätigkeit treten, so lege man die erstickte Person, wie bei der Vorschrift nach der Silbersterschen Methode, auf den Rücken. Die Maske des Pulmotors wird so auf das Gesicht gedrückt, daß die Schläuche über den Kopf nach hinten, nicht über die Brust, zu liegen kommen. Sobald die Maske dicht an das Gesicht gedrückt ist, fängt der Pulmotor an zu arbeiten. Er bläst die Lunge voll, steuert nach gefüllter Lunge selbsttätig auf „Saugen“, saugt die Lungen leer, steuert nach geleerter Lunge selbsttätig auf „Drücken“ und so fort. Fängt der Pulmotor nicht an zu arbeiten, so ist die Maske am Gesicht nicht dicht. Die Maske läßt sich nach dem Gesicht zurechtdrücken. Soll sehr lange gearbeitet werden, so kann die Maske mit Hilfe eines beigegebenen Kopfriemens festgeschnallt werden. Arbeitet der Pulmotor außerordentlich schnell hin und her, so ist die Luftröhre nicht offen, und die Luft kann nicht in die Lunge hinein und heraus. Es ist in diesem Falle die Zunge energischer hervorzuholen.
- Jedem Pulmotor ist ein kleiner Atmungsack beigegeben, den man an der Maskenschraubung an Stelle der Maske befestigen kann. Dieser Sack demonstriert eine Lunge. Setzt man nun den Pulmotor in Tätigkeit, so wird der Sack abwechselnd vollgeblasen und leergeaugt.
- Bedienung von Hand.** Der Pulmotor muß nicht unter allen Umständen selbsttätig arbeiten. Er kann auch mit der Hand mit Hilfe eines dafür vorgesehenen kleinen Handhebels willkürlich auf „Saugen“ und „Drücken“ gestellt werden.
- Saugen und Drücken.** Die mechanischen Vorgänge bei der Wirkungsweise des Pulmotors sind aus den beiden schematischen Zeichnungen in der Feld-Anweisung „W“, Abschnitt 59 ff., ersichtlich. Eine Saugdüse von größerer Kraft saugt bei einem Verbrauch von 5,7 Liter Sauerstoff in der Minute etwa 50 Liter Außenluft an. Mit Hilfe eines Ventilsystems wird diese Luftmenge, die mit dem Sauerstoff angereichert ist, in einer bestimmten Stellung durch den einen Schlauch zur Maske und in die Lunge gedrückt. Der Druck der Lunge teilt sich auch dem großen Blasebalg mit. Der Blasebalg wird dadurch gestreckt und steuert das Ventilsystem um. In der neuen Ventilstellung wird keine Luft von außen, sondern nunmehr wird Luft aus der Lunge durch den andern Schlauch

angefaugt und aus einem der Ventile ins Freie geblasen. In dem einen Fall steht die Druckseite der Saugdüse mit der Lunge in Verbindung, in dem andern Fall die Saugseite. Die Druck- und die Saughöhe im Pulmotor sind durch Prof. Dr. Roth, Lübeck, sorgfältig ermittelt. Die Druckhöhe beträgt 20 cm Wasser- säule, die Saughöhe 25 cm Wasser- säule.

Saug- und
Druckhöhe.

Falls der Sauerstoff-Cylinder im Pulmotor nicht ausreichen sollte, so kann man irgendeinen beliebig großen Sauerstoff- Cylinder zu Hilfe nehmen. Er wird neben den Koffer gelegt, und nach Entfernung des im Koffer befindlichen Sauerstoff- Cylinders wird ein dafür vorgesehenes Verbindungsrohr zwischen dem großen Sauerstoff-Cylinder und dem Druckreduzierventil ein- geschraubt.

Anschluß eines
großen Sauer-
stoffcylinders.

Stahlcylinder.

Vielfach werden Bedenken geäußert, ob Stahlcylinder für komprimierte Gase eine genügende Sicherheit bieten. Vor allen Dingen werden Zweifel gehegt, ob gefüllte Cylinder in der Sonne liegen dürfen. Auf die erste Frage braucht nur darauf hin- gewiesen zu werden, daß die deutsche Stahlcylinder-Industrie ganz einzig in der Welt dasteht. Sowohl die Güte des Stahl- materials der hergestellten Cylinder als auch die von der Regierung vorgeschriebenen Prüfungs-Methoden gewähren eine so große Sicherheit, daß in den beteiligten Kreisen, die seit 20 Jahren mit Stahlcylindern zu tun haben, diese kaum anders als Konservendosen behandelt und angefaßt werden.

Stahlmaterial.

Die zweite Frage ist berechtigter, beruht aber auch nur auf einem Vorurteil, das von den Cylindern für flüssige Kohlensäure her stammt. Stahlcylinder, die mit flüssiger Kohlensäure gefüllt sind, dürfen nicht in der Sonne liegen, da der Druck der flüssigen Kohlensäure sehr schnell ansteigt bei mäßig steigender Tempe- ratur. Ein Stahlcylinder jedoch, der mit einem sogenannten permanenten Gas (z. B. Sauerstoff, Wasserstoff, Luft), das sich bei gewöhnlicher Temperatur nicht verflüssigen läßt, gefüllt ist, er-

Erwärmung
gefährlos.

leidet bei erheblicher Erwärmung durch die Sonne nur eine geringe Druckerhöhung.

Ein Sauerstoff-Cylinder, der mit einem Druck von 150 at gefüllt ist bei einer Temperatur von 20 ° C, hat z. B. bei einer Temperaturerhöhung auf 50 ° C nur eine Druckzunahme von 15 at.

Füllungsdruck. Nach dem deutschen Gesetz ist es nicht zulässig, Stahlcylinder herzustellen für einen höheren Füllungsdruck als 200 at. Der Prüfungsdruck würde in diesem Falle 300 at betragen. Diese Höchstgrenze ist von der Industrie bisher nicht ausgenutzt worden, weil die Gewichts-, Raum-, und Inhaltsverhältnisse keinen wesentlichen Vorteil boten. Die Industrie, die früher nur einen Höchstfüllungsdruck von 125 at für ausreichend hielt, bringt seit einer Reihe von Jahren fast nur noch Cylinder mit einem Höchstfüllungsdruck von 150 at und einem Prüfungsdruck von 225 at in den Verkehr. Auf diese Druckverhältnisse sind auch sämtliche Stahlcylinder für die Selbstretter, für die Sauerstoff-Inhalationsapparate, für den Pulmotor und für die Umfüllpumpe eingerichtet.

Ermittlung des Sauerstoffvorrats. Um den Sauerstoff-Inhalt eines Cylinders zu ermitteln, multipliziert man seinen Rauminhalt, der auf jedem Cylinder vermerkt ist, mit seiner Füllung in Atmosphären. Z. B. ein Cylinder von 14 Liter Rauminhalt enthält bei 150 at Füllungsdruck 2,1 cbm Sauerstoff (1 Kubikmeter = 1000 Liter).

Gewichte. Nachfolgend sei noch das Gewicht der im Feldgebrauch üblichen Stahlcylinder für komprimierten Sauerstoff angegeben:

Stahlcylinder Selbstretter (0,4 Liter Rauminhalt) für	
60 Liter Sauerstoff	1,5 kg
" Sauerstoffkoffer (1,2 Liter Rauminhalt) für	
180 Liter Sauerstoff	3,1 "
" Pulmotor (2 Liter Rauminhalt) für 300 Liter	
Sauerstoff	4,3 "
" 10 bis 11 Liter Rauminhalt für 1,5 cbm	
Sauerstoff	21 "
" 13,5 bis 14 Liter Rauminhalt für 2,1 cbm	
Sauerstoff	25 "
" 33 Liter Rauminhalt für 5 cbm Sauerstoff	67 "
" 40 Liter Rauminhalt für 6 cbm Sauerstoff	75 "
" 50 Liter Rauminhalt für 7,5 cbm Sauerstoff	85 "

Die Umfüllpumpe.

(Vergleiche Feld-Anweisung „R“.)

Um kleinere Stahlcylinder aus einem größeren Cylinder mit Sauerstoff zu füllen, bedarf es keiner Pumpe, wenn es sich um das Füllen eines einzigen oder weniger kleinerer Cylinder handelt, unter der Voraussetzung, daß der große Cylinder noch seinen vollen Füllungsdruck aufweist. Will man ein derartiges Überfüllen vornehmen, so bedarf es nur einer kleinen Zwischenverschraubung mit einem Finimeter, das jedem Sanitätsdepot mitgeliefert wird. Man läßt einfach, indem man beide Cylinder miteinander verbindet, den Sauerstoff überströmen. Der Druck in dem großen Cylinder nimmt jedoch im Verhältnis zum übergefüllten Sauerstoff ab. Will man trotzdem die Cylinder mit einem vollen Füllungsdruck von 150 at versehen, so bedarf es der Zwischenschaltung einer Pumpe. Um dieses Überfüllen in möglichst vollkommener Weise mit der Hand ausführen zu können, ist die hier vorzuführende besondere Umfüllpumpe konstruiert. Es ist nicht gut zugänglich, mit der Hand aus einem Sauerstoff-Cylinder, der nur noch etwa 10 at enthält, einen kleinen Sauerstoff-Cylinder bis auf 150 at hinaufzufüllen. Die Umfüllpumpe besorgt nun das Füllen in drei Stufen. Man pumpe immer nur etwa 40 bis 50 at über die nächste Stufe hinaus. Für jede Druckstufe wird an der Pumpe ein großer Borrats-Sauerstoff-Cylinder angeschlossen. Der erste Cylinder braucht nur noch 10 bis 20 at Druck zu enthalten, der zweite, der noch nicht so lange gebraucht ist, enthält etwa 60 at und der dritte enthält etwa 110 at. Die Pumpe besitzt zwei Kolben, der eine zeigt nach unten, der andere zeigt nach oben. Beide Kolben unterliegen dem gleichen Druck beim Füllen. Der Druck von unten und oben wird also ausgeglichen. Befinde ich mich beim Pumpen, z. B. in der zweiten Stufe, d. h. es ist der erste große Sauerstoff-Cylinder und der dritte Sauerstoff-Cylinder geschlossen, geöffnet ist nur der zweite, nachdem zuerst aus dem ersten herausgepumpt worden ist, so befindet sich in dem kleinen Cylinder derselbe Druck wie in dem zweiten großen Cylinder, nämlich 60 at. Ebenfalls befindet sich dieser Druck in den beiden

Cylinderfüllen
ohne Pumpe.

Cylinderfüllen
mit Umfüll-
pumpe.

Pumpen-Cylindern unterhalb und oberhalb der Kolben. Die Pumpe ist trotz des in ihr herrschenden hohen Druckes ohne besondere Kraftanstrengung zu bewegen, und man kann beobachten, während man pumpt, wie der Druck in dem zu füllenden kleinen Cylinder zunimmt bis auf 70 at, 80 at, 90 at, 100 at und 110 at. Jetzt ist aber die Pumpenarbeit schon recht schwer geworden, weil man nun einen Überdruck bei jedem Hub von 50 at, nämlich über 60 at hinaus, zu überwinden hat. Nun schließt man den zweiten großen Cylinder und öffnet den dritten, dessen Druckhöhe noch 110 at beträgt. Das Spiel des Pumpens wiederholt sich, man kann abermals um 50 at höher pumpen, und man erreicht also spielend die Druckhöhe, die man haben will.

Druckhöhe.

Es ist nun für die Druckhöhe folgendes zu beachten:

Beim Überfüllen wird der Sauerstoff erneut komprimiert. Dadurch erhitzt er sich ziemlich bedeutend. Sobald er sich wieder abgekühlt hat, geht der Druck entsprechend herunter. Um nun eine Druckhöhe von 150 at in dem abgekühlten kleinen Cylinder zu erhalten, muß man bis zu einer Druckhöhe von 160 at auspumpen, und falls das Auspumpen im Massenbetriebe sehr schnell vorgenommen wird, so ist es praktisch, bis zu einer Druckhöhe von 170 at aufzufüllen.

Plombieren.

Die kleinen Stahlcylinder sollen sofort nach der Füllung in richtiger Weise plombiert werden, damit gefüllte Stahlcylinder als solche daran erkenntlich sind. Die richtige Art des Plombierens kann nur durch praktische Versuche eingeübt werden. Als Plombenschnur ist nur Bindfaden zu verwenden, der zerreißt, wenn das Handrad am Verschußventil des kleinen Stahlcylinders aufgedreht wird.

Pflege.

Die Umfüllpumpe ist ein Gerät, das mit ganz besonderer Sorgfalt behandelt werden muß. Treten Undichtigkeiten daran auf, so ist immer ein größerer Sauerstoffverlust bei der enormen Druckhöhe des Sauerstoffs die unmittelbare Folge. Werden die Ventile nicht sauber gehalten, so macht das Umfüllen eine verhältnismäßig große Arbeit, weil die Ventile undicht sind, und die Pumpwirkung wird ganz bedeutend beeinträchtigt. Der Mechaniker, der die Pumpe unter Aufsicht hat, muß sie in- und auswendig gründlich kennen. Er muß sich rechtzeitig mit den notwendigen Ersatzteilen versehen, und er muß dafür sorgen, daß sie vor jeder größeren Pumpenleistung in allen ihren Teilen völlig in Ordnung ist.

Danksagung

Mein Dank gilt

meinen Eltern für die vielen Anregungen,

Prof. Schmiedebach für seine jahrelange Geduld

Und Maria für den Umgang mit temporären Gemütsschwankungen.

Der Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: