

Cand. med. Kathrin Wüllenweber
Aus der Klinik für Anästhesiologie
der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. med. P. Schmucker

**Die Entwicklung der Dräger- Grubenrettungstechnologie und
des Atemschutzes (1902-1918) im internationalen Vergleich-
Eine Auswertung der Archive der Drägerwerk-AG, Lübeck**

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck

-Aus der Medizinischen Fakultät-

vorgelegt von
Kathrin Wüllenweber
aus Geesthacht

Lübeck 2007

1. Berichterstatter: Priv.- Doz. Dr. med. M. Strätling

2. Berichterstatter: Priv.- Doz. Dr. med. Boris Perras

Tag der mündlichen Prüfung: 15.07.2008

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 15.07.2008

gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach

- Dekan der Medizinischen Fakultät-

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung und Fragestellung	S. 1
I.1	Fragestellung	S. 1
I.2	Grundlegendes zu Beatmungstechniken	S. 2
I.2.1	Über- und Unterdruckbeatmung	S. 2
I.3	Kurzer Überblick über das frühe Sauerstoffrettungswesen	S. 4
I.4	Die Anfänge der Geschichte der Drägerwerk AG Lübeck	S. 5
II	Material und Methode	S. 7
II.1	Die Archive der Drägerwerk AG Lübeck	S. 7
II.1.1	Ahnentafel der Familie Dräger	S. 7
II.1.2	Familienarchiv	S. 7
II.1.3	Firmenarchiv	S. 8
II.1.4	Veröffentlichungen	S. 8
II.1.5	Gerätearchiv	S. 9
II.1.6	Fotoarchiv	S. 9
III	Eigene Untersuchungen	S.10
III.1	Die Entwicklung der Sauerstoffrettungstechnologie	S. 10
III.1.1	Pneumatophor Walcher- Gaertner 1895	S. 10
III.1.2	Mayer- Pilar 1897 und Pneumatophor Shamrock 1897/98	S. 11
III.1.3	Die Entwicklung des Injektors	S. 12
III.1.3.1	Injektor- und Lungenkraftgerät	S. 14
III.1.3.2	Der Injektorstreit	S. 15
III.1.4	Das Gasschutzgerät System Giersberg 1901	S. 18
III.1.5	Dräger- Modell 1903	S. 20
III.1.6	Untersuchungen B. Drägers zur Atemphysiologie	S. 22
III.1.6.1	Erkenntnisse zur Atemphysiologie im Vergleich	S. 27
III.1.7	Dräger- Modell 1904/09	S. 28
III.1.8	Pneumatogen 1904	S. 29
III.1.9	Der Pulmotor	S. 30
III.1.9.1	Konstruktion und Wirkungsweise des Pulmotors	S. 31

III.1.9.2	Wirkungsweise des modifizierten Pulmotors	S. 32
III.1.10	Sauerstoffwiederbelebungsgerät nach Dr. Brat 1907	S. 38
III.1.11	Der Ausbrennschutz	S. 38
III.1.12	Der Lungmotor 1910	S. 39
III.1.13	Die Gründung d. Draeger Oxygen Apparatus Co., New York 1907	S. 41
III.1.14	Der Pulmotorstreit	S. 41
III.1.15	Tissot 1907	S. 45
III.1.16	Das Halbstundengerät Dräger Modell 1910	S. 46
III.2	Gasschutz während des Ersten Weltkriegs	S. 48
III.2.1	Internationale Entwicklungen	S. 48
III.2.2	Die Verwendung von Giftgas im Ersten Weltkrieg	S. 49
III.2.3	Gasschutzmaske und Sauerstoffrettungsgerät	S. 50
III.2.4	Die Gasschutzmaske	S. 52
III.2.5	Der Selbstretter Dräger-Tübben 1913	S. 55
III.2.6	Heeres- Sauerstoffrettungsgerät Dräger 1916	S. 58
III.2.7	Mund- und Helmatmung	S. 58
III.2.8	Das Gasschutzsystem des System Gibbs 1917/ 1923	S. 58
III.2.9	Das Gasschutzsystem des System Paul 1918/ 1923	S. 60
III.3	Gasschutzgeräte aus Großbritannien	S. 63
III.3.1	Die Firma Siebe Gorman	S. 63
III.3.2	Fleuß- Modell 1879	S. 65
III.3.3	Fleuß- Davis- Modell 1907 („Proto“)	S. 66
III.3.4	Selbstretter Davis 1907	S. 66
III.3.5	Fleuß- Davis- Modell 1912/ 1914 („Proto“)	S. 66
III.3.6	Die Konkurrenz zwischen Dräger und Siebe Gorman	S. 67
III.4	Der Einfluss d. Drägerwerke auf das Grubenrettungswesen	S. 70
III.4.1	Das Grubenunglück von Courrières 1906	S. 70
III.4.2	Anwendung von Dräger- Geräten bei anderen Grubenunglücken	S. 73
IV	Diskussion	S. 77
IV.1	Ergebnisse	S. 77
IV.2	Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse	S. 80
IV.3	Schlussfolgerungen	S. 80
IV.4	Ausblick	S. 81

V	Zusammenfassung	S. 82
VI	Literaturverzeichnis	S. 83
VII	Anhang	S. 90
VII.1	Abbildungsverzeichnis	S. 90
VII.2	Zeittafel d. Entwicklung d. internationalen Atemschutztechnik	S. 92
VII.3	Zusammenfassung: Entwicklung d. Sauerstoffrettungsgeräte	S. 96
VII.4	Original- Patentschrift des Pulmotors	S. 100
VII.5	Original- Patentschrift des Injektors	S. 102
VIII	Danksagungen	S. 104
IX	Lebenslauf	S. 106
X	Veröffentlichungen	S. 107
XI	Eidesstattliche Erklärung	S. 109

I Einleitung und Fragestellung

I.1 Fragestellung

Diese Dissertation stellt die Entwicklung und Bedeutung der Rettungstechnologie der Lübecker Drägerwerke in ihrer frühen Werksgeschichte, den Jahren 1902 bis 1918, dar. Dabei werden vor allem bislang unveröffentlichte Materialien wie Originalbriefe und -fotos aus den Beständen der Archive der Lübecker Drägerwerke verwendet.

Darüber hinaus wird auch auf deren Einfluss für die historische Entwicklung der nationalen und internationalen Medizintechnik und Rettungsmedizin eingegangen. Außerdem wird eine Einordnung in den internationalen sowie in den historischen Gesamtkontext vorgenommen.

Zu den untersuchten Geräten gehören unter anderem Gasschutzmasken und Sauerstoffrettungsgeräte. Als Beispiel ist hier der bekannte „Pulmotor“ zu nennen.

Im Rahmen dieser Untersuchungen werden insbesondere auch Entwicklungen der Drägerwerk AG Lübeck mit dem etwa zeitgleichen Stand der entsprechenden Techniken im Ausland verglichen. Ziel ist, die internationale Bedeutung der Drägerwerk AG Lübeck zu illustrieren und auf eventuelle Kopien, bzw. Nachahmungen der von Dräger entwickelten Geräte hinzuweisen.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist die Prüfung der Hypothese, dass die technischen Grundlagen für eine tatsächlich wirksame Sauerstofftherapie vor allem auf die Drägerwerke Lübeck zurückzuführen sind und insbesondere von dort aus auch ihre internationale Verbreitung gefunden haben. Daraus folgt, dass die moderne Sauerstofftherapie nicht, wie weithin angenommen, 1917 von Professor John Scott Haldane (3.5.1860-15.3.1936) begründet wurde.

Diese Dissertation ist ein Teil eines anästhesie- und medizinhistorischen Projekts, in welchem in Kooperation zwischen der Klinik für Anästhesiologie der Universität zu Lübeck und den Drägerwerken Lübeck auch die Themen „Dr. Bernhard Dräger als Erfinder und die Entwicklung der Druckgastechnik“ sowie „Die Entwicklung der Anästhesie zwischen 1902- 1918“ untersucht werden.

Das gemeinsame Ziel ist die Auswertung umfangreicher und historisch wertvoller, bisher noch nicht wissenschaftlich ausgewerteter Primärquellen aus den Archiven der Drägerwerke Lübeck.

I.2 Grundlegendes zu Beatmungstechniken

Als Verständnisgrundlage für die nachfolgenden Ausführungen zur Sauerstoffrettungsmedizin werden hier einige moderne Grundsätze der künstlichen Beatmung vorangestellt:

Die Beatmung dient der Unterstützung oder dem Ersatz unzureichender oder nicht vorhandener Spontanatmung (Apnoe). Sie ist heute zentraler Bestandteil von Notfall-, Intensiv- und Narkosemedizin [11, 1].

Es wird zwischen der kontrollierten, also vollständig von der Maschine durchgeführten, und der assistierten, das heißt die physiologische Atmung unterstützenden, Beatmung unterschieden.

Abhängig von der klinischen Situation des Patienten kann die Beatmung über wenige Minuten bis zu einigen Monaten durchgeführt werden [78].

In der Entwicklung der Beatmungsverfahren konzentrierte man sich zunächst auf eine kurzfristige Atemgasversorgung bei Ausfall der Atmung des Patienten. Die ersten Beatmungsgeräte, auf die auch in dieser Dissertation eingegangen wird, stellten Notfallbeatmungsgeräte dar. Bei längerem Einsatz wurden jedoch die Lungen sehr belastet, so dass Hilfseinrichtungen entwickelt wurden, die die schädlichen Auswirkungen der Beatmung begrenzen konnten und von fachkundigem Personal gezielt eingesetzt wurden.

Heute gibt es Beatmungsverfahren, die eine automatische Anpassung an den Patienten und seinen Bedarf erlauben [1].

I.2.1 Über- und Unterdruck- Beatmung

Während der Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen Blut und Alveolen allein durch Diffusion stattfindet und keine äußere Anstrengung erfordert, muss die Atemluft aktiv durch die Atemwege der Lunge zum Gasaustausch zugeführt werden. Bei der Spontanatmung wird durch die Atemmuskulatur ein Unterdruck erzeugt. Der dabei entstehende Druckunterschied zwischen atmosphärischem und intrathorakalen Druck erzeugt einen Luftstrom.

Bei der Unterdruck- Beatmung wird genau dieser Mechanismus imitiert und durch ein den Brustkorb umschließendes Gerät (wie zum Beispiel eine sogenannte „Eiserne Lunge“) ein Unterdruck erzeugt [78]. Bei der Überdruck- Beatmung wird die Luft durch externen Überdruck in die Lungen gepresst. Diese Technik wird bei den meisten

Beatmungsmethoden angewandt. Da der Beatmungsdruck die Lunge und andere Organe in Mitleidenschaft ziehen kann, ist eine wesentliche Herausforderung für die künstliche Beatmung, die Nebenwirkungen des Beatmungsdruckes so gering wie möglich zu halten [1]. Die einfachste Form dieser Beatmung ist die Mund- zu- Mund oder die Mund-zu-Nase-Beatmung, die ohne technische Hilfsmittel auskommt. Diese Form ist jedoch oft unzureichend, da Luft mit einem Anteil von nur ca. 16 % weitergegeben werden kann, wohingegen schon normale Raumluft einen Anteil von 21% Sauerstoff besitzt und Beatmungsgeräte bis zu 99,3% Sauerstoff verabreichen können [1, 78].

Bei der manuellen Beatmung wird ein Beatmungssystem benutzt, welches aus einer Gesichtsmaske, einem elastischen, kompressiblen Beatmungsbeutel und einem Ventil besteht. Die Gesichtsmaske wird über Mund und Nase des Patienten gestülpt und angeedrückt, um einen dichten Abschluss zu erreichen. Es stehen Masken in verschiedenen Größen und Ausführungen, zum Beispiel für Kinder und Erwachsene, zur Verfügung.

An den Beutel als Reservoir kann eine Sauerstoffquelle angeschlossen werden, um eine höhere Sauerstoffkonzentration zu erreichen [1, 78].

Mithilfe dieser Verfahren kann ein Patient theoretisch auch über längere Zeiträume beatmet werden. Eine Alternative zu der Maskenbeatmung stellt die Beatmung mit Intubation dar, bei der ein Tubus in die Luftröhre des Patienten eingeführt wird.

In der Anästhesie werden Beatmungsgeräte routinemäßig benutzt. Sie ermöglichen eine Vielzahl unterschiedlicher Beatmungsmodi, die von der assistierten Spontanatmung bis zur vollständig kontrollierten Beatmung reichen. Bei beatmeten Patienten kann es zu einem Kollaps der Alveolen, einer sogenannten Atelektasenbildung kommen. Um dieses zu vermeiden, wird ein sogenannter PEEP, ein positiver endexpiratorischer Beatmungsdruck benutzt, der nach der Ausatmung das mögliche Kollabieren der Lungenalveolen verhindert [78]. Da Sauerstoff in Konzentrationen über 40% auf Dauer lungenschädigend wirken kann, werden in der Langzeitbeatmung möglichst niedrigere Sauerstoffkonzentrationen angewandt [78].

I.3 Kurzer Überblick über das frühe Sauerstoffrettungswesen

Die inhalative Sauerstofftherapie beruht auf der Möglichkeit, Sauerstoff für verschiedene medizinische Zwecke zu verwenden [35]. Dazu zählen selbstverständlich auch Anwendungen im Rettungswesen und Arbeitsschutz.

Die Begriffe Sauerstoffrettungs-, Gasschutz- oder Kreislaufgerät¹ bezeichnen Geräte, die unter anderem zur Bereitstellung von Atemgas zum Selbstschutz bei Feuerwehr, Katastrophenschutz, im Grubenrettungswesen und zum Tauchen eingesetzt werden [50].

Die ersten Selbstrettungsapparate, die auch international bedeutend waren, kamen aus Österreich und fanden ihren Ursprung im später genauer erläuterten „Pneumatophor Walcher- Gaertner“, dessen Patent 1895 ausgestellt wurde [6, 35].

Die meisten heutigen Atmungsgeräte fangen die ausgeatmete Luft in einem flexiblen Behälter, der sogenannten „Gegenlunge“ auf [50]. Das abgeatmete Kohlendioxid (CO_2) wird chemisch in einem Behälter gebunden, der Kalk (CaCO_2) enthält. Der verstoffwechselte Sauerstoff (O_2) wird anschließend ersetzt.

Unterschieden werden geschlossene von halbgeschlossenen (Be-)Atmungsgeräte:

Geschlossen bedeutet, dass nur der verbrauchte Sauerstoff durch reinen Sauerstoff ersetzt wird. Das Kohlendioxid wird durch den sogenannten Atemkalk gebunden. Das Volumen bleibt im geschlossenen Kreislauf konstant [50].

Halb geschlossen bedeutet, dass der verbrauchte Sauerstoff im Gerät unter Zuhilfenahme einer Mischgasquelle (Außenluft und O_2), also nicht durch reinen O_2 , ersetzt wird. Das überschüssige Atemgas wird durch ein Ventil abgegeben [50].

Des Weiteren wird zwischen schlauchabhängigen, also nicht frei tragbaren und nicht-schlauchabhängigen, frei tragbaren Atemschutzgeräten unterschieden [50]. Frei tragbare Atemschutzgeräte verfügen über eine eingebaute Sauerstoffquelle, aus der der bei der Atmung verbrauchte Sauerstoff ergänzt werden kann. Das ausgeatmete Kohlendioxid wird in einem Kohlendioxidfilter chemisch gebunden. Frei tragbare Atmungsgeräte sind durch die fehlenden Schläuche viel handlicher als schlauchabhängige Systeme. Nachteilig ist, dass die Geräte durch die mitgeführte Sauerstoffquelle schwerer sind als Schlauchsysteme. Außerdem erwärmt sich die Atemluft im Laufe der Zeit und schwächt dadurch die Leistungsfähigkeit des Trägers [50].

Die Konstruktion von frei tragbaren Systemen wurde erst durch die Stahlzylinderfabrikation möglich, die sich in Deutschland ab 1887 (Mannesmann, Erhardt,

¹ Englisch: rebreather [35]

Krupp), international bereits ab Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelte [35, 100]. Durch die Stahlzylinder war die Möglichkeit geschaffen, große Mengen an hochverdichtetem Sauerstoff zu speichern.

Schlauchsysteme sind leichter als frei tragbare Systeme, da die Atemluft dem Träger über eine Schlauchverbindung aus einer nicht mitgeführten Quelle zugeführt wird. Nachteile dieser nicht frei tragbaren Systeme sind unter anderem die eingeschränkte Bewegungsfreiheit und die Verletzlichkeit der Schlauchsysteme. Aus diesen Gründen werden Schlauchsysteme bei Gruben- und Feuerwehren nicht verwendet [50].

I.4 Die Anfänge der Geschichte der Drägerwerk AG Lübeck

Die heutige Drägerwerk- AG wurde am 01.01.1889 durch den gelernten Uhrmacher Heinrich Dräger (1847-1917) und seinen Geschäftspartner Carl Gerling (1853-1890) in Lübeck gegründet [93]. Damals trug sie noch den Namen Dräger & Gerling.

In dem anfänglich sehr kleinen Handelsgeschäft verfügte der aus Mecklenburg stammende Gerling über das zur Firmengründung notwendige Kapital, während Heinrich Dräger vor allem für den Vertrieb sowie den „technischen Kundendienst“ zuständig war [93]. Die zunächst von der Firma vertriebenen Produkte reichten von Uhren über Molkereigeräte bis hin zu Bierdruck- und Zapfanlagen [93].

Die weitere Geschichte des Betriebes wurde zunächst wesentlich von der Unvollkommenheit der damaligen Bierzapfanlagen bestimmt: Da diese Apparate nur unzuverlässige Druckminderventile und keine Manometer besaßen, war es nicht möglich, die in Druckgasflaschen gespeicherte Kohlensäure sicher und unter gleichmäßigen Druckverhältnissen zu entnehmen [93]. Aufgrund dieser Probleme begann Heinrich Dräger 1889 in Zusammenarbeit mit seinem Sohn Bernhard Dräger (1870-1928) unter anderem Reduzierventile und die dazugehörigen Manometer zum Einsatz in den Bierzapfanlagen zu entwickeln [93]. Schon vor der Jahrhundertwende entwickelte sich die Firma darauf zu Deutschlands führender, rasch wachsender Spezialfabrik für Präzisionsmechanik im Druckgassektor [93].

Durch die Übertragung der im Umgang mit Kohlendioxid gewonnenen Erfahrungen auf andere Gase wurde Dräger in den Jahren 1895 bis 1902 auf die Möglichkeiten in der Entwicklung von Apparaten für die Sauerstofftherapie und den Atemschutz aufmerksam [93]. Die weitere Entwicklung der Drägerwerke ist sehr stark mit der Entwicklung der frühen Gasschutzgeräte verknüpft, die nachfolgend beschrieben wird.

Heute gehört Dräger Medical² zu den weltweit führenden Herstellern von Medizintechnik [68]. Es ist bis heute ein familiengeführtes Unternehmen. Die Firma wird heute mit Dipl. Ing. Stefan Dräger (geb. 1963 in Lübeck) als Vorstandsvorsitzendem von der fünften Generation der Familie Dräger geleitet.

²Dräger Medical AG & Co. KG bildet den umsatzstärkste Teilkonzern der Drägerwerk AG und ein Joint Venture zwischen der Drägerwerk AG (65 Prozent) und der Siemens AG (35 Prozent) [68].

II Material und Methode

II.1 Die Archive der Drägerwerk AG Lübeck

Die in dieser Arbeit verwendete Literatur stammt zu einem großen Teil aus den Archiven der Drägerwerk AG in Lübeck. Die Methodik bestand in der systematischen Durchsicht und Auswertung dieser bisher meist unveröffentlichten Quellen.

Im Drägerwerk werden zurzeit drei Archive geführt: Das Schriftgut- und Dokumentenarchiv einschließlich Familienarchiv, das Gerätearchiv und das Fotoarchiv.

Seit Gründung des Unternehmens bis in die Gegenwart werden die Unternehmensunterlagen nicht systematisch unterschieden. Selbst geschichtlich als bedeutsam angesehene Akten wurden bis Anfang der 90er Jahre unsortiert gelagert.

Seit Anfang der 90er Jahre ist Herr Ingo Welling, ein Pensionär der Drägerwerke, für die Archivführung verantwortlich. Er ordnet Schriftgut und Dokumente und ist für Fragen zur Unternehmensgeschichte zuständig.

Seit der aktiven Betreuung des Schriftgut- und Dokumentenarchivs wurde Folgendes erarbeitet:

II.1.1 Ahnentafel der Familie Dräger:

Ausgehend von der leitenden Unternehmensgeneration der Firma bis ins Jahr 2005, mit den Herren Dr. Christian Dräger und Theo Dräger, wurden rückblickend fünf Generationen dargestellt. Insgesamt wurden 190 Personen mit Geburts- und Sterbedatum sowie Heiratsdaten genannt.

II.1.2 Familienarchiv:

Dieses Archiv befindet sich im sogenannten „Blauen Salon“ auf dem Unternehmensgelände mit der Kurzbezeichnung „BS“. Der wesentliche Teil der Unterlagen bezieht sich auf acht Familienmitglieder. Dieses Archiv ist dementsprechend in acht Gruppen gegliedert: BS 1-8. Innerhalb der Gruppen wurde eine numerisch klassifizierende Einordnung gewählt. Zum Beispiel: BS 4 Heinrich Dräger: 1. Kinderjahre, 1.1 Vorschulalter, 1.1.1 Geburtsurkunde.

Ein 150-seitiges Findbuch (Findbuch für das Familien- Archiv „Blauer Salon“ der Familie Dräger, Stand November 2003) bietet Hilfestellung bei Nachforschungen. Innerhalb des

Firmenarchivs befindet sich eine Fotosammlung. Diese Sammlung ist nach denselben acht Personen geordnet. Innerhalb der Alben sind die Bilder nach Entstehungsdatum sortiert. Zusätzlich bestehen zwei Alben mit Bildern von Ahnen und Familienmitgliedern der Familie Dräger, gegliedert nach dem Geburtsdatum der abgebildeten Person.

Zusätzlich befindet sich ein Tonträger („Edison-Schatulle“) mit den Originalstimmen von Heinrich Dräger, Bernhard Dräger Senior und Bernhard Dräger Junior (23.08.1904 – 04.06.1989) in diesem Archiv. Aus den Worten Bernhard Dräger Juniors wird deutlich, dass bereits 1919 ein Familienarchiv existierte [60]. Mittlerweile wurden CDs unter dem Namen „Stimmen aus der Vergangenheit“ als Kopie der Edison-Schatulle erstellt [18].

II.1.3 Firmenarchiv:

Die vorhandenen Unterlagen sind chronologisch nach folgenden Sachbereichen sortiert: Finanzen, Messen und Ausstellungen, Technik und Produktion, Dräger Werk-Baugeschichte, Niederlassungen und Vertretungen, Regierungsausschüsse, Forschung und Entwicklung, Personalwesen, Soziale Angelegenheiten, Unternehmensentwicklung, Patentwesen. Innerhalb dieser Sachgebiete wurde numerisch klassifizierend geordnet, mit zum Teil alphabetischer Erweiterung. Zum Beispiel: III Technik und Produktion, 1.1 Korrespondenz usw. Auch für das Firmenarchiv existiert ein Findbuch mit einem Umfang von etwa 150 Seiten („DW- Geschichte: 1889-1963, Bestände Archiv bäd, Vorläufige Gliederung des unternehmensgeschichtlichen Teils des Schriftgut- und Dokumentenarchivs der Drägerwerk AG“).

II.1.4 Veröffentlichungen:

Zu den hier gelagerten Quellen zählen unter anderem Heinrich Drägers „Lebenserinnerungen“ Erstausgabe 1913; Elfriede Drägers „Lebenserinnerungen“ Erstausgabe 1990; Gustav Blumes „Zur Geschichte des Drägerwerkes von 1889 bis 1936“, Josef Haupts „Die Geschichte des Dräger Narkoseapparates“ Erstausgabe 1970, Bernhard Lorentz „Industrieelite und Wirtschaftspolitik 1928-1950 Heinrich Dräger und das Drägerwerk- eine Dissertation“. Der größte Teil dieser Veröffentlichungen entstand mit Unterstützung des Drägerarchivs.

II.1.5 Gerätearchiv:

Es existiert ein umfangreiches Gerätearchiv, das nicht den Anspruch erhebt, vollständig zu sein. Dieses Archiv gliedert sich in Geräte der Sicherheits-, Medizin-, Tauch-, sowie der Luftfahrttechnik. Die gesammelten Geräte werden restauriert und für eine lange Lagerzeit präpariert. Neben den Geräten werden Gebrauchsanweisungen, Prospekte, Ersatzteillisten, Tonträger und technische Literatur aufbewahrt. Das Ordnungssystem ist mittels einer PC-Software strukturiert. Die technische Literatur umfasst auch die seit 1912 herausgegebenen „Drägerhefte“.

II.1.6 Fotoarchiv:

Das Fotoarchiv besitzt Glasplatten, Filme, Dias, Retuschen und Druckvorlagen aus dem Zeitraum 1889 – 1999. Das Archiv selbst umfasst über 50000 Dokumente. Die Materialien sind nach Entstehungsjahr und innerhalb des Jahrgangs nach einer laufenden Indentnummer sortiert.

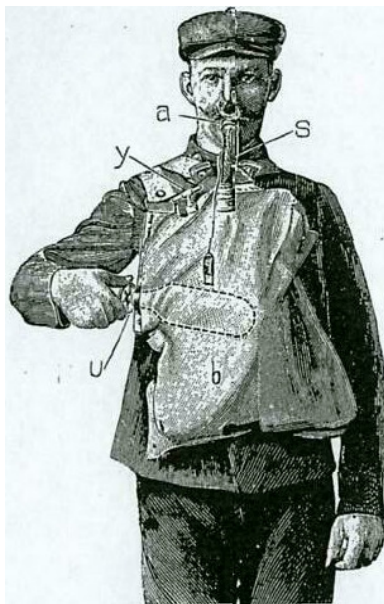
III Eigene Untersuchungen

III.1 Die Entwicklung der Sauerstoffrettungstechnologie (1853-1913)

III.1.1 Pneumatophor Walcher- Gaertner 1895

Die ersten auch international bedeutenden Selbstrettungsapparate kamen aus Österreich. Anlass für die Entwicklung der österreichischen Selbstrettungsapparate war eine Dynamit- und Kohlenstaubexplosion in Karvin im österreichischen Schlesien im März 1895 [35]. Der Unfall forderte 250 Tote. Aufgrund seiner persönlichen Eindrücke von dem Unglück begann der Österreicher Cameral- Direktor Ritter v. Walcher- Uysdal³ zusammen mit Bergdirektor W. Stieber⁴ und Prof. Dr. Gustav Gaertner⁵ (1855-1937) aus Wien [34] die Entwicklung des Selbstretters „**Pneumatophor Walcher-Gaertner**“ (DRP Nr. 88 703), der ab 1895 von der Firma Waldeck, Wagner & Benda, Wien, hergestellt wurde [21, 35].

Abb. 1 Pneumatophor Walcher- Gaertner 1895 [35]



Alle Bestandteile des Gerätes werden auf der Brust getragen. In einem **Atmungssack b** befinden sich ein **Sauerstoffzylinder c**, dessen **Verschlussventil u** seitlich herausragt, eine Glasflasche mit 25-prozentiger Natronlauge, eine Zertrümmerungsschraube und ein Stoffkissen zum Aufsaugen der Lauge.

Vom Atmungssack b führt ein Atmungsschlauch für die Pendelatmung⁶ zum Mund [35].

Die Konstruktion beruhte auf den Prinzipien der Vorläufergeräte „**Selbstretter J. Hutchinson 1849**“, England, „**Selbstretter Longridge 1853**“, England, und

³ Ritter v. Walcher- Uysdal (Geburtsdatum nicht bekannt, gestorben 1917 [35], war Leiter der Grube zu Karvin in Österreich [35].

⁴ Genauere Informationen über Herrn Stieber sind nicht bekannt.

⁵ Professor Dr. Gustav Gaertner (1855-1937) war Professor der Pathologie an der Universität Wien in Österreich. Seine Arbeit zeichnete sich vor allem durch Erfindungen in dem Gebiet der Medizintechnik aus [34, 35].

⁶ **Pendelatmung** bedeutet, dass die Luft über den gleichen Weg ein- und ausgeatmet wird [40]. Sie birgt dadurch das Risiko einer Kohlendioxidvergiftung.

„**Selbstretter Bouchez- Delaville le Roulx 1880**“ aus Belgien. Diese Apparate selbst waren praktisch nicht anwendbar [35], stellten aber den Beginn für die Entwicklung von frei tragbaren Gasschutzgeräten dar [35]. Wichtig zu erwähnen ist auch das „**Atenschutzgerät Schwann**“, das 1853 von Professor Theodor Schwann⁷ (1810-1882) [33] im Rahmen eines Preisausschreibens der Académie des Sciences de Belgique, Bruxelles, entwickelt wurde. Dieses Atemschutzgerät stellte das erste frei tragbare Gasschutzgerät mit Luftgeneration dar, blieb aber ein Entwurf [35]. Weiterführende neue Prinzipien wurden dann vor allem in Deutschland und Österreich entwickelt [35].

Bernhard Dräger schrieb zu dem „Pneumatophor Walcher- Gaertner“:

„Dem Pneumatophor kam die inzwischen entwickelte Industrie des komprimierten Sauerstoffs (Elkan, Berlin) und des Stahlzylinders zustatten. Er hat als erster Apparat die dadurch gebotenen erheblichen Gewichtsvorteile genutzt.“ [21].

Der Apparat fand in Österreich und in Deutschland Verwendung. In Österreich wurde von der dortigen Bergbehörde beschlossen, dass fünf Prozent jeder Belegschaft mit diesen Pneumatophoren ausgerüstet sein sollten. Die Bedeutung dieses Gerätes liegt allerdings weniger in seiner praktischen Anwendung als Selbstretter, als in der Grundlage für weitere Gerätkonstruktionen [35].

III.1.2 Mayer- Pilar 1897 und Pneumatophor Shamrock 1897/1898

Nachfolgend wurden, wiederum in Österreich, weitere Selbstrettungsapparate entwickelt. Darunter war der von der Firma O. Neupert, Wien hergestellte und nach der Konstruktion von J. Mayer⁸ und J. Pilar⁹ unter der DRP Nr. 104 765 entwickelte „**Mayer- Pilar 1897**“. Als Weiterentwicklung des „Pneumatophors Walcher- Gaertner“ wurde der „**Pneumatophor Type Shamrock 1897/1898**“ vertrieben [35]. Letzterer wurde vom Bergwerkdirektor Georg Albrecht Meyer¹⁰ (1862- 1937) aus Herne entwickelt [35]. Diese Apparate waren allerdings ebenfalls nur eingeschränkt nutzbar, da die Pendelluft die

⁷ Professor Schwann gilt als einer der Begründer der naturwissenschaftlichen Zellforschung. Er wurde 1858 zum Professor für Physiologie, Anatomie und Embryologie in Lüttich berufen [33].

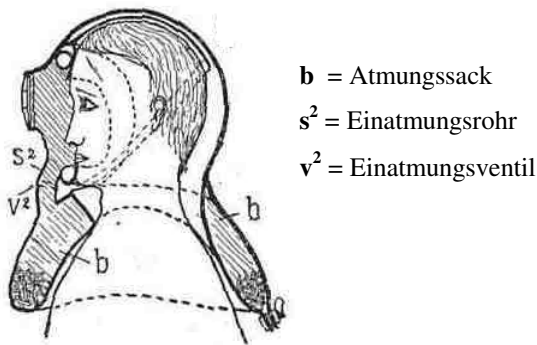
⁸ Weitere Informationen zu der genannten Person sind nicht bekannt.

⁹ Weitere Informationen zu der genannten Person sind nicht bekannt.

¹⁰ Dr. Ing. Georg Albrecht Meyer hatte die Funktion des Bergwerkdirektors bis 1919 inne. Er gilt als einer der Wegbereiter des Grubenrettungswesens, was er nicht zuletzt seiner Mitarbeit bei der Konstruktion des „Shamrock“ verdankt [79].

Gefahr einer Kohlendioxidvergiftung barg. Beide Geräte wurden dennoch in Österreich und Deutschland⁴ verwendet [35].

Abb. 2 Mayer- Pilar 1897 [21]



Alle bis zum Jahr 1900 gebauten Gasschutzgeräte waren Lungenkraftgeräte und als solche für die Mundatmung geeignet. Der „Mayer- Pilar 1897“ bildet als Helmatmungsgerät eine Ausnahme [35], war aber auch ein Lungenkraftgerät. Das Prinzip der Lungenkraftgeräte wird im Folgenden im Vergleich mit Injektorgeräten erläutert.

III.1.3 Die Entwicklung des Injektors

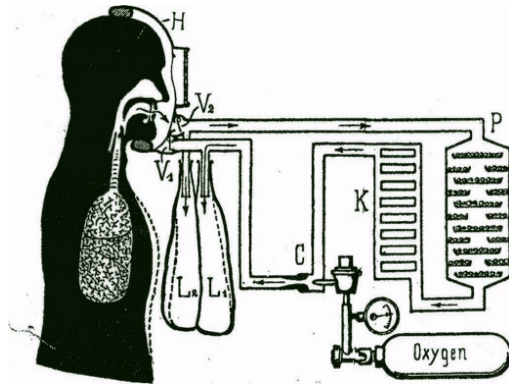
Die technische Grundlage für die Entwicklung der modernen Rettungstechnologie war die Druckgastechnik. Bereits 1898 hatte Dräger das sogenannte „Finimeter“ entwickelt, die erste verlässliche Messeinrichtung zur indirekten Bestimmung der Vorratmenge von komprimierten Gasen. So konnte der Gasinhalt im Stahlzylinder genau kontrolliert werden¹¹ [35, 93]. Eine weitere grundlegende Entwicklung Drägers war der sogenannte „Injektor“.

Der Injektor stellt ein Strahlgebläse¹² dar, das die in den Geräten zirkulierende Luftmenge durch die Kraft des verdichteten Sauerstoffs antreibt. Durch den geringen Innendurchmesser im Injektor wird der Luftstrom beschleunigt und die Zirkulation innerhalb des Gerätes angetrieben. Diese Antriebskraft wird also von dem Druck bestimmt, mit dem der verdichtete Sauerstoff in den Gaskreislauf des Gerätes eintritt. Die Größe der Stahlzylinder hängt von der vorgesehenen Arbeitsdauer des Gerätes ab und liegt bei Rettungsgeräten zwischen 0,4 – 3 l [35].

¹¹ Auf das Finimeter und die genauere Grundlage der Druckgastechnik wird innerhalb des Gesamtprojektes in anderem Zusammenhang [93] ausführlich eingegangen.

¹² Der Injektor wird auch als „Saug- und Druckdüse“ oder „Zirkulationsdüse“ bezeichnet.

Abb. 3 Allgemeines Schema der Injektorgeräte System Dräger [35]



- P: Drägers Kalipatrone
- K: Kühler
- C: Drägers Zirkulationsdüse
(Injektor)
- L¹: Einatmungssack
- L²: Ausatmungssack
- V¹: Einatmungsventil
- V²: Ausatmungsventil
- H: Helm

Die Luft wird durch die Atmung des Patienten und den **Injektor C** des Gerätes bewegt. Zwischen den Lungen des Patienten und dem Injektor C liegen die **Atmungssäcke L²** als Luftreservoir, die zugleich als Ausgleich zwischen der menschlichen intermittierenden Aus- und Einatmung und dem kontinuierlich getriebenen Luftkreislauf des Gerätes wirken. Durch die Atmung wird der Körper mit Sauerstoff versorgt und das Kohlenstoffdioxid ausgestoßen. Das Gerät bewegt die Luft in die angezeichneten Flussrichtungen, um das CO₂ im Absorber (Kalipatrone) zu beseitigen und um sie wieder mit reinem Sauerstoff anzureichern. Die ausgeatmete Luft gelangt durch das **Ausatmungsventil V²** in den Atmungssack L², aus dem sie teilweise entweicht. Der Rest strömt durch die **Kalipatrone¹³ P**. Hier wird das durch die Lunge ausgestoßene CO₂ gebunden. Die Luft, jetzt weitgehend frei von CO₂, kommt zum **Kühler K**, wo sie einen Teil der während der chemischen Reaktion in der Kalipatrone aufgenommenen Wärme abgibt. Der Luftstrom erreicht den Injektor C und wird hier durch 2 l Sauerstoff in der Minute „aufgefrischt“. Der verbrauchte Sauerstoff wird damit also neu zugeführt. Das Luftgemisch strömt durch den zweiten Zirkulationsschlauch in den **Einatmungssack L¹**. Von hier aus wird es unter Vermittlung des **Einatmungsventils V¹** eingeatmet. Dann beginnt der Kreislauf von Neuem [35].

Ab dem Jahre 1906 vervielfachte sich die Anzahl der vertriebenen Injektorgeräte schlagartig. Das Injektorgerät wurde weltweit verkauft und dominierte in den Jahren 1907/1908 auch in Nordamerika den Markt [17, 18, 35, 93, 97].

¹³ „Kali“ steht hier für Kaliumhydroxid. Es dient der Entfernung des abgeatmeten CO₂ aus dem (halb) geschlossenen Atmsystem, wobei die folgende chemische Reaktion abläuft: $2\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ [96].

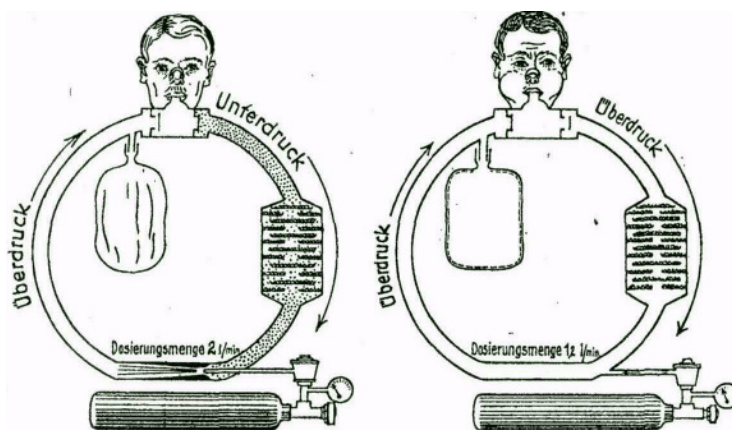
„Mit der internationalen Verbreitung der deutschen Injektorgeräte gingen die Gedanken des deutschen Sauerstoffrettungswesens über die ganze Erde. Kein Gerätesystem hatte bisher diesen Erfolg erkämpfen können.“ [35].

Während die von Dräger entwickelten Gasschutzgeräte bis zum Jahr 1913 ausschließlich Injektorgeräte waren, blieben die englischen und französischen Konstrukteure auch nach dem Auslaufen des Patentschutzes dem Prinzip der **Lungenkraftgeräte** treu, das bis 1900 führend gewesen war. Sie entwickelten unter anderem die Geräte „Proto“ und „Tissot“, auf die später noch ausführlicher eingegangen wird [35].

III.1.3.1 Injektor- und Lungenkraftgerät

Der Unterschied zwischen Injektor- und Lungenkraftgerät liegt im Antrieb der Luftzirkulation.

Abb. 4 Injektorstahldüsengerät (links), Lungenkraftgerät (rechts) [35]



In Injektorgeräten wird vor allem der im Stahlzylinder herrschende, gegebenenfalls durch ein Druckminderventil etwas reduzierte Sauerstoffdruck in Verbindung mit dem von Bernhard Dräger entwickelten Injektor zum Antrieb der im Gerät erzeugten notwendigen Luftzirkulation genutzt.

In Gasschutzgeräten ohne Injektor fehlt diese Ausnutzung des Sauerstoffdrucks. Die Luftzirkulation in den Lungenkraftgeräten wird allein durch die Atmung des Geräteträgers betrieben [35]. Daraus resultiert die Tatsache, dass Lungenkraftgeräte eher für die Mund- als für die Helmatmung geeignet sind, um eine möglichst kurze Verbindung zwischen dem Gerät und den Atemwegen des Geräteträgers zu erreichen. Somit wird der „Totraum“, das heißt der nicht am Gasaustausch beteiligte Abschnitt des Respirationstraktes, verkleinert [35].

Das Injektorgerät wurde um die Jahrhundertwende zeitweise charakteristisch für den deutschen, das Lungenkraftgerät für den englischen Gerätebau [35].

III.1.3.2 Der Injektorstreit

Die Injektorgeräte waren vor allem in Deutschland und der Tschechoslowakei sowie in Kanada und den USA sehr weit verbreitet. In England wurde die Verbreitung jedoch durch die erschwerte Einfuhr der Kalipatronen beschränkt [35]. Diese Tatsache verdeutlicht die wachsende Konkurrenzsituation zwischen den zwei internationalen Firmen Dräger und dem britischen Konkurrenten Siebe- Gorman. Auf dem Boden von Untersuchungen, die von Professor Dr. John Cadman¹⁴ (1877-1941) aus Birmingham durchgeführt worden waren, entwickelte sich eine Diskussion über die Sicherheit der mit Injektoren ausgestatteten Rettungsgeräte, der sogenannte „Injektorstreit“ [17, 35].

Abb. 5 Sir John Cadman (1877-1941) [64]



Am 16. 12. 1912 stellte Cadman die mit (mit Unterdruck arbeitenden) Injektoren ausgestatteten Gasschutzgeräte als „betriebsunsicher“ dar und bezog sich damit auf einen Unglücksunfall, bei dem im Oktober 1912 ein Betriebsleiter in der Cae Duke-Grube in Longhor, Süd-Wales, ums Leben kam [35]. Der Verunglückte trug ein Injektorgerät von Dräger. Nach eingehender Begutachtung durch Cadman stellte dieser im Boden der Patrone zwei Löcher fest, die wahrscheinlich durch Packkistennägel entstanden waren. Vermutlich war durch diese undichte Stelle, durch das Unterdrucksystem bedingt, giftige Luft angesaugt worden [35].

Tatsächlich bestand prinzipiell in allen frei tragbaren Injektorgeräten die Gefahr der Ansaugung schädlicher Gase aus der Grubenluft aufgrund des systembedingt auftretenden Unterdrucks und undichter Stellen. Durch solche undichten Stellen konnte unter Umständen Umgebungsluft angesaugt werden und ins Zirkulationssystem gelangen. Die Sicherheit der Geräte war also erheblich von der sorgfältigen Wartung und einer guten Ausbildung der Mannschaften abhängig [35].

Die Untersuchungen Cadmans lösten unter Fachleuten wie Physiologen und Ingenieuren eine heftige Kontroverse aus. Mehrere Analysen folgten, ohne dass eine Einigung erzielt wurde. Unter anderem beschäftigte sich die bergbauliche Abteilung des Zweiten Internationalen Rettungskongresses in Wien im Jahre 1913 mit dem Fall [35].

¹⁴ Baron John Cadman wurde 1877 in Silverdale (North Staffordshire, GB) geboren und war seit 1922 im Vorsitz der „Institution of Mining Engineers“ [98].

Die Untersuchungen der Bergassessoren Forstmann¹⁵ und Grahn¹⁶ ergaben, dass die Risiken der Anwendung von Injektorgeräten durch vorgeschriebene Prüfverfahren beseitigt werden könne [35]. Forstmann stellte fest:

„Außerdem hat Professor Cadman übersehen, dass auch in die Atmungsgeräte ohne Injektor Außenluft eindringen kann. Bei dem (...) Gerät ohne Injektor, dem Fleuß- Gerät, dringt (...) sogar mehr Luft ein als unter den gleichen Umständen an irgendeiner Stelle der Injektorgeräte“ [35].

Dieser Stellungnahme widersprach Professor John Scott Haldane (03.05.1860-15.03.1936), welcher 1914 erklärte:

„Der Injektor kann mehr oder weniger defekt werden, und er ist sicher eine Quelle ernster Komplikationen und Schwäche“ [35].

Statt der Injektorgeräte favorisierte Haldane den von Fleuß- Davis für die englische Firma Siebe Gorman entwickelten Selbstretter „Proto“ (siehe unten) [35], ein Lungenkraftgerät. Zudem wurde die Verbreitung deutscher Injektorgeräte auf der Grundlage der Untersuchungen von Professor Haldane in Großbritannien untersagt [35]. Obwohl in den USA eine Stellungnahme zum deutschen Injektorgerät analog der Untersuchungsergebnisse Haldanes abgegeben wurde, wurden die Injektorgeräte weiterhin in einer großen Anzahl im Bergbau und bei den Feuerwehren verwendet [35].

Im deutschen Bergbau wurden noch im Jahre 1920 von 2672 vorhandenen frei tragbaren Gasschutzgeräten 2572 Injektorgeräte angewandt, davon 1807 Modelle von Dräger [35]. Im Laufe der Zeit wurden die Injektoren auch in Deutschland allmählich durch Lungenkraftgeräte abgelöst, wodurch die Debatte um die Gefährlichkeit der Injektoren sekundär wurde [35].

Die dargestellte Debatte spiegelt deutlich die wachsende Konkurrenz unter den europäischen Firmen, speziell zwischen Siebe- Gorman und Dräger, wider. Fraglich ist, ob die Diskussion über die Betriebsunsicherheit der Injektorgeräte aus sicherheitsrelevanten Gründen so intensiv geführt wurde, oder ob dabei wirtschaftliche Interessen dominierten.

Professor John Scott Haldane wurde am 03.05.1860 in Edinburgh geboren und war ein britischer Physiologe und Philosoph, der vor allem mit seinen Untersuchungen im Bereich der Atmungsphysiologie bekannt wurde [31]. Er wurde an der Edinburgh Academy ausgebildet und studierte bis 1884 an der University of Edinburgh und Universität zu Jena

¹⁵ Bergassessor Dr. Ing. Richard Forstmann wurde 1877 in Posen geboren, das Sterbedatum ist nicht bekannt [35].

¹⁶ Bergassessor Hermann Grahn wurde 1869 im Harz geboren, sein Sterbedatum ist nicht bekannt [35].

Medizin [31]. Von ihm wurde 1914 der „Haldane- Effekt¹⁷“ postuliert, der die Abhängigkeit des CO₂- Transportvermögens im Blut vom O₂- Partialdruck beschreibt [45, 48, 65, 71]. Er entwickelte außerdem mehrere Methoden zur Untersuchung der Atmung und der Blutgasanalyse [48].

Abb. 6 Prof. Dr. John Scott Haldane (1860-1936) [44]



Haldane arbeitete unter anderem für die englische Firma Siebe Gorman, einer Konkurrenzfirma der Drägerwerke Lübeck, und war seit 1922 Direktor des Mining Research Laboratory bei Doncaster [31, 66]. Als 1921 dieses Laboratorium der University of Birmingham überschrieben wurde, erhielt er dort die Ehrenprofessur [31]. Im Jahre 1924 wurde er, wie Professor J. Cadman zwei Jahre zuvor, in den Vorsitz der „Institution of Mining Engineers“ gewählt [31, 98].

Seine Monographien [38, 39] wurden weltweit bekannt und seine Berichte aus dem Jahre 1917 über die Behandlung von Kampfgasintoxikierten während des Ersten Weltkriegs [24] gelten, besonders in der angloamerikanischen Literatur, als Beginn der modernen Sauerstofftherapie [81, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 100]. Für sein Werk über die Atmung [39] erhielt er 1917 die Königliche Medaille [35].

¹⁷ Der „Haldane- Effekt“ besagt, dass das CO₂-Transportvermögen von Hämoglobin abhängig vom O₂- Partialdruck ist. Je höher der Sauerstoffpartialdruck ist, desto weniger CO₂ kann gebunden werden (und wird zum Beispiel in der Lunge abgegeben) [45, 48, 65, 71].

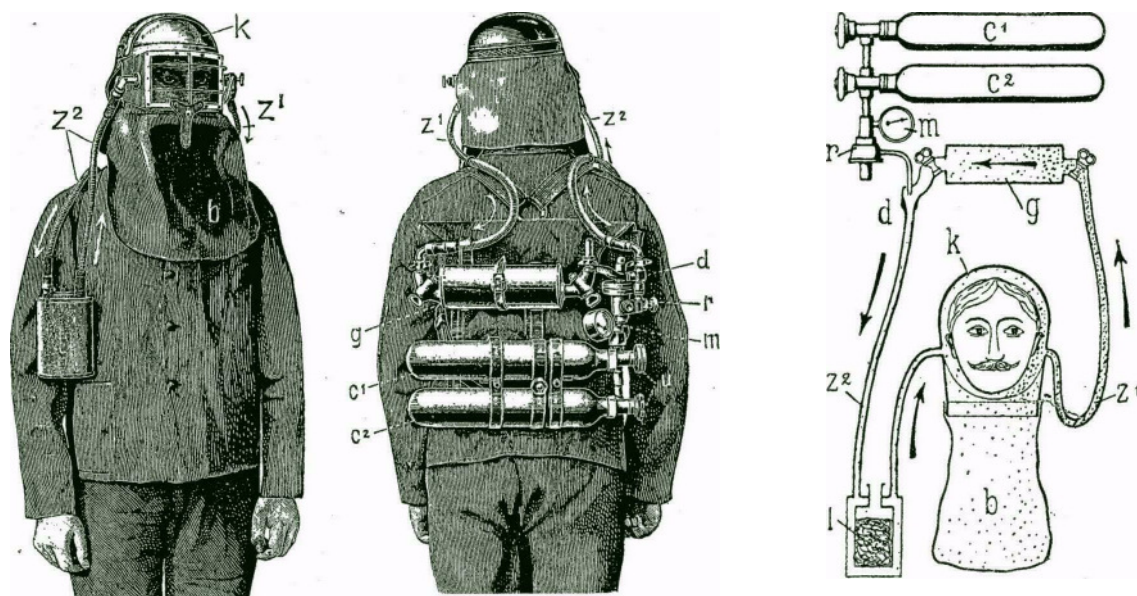
III.1.4 Das Gasschutzgerät System Giersberg 1901

Im Jahre 1901 begann die Verbreitung der Injektorgeräte mit dem Modell „Rettungsapparat Giersberg Modell 1901“, das Dräger nach Anregungen Erich Giersbergs (1854-1905), dem Branddirektor und Leiter der Berliner Feuerwehr, baute [21, 18, 35, 87, 89]. Diesem Gerät war die Entwicklung des „Rettungsapparates Giersberg 1899“ vorausgegangen. Dieses wurde hauptsächlich für den Gebrauch der Feuerwehren von der Berliner Sauerstofffabrik GmbH hergestellt und wurde nach Produktion weniger Exemplare vom „Giersberg 1901“ abgelöst [19, 35].

„Bei der Besichtigung des (...) Giersberg 1899 wurde die Aufmerksamkeit Bernhard Drägers auf die benötigte große Lungenkraft im Gerät gelenkt. Er kam sofort auf den Gedanken, in ein solches Gerät sein im September 1895 erfundenes Bauelement, die Saugdüse, einzubauen, die mit ihrer injektorartigen Wirkung die Atmung im Gerät erleichtern konnte. Diesen Vorschlag nahm sofort die Herstellerfirma der Giersberg Geräte, die Sauerstofffabrik GmbH in Berlin auf. In einer zwischen der Firma Dräger und der Sauerstofffabrik geschlossenen Interessengemeinschaft wurde ein neues Giersberg-Gerät (...) fertiggestellt, das den Namen Giersberg 1901 erhielt“ [19].

Im „Giersberg- Gerät 1901“ zeigen sich die ersten Anfänge einer Patronierung des CO₂-absorbierenden Natronkalks. Erstmals ist eine systematische Einrichtung für Helm- und für Mundatmung vorhanden [35]. Der Apparat und seine Funktionsweise sind im Folgenden dargestellt.

Abb. 7 Gasschutzgerät System Giersberg 1901/02, Funktionsprinzip [35]



Der **Atmungssack b** ist am **Rauchhelm k** befestigt. Vom Rauchhelm führen zwei **Schulterschläuche z¹** und **z²** zum Rückenapparat, der aus **Sauerstoffzylindern c¹** und **c²** (300 l Sauerstoff bei 120 at Druck), einem **Druckreduzierventil r** mit **Finimeter m**, einem **Injektor d** und aus einer **Chemikaltrommel g** für Natronkalk besteht. In den Einatemweg ist ein **Luftkühlgefäß l** eingeschaltet. Die Abdichtung des Rauchhelms kann mit dem Munde aufgeblasen werden.

Das Gerät ist für eine zweistündige Gebrauchsdauer bestimmt. Das Druckreduzierventil r liefert dem Injektor d 2 l Sauerstoff pro Minute. Der Injektor saugt die Atemluft kontinuierlich aus dem Atmungssack b am Rauchhelm k durch den Zirkulationsschlauch z¹, treibt sie durch die Natronkalktrommel und, befreit von Kohlenstoffdioxid, durch den Zirkulationsschlauch z² wieder zum Rauchhelm [35].

Das Patent DRP 132021 (Patent zur „Vorrichtung zum Athmen in mit Rauch oder schädlichen Gasen erfüllten Räumen“, siehe Original- Patentschrift im Anhang) war 1901 auf die Namen Alexander Bernhard Dräger und Dr. Ludwig Michaelis¹⁸ erteilt worden [6,10, 17, 19]. Letzterer war Firmenchef der Sauerstofffabrik GmbH Berlin [13].

Im Jahre 1901 wurde der „Giersberg Modell 1901“ auf der Internationalen Feuerschutzausstellung in Berlin als das erste mit Injektor ausgestattete Atemschutzgerät der Öffentlichkeit präsentiert [35]. Zunächst blieb das Recht für den Alleinverkauf des „Giersberg Modell 1901“ bei der Sauerstofffabrik Berlin GmbH [11]. Diese vertrieb mehrere hundert Exemplare des Giersberg 1901 [19]. Das Gerät war in Deutschland, Österreich-Ungarn, England, Belgien sowie Russland verbreitet [35].

Im Jahre 1902 wurde die Zusammenarbeit zwischen der Sauerstofffabrik mit der Firma Dräger in Lübeck beendet, sodass seitdem beide begannen, eigene Geräte zu entwickeln [4, 19]. Im selben Jahr noch brachte die Sauerstofffabrik die Weiterentwicklung des Giersberg- Gerätes, den „**Rettungsapparat Giersberg 1902**“ heraus [19].

Interessant ist, dass die Sauerstofffabrik Berlin GmbH im Jahre 1905 mit der Gelsenkirchener Maschinenfabrik AG Westfalia fusionierte. Die darauffolgend gemeinsam entwickelten Geräte erhielten die Artikelbezeichnung „Westfalia“ [10]. Die Firma Westfalia entwickelte sich zu einem großen Konkurrenten Drägers. Es ist denkbar, dass Westfalia durch die Fusion die Möglichkeit hatte, auf die Konstruktionspläne Drägers für den „Giersberg 1901“ zurückzugreifen. Unklar ist, ob dieses Wissen die Ingenieure von Westfalia in ihren späteren Konstruktionen beeinflusst hat.

¹⁸ Die Lebensdaten von Dr. L. Michaelis sind nicht bekannt.

Bergwerksdirektor Georg Albrecht Meyer verwertete gemeinsam mit der Sauerstofffabrik Berlin die neuen Konstruktionselemente des (von Dräger entwickelten) „Giersberg-Apparates Modell 1901“ und die Prinzipien des „Pneumatophors Type Shamrock 1897/1898“ zur Herstellung eines neuen Mundatmungsgerätes, dem „**Type Shamrock 1902/03**“. Dieses Gerät wurde ab 1902 hauptsächlich in Westfalen benutzt und erlangte im Jahre 1906 bei der Bewältigung der Grubenkatastrophe in Courrières, Frankreich, eine große Bedeutung [21].

Abb. 8 Bergwerksdirektor Georg Albrecht Meyer (1862- 1937), 1906 [36]



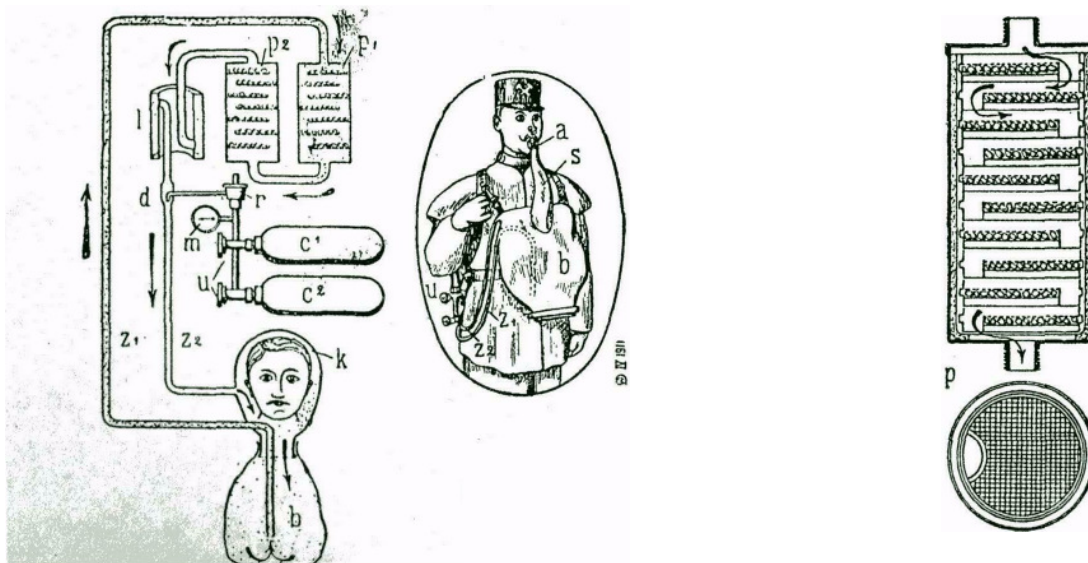
Im Sommer 1903 brachte Dräger das erste eigene Injektorgerät, den „**Dräger 1903**“ heraus, das bald von der Weiterentwicklung „**Dräger 1904/09**“ abgelöst wurde [35].

III.1.5 Dräger- Modell 1903

1903 wurde der Dräger- Apparat „**Dräger 1903**“ von Bernhard Dräger konstruiert [35]. Während der Rettungsapparat „Giersberg Modell 1901“ auf eine gesamte Zirkulationsmenge von 16 l/min eingestellt war, wurde die Leistung des „Dräger 1903“ schon auf 20 l/min gesteigert [35].

Die besondere Bedeutung dieses Gerätes liegt darin, dass zum ersten Mal die Idee der Patronierung realisiert wurde [35]. Während beim „Giersberg Modell 1901“ Natronkalk die Kohlensäure absorbierte, wurden beim „Dräger 1903“ Kalipatronen eingesetzt, die das abgeatmete CO₂ auffingen [35]. Diese Kalipatronen (p¹ und p²) sind in der Abbildung 9 zu sehen.

Abb. 9 Funktionsprinzip des Apparates Dräger 1903 [103]



Der Rückenapparat birgt die **Sauerstoffzylinder** c^1 und c^2 von 120 atm. Druck und 300 l Inhalt, das **Druckreduzierventil** r mit **Saugdüse** d und **Finimeter** m , den **Flächenkühler** l und zwei Kalipatronen. Zwei **Metallschläuche** Z^1 und Z^2 ziehen unter dem Arm hindurch zur **Rauchmaske** k , an dem ein **Atmungssack** befestigt ist. Durch das Druckreduzierventil r wird die Saugdüse d mit zwei Litern Sauerstoff pro Minute angetrieben. Durch den Antrieb zirkuliert die **Atmungsluft** von **Atmungssack** b durch den **Zirkulationsschlauch** Z^1 , dann durch die beiden **Kalipatronen** p^1 und p^2 bewegt sich durch den Kühler l durch den zweiten **Zirkulationsschlauch** Z^2 zum **Rauchhelm** k zurück [35, 103].

Von dem „Dräger 1903“ sind bis Anfang des Jahres 1904 ca. 60 Stück geliefert worden. Dann ergaben sich erhebliche Verbesserungen in bezug auf Luftmenge und Luftreinheit. In den nächsten Jahren wurden fast sämtliche Apparate „Modell 1903“ zum „**Dräger Modell 1904/09**“ umgebaut [21].

III.1.6 Richtungsweisende Untersuchungen Bernhard Drägers zur Atemphysiologie

Bei der Entwicklung der Gasschutzgeräte der Firma Dräger, welche bis zum Jahre 1913 ausschließlich Injektorgeräte waren, ging man zunächst von den folgenden um das Jahr 1900 festgelegten Annahmen aus:

„1. die dem Atmer bei schwerer Arbeit zuzuführende Luftmenge soll 20l groß sein; 2. ein Kohlensäuregehalt der Atmungsluft bis zu 3% ist zulässig; 3. die Kohlensäuremenge, die der arbeitende Mensch in 2 Stunden ausatmet, beträgt 54,4 l“ [35].

Umgerechnet entsprechen diese Angaben:

Atemzeitvolumen¹⁹ 20 l/min, CO₂- Produktion 1,8 l/min , zulässiger CO₂- Gehalt der Atemluft bis zu 3%.

Im Jahre 1904 kam Bernhard Dräger nach Camphausen bei Saarbrücken, um mit der dortigen Rettungsmannschaft eine Übung in der Königlichen Grube Camphausen mit Dräger- Apparaten „Modell 1903“ durchzuführen.

Die Beobachtungen Drägers, sowohl an sich selbst als auch bei der Rettungsmannschaft, bewegten ihn dazu, die bis dahin vorherrschenden Annahmen zur Atemphysiologie experimentell zu überprüfen.

Noch 1904 hielt Bernhard Dräger seine neuen Ergebnisse in einem Aufsatz fest:

„Die Tätigkeit eines Rettungsapparates (...) soll darin bestehen, die von der Person zum Atmen benötigte Luft (...) in genügender Menge und rein zu liefern. Bei näherer Untersuchung löst sich diese Aufgabe in eine Gruppe von drei Forderungen auf:

- 1.) Die Beschaffung der bei schwerer Arbeit für die Ein- und Ausatmung erforderliche Luftmenge*
- 2.) Die Beseitigung der ausgeatmeten Kohlensäure*
- 3.) Die Ergänzung des in den Lungen verbrauchten Sauerstoffs (...)*

Die Frage ist nun, ob man in den beteiligten Kreisen über diese drei Atmungsbedürfnisse in vollem Umfang unterrichtet worden ist. Punkt 2 und 3 (...) sind sicherlich genügend erforscht und tatsächlich auch gelöst(...).

Die Schwierigkeiten, die diese beiden Aufgaben boten, scheinen aber leider die wichtige, zuerst genannte Forderung, die notwendige Atemluftmenge zu schaffen, völlig in den Hintergrund gedrängt zu haben, sodass bisher von keiner Seite daran erinnert und ihr Umfang erkannt worden ist. Man setzte sich stets mit einem angenommenen Wert darüber hinweg, jedenfalls ist mir weder Literatur noch ein Versuch im Rettungswesen bekannt

¹⁹ Das Atemzeitvolumen ist das Atemvolumen, dass in einer bestimmten Zeit (meistens in einer Minute) geatmet wird [94].

geworden, der über diese Frage Aufklärung gibt. Meine Untersuchungen (...) sollen deshalb dazu dienen, über die Ein- und Ausatmung erforderliche Luftmenge mehr Klarheit zu schaffen." [22]

Dräger veranlasste Versuche, um eigenständig die benötigten Mengen Atemluft bei schwerer körperlicher Arbeit ermitteln zu können. Dafür fertigte er ein Spirometer an, das wie ein Gasometer konstruiert und mit einer großen Taucherglocke versehen war. Durch ein Zuführungsrohr mit großem Durchmesser wurde der Widerstand bei der Atmungsprobe reduziert. Zur Verbindung der Versuchsperson mit dem Spirometer diente ein weiterer Schlauch, an dessen Ende eine über Mund und Nase anzulegende Maske befestigt war [22]. Bernhard Dräger ist auf dem folgenden Foto bei Untersuchungen an einem solchen Spirometer zu sehen.

Abb. 10 Bernhard Dräger (Mitte) bei Versuchen zur Messung der Lungenkapazität mit dem Spirometer im Jahre 1904 (1. v. rechts: Johann Heinrich Dräger) [13]



Im Laufe von vier Wochen und nach diversen Versuchen lagen neue Ergebnisse vor, die er in der folgenden Tabelle zusammenstellte:

Tab. 1 Versuchsergebnisse B. Drägers 1904 [22, 24, 103]

Art der Arbeit	Personen		
	No. 1.	No. 2.	No. 3.
	Name : Hollmeyer. Länge: 1,795 m. Gewicht : 79,5 kg-	Name : Coujad Länge : 1,665 m Gewicht : 65 kg.	Name: Kühn Länge: 1,655 m. Gewicht : 55,5 kg.
	Luftbedarf nach der Übung in einer Minute		
	Liter	Liter	Liter
Nichtstun im Sitzen. 10 Minuten	8,5	8,25	9
Spaziergang von 250 m	10,5	11,3	11,7
Marsch von 500 m	14,3	17,5	13
Dauerlauf von 250 m	30	30	30
Zwei Leute schleppen in gebückter Stellung	30	—	—
Tonnenwalzen, 76 kg	38	33	40,5
Dauerlauf von 500 m	38	42	38
Wettlauf über 250 m	(40 sek) 52	(42 sek) 61	(42 sek) 59

Abb. 11 Untersuchungen zur Atemphysiologie, Lübeck, 1904 [26]



In einem Vortrag „Zur Physiologie des Rettungsapparates mit komprimierten Sauerstoff“ im Rahmen des I. Internationalen Kongresses für das Rettungswesen zu Frankfurt am Main

vom 10. bis 14. Juni 1908 ging Bernhard Dräger näher auf die von ihm entwickelten neuen Grundsätze ein:

„(...)Für die Konstruktion eines Rettungsapparates sind besonders drei Werte von ausschlaggebender Bedeutung: Der zulässige Kohlensäuregehalt, die ausgeatmete Kohlensäuremenge und die in einer Minute benötigte Luftmenge. Für den Kohlensäuregehalt galten drei Prozent als zulässig und eine zugeführte Luftmenge von 20 Litern in der Minute wurde für schwere Arbeit als hinreichend groß angesehen. Ferner galt es als feststehend, dass bei der Arbeit 27,2 Liter Kohlensäure in einer Stunde ausgeatmet würden.

Unsere Rettungsapparate waren auf diesen Grundsätzen aufgebaut, (...) mir selbst kamen bei der kritischen Beobachtung der übenden Retter im steilen Abbaufeld zum ersten Male Zweifel an der Richtigkeit der erforderlichen Luftmenge zum Füllen der Lungen und des zulässigen Kohlensäuregehalts. Eine sofort vorgenommene persönliche Übung am gleichen Ort bekräftigte meine Bedenken.

(...) Das bisherige Fundament der Rettungsapparate fiel durch sie gänzlich in sich zusammen. (...)

Kurz rekapituliert, hatten unsere Untersuchungen folgendes Ergebnis:

- 1. Die zum Füllen der Lungen benötigte Luftmenge bei schwerer Arbeit beträgt nicht, wie bisher angenommen, etwa 20 Liter, sondern 50 Liter im Mittel in der Minute.*
- 2. Die Kohlensäure, welche der arbeitende Mensch im Verlaufe von zwei Stunden ausatmet, beträgt nicht, wie bisher angenommen, 54,4 Liter, sondern 94 Liter.*
- 3. Die Arbeitsfähigkeit des Menschen im Rettungsapparat ist desto größer, je geringer der Kohlensäuregehalt der Luft ist (möglichst unter drei Promille). Steigt der Kohlensäuregehalt höher und arbeitet der Mensch trotzdem weiter, so wird sein Wohlbefinden und seine Gesundheit beeinträchtigt" [12].*

Im Folgenden werden die Ergebnisse Drägers umgerechnet zusammengefasst:

Atemzeitvolumen bei körperlicher Arbeit 50-60 l/min, CO₂- Produktion 0,78 l/min, zulässiger Kohlensäuregehalt der Atemluft bis zu 3 ‰ [35].

Die Normwerte, von denen im Jahre 2003 bezogen auf einen 75 kg schweren Erwachsenen in körperlicher Ruhe ausgegangen wird, sind:

Sauerstoffbedarf der Atemluft 0,3 l/min, Atemzeitvolumen 8 l/min, CO₂- Produktion 0,25 l/min [95].

Die entsprechenden Normwerte bei starker körperlicher Anstrengung betragen:

Sauerstoffbedarf der Atmungsluft 3 l/min, Atemzeitvolumen 90-120 l/min, CO₂-Produktion 2,5 l/min [95].

Diese Normwerte sind lediglich Durchschnittswerte und von der Kondition und Konstitution des Einzelnen abhängig.

Die Drägerwerk AG Lübeck beachtet bei ihren heutigen Konstruktionen die folgenden aktuellen Normwerte des Jahres 2000 herausgegeben vom Deutschen Institut für Normung e.V. für Atemschutz- / Regenerationsgeräte mit Drucksauerstoff oder Drucksauerstoff/-stickstoff:

Minutenvolumen: 25 Hübe /min, 2,0 l/Hub, entsprechend **Atemzeitvolumen 50 l/min, CO₂-Produktion 2,5 l/min, CO₂- Gehalt der Ausatemluft 5 %** [2].

Die Forschungsergebnisse Drägers waren richtungsweisend, auch wenn seine Annahmen verglichen mit den heutigen Normwerten noch zu gering waren. Sie belegten, dass die entsprechenden vorherigen Annahmen bezüglich des Sauerstoffbedarfs erheblich zu gering waren. Außerdem berücksichtigten sie den erhöhten Sauerstoffbedarf bei körperlicher Arbeit. Durch die Aufnahme der neuen Richtlinien verbesserte sich die Situation der Rettenden deutlich. Die neuen Berechnungen und Konstruktionen von Bernhard Dräger waren von erheblicher Bedeutung für die Entwicklung des Grubenrettungswesens, für den Rauchschutz von Feuerwehren und für den Gasschutz der Industrie.

Dräger hatte bereits aus der Grube Camphausen telegraphiert, den Weiterbau des Gerätes von 1903 zu stoppen [10]. Die neuen Ergebnisse wurden in die Konstruktion des neuen „**Dräger-Apparats Modell 1904/09**“ aufgenommen [10, 35]. Ausgehend von den Ergebnissen Bernhard Drägers wurde eine neue Zirkulationsdüse entwickelt [103]. Zugleich wurde die Kalipatrone verbessert, um die Betriebsdauer des neuen „Dräger- Apparates 1904/09“ auf zwei Stunden zu erhöhen [21].

Erst im Jahre 1913, also erst neun Jahre nach den Versuchen Drägers, unternahm Prof. Dr. Haldane ebenfalls Untersuchungen, um die Menge des benötigten Sauerstoffgehalts der Atemluft zu messen.

Haldane stellte bei den Versuchen im Jahre 1913 an Probanden unter großer körperlicher Belastung folgendes fest:

Sauerstoffbedarf der Atemluft von 2-2,5 l/min, Atemzeitvolumen von über 60 l/min, CO₂- Produktion 1,08 l/min [35, 37, 39].

Seine Resultate, die eine große Übereinstimmung mit denen Bernhard Drägers aufweisen, wurden 1914 und 1915 im sogenannten „Doncaster- Report“ veröffentlicht [37].

Der geringe Unterschied zwischen den Ergebnissen Haldanes und Drägers legt nahe, dass Bernhard Drägers Untersuchungen aus dem Jahre 1904 Haldane zumindest bekannt waren. Da Bernhard Drägers Ergebnisse schnell international verbreitet wurden, stellten sie bald auch die Grundlage für die Konstruktion weiterer Gasschutzgeräte im Ausland dar, beispielsweise für das Modell Fleuß- Davis 1907 (siehe unten.) der Firma Siebe Gorman [35]. Man kann annehmen, dass Drägers Erkenntnisse maßgeblichen Einfluss auf die Tätigkeit John Scott Haldanes im Besonderen als Berater der Firma Siebe Gorman gehabt haben müssen. Dieses zeigt, dass die Untersuchungen Drägers auch zur Grundlage von Haldanes atemphysiologischen Kenntnissen wurden und wahrscheinlich auch erheblichen Einfluss auf die späteren Forschungen J. S. Haldanes hatten.

III.1.6.1 Zusammenfassung: Erkenntnisse zur Atemphysiologie im Vergleich

	Annahmen um 1900	Ergebnisse B.Drägers 1904	Ergebnisse Haldanes 1913	Annahmen 2000/2003
O₂-Bedarf*:			2-2,5 l/min	3 l/min
CO₂-Produktion*:	1,8 l/min	0,78 l/min	1,08 l/min	2,5 l/min
Atemzeitvolumen*:	20 l/min	50-60 l/min	> 60 l/min	90-120 l/min
zulässiger CO₂- Gehalt der Atemluft*:	< 3%	< 3‰		5% ²¹

[2, 22, 24, 35, 95, 103]

* Die Angaben beziehen sich auf eine starke körperliche Belastung.

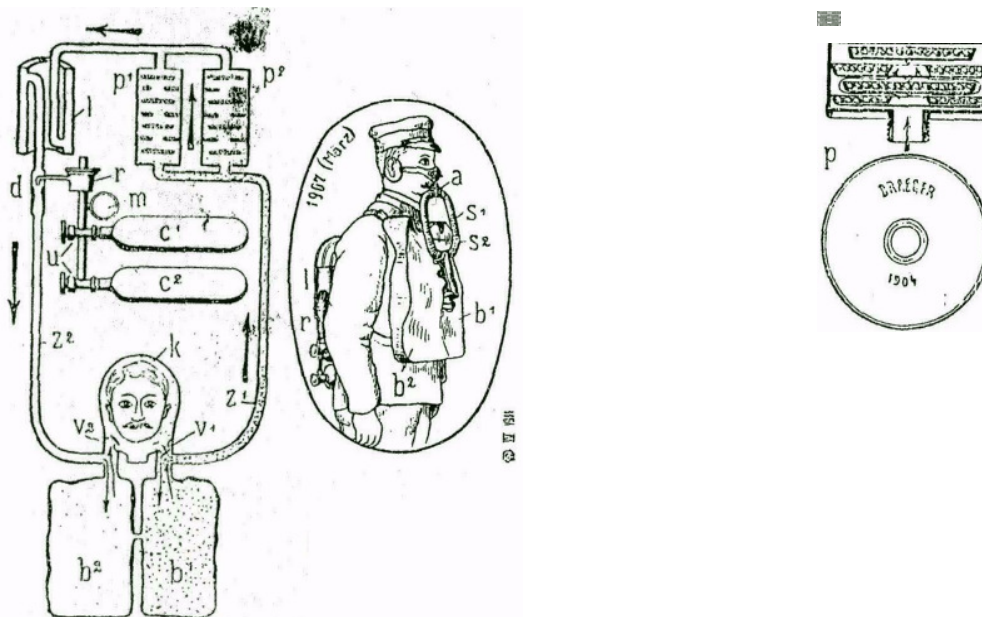
²¹Der Wert von 5 % bezieht sich auf die Ausatemluft.

III.1.7 Dräger- Modell 1904/09

Das Atemschutzgerät „**Dräger Modell 1904/09**“ gehörte zu den weltweit ersten Geräten, in denen das auch heute noch gängige Prinzip der Kohlenstoffdioxidabsorption verwirklicht wurde. Es setzte dadurch Maßstäbe im Rettungswesen und bewirkte den endgültigen Erfolg der Dräger- Atemschutztechnologie auf dem internationalen Markt. Bernhard Dräger kommentierte das Gerät wie folgt:

„Mit geringfügigen Verbesserungen ist dieser Dräger- Apparat Modell 1904/09 allein bis zum Jahre 1912 in mehreren tausend Exemplaren hergestellt worden, befand sich in Bergwerksbetrieben der ganzen Welt in Gebrauch und wurde bei fast allen bekannten Grubenkatastrophen und vielen Bergbränden angewandt. Von den zugehörigen Kalipatronen sind bis 1912 einige hunderttausend Stück geliefert worden“ [21].

Abb. 12 Funktionsprinzip Dräger 1904/09 [39]



Die beiden auswechselbaren **Kalipatronen** p^1 und p^2 werden parallel mit Luft durchströmt zwei **Atemungssäcke** b^1 und b^2 sowie zwei **Atemungsventile** v^1 und v^2 sorgen für die Trennung der ein- bzw. ausgeatmeten Luft.

Die Ausatemluft gelangt durch das **Ausatmungsventil** v^1 in den Atemungssack b^1 , aus dem sie von der **Saugdüse** d aus dem **Schlauch** Z^1 herausgesaugt wird. Sie strömt dann durch die Kalipatronen p^1 und p^2 , wobei sie gereinigt und erwärmt wird. Nun fließt sie durch den **Kühler** I und durch die Saugdüse d , wo die Luft mit zwei Litern Sauerstoff pro Minute

gesättigt wird. Dadurch wird das Luftgemisch wieder atembar. Es strömt durch den zweiten **Schlauch Z²** in den **Einatmungssack b2** und gelangt so mithilfe des **Einatmungsventils v²** zur Einatmung [103].

III.1.8 Pneumatogen 1904

Die Konkurrenz um die Herstellung effektiver Sauerstoffrettungsgeräte, auch Selbstretter genannt, in Europa wuchs. Während Dräger ausgereifte Atemschutzgeräte unter anderem für Feuerwehr und Bergbau herstellte, entwickelten die Österreicher Dr. Bamberger²² und Dr. Böck²², ebenfalls im Jahre 1904, den Selbstretter „**Pneumatogen 1904**“ auf der Grundlage des von Professor Jaubert aus Paris erfundenen „**Oxylith**“, einem Natrium-Superoxyd- oder Natrium- Kalium-Superoxyd-Präparat [35]. Die Rechte am „Oxylith“ wurden im Jahre 1904 von der Firma Siebe Gorman erworben [74]. Der von der Firma O. Neupert aus Wien hergestellte Pneumatogen 1904 wog 6 kg [25].

Abb. 13 Großgerät und Selbstretter „Pneumatogen 1904“ [35]



Wie auf der Abbildung zu sehen, ist das Gerät auf dem sogenannten Tragrock angebracht. Während das Rückenteil einen Atmungssack darstellt, liegt auf der Brust ein Patronenkorb mit drei **Patronen (p)**, welche mit Natrium-Kalium- Superoxyd versehen sind [35]. Dieses setzt Sauerstoff frei und absorbiert außerdem die frei werdende Kohlensäure [21].

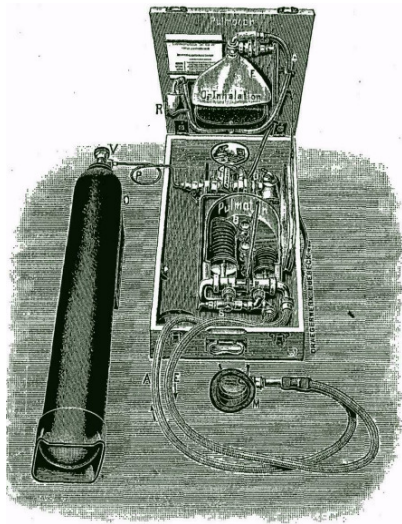
s = Atmungsschläuche t = Verbindungsschlauch a = Mundstück

²² Weitere Informationen zu den genannten Personen sind nicht bekannt.

III.1.9 Der Pulmotor

Johann Heinrich Dräger (1847-1917) entwickelte im Jahre 1907 ein Notfall- und Wiederbelebungsgerät, den „Pulmotor“²³, welcher noch im selben Jahr patentiert wurde [35, 67].

Abb. 14 Pulmotor mit großem Sauerstoffzylinder 1908 [35]



Die Idee zu der Entwicklung des Pulmotors kam Johann Heinrich Dräger während einer Reise nach Großbritannien im Jahre 1907, nachdem er schwere Sicherheitsdefizite in walisischen Bergwerken gesehen hatte und an der Londoner Towerbridge zufällig Zeuge von Reanimationsversuchen nach einem Ertrinkungsunfall geworden war [93].

In ihren Lebenserinnerungen [25] beschreibt Elfriede Dräger (16.7.1876-14.5.1959) diese Episode:

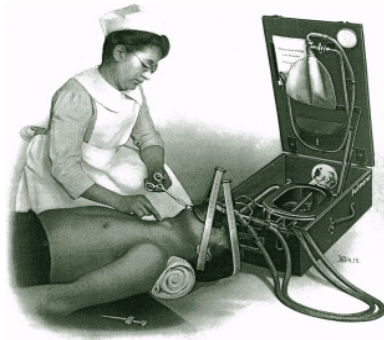
„Nach einer langen Reihe von Entwicklungsarbeiten wollte mein Schwiegervater (Johann Heinrich Dräger) einmal eine Pause einlegen und sich auf einer kurzen Reise mit seiner Tochter Anna England ansehen. (...) An einem Sommerabend waren sie auf der großen Towerbrücke stehen geblieben, um das Stadtbild zu betrachten. Da sahen sie, wie in der Nähe der Brücke nach einem Unglücksfall ein junger Mensch aus dem Wasser geborgen wurde und die schnell herbeigeeilte Feuerwehr in der üblichen Weise versuchte, ihn mit der Sylvester- Schäfer- Methode wieder ins Leben zurückzurufen. Heinrich Dräger schaute hin, ohne ein Wort zu sagen, ganz in Gedanken versunken“ [25].

Gleich nach seiner Ankunft in Lübeck begann Johann Heinrich Dräger mit den Entwürfen für den Pulmotor [35]. Er wollte die physiologischen Funktionen der Lunge durch eine regelmäßige Beatmung des Atemgeräts mit konstantem Zeitverlauf ersetzen. Deshalb wählte er bei seiner Beatmungsmaschine das technische Prinzip der Zeitsteuerung, bei dem Ein- und Ausatmung während der künstlichen Beatmung unverändert blieben. Andere Konstrukteure von Beatmungsgeräten, einschließlich derer, die den „Pulmotor“ weiterentwickelten, folgten einem anderen Weg. Sie wählten zur Steuerung der Atemphasen ein technisches Prinzip, das nach Erreichen bestimmter Beatmungsdrücke auf Aus- bzw. Einatmung umschaltete. Derartige Systeme nennt man druckgesteuert [1].

²³ Die Originalpatentschrift des Pulmotors ist im Anhang eingefügt.

Heutige moderne Beatmungsgeräte sind meist Mischformen aus Druck- und Zeitsteuerung [1].

Abb. 15 Sauerstoffwiederbelebungsmaschine „Pulmotor“ in Anwendung 1915 [27]



III.1.9.1 Konstruktion und Wirkungsweise des Pulmotors

Im Folgenden ist die Wirkungsweise des Pulmotors geschildert, die „zunächst an asphyxischen Tieren erprobt wurde“ [99].

Johann Heinrich Dräger schildert die Entwicklung des Pulmotors:

„Mein Wiederbelebungsgesetz fand Bernhards lebhaften Beifall; ungesäumt ging er ans Werk, es zu verbessern. Ich hatte das Gerät mit einem Schlauch versehen, der sowohl der Einatmung als auch der Ausatmung diente. Diese Einrichtung hatte in vergrößertem Maße denselben Fehler wie unsere Luftröhre. Es bleibt stets ein Rest ausgeatmeter, also verbrauchter Luft, darin zurück, und diese kommt beim Einatmungsvorgang zuerst wieder in die Lunge. Je länger und je weiter der Schlauch ist, desto wirksamer wird eine richtige Ventilation der Lunge verhindert. (Anm. d. Verf.: Hier weist Dräger auf das Totraum-Phänomen hin, also auf die nicht am Gasaustausch beteiligten Teile der Atemwege [52, 58]). Das musste anders werden. Bernhard baute für meinen der Umsteuerung dienenden Vierwegehahn eine sinnreiche Ventilsteuerung, die es ermöglichte, zwei Schläuche- einen für die Einatmung und einen zweiten für die Ausatmung- anzuschließen. Jetzt wurde der Lunge nur reine Luft, angereichert mit reinem Sauerstoff, zugeführt.

Eine lästige Zugabe blieb das Uhrwerk. Es war schwer und teuer, und das Schlimmste: der Rhythmus passte sich nicht der Lungengröße an. Da erfand unser Ingenieur Hans Schröder die Umsteuerung mittels Blasebalgs. Nun wurde das Ventil durch den anschwellenden Druck der gefüllten oder den abfallenden Saugdruck der sich leerenden Lunge mittels dieses Balges ungesteuert. So konnte sich das Gerät der Säuglingslunge und der Lunge des Erwachsenen genau anpassen.“ [24]

Der Pulmotor war zunächst nur für kurze Einsätze am Patienten vor allem für Rettung im Bergwerk und auf See entwickelt worden und ersetzte die Atmung durch das Einblasen eines Luft- Sauerstoffgemisches. Er konnte sowohl bei Patienten, die bei Bewusstsein waren und über eine suffiziente Herzaktivität verfügten, als auch bei tief Bewusstlosen angewendet werden [28]. Der Atmungsapparat wurde zunächst durch ein modifiziertes Uhrwerk gesteuert, was eine regelmäßige künstliche Beatmung ermöglichte [28].

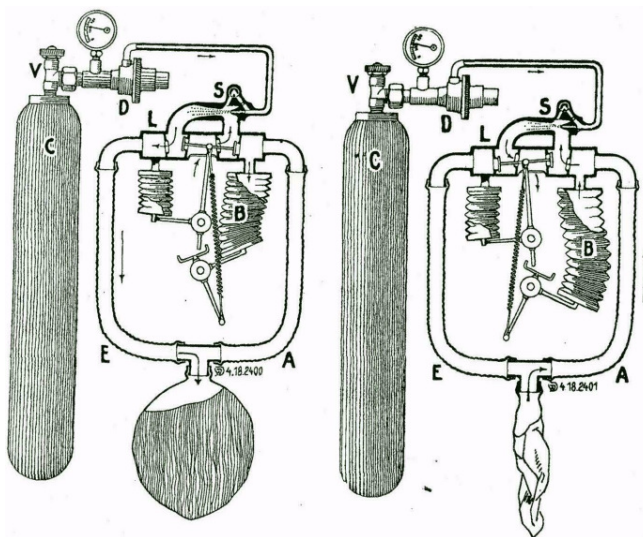
Abb. 16 Künstliche Atmung nach Schäfer: Ausatmung. [35]



III.1.9.2 Wirkungsweise des modifizierten Pulmotors

Ab dem Jahre 1908 modifizierte unter anderem Bernhard Dräger den Apparat. Dieser enthielt im Gegensatz zu der voranstehenden Beschreibung des ersten „Originalpulmotors“ weder Uhrwerk noch stellte Pendelluft bei ihm ein relevantes Problem dar. Die technische Funktionsweise wurde wie folgt beschrieben:

Abb. 17 Pulmotor „drückend“ [35] Abb. 18 Pulmotor „saugend“ [35]



Die Apparatur liegt in einem Holzkoffer. Die Atmungsmaschine wird durch das Öffnen des **Verschlussventils V** am **Sauerstoffzylinder C** und durch Umlegen eines **Umschalthebels U** auf „Pulmotor“ in Betrieb gesetzt. Als Betriebskraft wirkt der Druck

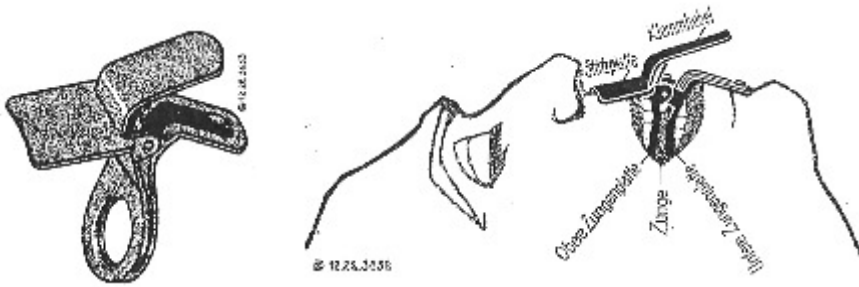
des im Sauerstoffzylinder verdichtet gespeicherten Sauerstoffes. Der Hochdruck von 150 at wird durch das **Druckreduzierventil D** auf den für den Betrieb der Atmungsmaschine nötigen, gleichmäßigen Betriebsdruck reduziert. Durch die Regulierung des Druckstromes reicht der Betriebsstoff des Sauerstoffzylinders für eine ununterbrochene Beatmung von 40 Minuten aus. Nach Auswechseln des entleerten Sauerstoffzylinders gegen einen gefüllten oder durch Anschluss eines großen Sauerstoffzylinders außerhalb des Holzkoffers kann die Beatmungsarbeit stundenlang fortgesetzt werden. Für besondere Fälle ist das Gerät mit einem **Handbeatmungshebel H** ausgerüstet. Vom Druckreduzierventil D strömt der Sauerstoff zur **Saugdüse S**. Sie leitet den Druckstrom in die **Luftsteuerungskammer L**. Dort saugt sie durch eine Öffnung Frischluft von außen an. Das aus dem Drucksauerstoff und der angesaugten Frischluft bestehende Gas wird durch den **Schlauch E** zur Maske und in die Lunge gedrückt (*Einatmungsvorgang*). Ist in der Lunge eine Druckhöhe von 20 cm Wassersäule erreicht, dann bläht sich der **Blasebalg B** auf und bewirkt durch seine Vorwärtsbewegung die Umsteuerung der Ventile in der Luftsteuerungskammer auf „Saugen“ (*Ausatmungsvorgang*). Die Öffnung in der Luftsteuerungskammer wird in der Richtung des Druckstromes mit saugender Wirkung im **Schlauch A** freigegeben. Die verbrauchte Luft wird dadurch aus der Lunge herausgesaugt und zusammen mit dem Betriebssauerstoff durch die Öffnung der Luftsteuerungskammer ins Freie abgeleitet. Ist in der Lunge eine Saughöhe von 25 cm Wassersäule erreicht, dann zieht sich der Blasebalg B zusammen und es tritt einen Hebelmechanismus wieder eine Umsteuerung auf „Drücken“ ein. Der Atmungsrythmus des Apparates passt sich automatisch der Größe jeder Lunge an; ein kleinerer Lungeninhalt ergibt einen schnelleren Atmungsrythmus. Höhe des Druckes und Umfang der Saughöhe sind von der Kapazität der Lunge unabhängig. Die Druckdifferenz von 20 oder 25 cm Wassersäule bleibt immer die gleiche. Eine Beatmung des Bewusstlosen kann nur dann vor sich gehen, wenn durch die Gesichtsmaske eine luftdichte Verbindung zwischen der Atmungsmaschine und dem Patienten hergestellt wird. Die Maske wird über Mund und Nase, ein gepolsterter Kopfring unter den Hinterkopf gelegt. Von diesem Ring zweigen 2 Riemenpaare ab, mit denen die Maske so weit angezogen werden kann, dass sie rundum dicht abschließt.

Die Gesamtmenge des in die Lunge beförderten Luft-/Sauerstoffgemisches beträgt 48,3 l/min. Der Sauerstoffgehalt dieser Nährgasmenge beträgt 29,5 %.

Für Bekämpfung schwerer Kohlenoxydvergiftungen wurde das Gerät 1917 mit einer Zusatz-Sauerstoffleitung versehen, die den Sauerstoffgehalt der Einatemluft auf 50 bis 60 % steigert. Um das Eindringen der Druckluft in den Magen zu verhindern, musste

während der Pulmotorbeatmung die Speiseröhre durch Druck auf den Ringknorpel der Luftröhre abgeschlossen werden. Zur Behebung der Schwierigkeiten, die sich beim Hervorholen der Zunge boten, wurde das Gerät mit dem **Leydenschen Zungenhalter**, verbessert nach den Vorschlägen von Loewy²⁴ (1862-1937) [55] und Meyer, ausgerüstet [35].

Abb. 19 Zungenhalter nach Hans Leyden²⁵ 1917 [35]



„Es gab dann noch viele Versuche und Entwicklungsarbeiten zusammen mit Ärzten und Wissenschaftlern, bis der Pulmotor ein anerkanntes Hilfsgerät bei Feuerwehren und Rettungsstationen geworden war“ [25].

Der Pulmotor wurde im Jahre 1908 auf der Hygiene- Ausstellung in Frankfurt am Main gezeigt und kam gleich darauf zur Fabrikation und in den Handel [29]. Tatsächlich wurde er zum ersten weltweit in Serienproduktion hergestellten Notfall-, Beatmungs- und Wiederbelebungsgerät [99] und trug maßgeblich zu der steigenden Bedeutung der Drägerwerke im internationalen Rettungswesen bei.

Heinrich Dräger beschreibt den Erfolg des Pulmotors in dem folgenden Zitat: *„Gleichzeitig erfanden wir den „Pulmotor“, eine Maschine für künstliche Atmung zur Wiederbelebung Erstickter und Ertrunkener. Mit dieser Maschine sind bis heute in Europa und Amerika die unglaublichsten Wiederbelebungen für schon totgehaltener Personen bewirkt worden. (...)*

Das Borsigwerk Gleiwitz, Oberschlesien, teilte am 01. Mai 1912 mit, dass der vom Drägerwerk bezogene Pulmotor in vier Erstickungsfällen erfolgreich angewendet wurde. Bei dem letzten Unglücksfall (Kohlenoxydvergiftung) trat der Apparat erst nach sieben Stunden in Tätigkeit; trotzdem konnte der Verunglückte schon innerhalb 45 Minuten ins Leben zurückgerufen werden“ [24].

²⁴ Dr. Adolf Loewy war Professor und Leiter des Instituts für Hochgebirgsphysiologie und Tuberkuloseforschung in Davos [35, 55].

²⁵ Weitere Informationen zu der genannten Person sind nicht bekannt.

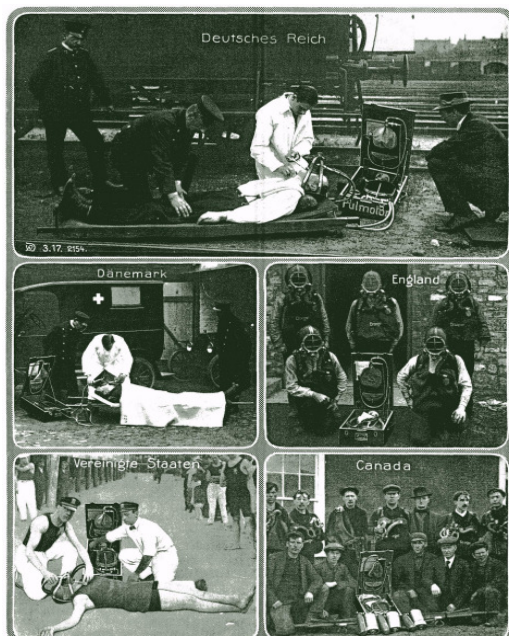
Georg Neukirch, Leutnant d. R.(aus dem Pionier-Bataillon in Spandau), schrieb über den Pulmotor: „Selbst mehrere Male in der Zwangslage gewesen, mich mit dem Gerät anvertrauen zu müssen, kann ich nur sagen, dass der Pulmotor das schätzenswerteste Rettungsmittel war, das ich in meiner Situation hatte, und dem außer mir viele brave Mineure ihr Leben verdanken“ [28].

Abb. 20 Ausrüstung einer bergmännischen Rettungstruppe im Minendistrikt Doncaster, England um 1912 [3]



Die Abbildung 20 zeigt, dass sogar im Minendistrict Doncaster (Süd-Yorkshire) in Großbritannien, dem Ort, an dem Professor Haldane arbeitete, Drägers „Pulmotor“ sowie Atemschutz von Dräger angewendet wurde.

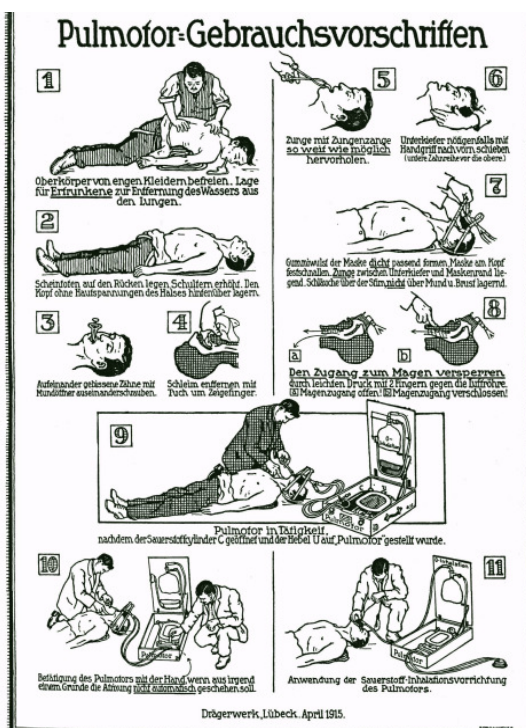
Abb. 21 Internationale Verbreitung des Pulmotors 1917 [27]



Wichtig zu beachten ist, dass hinsichtlich auch der Entwicklung und der Verbreitung des Pulmotors Ingenieure und Rettungsdienstspezialisten, insbesondere von den Gruben- und Taucherwehren, führend waren. Ärzte waren zwar beratend tätig, wandten den Pulmotor aber anfangs meistens nicht selbst an. Somit wurde der Pulmotor zunächst nicht klinisch eingesetzt [35]. Mit der

weltweiten Verbreitung des Gerätes wuchs natürlich sein Einsatzgebiet und so wurde es schließlich, wie auf der Abbildung 21 veranschaulicht, auch von Medizinern eingesetzt. Obwohl die Darstellungen des erfolgreichen Einsatzes des Pulmotors oft stark übertrieben scheinen, wurde jedoch schnell deutlich, was er für einen immensen Fortschritt im Bereich der Rettungstechnik bedeutete. *„Der Name Pulmotor wurde zum Synonym für ein Wiederbelebungsgerät, das zum ersten Mal den Sauerstoff nicht nur zur Behandlung Kranker und für die Rettung Verunglückter einsetzte, sondern den Druck des Gerätes auch zum automatischen Antrieb des Gerätes nutzte“* [30].

Abb. 22 Pulmotor- Gebrauchsvorschriften 1915 [27]



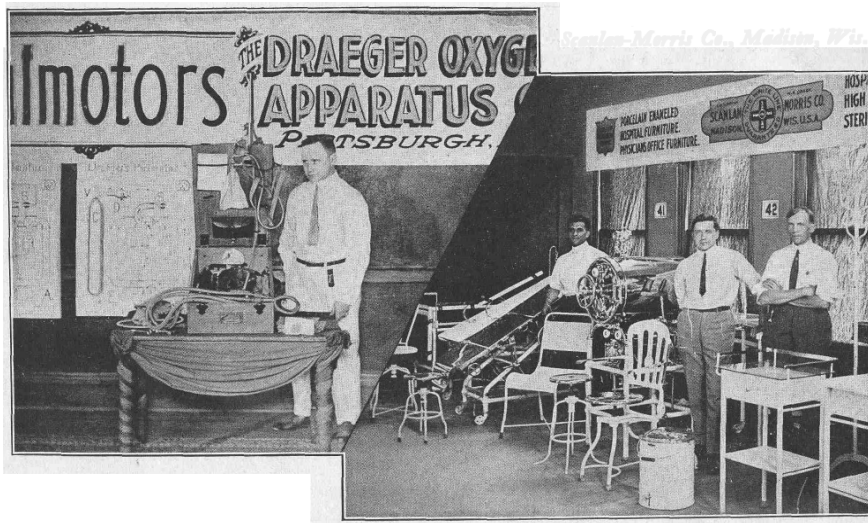
Am 2. Januar 1913 teilte das American Museum of Safety in New York der Dräger Company in Pittsburgh (der Tochtergesellschaft des Drägerwerks zu Lübeck) mit, dass bei einer Sitzung des Komitees des Amerikanischen Museums für Sicherheitswesen einstimmig beschlossen wurde, die amerikanische Goldene Medaille für Wissenschaft der Draeger Oxygen Apparatus Company für die Erfindung des „Pulmotors“ zu überreichen [27].

Abb. 23 Scientific American Gold Medal für die Erfindung des Dräger- Pulmotors 1913 [27]



Der „Pulmotor“ wurde damit von dem Museum als *„wirkungsvollste Sicherheitseinrichtung, die in den letzten drei Jahren erfunden worden ist“* geehrt [27].

Abb. 24 Der „Pulmotor“ bei einer Ausstellung in Minneapolis 1913 (links) [40]



Weitere Auszeichnungen des „Pulmators“ waren die Große Goldene Medaille der III. Internationalen Pharmazeutischen Ausstellung in Wien im September 1913 sowie das Ehrenkreuz derselben Ausstellung [29]. Die Vielzahl der verliehenen Preise für den „Pulmotor“ verdeutlichen, dass die Erfindung Drägers eine große internationale Anerkennung erhielt.

Der folgende Artikel aus dem „Time Magazine“ vom 09.03.1925 schildern einen erfolgreichen Einsatz des „Pulmators“ in New York:

"Pulmotor Baby

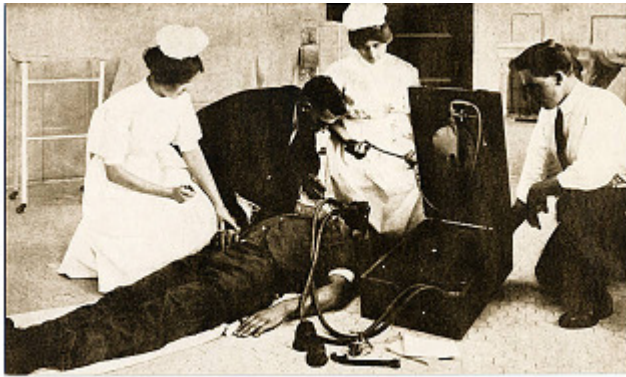
Posted Monday, Mar. 9, 1925

In Manhattan, an infant, delivered, appeared to be a corpse; there was no action of the heart, though the lungs exhibited a faint, spasmodic twitching. For 15 minutes Dr. Israel Kassow, attendant physician, worked in vain, suddenly remembered reading of how a pulmotor had been used in a similar case in Chicago. He seized a telephone, called up the Northern Union Gas Co., explained his need; an emergency pulmotor crew raced to the hospital with siren roaring. The pulmotor forced air into the apparently lifeless lungs, sucked it out again; the lungs responded, the pulse began to strike in the small, purplish body. The infant (Seymor Cohen) lived" [75].

Zwischen 1907 und 1917 wurden 162 Menschenleben registriert, die mithilfe von Dräger-Sauerstoffatmungsgeräten gerettet worden waren (siehe Tabelle 2, Kapitel III.4.2).

Auf der folgenden Abbildung 25 ist der „Pulmotor“ bei einer Demonstration im St. Joseph's Hospital, St. Paul, Minnesota zu sehen. Diese fand bereits 1912 statt [54].

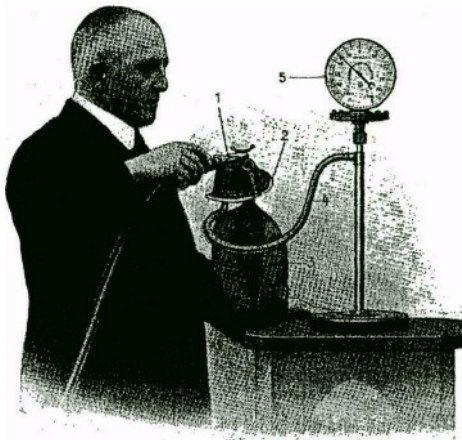
Abb. 25 Demonstration des „Pulmators“ im St. Joseph`s Hospital, Minnesota, 1912 [54]



III.1.10 Sauerstoffwiederbelebungsgerät nach Dr. Brat²⁶ 1907

Ebenfalls im Jahre 1907 erschien in Deutschland ein von Dr. H. Brat (1867-1909) entwickeltes Gerät für künstliche Beatmung, das sich neben dem „Pulmotor“ weit verbreitete [35].

Abb. 26 Prüfgerät für Pulmotor und Gerät Dr. Brat 1907 [35]



Wie auch der „Pulmotor“ war das Sauerstoffwiederbelebungsgerät nach Dr. Brat ein Überdruckgerät, welches erfolgreich in der Wiederbelebung eingesetzt wurde. Der von der Maschinenfabrik Westfalia A.-G. in Gelsenkirchen hergestellte Apparat arbeitete nicht automatisch. Er spendete reinen Sauerstoff und bestand (im Gegensatz zum „Pulmotor“, welcher mit für Ein- und

Ausatmung getrennten Atmungsschläuchen betrieben wurde) aus nur einem Atmungsschlauch [35].

Das Problem der vergrößerten Totraumventilation war hier somit nicht gelöst.

III.1.11 Der Ausbrennschutz

Eine weitere Errungenschaft aus dem Jahre 1907 stellte der **Ausbrennschutz** dar, der gleichzeitig in Deutschland (von Dräger) und in Frankreich hergestellt wurde. Er wirkte der Gefahr der beim Ausströmen von Hochdruckgasen entstehenden Verdichtungswärme

²⁶ Dr. H. Brat war als Arzt in Rummelsburg tätig [35].

entgegen. So ließen sich Ausbrennvorgänge an Ventilen und Leitungsteilen, sowie Explosionen von Gaszylindern verhindern [35].

Der Ausbrennschutz Drägers verhinderte die Entflammung des als Ventilkappenmaterial unentbehrlichen Hartgummis durch die Ableitung der Verdichtungswärme durch eine Ringkammer, durch ein Bündel Drahtsiebe oder einer Drahtsiebrolle im Gaszuleitungskanal kurz vor dem Hartgummistück [35].

Der Ausbrennschutz Drägers, der in den deutschen Patentschriften Nr. 227 961 und Nr. 261 263 , sowie das französische Patent, das in Deutschland unter der Nummer 235 758 festgelegt war und noch vor dem Ersten Weltkrieg ebenfalls zu Dräger gelangte, beseitigten die Bedenken gegen eine Erhöhung der Sauerstoffdosierungsmengen.

Seit 1908 konnte Dräger alle von ihm hergestellten Geräte mit einem Ausbrennschutz versehen, was auch dem internationalen Gerätebau zu Gute kam [35], da auch die anderen Firmen den Ausbrennschutz einsetzten.

Im Jahre 1908 übernahm Deutschland die internationale Führung in der Entwicklung der Rettungsgeräte, was vor allem Dr. Bernhard Dräger und seinen atemphysiologischen Untersuchungen sowie darauf aufbauenden Gerätekonstruktionen zu verdanken war [35].

Drägers steigender Einfluss auf den Welthandelsmarkt zeigt sich auch in der Tatsache, dass allein in den Jahren 1909 bis 1912 von den Drägerwerken 46 deutsche und 35 Auslandspatente angemeldet wurden [61].

III.1.12 Der Lungmotor

In den USA entstand 1910 der „**Lungmotor**“, wiederum ein Überdruckgerät, welches mit einer doppelt wirkenden, durch Ventulumstellung „drückenden“ und „saugenden“ Fußluftpumpe arbeitete [35].

Abb. 27 Der Lungmotor (1)1910 [19]



Der „Lungmotor“ trat während des sogenannten „Pulmotorstreits“ in ernsthafte Konkurrenz zum „Pulmotor“ [35].

Abb. 28 Der Lungmotor (2)²⁷ [57]



Ebenso wie der 1914 auf den Markt gekommene „**Infant Lungmotor**“, ein Sauerstoffrettungsgerät speziell für die Anwendung an Kindern, war der „Lungmotor“ in den USA weit verbreitet [57].

Abb. 29 Lung infant device Infant Lungmotor 1914 [57]



In dem Kapitel „Der Pulmotorstreit“ werden die Konsequenzen aus der wachsenden Konkurrenz zwischen „Pulmotor“ und „Lungmotor“ näher erläutert.

²⁷ Das Datum der Abbildung ist nicht bekannt. Wahrscheinlich ist sie um 1912 einzuordnen.

III.1.13 Die Gründung der Draeger Oxygen Apparatus Co., New York 1907

Im Jahre 1907 wurde von Bernhard Dräger und Walter E. Mingramm (1884-1926) die „**Draeger Oxygen Apparatus Co.**“ in New York als weltweit erste Zweigstelle gegründet. B. Dräger und Mingramm waren die Inhaber, Mingramm der Geschäftsführer und das Drägerwerk der Lieferant [24].

„Das Geschäft hat sich vorzüglich weiterentwickelt, so dass wir in Amerika ebenfalls die dominierende Firma blieben“ [24].

Außerdem wurde seit 1908 der Export deutscher Geräte nach Amerika gesteigert. Unter der Mitarbeit von Walter E. Mingramm verbreiteten sich frei tragbare Gasschutzgeräte aus deutscher Produktion vor allem in Nordamerika, Kanada und Mexico. Um dort eine schnelle Ausrüstung der Bergarbeiter mit den lebensrettenden Geräten zu gewährleisten, durften die Geräte sogar zollfrei eingeführt werden [35]. Dies zeigt die Bedeutung und auch die große Nachfrage an den Dräger- Geräten.

Als während des Ersten Weltkrieges die Ausfuhr deutscher Gasschutzgeräte nach Amerika aufgrund der politischen Situation erschwert war (siehe unten), nahm die amerikanische Bergwerksbehörde, das 1910 gegründete Bureau of Mines in Pittsburgh, eine eigene Konstruktionstätigkeit auf [35].

Nach Kriegseintritt der USA am 06.04.1917 wurde die „Dräger Oxygen Apparatus Co.“ in die „American Atmos Corporation“ umgewandelt [5, 6, 35, 93].

Die während des Ersten Weltkrieges von dem Bureau of Mines entwickelten Gasschutzgeräte „Gibbs“ und „Paul“ wurden von der American Atmos Corporation, also der Nachfolgefirma von Dräger, hergestellt [35].

III.1.14 Der Pulmotorstreit

Seit Beginn der Verbreitung des „Pulmotors“ im Jahre 1907 erhielt die Firma Dräger, wie schon gezeigt, ab etwa 1910 viele Nachrichten über gelungene Anwendungen des Gerätes. Beispielhaft soll dies die nachfolgende Mitteilung über „Rettungs- und Wiederbelebungsapparate in der Praxis“ aus einem Teil der bei Dräger eingegangenen Artikel [35] belegen:

„Pulmotor gegen Leuchtgasvergiftung: Die Feuerwehr wurde am Montagnachmittag nach Eisenstraße 82 gerufen, woselbst die Ehefrau Johanna A. durch Gasvergiftung aus dem Leben zu scheiden beschlossen hatte. Die Besinnungslose wurde nach etwa

dreiviertelstündiger Tätigkeit der Wehr mit dem Sauerstoffapparat glücklicherweise wieder ins Leben zurückgerufen, sie konnte in der Wohnung verbleiben."

„Die Branddirektion Neukölln berichtete hierzu: Auf Ihre Anfrage teilen wir Ihnen mit, dass es sich im vorliegenden Falle um eine Gasvergiftung der Frau Johanna A. handelt. Der in Anwendung gebrachte Apparat war der von ihrer geschätzten Firma bezogene Sauerstoffapparat „Pulmotor“. Die Dauer der Anwendung betrug etwa 1 Stunde und sie hatte Erfolg" Neuköllner Tageblatt 15.12.1916 [35].

Bald jedoch wuchs die Zahl der „Pulmotorgegner“, vor allem in Ärztekreisen. Diese gingen vornehmlich davon aus, dass der „Pulmotor“ reinen Sauerstoff und nicht, wie tatsächlich, ein Luft-Sauerstoffgemisch in die Lungen der Patienten presse. Dadurch, sowie aufgrund des angewandten Überdrucks, befürchteten sie die Gefahr einer Lungengewebsschädigung [35], wohl im Sinne von Barotraumen²⁸ und Atelektasenbildung²⁹. Diese Befürchtungen wurden von zwei im Jahre 1912 in den USA gegründeten Kommissionen, die sich unter der Führung von Prof. Dr. S. J. Meltzer³⁰ vom Rockefeller Institut in New York mit der Frage der geeignetsten Wiederbelebungsmaßnahmen beschäftigten, geteilt.

Beide Ausschüsse warfen dem „Pulmotor“ mangelnde Lungenventilation sowie die Gefahr einer Lungenschädigung vor. Die mutmaßliche (und tatsächlich denkbare) Ursache dafür sei ein Verkleben der Bronchiolen durch die aktive Ansaugung der Luft während der Expiration bei der künstlichen Überdruckbeatmung. Anstelle des „Pulmotors“ warben die Kommissionen für ein Überdruckgerät für pharyngeale Insufflation, welches wiederum von dem Kommissionsvorsitzenden Prof. Dr. Meltzer selbst konstruiert worden war [35]. Es ist also anzunehmen, dass bei dieser Diskussion durchaus auch wirtschaftliche Interessen eine Rolle spielten.

Bei dem „**Gerät für pharyngeale Insufflation**“ von Prof. Dr. Meltzer wurde ein Beatmungsschlauch in den Rachen des Patienten eingeführt und darüber Sauerstoff zugeführt. Die Idee zur pharyngealen, also Rachen- Beatmung stammte von Hewitt³¹, der sie 1908 als „pharyngeale Luftbrücke“ entwickelt hatte [62].

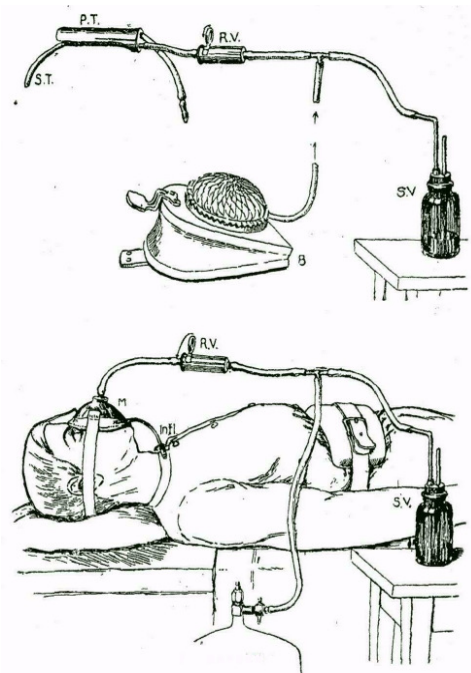
²⁸**Barotrauma:** Durch plötzliche Luftdruckveränderung bei mangelndem Druckausgleich verursachte Verletzung, z. B. Lungenschädigung durch Beatmung mit hohem Druck [94].

²⁹**Atelektasen:** Nicht belüfteter Lungenabschnitt, indem die Wände der Alveolen (Lungenbläschen) aneinander liegen [94].

³⁰Die Lebensdaten Prof. S. J. Meltzers sind nicht bekannt.

³¹Genauere Informationen zu der genannten Person sind nicht bekannt.

Abb. 30 Gerät für pharyngeale Insufflation nach Prof. Dr. S. J. Meltzer, New York [35]



Dr. Otto Roth (1863-1944) aus Lübeck³² [76, 93, 96, 99, 101, 102], physiologischer Berater bei der Pulmotorkonstruktion, verneinte die Gefahr einer Lungenschädigung bei Anwendung des Wiederbelebungsgerätes [35].

Aufgrund dieser Diskussionen, die im Übrigen die Anwendung aller manueller Beatmungsmethoden betraf, wurde die Kongressleitung des 2. Internationalen Rettungskongresses 1913 in Wien damit beauftragt, eine Wiederbelebungscommission mit der Aufstellung einer Norm für manuelle künstliche Beatmungsmethoden zu beauftragen. Eine

solche Kommission kam nie zustande, jedoch teilte Prof. Dr. George Meyer, der bereits erwähnte Bergwerksdirektor aus Westfalen und Mitarbeiter der Firma Westfalia, während der Kongressverhandlungen mit, dass sich das Preußische Zentralkomitee für das Rettungswesen mit Untersuchungen über künstliche Atmung beschäftigte.

Am 7. Mai 1914 berichteten Prof. Dr. George Meyer und Prof. Dr. Adolf Loewy über ihre Untersuchungsergebnisse der Geräte „Pulmotor“ und „Dr. Brat“. Obwohl Meyer an der Entwicklung des „Sauerstoffwiederbelebungsgerätes nach Dr. Brat“ beteiligt war und somit ein Interesse an der Weiterverbreitung dieses Gerätes hatte, sagte er aus, dass zunächst nur der „Pulmotor“ als Wiederbelebungsgerät in Frage käme [35]. Dieser Bericht wurde vom deutschen Reichsgesundheitsamt unterstützt, das die amerikanischen Untersuchungen als „recht oberflächlich und wenig überzeugend“ [35] verwarf.

Im Jahre 1922 entschied der Reichsgesundheitsrat die Durchführung neuer Versuche, mit denen die Frage der Gesundheitsschädigung durch die Geräte „Pulmotor“ und „Dr. Brat“ endgültig entschieden werden sollte [22]. Die Experten kamen zu dem Ergebnis, dass die physiologisch tatsächlich denkbaren Belastung zumindest im Allgemeinen keine relevante Bedeutung hatten. So berichtete eine amerikanische Kommission, die auf Veranlassung der „American Gas Association“ gegründet worden war, im Jahre 1923:

³² Dr. Otto Roth war der erste Fachchirurg in Lübeck und Leiter der Chirurgische Abteilung im Allgemeinen Krankenhaus Lübeck. Zusammen mit Heinrich Dräger entwickelte er den Narkoseapparat „Roth- Dräger“ im Jahre 1902 und war weitergehend bei Dräger als Berater tätig [76, 93, 96, 97, 99, 100, 101].

„Die Möglichkeit, dass akute kardiale Erweiterung und Versagen des rechten Ventrikels bei Personen (...) als ein Ergebnis der übertriebenen künstlichen Beatmung durch Überdruckgeräte (Pulmotor und Lungmotor) eintreten kann ist bei Katzen geprüft worden. (...) Das Herz erfuhr keine Verletzung und dieser Einwand gegen die Überdruckgeräte ist damit beseitigt“ [42].

Die Referenten fügten hinzu, dass die Überdruckgeräte nur von Personen anzuwenden seien, die mit der Physiologie der Atmung vertraut sind. Des Weiteren forderten sie eine Verbesserung der Atemmasken [35].

In einem Brief vom 21.06.1915 an Herrn Morris³³, den Präsidenten der 1907 gegründeten „Draeger Oxygen Apparatus Company“ sowie späteren Präsident der „American Atmos Corporation“ aus Pittsburgh/Pa. [35], wird die wachsende Konkurrenz zwischen „Lungmotor“ und „Pulmotor“ deutlich:

„Gegenstand: Lungmotor

Herr Menny berichtet, dass die Lungmotor- Leute in seinem Bezirk sehr tätig sind und folgende Argumente benutzen:

- 1. Dass der Pulmotor von jeder Kommission, die ihn untersucht hat, verworfen ist,*
- 2. und beziehen sich in ihrer Literatur auf Namen von Kommissaren.*
- 3. Dass alle Departments der Regierung der Vereinigten Staaten den Pulmotor verworfen haben und Lungmotore gekauft haben.*
- 4. Dass sie gegen Sätze von Pulmotoren Auswechslungen vorgenommen haben.*
- 5. Dass verschiedene Staatsgesundheitsbehörden ein Gesetz betrachten, dass den Gebrauch des Pulmotors im Staate verbietet.*
- 6. Wenn aussichtsreiche Kunden den Pulmotor vorziehen, bieten sie dieses den Verkauf eines solchen an, den sie ungefähr zu einem Drittel des Originalpreises aufgekauft haben, und wenn sie hiermit nicht zufrieden sind, gestatten sie ihnen, später die Differenz zu bezahlen und den Pulmotor gegen einen Lungmotor auswechseln zu lassen.*
- 7. Dass der Lungmotor von der Kommission des Bureau of Mines anerkannt worden ist.*

In Hinblick auf die Tatsache, dass alle ihre Angaben mit Ausnahme von Nr. 4 wahr sind, schafft dieses eine sehr ernste Konkurrenz“ [35]. Trotz dieser Diskussionen und der wachsenden Konkurrenz wurde der „Pulmotor“ weiter international verbreitet und gewann durch den „Pulmotorstreit“ sogar an Bekanntheit. Ein positiver Begleiteffekt war, dass die

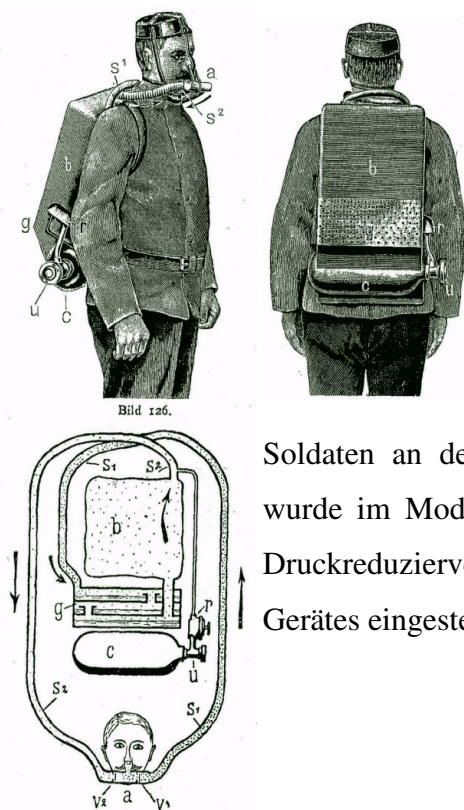
³³ Die Lebensdaten von Herrn Morris sind nicht bekannt.

Rettungsmannschaften immer besser an den Geräten ausgebildet wurden und sich dadurch die Versorgung der Patienten erheblich besserte. „Pulmotor“ und „Lungmotor“ verbreiteten sich in den USA nebeneinander weiter.

III.1.15 Tissot 1907

Im Jahre 1907 konstruierte Dr. Tissot³⁴ aus Paris ein Lungenkraftgerät mit Mundatmung, welches vor allem in französischen Kohlenminen Anwendung fand, den „Tissot 1907“, französische Patentschrift Nr. 377048 [35].

Abb. 31 Lungenkraftgerät Tissot 1907 [35]



Die Abbildung 31 zeigt das Lungenkraftgerät „Tissot“ mit konstanter Sauerstoffdosierung.

Bemerkenswert an diesem Gerät ist, dass die ursprünglichen Sauerstoffdosierungsarmaturen, also Druckreduzierventil und Manometer, von Träger konstruiert und hergestellt wurden [35].

Während des Ersten Weltkrieges waren französische Soldaten an der Kriegsfront mit diesen Geräten ausgerüstet. Erstmals wurde im Modell „Tissot“ auch ein mit einem Finimeter ausgerüstetes Druckreduzierventil [92] gebraucht, welches durch den Träger des Gerätes eingestellt werden konnte [35].

Das Gerät wird auf dem Rücken getragen. **Regenerator g** und **Atmungssack b** sind in einem Kasten untergebracht. Unter dem Kasten liegt ein 300 l Sauerstoff fassender **Stahlzylinder c**. Im Gegensatz zu allen anderen bekannten Gasschutzgeräten wird im „Tissot“ die Bindung der ausgeatmeten Kohlensäure nicht durch festes Körnerregenerat, sondern durch konzentrierte Kalilauge bewirkt. Der Regenerator wird kurz vor dem Gebrauch mit Lauge gefüllt. Zwischen dem Druckreduzierventil und dem Dosierungsmundstück ist ein Manometer angebracht. Auf seiner Vorderseite sind 4

³⁴ Genauere Informationen zu Dr. Tissot sind nicht bekannt.

Marken festgelegt: 1. „Ruhe“; 2. „Gehen“; 3. „Arbeit“; 4. „Hilfe“. Durch eine Stellschraube wird ein Zeiger auf die aktuelle Situation eingestellt. Die Sauerstoffdosierung der einzelnen Markeneinstellungen erreicht 1,3 l/min in Ruhe, 1,5 l/min im Gehen, 2 l/min bei Arbeit; 3 bis 3,5 l/min bei Hilfeleistung. Der 2,55 l-fassende Atmungssack ist mit einem Überdruck-Lüftungsventil ausgerüstet. An dem Sack ist eine leichte hölzerne **Klappe W** befestigt. Die Pulsierung des Sackes bewirkt eine Hin- und Herbewegung der Klappe W, die auf einen Absperrschieber übertragen wird. Bei stark geblähtem Sack gibt der Absperrschieber eine Öffnung frei, durch die der Überdruck abbläst. Der Schieber reagiert auf 10 mm Wassersäule. Die Arbeitsdauer des Gerätes beträgt über 2 Stunden. Die ausgeatmete Luft wird durch Lungenkraft gezwungen, das **Ausatmungsventil V¹**, den **Ausatmungsschlauch S¹** und die Laugekammern des Regenerators g zu passieren; sie gelangt dann in den Atmungssack b, aus dem sie bei der Einatmung herausgesaugt wird [35].

III.1.16 Das Halbstundengerät Dräger Modell 1910

Im Jahre 1910 stellten die Drägerwerke das Selbstrettungsgerät „**Halbstundengerät Dräger Modell 1910**“ her.

Heinrich und Bernhard Dräger kommentierten die Neuentwicklung:

„(...) Der Dräger- Apparat 1904/09 erfüllte bereits die physiologischen Erfordernisse der Atmung und auch sein technischer Aufbau ist einheitlich und einwandfrei. Es ist aber erklärlich, dass im Lauf der Jahre, die seit der Konstruktion vergangen sind, manche Wünsche laut wurden und uns durch unsere Erfahrungen mancherlei Verbesserungen nahegelegt wurden, die sich an der bisherigen Bauart des Apparates nicht verwirklichen ließen. Unter diesen Umständen erschien es uns besser, eine gänzlich neue Gestaltung eines Apparates zu suchen, in welchem alles Neue unter Beibehaltung der bewährten Prinzipien zu einem einheitlichen Ganzen vereint werden könnte. Von diesem Gesichtspunkt aus ist der neue Dräger Rettungsapparat Modell 1910/11 zu betrachten“ [23].

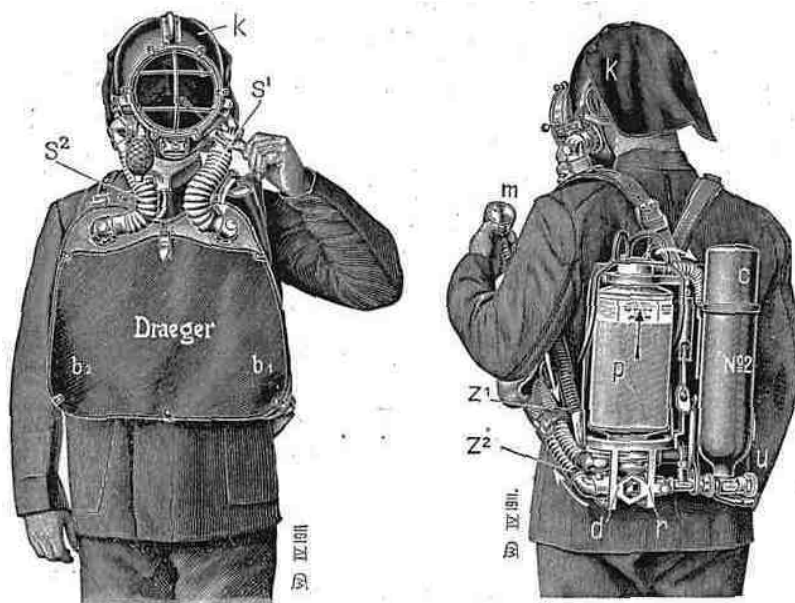
Abb. 32 Halbstundengerät Dräger Modell 1910 (1) [27]



Dieses Gerät stellte ein Mundatmungsgerät mit automatischer Dosierung und mit einem Sauerstoffvorratsmesser dar [35].

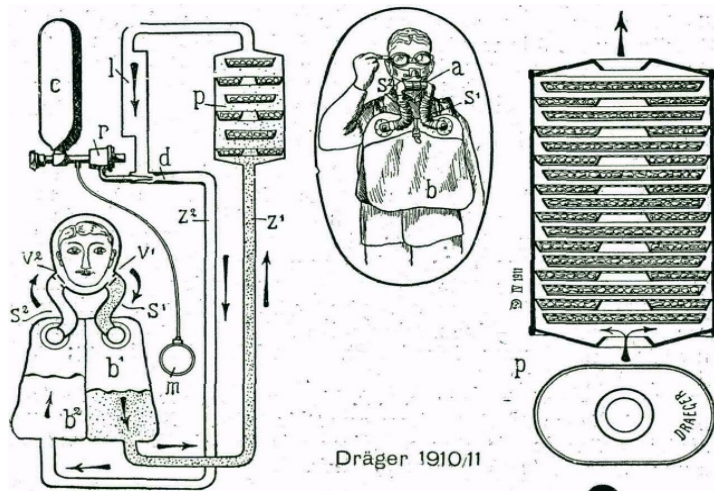
Eine automatische Vorrichtung führte die Menge an Sauerstoff in den Atmungssack, welche von dem jeweiligen Verwender verbraucht wurde. Auch das Sprechen war mit diesem Gerät möglich [28]. Des Weiteren verfügte der Apparat über eine (größere) Kalipatrone und über einen Sauerstoffzylinder [23], sowie über einen Injektor.

Abb. 33 Halbstundengerät Dräger 1910 (2) [21]



Die Wirkungsweise ist mit dem früheren Dräger-Apparat vergleichbar [21].

Abb. 34 Halbstundengerät Dräger 1910 (3) [21]



Die Ausatemluft gelangt durch den **Ausatmungsschlauch** s^1 und durch das **Ausatmungsventil** v^1 in den **Ausatmungssack** b^1 aus dem sie von der Saugdüse herausgesaugt wird. Sie strömt dann durch die **Kalipatrone** p ; wo sich die Luft reinigt und erwärmt. Dann kommt sie durch den **Kühler** l zur **Saugdüse** d , wo sie minütlich durch zwei Liter Sauerstoff aufgefrischt wird. Das Luftgemisch ist jetzt wieder atembar und strömt durch den zweiten **Schlauch** z^2 in den **Einatmungssack** b^2 . Von hier aus gelangt es durch den **Einatmungsschlauch** s^2 und kann durch Vermittlung des **Einatmungsventils** v^2 wieder eingeatmet werden [21].

III.2 Gasschutz während des Ersten Weltkriegs

III.2.1 Internationale Entwicklungen

Schon während des ersten Internationalen Rettungskongresses in Frankfurt am Main im Jahre 1908 wurde der Versuch gemacht, eine „Solidarität der internationalen Sauerstoffrettungsleute“ zu begründen. 1913 wurde dieser Versuch während des zweiten Internationalen Rettungskongresses in Wien erfolglos wiederholt [35].

„In Wien schon saßen wir im Schatten des kommenden Krieges, der mühsam geschaffene Voraussetzungen einer losen internationalen Organisation vernichtete“ [35].

Ab dem Jahre 1913 wuchs auch der internationale Konkurrenzkampf um die Führung in der Entwicklung der Rettungsgeräte. So erhöhte sich vor allem in Frankreich, England und

den USA der Ehrgeiz, neue Geräte für die Ausrüstung der Sauerstoffrettungstruppen im Bergbau, in der Feuerwehr sowie im militärischen Bereich zu entwickeln [35].

III.2.2 Die Verwendung von Giftgas im Ersten Weltkrieg

Mit Beginn des Ersten Weltkriegs im Jahre 1914 wurde durch den weltweit ersten Einsatz von Giftgasen zur Kriegsführung ein großer Bedarf an Sauerstoffrettungsgeräten geweckt [3, 46, 97]. Am 22. April 1915 griffen deutsche Truppen unter Führung des Generalstabchefs Erich von Falkenhayn (1861-1922) [63, 104] in Ypern, Belgien, die Alliierten auf einer Frontbreite von 6 km mit Chlorgas an [56]. Die britischen und französischen Soldaten verfügten nicht über Schutzmasken, so dass 5000 Soldaten starben und weitere 10000 Menschen schwere Vergiftungen erlitten [32].

Die Verwendung von Chlorgas war der erste größere Einsatz chemischer Kampfstoffe in der Kriegsgeschichte [32]. *„Zum ersten Mal waren Tausende feindlicher Soldaten innerhalb von Minuten ums Leben gekommen oder verletzt, ohne dass ein Schuss gefallen der auch nur ein einziger eigener Verlust zu beklagen gewesen wäre“* [104].

Im Februar 1916 gebrauchten die Franzosen daraufhin Phosgengranaten, auf deren Wirkung und Spätfolgen die größte Anzahl an Gastoten während des Ersten Weltkrieges zurückgeht [32]. Zu dieser Zeit wurden die ersten Gasmasken entwickelt [32]. Das britische Militär meldete ab September 1916 den Einsatz eigener Gaskampfmittel [103]. Bis zum Kriegsende wurden insgesamt 113 000 t chemische Kampfstoffe eingesetzt [32].

Abb. 35 Unter Einsatz von Giftgas greifen deutsche Truppen in Ypern an, 1915 [41]



Durch die genannte Verwendung von Kampfgasen und die Anwendung von Bergwerkstechnologie für den Bau unterirdischer Höhlen- und Stollensysteme als Bunker und Unterstände während des Ersten Weltkriegs wurden Gasschutz- und Rettungsgeräte erforderlich [28].

Obwohl die Möglichkeit einer Gasabwehr theoretisch gegeben war, da anwendbare Grundgesetze der Chemie und Physik vorhanden und notwendige Prinzipien geläufig waren, war zu Beginn des Krieges keiner der kriegsführenden Staaten mit ausreichenden Gasschutzvorrichtungen versehen.

Erst im Laufe der Bekämpfungen wurden Gasschutzmaßnahmen unter dem Zwang der chemischen Kampfmittel entwickelt. Dabei kam es darauf an, einen Schutz zu schaffen, der die Soldaten gegen die chemischen Angriffe schützte und es ihnen dabei ermöglichte, sich frei zu bewegen und zu kämpfen [40].

III.2.3 Gasschutzmaske und Sauerstoffrettungsgerät

Wie bereits dargestellt wurde, waren bereits vor Kriegsausbruch im Jahre 1914 freitragbare Sauerstoffgeräte hergestellt worden, die allerdings besonders für die Rettung im Bergbau entwickelt worden waren. In der alliierten Presse wurde häufig die Meinung vertreten, die Vormachtstellung Deutschlands in der Entwicklung der Rettungsgeräte sei bereits zu Friedenszeiten ein Ausdruck der langfristigen Vorbereitung eines Gaseinsatzes im Krieg gewesen. Doch erwiesen sich auch die von den deutschen Truppen während des Gasangriffes in Ypern verwendeten Schutzmittel als unzureichend. Die Frage des Gasschutzes gewann von diesem Tag an lebhaftes Interesse von allen Seiten der Kriegsparteien.

Da den alliierten Truppen jegliche Kenntnis und Vorsorge auf dem Gebiet der Gasabwehr fehlte, versuchten sie zu improvisieren und verdeckten zum Beispiel ihre Gesichter nach Empfehlung von Professor Dr. J. S. Haldane mit in Urin getränkten Tüchern [40].

Auch die deutsche Armee wies als sogenannte „Atemschützer“ nur mit Natriumthiosulfat getränkte Wattebausche auf, die gegen konzentrierten Chlorgas jedoch nutzlos waren. Bereits am 25. April 1915, drei Tage nach dem Angriff auf Ypern, besaßen auch die Alliierten diese Atemschützer, die als erste Form der Gasmaske gelten [40]. Durch Tierversuche kam man auf die Idee, den „**bottle- respirator**“ einzusetzen. Es war nämlich beobachtet worden, dass Schweine, die über längere Zeit einem Gas exponiert waren, kaum nennenswerte Schäden erlitten. Dies wurde darauf zurückgeführt, dass sie sich sofort

mit der Schnauze in die feuchte Erde wühlten. Der daraufhin konstruierte „bottle-respirator“ bestand nur aus einer Flasche ohne Boden, deren Bauch mit feuchter Erde angefüllt war. Die der Gasgefahr ausgesetzten Soldaten nahmen also bei Bedarf die Flaschenöffnung in den Mund, verschlossen ihre Nasenlöcher und atmeten durch die feuchte Erde [37]. Die Erde absorbierte so zumindest Teile der Giftgase. Das Grundprinzip der Absorption wird bis heute noch bei der Herstellung von Gasmasken verwendet. Durch die Verwendung von Absorbentien, wie zum Beispiel aktiver Holzkohle, werden durch die Oberflächeneigenschaften Gasteilchen wie ein Schwamm aufgesaugt [40].

Natürlich wurde weiterhin fieberhaft an der Weiterentwicklung von Gasschutzgeräten und -masken gearbeitet.

Gasschutzmaske und Sauerstoffrettungsgerät unterscheiden sich vor allem darin, dass durch die Gasmasken die vergaste Luft durch einen Filter oder ein Absorptionsgerät wieder benutzbar gemacht wird, während dem Menschen durch das Sauerstoffrettungsgerät von der Außenluft abgeschnittener reiner Sauerstoff aus einem Stahlzylinder zugeführt und die Kohlensäure der Ausatemluft gebunden wird [28, 40].

Die **Gasschutzmaske**³⁵ hatte die offenkundigen Vorteile, dass die Herstellung billig, die Verwendung handlich und insgesamt weniger hinderlich war als das relativ schwere Sauerstoffschutzgerät. Außerdem musste kein Sauerstoff mitgeführt werden. Allerdings waren die Filter nur spezifisch verwendbar – Kohlenstoffdioxid und Blaukreuzkampfstoffe³⁶ wurde überhaupt nicht gebunden, für den Schutz vor Blausäure und Chlorkipkrin waren spezielle Einsätze erforderlich. Darüber hinaus reichte bei einer Gaskonzentration, die 88% in der Atemluft überstieg³⁷, der Sauerstoffgehalt für die Atmung nicht mehr aus [40].

Das **Sauerstoffrettungsgerät** dagegen gewährte als Isoliergerät Schutz gegen alle Inhalationsgase einschließlich Kohlensäure, unabhängig von deren Konzentration in der Außenluft, da der Sauerstoff direkt aus den Geräten zugeführt wurde [40]. Sie schützten allerdings nicht gegen sogenannte Kontaktgase, die über die Haut, beziehungsweise über die Schleimhäute, aufgenommen werden. Trotzdem war eine Ausrüstung aller Soldaten mit Sauerstoffrettungsgeräten nicht möglich, da die Herstellung teuer, die Geräte schwer und unhandlich waren und das Anlegen viel Zeit kostete. Hinzu kamen die aufwendige Wartung und die hohe Empfindlichkeit der Geräte. Außerdem war der Sauerstoffvorrat

³⁵ Gasschutzmasken werden auch „Gasschutzfiltergerät“ genannt.

³⁶ Blaukreuzkampfstoffe ist eine Bezeichnung für chemische Zusammensetzungen, die sehr reizend auf den Atemtrakt wirken. Der Name entstand durch die Kennzeichnung dieser Chemikalien mit einem blauen Kreuz im Ersten Weltkrieg. Zugehörige Stoffe sind z.B. Adamsit und Diphenylarsinchlorid [46].

³⁷ Dieser Sättigungsgrad wurde während des Krieges beim Gaswerfen erreicht.

begrenzt und es war umständlich, während des Gefechts den verbrauchten Sauerstoffzylinder und die Kalipatrone auszuwechseln. Des Weiteren beinhalteten Sauerstoffflasche und – ventile auch ein Sicherheitsrisiko: Durch Gewalteinwirkung wie heftige Stöße oder Projektile konnten Explosionen und Brände ausgelöst werden .

Die Kriegsparteien entschieden sich schließlich, jeden Soldaten mit Gasmasken und einige Spezialeinheiten, darunter vor allem die Sanitätsdienste, mit tragbaren Sauerstoffschutzgeräten auszurüsten [40].

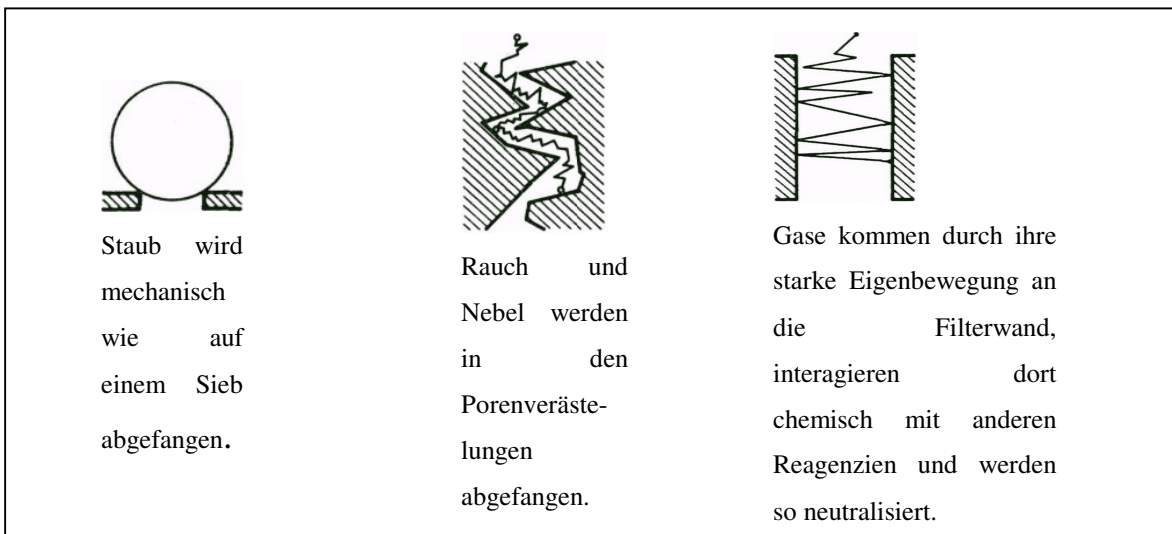
III.2.4 Die Gasschutzmaske

Die erste und primitivste Form der Gasmasken stellte der schon erwähnte „Atemschützer“ dar, ein mit Natriumthiosulfat getränkter Wattebausch. Dessen Nachfolger war der sogenannte „Nasenschützer“, der mithilfe einer Halterung am Gesicht befestigt wurde, sodass er nicht mehr wie der Atemschützer mit der Hand gehalten werden musste. Die Anpassung dieser Maske an die Nasenform bereitete jedoch Schwierigkeiten und der Schutz gegen die chemischen Angriffstoffe reichte nicht aus. So wurde an weiteren Entwicklungen gearbeitet [40]. Dabei musste eine möglichst einfache, im Kampf nicht störende Handhabung, sowie ein Schutz gegen so viele chemische Substanzen wie möglich berücksichtigt werden.

Bei der Wahl der Filtereinsätze unterschieden sich die Alliierten von den Deutschen. Während die Ersten zunächst feuchte Filter verwendeten, nutzten die Deutschen von Beginn an Trockenfilter [40]. Die von den Filtern abzufangenden Gasteilchen besaßen eine Größe von etwa 10^{-7} cm, so dass sie mit der Porengröße eines gewöhnlichen Staubfilters, wie sie schon in der Vorkriegszeit in der Industrie benutzt worden waren, nicht aufgefangen werden konnten [40].

Eine weitere Möglichkeit zum Abfangen von sehr reaktionsfähigen Reagenzien bestand darin, entsprechende Chemikalien in die Wand des Filters einzusetzen. Dafür wurden zum Beispiel Alkalien gegen Säuren, Natriumthiosulfat gegen Chlor, Urotropin gegen Phosgen und basisches Nickelacetat gegen Blausäure eingesetzt, wodurch die giftigen Chemikalien durch chemische Reaktionen unschädlich gemacht wurden [40]. Die folgende Abbildung 36 verdeutlicht, dass die Gase, obwohl sie nur kurz im Filter verbleiben, aufgrund ihres Aggregatzustandes durchaus mit den Porenwänden des Filters in Berührung kommen [40].

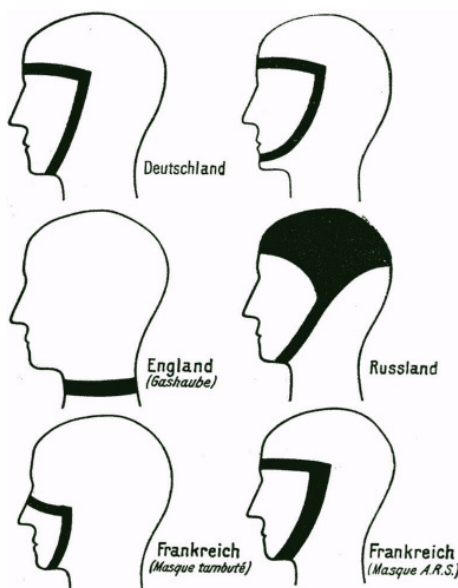
Abb. 36 Wirkungsweise von Atemfiltern [15]



Im Herbst 1915 wurde die „**deutsche Heeresschutzmaske 1915**“, eine Linienmaske, die als Halbmaske gleichzeitig Mund, Augen und Nase bedeckte, eingeführt. Die Dichtung verlief über Stirn, Schläfen, Wangen und unter dem Kinn [40]. Diese Dichtungslinie wurde von den deutschen Konstrukteuren beibehalten. Die späteren Masken der Franzosen, Amerikaner und Engländer wiesen eine erhebliche Übereinstimmung mit dieser Linie auf [40]. Die deutliche Ähnlichkeit zwischen der deutschen und der französischen Gasschutzmaske ist auf der nachstehenden Abbildung 37 sichtbar.

Dieses ist wiederum ein Beispiel für die steigende Tendenz, deutsche (Dräger-) Entwicklungen zu kopieren.

Abb. 37 Dichtungslinien der Gasschutzmasken der verschiedenen Staaten im Ersten Weltkrieg [40]



Die deutsche Gasschutzmaske war in einen Teil aus gasundurchlässiger imprägnierter Baumwolle und einen einschraubbaren Filter gegliedert. Die Augengläser bestanden aus Zellon, das sowohl unzerbrechlich als auch feuerbeständig war [42]. Durch sogenannte „Wischfalten“, Stofffalten beidseits der Augengläser, konnten die Soldaten gegebenenfalls auch von innen beschlagene Gläser putzen, ohne die Maske dazu abnehmen zu müssen. Die Masken wurden mit elastischen Gummibändern am Hinterkopf fixiert. Durch ein Trageband konnte

man die Maske vor der Brust hängen lassen, um sie bei Bedarf schnell aufzusetzen [42]. Der Filter barg den Vorteil, dass nicht die Maske an sich ausgetauscht werden musste, sondern nur der entsprechend benötigte Einsatz ersetzt wurde [42]. Ab 1917 waren alle in den Krieg verwickelten Nationen mit Atemschutzmasken ausgerüstet, in denen die Luft in Aktivkohlefiltern gereinigt wurde [41].

Abb. 38 Gasschutzmittel der Entente (1, 3, 5: Frankreich, 2: Großbritannien, 4: Russland) im Ersten Weltkrieg [40]



Das Drägerwerk Lübeck wurde durch die Herstellung der Gasmasken während des Ersten Weltkriegs zu einer festen Größe der deutschen Rüstungsindustrie [87].

Abb. 39 Fertigung von Masken im Drägerwerk 1916 [15]



Vom Drägerwerk wurden während des Ersten Weltkriegs vor allem Atemschutzgeräte und zwei Millionen Gasmasken für die Ausstattung des kaiserlichen Heeres angefordert [30]. So wurden von 1914- 1918 von den Drägerwerken Lübeck auch hauptsächlich Masken und Gasfilter für den Schutz der Soldaten entwickelt und produziert [103].

Abb. 40 Transport von Masken aus dem Drägerwerk Lübeck, 1917 [15]



Unter der wachsenden Nachfrage an Atemschutzgeräten und Gasmasken wuchs der Betrieb beträchtlich:

„Die Belegschaft vergrößert sich von 300 auf 2000 Mitarbeiter, neue Gebäude werden errichtet, die Produktion, bisher noch von handwerklichen Strukturen geprägt, wird der Massenproduktion angepasst. Der Krieg verwandelt das Unternehmen im Zeitraffer in einen leistungsfähigen industriellen Betrieb“ [26].

Der Umsatz der Firma, der schon 1913 zwei Millionen Reichsmark betrug, steigerte sich weiter [30].

Abb 41 Maskenlager im Drägerwerk Lübeck, 1916 [15]



Abb. 42 Maskenfertigung im Drägerwerk Lübeck, 1917 [15]



III.2.5 Der Selbstretter Dräger- Tübben 1913

Während des Ersten Weltkriegs wurde in Deutschland, Frankreich, England und Österreich- Ungarn die Entwicklung von Kleingeräten für Lungenkraftantrieb vorwärtsgetrieben. Dabei wurde dieses System nun auch auf Gasschutzgeräte mit einer Gebrauchsdauer von zwei bis drei Stunden übertragen [35].

Durch Zusammenarbeit von Bernhard Dräger mit dem Bergbau- und Geowissenschaftler Professor Dr. Ludwig Tübben (1869-1946) von der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg [70] entstand 1913 der „**Selbstretter Dräger-Tübben 1913**“. Die Konstruktion wurde durch Tübben während des Zweiten Internationalen Rettungskongresses in Wien angeregt. Dieses Modell wurde allerdings noch nicht im Bergbau eingeführt, da es nicht für größere, langdauernde Rettungsaktionen konstruiert war [28].

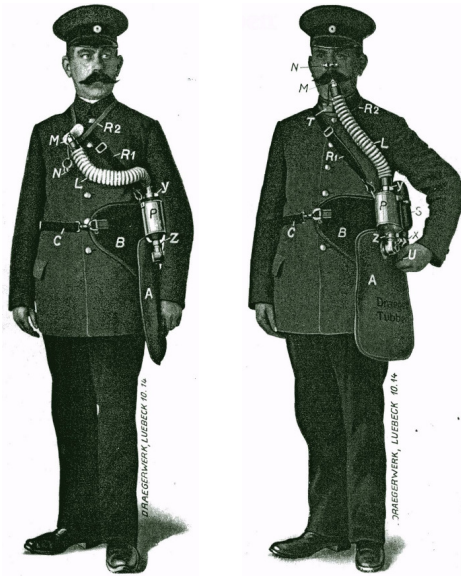
Seine Weiterentwicklung, der „**Selbstretter Dräger- Tübben 1914**“, (siehe Abbildungen 43-45) wurde während der Gaskämpfe im Ersten Weltkrieg von den mitteleuropäischen Mächten, vor allem von den deutschen Truppen, verwendet [35, 80]. Um den Ansprüchen an der Kriegsfront zu genügen, wurde der Selbstretter mit einer größeren Kalipatrone für den Kohlendioxidfang ausgerüstet [28]. Im Wesentlichen bestand der „Selbstretter Dräger-Tübben 1914“ aus einem Atmungssack, einem Sauerstoffzylinder mit einem Volumen von 0,4 Litern, einer Kalipatrone und einem Atmungsschlauch mit Mundstück. Der Lungenkraftantrieb wurde durch das Prinzip der Pendelatmung bewegt [40]. Diese Tatsache unterscheidet diesen Selbstretter von den meisten anderen Systemen, die durch Lungenkraftantrieb mit Kreissystem funktionierten.

Der Träger des Gerätes atmete aus einem Atmungssack durch eine Patrone ein und wiederum durch dieselbe Patrone in den Atmungssack aus. Dieser Sack konnte durch Öffnen des Zylinderventils mit Sauerstoff gefüllt werden. Die Patronenfüllung enthielt Kalium- und Natriumoxydkörner zum Binden von Wasserdampf und Kohlendioxid aus der Atemluft.

Ein Soldat konnte das Gerät während eines Marsches in normalem Tempo etwa 45 Minuten lang benutzen, bei starker körperlicher Arbeit dementsprechend weniger. Nach Austausch der verbrauchten Kalipatrone und des Sauerstoffzylinders konnte der Selbstretter sofort wieder in Betrieb genommen werden [40].

„Im Laufe des ersten Weltkriegs wurden über 100 000 Selbstretter Dräger- Tübben verausgabt“ [40].

Abb. 43, 44 Selbstretter Dräger- Tübben, S-Typ, gebrauchsfertig angelegt (links), in Gebrauch (rechts) 1914 [27]

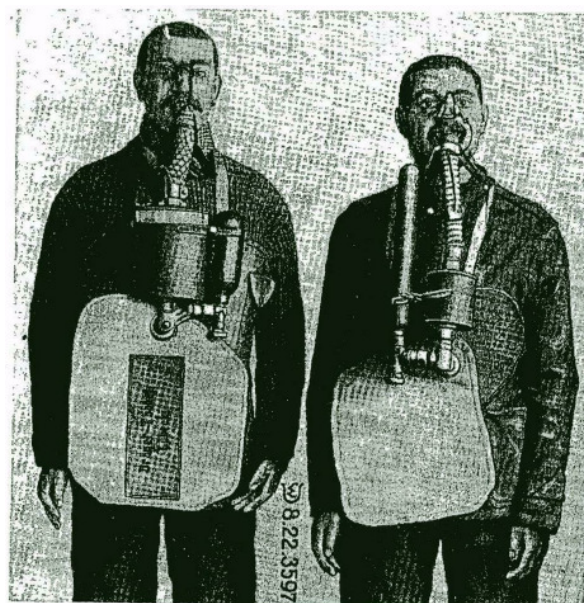


Dem „Selbstretter Dräger- Tübben“ wurde mehr Aufmerksamkeit aus den Kreisen des Rettungs- und Sicherheitsdienstes geschenkt, als vorauszusehen war [27]. Das Gerät wurde auch in Grubenbetrieben und bei Feuerwehren eingeführt. Durch diese Erweiterung des Anwendungsgebietes wurde der Selbstretter ab 1914 in zwei Typen gebaut, als „B- und S- Typ“. Diese unterschieden sich nur durch ihre Haltevorrichtungen. Während der 3,8 kg schwere „S- Typ“ als Schnurbündel an der linken Körperhälfte getragen wurde, war der

„B- Typ“ als Brustbündel konzipiert [27]. Die große internationale Bedeutung des Gerätes zeigt sich darin, dass Frankreich, England, Deutschland und Österreich durch den Selbstretter zu Weiterentwicklungen angeregt wurden. So wurde in Frankreich der Selbstretter „Appareil Type Draeger“ (siehe Abbildung 45), eine Nachbildung des Dräger- Tübben- Gerätes, in Regie des Ministère de l` Armement hergestellt. Im Jahre 1919 wurde das Gerät vom Etablissement Central du Material Chimique de Guerre, also dem zentralen Komitee für chemisches Kriegsmaterial, im großen Ausmaß ins neutrale Ausland exportiert [35].

Abb. 45 Selbstretter Dräger- Tübben Modell 1914 [35]

Links: Originalgerät, rechts: Französische Nachbildung Appareil Type Draeger



III.2.6 Heeres- Sauerstoff- Schutzgerät Dräger 1916

Ein weiterer von Dräger entwickelter Selbstretter war das „**Heeres- Sauerstoff- Schutzgerät (HSS- Gerät) Dräger 1916**“. Dieses war ein leichtes Einstundengerät, das ohne Injektor betrieben wurde und ein Gewicht von 7,5 kg hatte [35].

Abb. 46 Heeres- Sauerstoff- Schutzgerät Dräger 1916 [28]



Die Sauerstoffversorgung erfolgte bei diesem Gerät manuell durch Auslösen eines Druckknopfventils. Der Selbstretter ließ sich je nach Fabrikation auf der Seite oder auf dem Rücken tragen und ermöglichte eine Beatmungszeit von 45 Minuten [35]. Zur Zeit des Ersten Weltkrieges wurden 16000 dieser HSS- Geräte während der Gaskämpfe benutzt. Es zählte zur Kriegsausrüstung der deutschen Feldheere [28, 35]. Geübte Truppen konnten mit diesem Gerät sowohl unter- als auch überirdisch stark körperlich arbeiten und anstrengende kurze Märsche überstehen [40]. Die Selbstretter Dräger- Tübben und HSS- Gerät konnten auch in

Verbindung mit der (oben genannten) deutschen Gasmaske getragen werden [40].

III.2.7 Mund- und Helmatmung

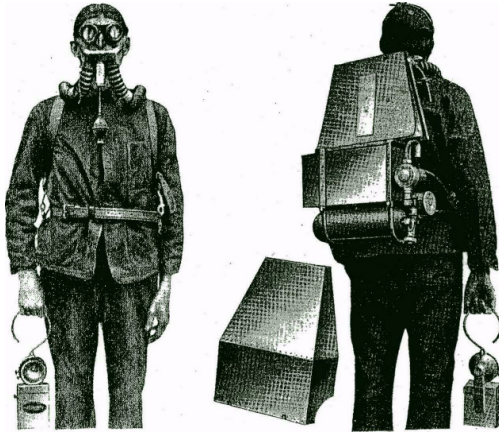
Obwohl die meisten von Dräger entwickelten Sauerstoffatmungsapparate sowohl für die Helm-, als auch für die Mundatmung verfügbar waren, wurden insgesamt mehr für die Helmatmung geeignete Geräte produziert. Die Bevorzugung der Helmatmung hatte folgende Gründe: Der Helm stellte gleichzeitig einen Kopfschutz sowie einen Schutz gegen Wärmestrahlung dar. Weiterhin war die Helmatmung für eine bessere Kommunikation geeignet [28]. Des weiteren diente der Helm natürlich auch als Schutz vor Reizungen der Haut.

III.2.8 Das Gasschutzgerät des Systems Gibbs 1917/ 1923

Das Gasschutzgerät „**Gibbs 1917/ 1923**“ wurde während des Ersten Weltkrieges von Dr. William Edward Gibbs (geb. 1861 [35], Sterbedatum nicht bekannt) entwickelt und von der American Atmos Corporation Pittsburgh (die aus der Dräger- US- Tochterfirma „Draeger Oxygen Apparatus Co.“ hervorging!) hergestellt. Es handelt sich um ein

lungenautomatisches Gerät mit positivem Druck, welches ausschließlich über Mundatmung funktionierte [35].

Abb. 47 Das Gasschutzgerät Gibbs (1918) [35]



Sauerstoffzylinder und Regenerator sind in ein Aluminiumgestell montiert, das mit zwei Traggurten auf dem Rücken getragen wird. Über dem Regenerator liegen Atmungssack und Kühler, der mit dem Atmungssack in Verbindung steht. Die Sauerstoffdosierung des Druckreduzierventils ist in ein Messingrohr gerichtet, das den Sauerstoffstrom in die Ausatemkammer des Kühlers leitet. In einem neueren Modell des Gerätes fließt der Sauerstoffzustrom unmittelbar in die Einatemkammer des Kühlers. Die Funktion des Druckreduzierventils wird durch das lungenautomatische Sauerstoffspeiseventil reguliert. Wenn das Sauerstoffspeiseventil geschlossen ist, dehnt der im Druckreduzierventil ansteigende Druck den Blasebalg des Druckreduzierventils aus; infolgedessen zieht der Blasebalgdeckel an der Zugstange im Ventil und betätigt dadurch die Ventilhebel, so dass der Sauerstoffzustrom aus dem Stahlzylinder abgestoppt wird. Gleichzeitig öffnet der im Druckreduzierventil ansteigende Druck die Zuströmöffnung zum Sauerstoffspeiseventil. Das Sauerstoffspeiseventil wird vom Atmungssack betätigt. Sobald der Atmungssack wieder genügend gefüllt ist, schließt sich das Sauerstoffspeiseventil wieder. Es lässt je nach Bedarf 0,5 bis 3 l Sauerstoff in der Minute ausströmen. Auf dem Wege vom Druckreduzierventil zum lungenautomatischen Sauerstoffspeiseventil passiert der Sauerstoff ein Sicherheitsventil. Das Hochdruckkontrollfinimeter ist für den Träger nicht sichtbar. Es ertönt jedoch ein Alarmzeichen, sobald der Druck im Stahlzylinder auf 30 at sinkt. Der positive Druck im Gibbs- Gerät wird durch den das lungenautomatische Sauerstoffspeiseventil betätigenden, belasteten Hebel hervorgerufen. Der Antrieb der Luftzirkulation geschieht durch Lungenkraft. Die Arbeitsdauer des 14,85 kg schweren Gerätes beträgt 3 Stunden [35].

Der „Gibbs 1917/1923“ wurde also von der amerikanischen Nachfolgefirma Drägers gebaut und beinhaltete mit dem Hochdruckfinimeter außerdem ein von Dräger entwickeltes Bauteil.

III.2.9 Das Gasschutzgerät des Systems Paul 1918/ 1923

Das Modell „Paul 1918/23“ stellt ein weiteres in den USA entwickeltes Gasschutzgerät dar, welches von James Washington Paul³⁸ vom Bureau of Mines, Pittsburgh erfunden und ebenso wie das Modell „Gibbs“ von der Nachfolgefirma der „Draeger Oxygen Apparatus Co.“, der American Atmos Corporation Pittsburgh, hergestellt wurde. Das Gerät fand seine Verbreitung vor allem in England, den USA und Mexiko und war einer der Marktführer im angloamerikanischen Raum [35].

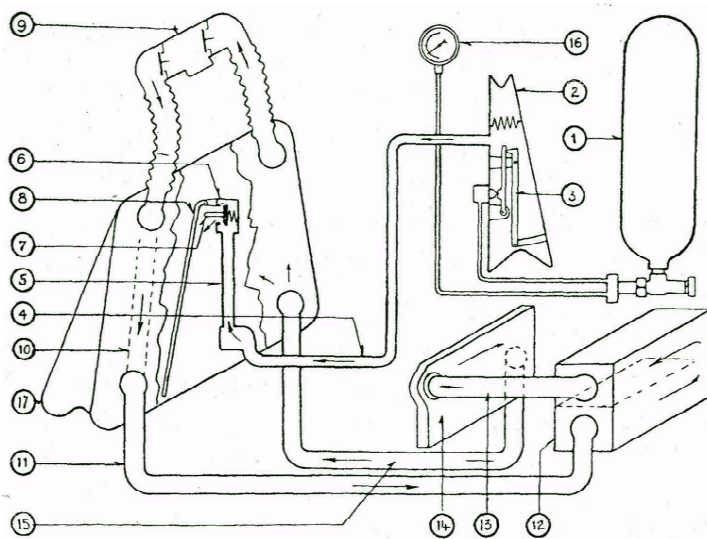
Das Modell war zur Zeit seiner Herstellung das einzige bekannte lungenautomatische Gasschutzgerät, bei dem der Atmungssack nicht auf den Rücken des Geräteträgers, sondern auf dessen Brust verlegt wurde. Einige Bestandteile der Konstruktion, so zum Beispiel die Mundatmungsteile, die Anwendung des Finimeters und der nachträgliche Einbau eines Bypass- Ventils sind stark an die Konstruktionen von Dräger angelehnt [35]. So findet sich beispielsweise die adaptierte Steuerung des Sauerstoffbedarfs auch bei einigen Drägergeräten.

Abb. 48 Das Gasschutzgerät Paul 1918/1923 [35]



³⁸ Die Lebensdaten James Washington Pauls sind nicht bekannt. Er war der erste Grubeningenieur beim Bureau of Mines in Pittsburgh und Mitglied des Amerikanischen Institutes für Bergwerksingenieure [35].

Abb. 49 Allgemeines Wirkschema des Gasschutzgerätes Paul 1918/ 1923 [35]



- | | | |
|-----------------------------------|---|--|
| 1: Stahlzylinder | 2: Blasebalg | 3: Sauerstoffbetriebsventil (Druckreduzierventil) |
| 4: Sauerstoffspeiseleitung | 5: Sauerstoff- Bedarfleitung (Sauerstoff- Frischgas- Kompensationszufuhr) | |
| 6: Sauerstoffspeiseventil | 7: Ventilstift | 8: Hebel 9: Atmungskammer 10, 11: Atmungsschläuche |
| 12: Kalipatrone | 13: Zuleitung zur Gaskühlung (Zuleitung zur Kühlung des Gassystems) | 14: Kühler |
| 15: Einatmungsverbindungsschlauch | 16: Druckmessgerät | 17: Atmungssack |

Die Steuerung des Atmungskreislaufes erfolgt durch Ventile. Der Sauerstoff gelangt aus dem **Stahlzylinder i** zu dem selbstregulierenden Betriebsventil (einem Druckreduzierventil). Von hier strömt er durch die **Sauerstoffspeiseleitung 4** zu dem eigentlichen **Sauerstoffspeiseventil 6** (lungenautomatisches Ventil), das sich im **Atmungssack 17** befindet. Bei der Einatmung fällt der Atmungssack zusammen und seine Außenwand drückt auf den **Hebel 8**, der nun den **Ventilstift 7** zurückdrängt und damit das Sauerstoffspeiseventil 6 öffnet. Durch den Sauerstoffstrom wird im **Sauerstoffbetriebsventil 3** (Druckreduzierventil) ein Unterdruck erzeugt, das heißt, der **Blasebalg 2** des Betriebsventils klappt zusammen und öffnet damit den Sauerstoffzustrom aus dem Stahlzylinder i. Der Sauerstoff strömt jetzt in den Blasebalg 2 des Betriebsventils 3, von hier durch die Sauerstoffspeiseleitung 4 in das Sauerstoffspeiseventil 6 und wird von diesem dem Atmungssack 17 zugeführt. Sobald der Atmungssack 17 bis zu $\frac{2}{3}$ seines Fassungsvermögens gefüllt ist, wird der Druck der Sackwand aufgehoben und das Ventil schließt sich. Der jetzt noch aus dem Stahlzylinder i nachströmende Sauerstoff bläst den Blasebalg 2 des Betriebsventils 3 auf. Durch diesen Vorgang wird nach Erreichung eines bestimmten Überdruckes das Betriebsventil 3 geschlossen; der Sauerstoffstrom ist damit unterbrochen. Der Vorgang beginnt automatisch von neuem, sobald der Atmungssack soweit entleert ist, dass seine Außenwand wiederum einen Druck auf den Hebel 8 des

lungenautomatischen Sauerstoffspeiseventils ausübt. Die für die Kohlensäureabsorption tätige **Kalipatrone 12** ist mit Kalium- oder Natriumhydroxyd gefüllt. Das Gerät verfügt über einen Sauerstoffzylinder von ca. 2 Liter Raum, in dem hochprozentiger Sauerstoff unter einem Druck von 150 at aufgespeichert wird, gleich einer Sauerstoffvorration von

300

l

[35]

III.3 Gasschutzgeräte aus Großbritannien (Hersteller Siebe Gorman)

III.3.1 Die Firma Siebe Gorman

Ein bedeutender Konkurrent in der Herstellung von Rettungsgeräten war die Firma Siebe Gorman aus Großbritannien. August Siebe (1788-1872), ein deutscher Artillerieoffizier, emigrierte nach der Schlacht von Waterloo (1815) nach Großbritannien. Siebe verwaltete sein Geschäft zusammen mit seinem Schwiegersohn William Gorman, so dass seine Firma den Namen Siebe Gorman erhielt. Ab 1840 errang die Firma schließlich einen internationalen Ruf als Hersteller von Tauch- und Rettungsgeräten [51, 73]. Prof. John Scott Haldane arbeitete unter anderem mit Sir Robert H. Davis³⁹ (1870-1965) an der Entwicklung von Sauerstoffrettungs- und später Tauchgeräten für Siebe Gorman. Als William Gorman im Jahre 1904 starb, wurde Sir Robert H. Davis „managing director“ der Firma [68]. Nach der Firmenfusion von BTR und Siebe 1999 trägt die Firma heute den Namen Invensys [51, 69].

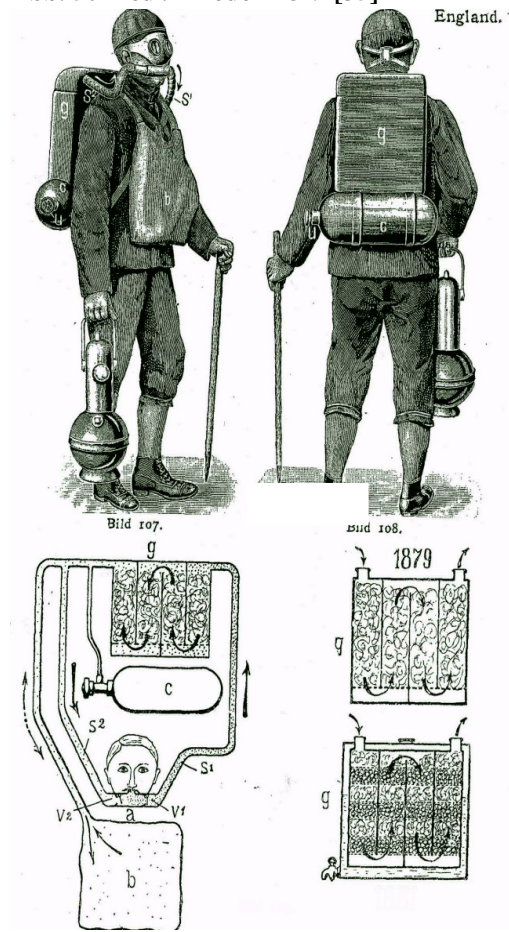
III.3.2 Fleuß- Modell 1879

Im Jahre 1879 konstruierte Henry A. Fleuß (geb. 1851, Sterbedatum nicht bekannt [35]), ein deutscher Offizier der englischen Handelsmarine [50] den ersten praktisch verwendbaren Sauerstoffrettungsapparat, das Gasschutzgerät „**Fleuß- Modell 1879**“ [35]. Nachdem er bei Taucharbeiten zugesehen hatte, begann er darüber nachzudenken, ob es nicht möglich sei, den Taucher vom Luftzuführungsschlauch von der Oberfläche zu befreien. Er trat in die Firma Siebe, Gorman & Co ein und unternahm Versuche, um zu beweisen, dass die Atmung unverdünnten Sauerstoffs über Stunden unschädlich sei [35]. Er benutzte eine wasserdichte Gummigesichtsmaske und einen Atmungsbeutel, die an einen kupfernen Sauerstoffbehälter angeschlossen wurden. Als Auffang für das Kohlendioxyd benutzte er Seilgarn, das in eine Lösung der ätzenden Pottasche getränkt wurde. Er prüfte seine neue Vorrichtung selbst etwa eine Stunde lang einem Wassertank [43]. Später tauchte er damit in einer Bucht bis zu 5,5 m tief [95]. So wurde Fleuß zum ersten Taucher, der ein in sich geschlossenes Unterwasseratemgerät (engl. SCUBA) benutzte [43, 50]. Nach seinen Untersuchungsergebnissen fertigte er den „Fleuß 1879“, an,

³⁹ R. H. Davis wurde 1895 Direktor von Siebe Gorman & Co, London [35].

welcher als Lungenkraftgerät sowohl mit Mund- als auch mit Maskenatmung ausgerüstet war.

Abb. 50 Fleuß- Modell 1879 [35]



c = Sauerstoffzylinder g = Regenerator b = Atmungssack
 S² = Einatmungsschlauch S¹ = Ausatmungsschlauch
 C = Zylinder V¹ = Ausatmungsventils
 S² = Einatmungswege V¹ = Einatmungsventil

Fleuß sagte über seine Entwicklung: „Apparat, um Personen in den Stand zu setzen, in verdorbener Luft zu verweilen“ [23].

Dieses Gerät war in Deutschland⁴⁰ und England⁴¹ verbreitet [35]. Der „Fleuß 1879“ gewann als einfaches Lungenkraft- und Mundatmungsgerät vor allem in der Tauchtechnik an großer Bedeutung [72]. Um die Wirksamkeit seines Apparates zu zeigen, ging Fleuß 1880 in einen geschlossenen Raum, in dem über fünf Kilogramm Schwefel verbrannt wurden. „Er blieb eine Stunde darin und kam mit einem ganz roten Körper heraus, an dem

die Haut begann, sich abzuschälen. Unverdrossen begann er mit weiteren Untersuchungen“ [35].

Abb. 51 Henry Fleuß und Mannschaften mit dem Gerätetyp Fleuß Modell 1879 [35]



⁴⁰ Einsatz in Deutschland z.B. 1885 auf der Grube Maybach, Saarbrücken [21].

⁴¹ Einsatz in England z.B. 1881 auf der Seaham Colliery [21].

III.3.3 Fleuß-Davis- Modell 1907 („Proto“)

Im Jahre 1907 stellten Henry Albert Fleuß, R.H. Davis und Prof. Dr. Leonard Hill⁴² (1866-1952) ein neues Gasschutzgerät mit Lungenkraftantrieb her, das „Fleuß- Davis- Modell 1907“, genannt „Proto“⁴³ [21, 77].

Der „Proto“ basierte auf der Konstruktion des Modells von 1879. So war es ebenso wie sein Vorgänger sowohl für Masken-, als auch für Mundatmung ausgerüstet [35]. Daneben arbeitete der „Proto“ seit 1907 auch mit Reduzierventiltechnologie [92], die ursprünglich von der Firma Dräger entwickelt worden war. Außerdem waren den Herstellern natürlich die neuen, von Dräger 1904 mitentwickelten Erkenntnisse der Atemphysiologie bekannt.

In diesem Modell, dem übrigens zu der Zeit erfolgreichsten englischen Typ, erfolgte die Luftgeneration nach dem Prinzip des „Pneumatophor- Walcher- Gaertner“ im Atmungssack. Die Arbeitsdauer betrug 2 Stunden, die Sauerstoffdosierung 2 l/min [35].

Abb. 52 Gasschutzgerät „Proto“ (Fleuß- Davis) 1907 [35]

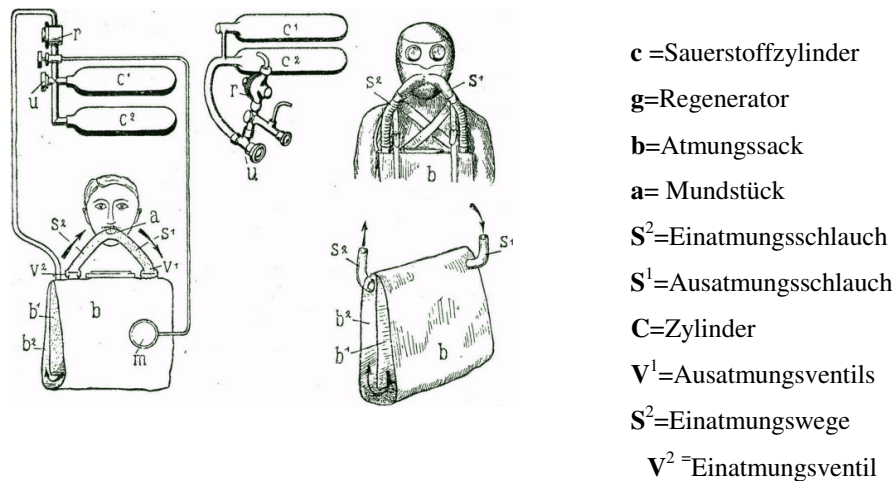


Das Gerät hatte ein Gewicht von 13 kg und war in England, Kanada, Australien, den USA und in Japan verbreitet [35].

⁴² Prof. Dr. Leonard Hill war Professor für Physiologie am London Hospital [59].

⁴³ Englischtes Patent Nr. 28586 A.D. 1906 [35].

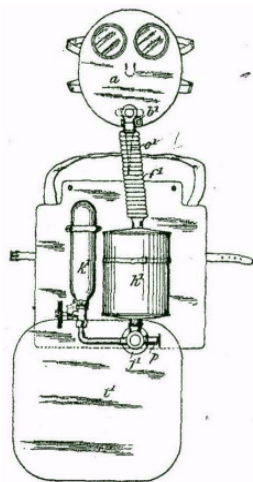
Abb. 53 Gasschutzgerät „Proto“ (Fleuß- Davis) 1907 [35]



III.3.4 Selbstretter Davis 1907

Im Jahre 1907 entwickelte Sir R. H. Davis für Siebe Gorman den „Selbstretter Davis“, welcher ebenfalls die für Drägers Selbstretter verwendeten Konstruktionsteile aufweist: Sauerstoffzylinder, Kalipatrone, Atmungssack und kurzen Mundatmungsschlauch [35]. Für das Gerät wurde der von Jaubert erfundene „Oxylit“ (s.o.) als Sauerstoffregenerator verwendet [74]. 1904 wurde das Patent am „Oxylith“ von Siebe Gorman aufgekauft [74].

Abb. 54 Selbstretter Davis, Siebe Gorman, London 1907 [35]



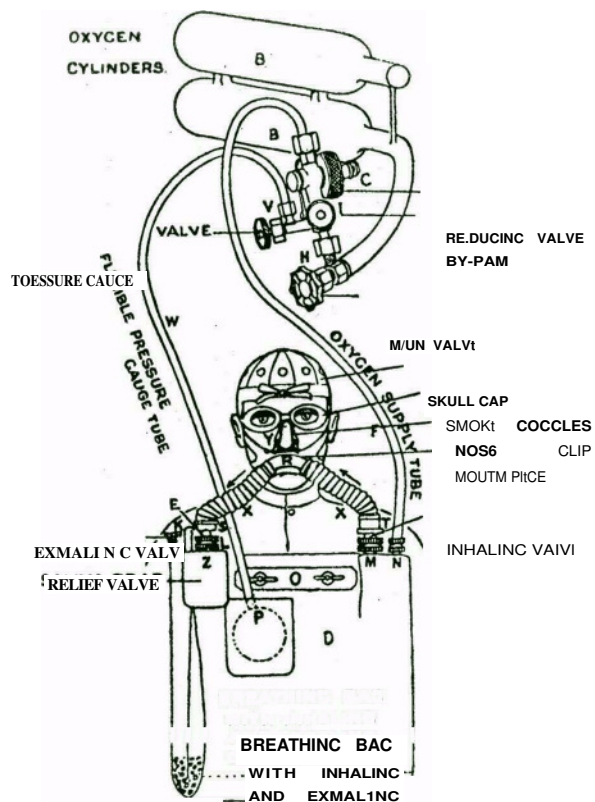
Das Besondere an dem „Oxylith“ bestand in der Verwendung von Sauerstoffreduzierventilen, die wiederum ursprünglich von Dräger entwickelt worden waren [74].

III.3.5 Fleuß- Davis- Modell 1912/1914 („Proto“)

Die Weiterentwicklung des Gasschutzgerätes „Proto“ von 1907 war das Fleuß- Davis- „Modell 1912/1914“ („Proto“) Dieses auch als „Verbesserter Fleuß“ bezeichnete Modell war als Lungenkraftgerät mit einfacher automatischer Sauerstoffdosierung analog dem

Vorläufermodell konstruiert und funktionierte ebenfalls mit Mund- und Maskenatmung [35]. Bei Rettungen in brennenden Häusern konnte der „Proto- Apparat“ zum weiteren Schutz mit einer angepassten Asbesthülle oder – schürze getragen werden [40]. Dieses 15 kg schwere Gerät fand seine Verbreitung in England, Kanada, Australien, den USA, Japan sowie in Russland und war nach dem Selbstretter Dräger- Tübben 1914 zu dieser Zeit am zweit häufigsten verbreitet [35]. Auf der folgenden Abbildung 55 wird das allgemeine Wirkungsschema des Gasschutzgerätes „Proto“ von Fleuß- Davis veranschaulicht [35].

Abb. 55 Allgemeines Wirkschema des Gasschutzgerätes „Proto“ 1918 [35]



III.3.6 Die Konkurrenz zwischen Dräger und Siebe Gorman

Die Dräger- Geräte waren in Großbritannien seit 1907 verbreitet, wobei sie zunächst in den walisischen Bergwerken Verwendung fanden [99]. Als während des Ersten Weltkrieges die Lieferung von deutschen Waren ins Ausland durch englische Blockaden erschwert wurde, war auch Dräger nicht in der Lage, benötigte Ersatzteile für Rettungsgeräte beispielsweise nach Amerika zu liefern [35]. Diese erschwerten Einfuhrbedingungen begünstigten natürlich unter anderen Konkurrenzunternehmen die Firma Siebe Gorman in ihrem Konkurrenzkampf mit den Drägerwerken, um den Vertrieb der Rettungsgeräte. Die

folgende Abbildung 56 zeigt die Inspektion der Rettungsstation Porth in Südwesten, Großbritannien, durch das britische Königspaar am 27.06.1912.

Abb. 56 Die Rettungsmannschaften auf Rhondda Valley, South Wales, 27.06.1912 [14]



Oben ist abgebildet, dass die Rettungsmannschaften mit Geräten der Firma Dräger ausgerüstet sind [18]. Die untere Abbildung zeigt dasselbe Bild, dass am 21.06.1913 in der Mining and Scientific Press erschienen ist. Die drei Personen rechts im Bild, die ursprünglich Dräger- Geräte trugen, sind eindeutig wegretuschiert und durch Personen ersetzt worden, die Geräte von Siebe Gorman tragen. Die Firma Siebe, Gorman & Company wirbt darunter für ihre Geräte [18].

Neben der Bereitschaft der Firma Siebe Gorman, Dräger- Geräte zu kopieren oder deren Funktionsprinzipien als eigene Erfindung zu verkaufen, illustriert dieses Bild recht eindrucksvoll, mit welchen Mitteln der Konkurrenzkampf damals, im Vorfeld des Ersten Weltkriegs, geführt wurde.

Folgende Quellen zeigen ebenfalls die Konkurrenz zwischen den beiden erfolgreichen Firmen:

Morris, der Geschäftsführer der Draeger Oxygen Apparatus Co in Pittsburgh, schrieb am 5. April 1915 einen Brief an Bernhard Dräger:

„Es ist Pittsburgh aufgrund der englischen Blockade, die eine Lieferung deutscher Waren nach den Vereinigten Staaten unmöglich macht und deren Länge sich nicht absehen lässt, wieder in die Lage gekommen,(...) (dass) sich eine Absendung deutscher Waren über neutrale Häfen als möglich herausstellte. Diese Möglichkeit ist jedoch nunmehr ausgeschlossen. Die Nichtlieferung von Ersatzteilen an Kunden, die solche zum Gebrauch ihrer Rettungsapparate nötig haben, würde in kürzerer Zeit die Vernichtung des amerikanischen Geschäfts, das durch die ständigen Angriffe und Konkurrenz des Fluß-Apparates, soweit wie Rettungsapparate in Frage kommen, und des Lungmotors, soweit wie der Pulmotor in Frage kommt, überaus erschwert haben" [7].

Ein Brief vom Drägerwerk an das Kriegsministerium vom 3.8.1915 geht weiter auf die Konkurrenz zwischen Dräger und Siebe Gorman ein:

„Eine englische Firma Siebe Gorman & C., die uns bisher sogar in England, obwohl sie dort in jeder Weise regierungsseitig gefördert wurde, unterlegen war, versucht schon seit Jahren in Amerika unter Ausnutzung ihrer englischen Beziehungen, einen Keil in die Verwendung unserer Apparate zu treiben. Der Krieg ist natürlich ein besonderer Hebel, dessen jene englische Firma sich geschickt bedient, um uns in Amerika wirtschaftlich zu verdrängen, indem sie mit einem gewissen Recht behauptet, sämtliche von uns in amerikanischen Bergwerken befindlichen Apparate müssten in kurzer Zeit außer betrieb gesetzt werden, weil es unmöglich sei, die deutschen Atmungspatronen, ohne die die Apparate nutzlos sind, während des Krieges aus Deutschland zu beschaffen, ganz zu schweigen von der Unmöglichkeit, auch Ersatzteile und neue Apparate aus Deutschland heranzuschaffen. Mit dieser Reklame haben die Engländer jetzt naturgemäß den besten Erfolg und je länger der gegenwärtige Zustand dauert, desto geringer ist die Aussicht, das verlorene Arbeitsgebiet später der deutschen Industrie zurückzugewinnen.

(...)

Aber es handelt sich um einen Kampf mit England um deutsche Wirtschaftsinteressen, und nach dem Krieg werden, je nachdem jener Kampf zu Gunsten der deutschen Industrie oder der englischen Industrie ausfällt, Millionen dem deutschen Wirtschaftsleben zufließen oder verloren gehen" [7].

Der Konkurrenzkampf zwischen Siebe Gorman und Dräger betraf neben den Rettungsgeräten auch Tauchgeräte, die von beiden Firmen erfolgreich hergestellt und vertrieben wurden.

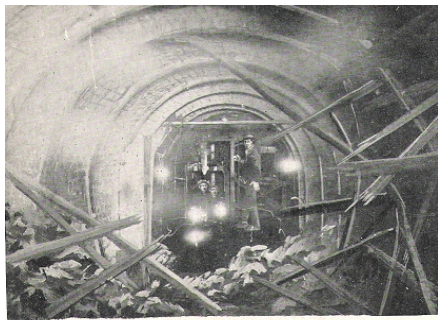
III.4 Der Einfluss der Drägerwerke auf das Grubenrettungswesen

Das Rettungswesen hat im Bergbau noch immer eine besondere Bedeutung, da die Verunglückten oft schwer erreichbar sind und die Rettung von Verletzten dadurch eine außerordentliche Herausforderung darstellt [79]. Zusätzlich stellt die Bergung und Rettung auch eine Gefährdung der Rettungsmannschaften durch giftige Gasdämpfe und ungesicherte Baukonstruktionen nach Explosionen dar. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts erhöhte sich die Aufmerksamkeit in bezug auf die Notwendigkeit eines funktionierenden Rettungswesens im Bergbau. Die Überzeugung, Grubenwehren besser auszurüsten wuchs sowohl durch die steigende Anzahl an Grubenunfällen, als auch durch die Zunahme der Entwicklung an funktionstüchtigen Sauerstoffschutzgeräten wie dem „Dräger-Apparat 1904/09“ [103].

III.4.1 Das Grubenunglück von Courrières 1906

Am 10.03.1906 kam es zu einer verheerenden Katastrophe in einer Grube in Courrières⁴⁴, Frankreich [10, 53].

Abb.57 Das Unglück von Courrières, Suchen der Opfer (1) 1906 [8]



Catastrophe de Courrières : Cage pour remonter les victimes

Abb. 58 Das Unglück von Courrières, Suchen der Opfer (2) 1906 [8]



*Catastrophe de Courrières : Sauveteurs à la recherche de leurs compagnons
10 Mars 1906. — 1200 victimes.
Reproduction interdite.*

⁴⁴ Courrières: Kleinstadt im nordfranzösischen Département Pas- de- Calais [47].

Eine Kohlenstaubexplosion und der folgende Grubenbrand führten zum Tod von 1099 der insgesamt 1800 beschäftigten Bergleute [10, 53].

Sofort kamen deutsche Rettungsmannschaften sowie die Pariser Berufsfeuerwehr zur Unterstützung nach Courrières. Während die 25 deutschen Grubenwehrleute der Ruhrgebietszechen Rheinelbe (Gelsenkirchen) und Shamrock (Herne) [53] der Bergwerksgesellschaft Hibernia unter der Leitung des Bergwerkdirektors Georg Albrecht Meyer [43, 74] mit den Westfalia- Geräten vom „Typ Shamrock „ausgerüstet waren [11, 50], setzte die Pariser Feuerwehr den „Dräger- Apparat Modell 1904/09“ ein [9, 10]. Am 28.03.1906 berichtete der Berichtersteller von „Le Journal“, der an der Unglücksstelle in Courrières anwesend war:

"Die in den Gruben Courrières an den Rettungsarbeiten beteiligten Feuerwehrleute aus Paris sind mit den Rettungsapparaten (...) Dräger ausgerüstet. Die Geräte tun Wunder!" [10]. „Die von Bernhard Dräger (1870-1928) persönlich nach Courrières gebrachten Atemschutzgeräte trugen maßgeblich dazu bei, dass die Folgen des Unglücks durch die Rettungs- und Bergungskräfte bewältigt werden konnten. Atemschutzgeräte wurden seitdem oft auch dort einfach nur Dräger genannt und fanden weite Verbreitung“ [99].

In der deutschen Presse verbreitete sich allerdings vor allem die Beteiligung deutschen Grubenwehren Rheinelbe und Herne, nicht die Wirksamkeit der Dräger- Geräte bei dem Grubenunglück [8, 9].

Elfriede Dräger schreibt in ihren Lebenserinnerungen:

„Das Grubenunglück von Courrières im Jahre 1906, bei dem ungefähr 1500 Bergleute ums Leben kamen, war für Heinrich und Bernhard Dräger der Anlass, in Zukunft an der Verbesserung von Rettungsgeräten noch intensiver zu arbeiten. Alle während des Unglücks geführten Gespräche in unserem Haus, besonders zwischen Heinrich und Bernhard Dräger, drehten sich fast nur noch um Courrières. (...) Überraschend schnell entschloss man sich auf Grund neuer Nachrichten dann nach Courrières zu fahren. (...) Unser Führer benachrichtigte ihren Leiter (den Leiter der Pariser Feuerwehr, die in Courrières mit den Dräger- Rettungsgeräten tätig waren, Anm. d.Verf.), dass Herr Bernhard Dräger aus Lübeck angekommen sei und ihn kennenzulernen wünsche. Mit raschen Schritten ging der Pariser auf meinen Mann zu, legte ihm beide Hände auf die Schultern und sagte: „Sie sind mein Bruder, mein Herr; sie sind gekommen, uns in einer schweren Stunde brüderliche Hilfe zu leisten. Ohne ihre Geräte wäre es schlimm um uns bestellt gewesen. Wir sind jetzt schon viele Tage auf der Grube. Schon in Paris waren wir mit ihren Geräten tätig, hatten

Vertrauen zu ihnen und konnten hier helfen, auch wenn es nur noch galt, Tote zu bergen und den völligen Zusammenbruch der Grube zu verhindern“ [25].

Bericht aus Courrières.

Bericht

über

einen 6tägigen Aufenthalt auf den Minen von Courrières zur Ermittlung der Anwendung von Dräger's Rettungsapparaten in den zerstörten Gruben

von

Bernh. Dräger.

Um die vielen Zeitungsberichte, die seit der Katastrophe bei Courrières über die Tätigkeit der Rettungsapparate, besonders in deutschen und englischen Zeitungen erschienen sind, auf ihre Richtigkeit zu prüfen, reiste ich am Freitag, den 6. April, zum Grubengebiet von Courrières. Ich stellte, ebenso wie meine Frau, welche mich dorthin begleitete, an Ort und Stelle in Billy-Montigny fest, dass seit Beginn der Katastrophe bis zum Tage meiner Abreise (13. April) mit Dräger's Rettungsapparaten ständig und mit Erfolg gearbeitet worden ist. Die betreffende Mannschaft ist einem Ingenieur mit Offiziersrang unterstellt. Da den französischen Offizieren durch Reglement verboten wird, über die Wirksamkeit der von ihnen benutzten Einrichtungen Mitteilungen an die Öffentlichkeit gelangen zu lassen, so ist über die Tätigkeit von Dräger's Rettungsapparaten so gut wie nichts bekannt geworden. Nur einmal hat ein Mann der Mannschaft einem Berichterstatter gegenüber sich gelassert (Le Journal vom 23. März 4. Seite), wofür, wie wir in Lens erfahren, der Mann bestraft worden sein soll.

Die Tätigkeit unserer Rettungsapparate in den Minen ist allen Ingenieuren und Leuten wohlbekannt und jeder, den man darüber befragt, gibt in diesem Sinne Auskunft. Wir selbst sahen während unserer Anwesenheit Leute mit unseren Apparaten aus der Grube kommen und andere wieder zur Einfahrt gehen. Bei einer Einfahrt, die ich am Mittwoch, den 11. April, unternahm, um die Art der Feuerbekämpfung kennen zu lernen, fand ich Dräger-Apparate unten vor. Ich teile ferner mit, dass auch nach dem 13. April in den Gruben von Courrières für Arbeiten aller Art von Dräger's Rettungsapparaten Gebrauch gemacht werden soll.

PARIS, Grand Hôtel,
den 14. April 1906. gez. Bernh. Dräger.

Auf Grund des vorstehenden Berichtes erklären wir hiermit, dass die in den erwähnten Zeitungsberichten und in gewissen Prospekten verbreiteten Angaben, die unsere Apparate entweder unerwähnt lassen oder abfällig beurteilen, die Tatsachen nicht entsprechen. Auch ist es unrichtig, unsere Apparate im Gegensatz zu Mundatmungsapparaten mit Helmapparaten zu bezeichnen, denn unsere Apparate können ohne Aenderung des Rückenapparates auch mit einem Mundatmungssack benutzt werden.

LÜBECK, im April 1906.

Drägerwerk

Heinr. und Bernh. Dräger.

Vertel
(Nesport.)

*) Le Journal vom 23. März 1906:
«Appareils que les appareils Gaglianelli-Dräger (soit Dräger heuere. Drägerwerk), dont sont munis les pompier de Paris, font merveille. «Avec eux, on dit un pompier, sous poison aller en face même du feu, grâce au casque qui nous protège, tandis que les Allemands qui n'ont pas de casque restent en arrière de nous. Les Allemands n'ont sur nous, qu'une supériorité. Ce sont des mineurs; ils connaissent la mine et savent s'y diriger. Tandis que nous, nous travaillons ici sur un terrain nouveau et nos difficultés s'accroissent à mesure que nous avançons mais nous avançons tout de même.»

[8]

Das Unglück in Courrières löste in Europa einen Entwicklungswettstreit unter den konkurrierenden Firmen aus [35].

Abb. 59 Courrières 1906: Rettungstrupp mit Sauerstoffrettungsgeräten [25]



III.4.2 Die Anwendung von Dräger- Geräten bei anderen Grubenunglücken

Im Jahre 1907 kam es auch in Deutschland zu einigen Unfällen: Bei einem Unglück auf der Zeche Reden im Saarland verunglückten 148 Personen tödlich, in Klein- Rosseln in Lothringen kam es zu 73 Todesfällen und im darauffolgenden Jahr verunglückten 335 Menschen in Hamm, Westfalen tödlich bei einem Bergbauunglück [103]. Die Magdeburger Zeitung schrieb am 29. Januar 1907 zu dem Unglück in Reden:

„An Rettungsgeräten besitzt die Grube Reden die modernsten und als bewährt erkannten Drägerschen Rettungsgeräte“ [103].

Im Journal d` Alsace wurden am 30. Januar 1907 ebenfalls die Dräger- Apparate gelobt, mit deren Hilfe es den Rettern in Reden gelungen sei, *„23 Bergleute noch lebend zu retten“* [103].

In der folgenden Tabelle ist die registrierte Anzahl der mithilfe von Dräger-Sauerstoffatmungsgeräten geretteten Menschen bei Grubenunglücken und bei größeren unterirdischen Betriebsstörungen nach Zeit und Land geordnet dargestellt.

Tab. 2 Zusammenstellung der Rettungen von Menschenleben, Stand: 01.10.1918 [14]

Land	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	Insgesamt		
Deutsches Reich	17	2	3	6	9	6	12	4	2	10	1	72		
Österreich	—	—	—	—	—	2	1	Während des Krieges ruhte die Auslandsberichterstattung				3		
Ungarn	—	—	—	—	1	—	—					1	5	7
Kanada	—	—	1	2	—	—	—					—	—	2
Frankreich	—	—	—	—	—	4	—					—	—	4
Russland	—	—	—	—	—	6	—					—	—	6
USA	—	1	13	—	—	3	—					—	—	17
Australien	—	—	—	—	—	50	—					—	—	50

Insgesamt: 162

Durch die Erfahrung mit den Atemschutzgeräten bei Rettungsarbeiten kam es dazu, dass sich die Grubenwehren oft mit den von ihnen verwendeten Geräten identifizierten: So nannten sich einige mit Dräger- Geräten (wie dem Dräger Modell 1904/09) ausgerüstete Rettungsmannschaften in Amerika und Kanada auch „Draegermen“ [30], die Grubenwehrmannschaften „Draegerteam“ und die Rettungsstation „Draegerstation“ [103].

In den Niederlanden wurde der folgende Spruch Teil des Gasschutz- Übungsplanes von Tauchern: „*Klok zes (6 Uhr) wird gedrögert!*“ [10].

Abb. 60 Ein Teil des Dräger- Rettungskorps der Gegebic Range Mine nach der Bekämpfung von Bränden im Schacht 9 der Tilden-Mine in Bessemer (Michigan) 1913 [3]

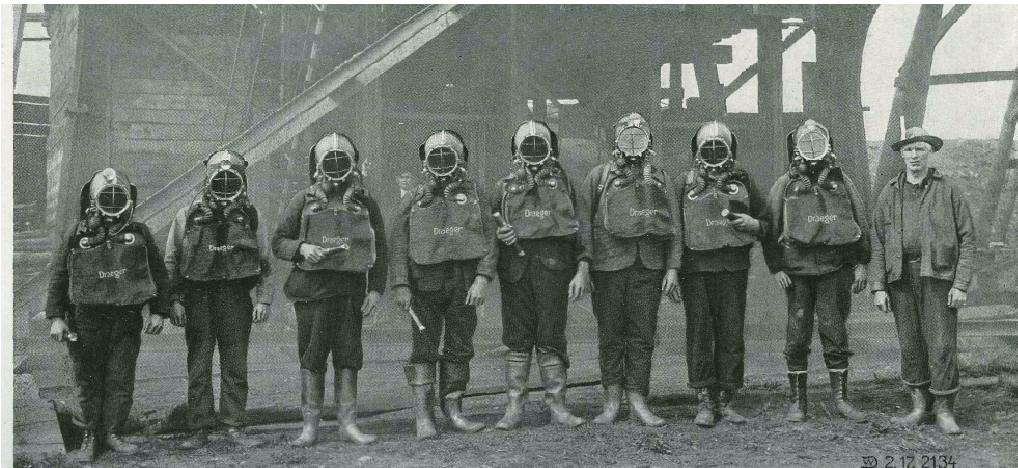
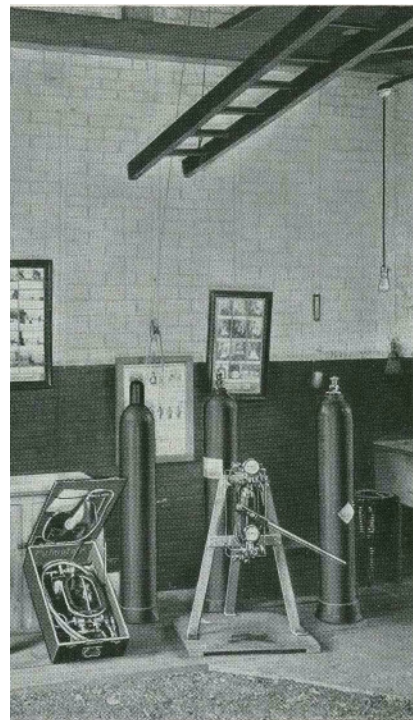
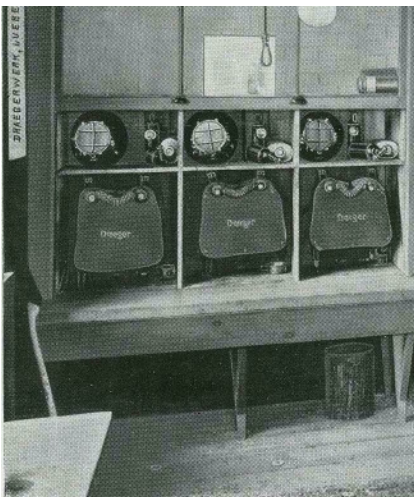


Abb. 61 New Yorker Feuerwehr, 1912 [3]



Der folgende Zeitungsausschnitt spiegelt die steigende Beliebtheit der Dräger- Geräte im englischsprachigen Ausland wieder. So schreibt „The Colliery Guardian“, erschienen in Kanada am 02.10.1908: *„Im September 1908 hatte das 22 Mann starke, völlig mit Dräger- Apparaten ausgerüstete Rettungskorps der Dominion Coal Co. das Feuer in den Sydney- Minen, Kanada, auf seinen Herd beschränkt und die Ventilation wieder hergestellt. Alle sind der Meinung, dass der Dräger- Apparat seine Zuverlässigkeit unter den erschwerendsten Umständen bewiesen hat. (...) Seit der Zeit hat sich die Zahl der mit Dräger- Apparaten ausgerüsteten Rettungsstationen in Kanada und England stark vermehrt, und zwar durch die eigene Initiative der Gruben- Direktionen“* [20].

Abb. 62, 63 Aus dem Rettungslager der Adams Mine der Oliver Mining Company, USA 1916 [20]



Dr. Erich Naujoks schrieb 1935 in der Deutschen Allgemeinen Zeitung Berlin:

„Was die Erfinder Dräger an bahnbrechenden Arbeiten im Hinblick auf die systematische Schulung und Ausbildung von Gasschutztruppen und Rettungsmannschaften für den bergmännischen Gasschutz geleistet haben, gehört zu dem Besten, was Menschen gegen die Gefahren der (...) Technik ersonnen haben“ [90].

Entscheidend war, dass nach dem Unglück in Courrières sowie nach zahlreichen Grubenunglücken weltweit das Bewusstsein für die Bedeutung von praktikablen Sauerstoffrettungsapparaten sowie gut ausgebildeter Rettungsmannschaften anstieg.

Die Sauerstoffrettungsgeräte Drägers, insbesondere der „Dräger- Apparat 1904/09“ sowie der „Pulmotor“ hatten durch ihren erfolgreichen Einsatz bei Grubenunglücken und anderen Unfällen an Bekanntheit gewonnen. Sie inspirierten einerseits Konkurrenzfirmen dazu, neue Apparate zu entwickeln, steigerten andererseits den weltweiten Absatz an Drägergeräten immens [10]. Erstmals konnte gezeigt werden, dass große Zahlen von Menschenleben durch Sauerstofftherapie geschützt und gerettet werden konnten.

IV Diskussion

IV.1 Ergebnisse

Bereits in vorhergehenden Studien unserer Arbeitsgruppe (93, 96, 97, 100, 101, 102) konnte gezeigt werden, dass die Drägerwerke Lübeck einen großen Einfluss auf das Sauerstoffrettungswesen hatten und die moderne, tatsächliche wirksame Sauerstofftherapie Anfang des 20. Jahrhunderts ganz maßgeblich in Lübeck entstand [99, 100].

Diese Dissertation konzentriert sich darauf, speziell auf die Bedeutung der Dräger-Grubenrettungstechnologie und des Atemschutzes in den Jahren 1902-1918 einzugehen. Des Weiteren werden diese mit entsprechenden internationalen Entwicklungen verglichen.

Durch die eigenen Untersuchungen, also die Durchsicht, Aufarbeitung und systematische Auswertung der Archive der Drägerwerke Lübeck und des zusätzlich durchgearbeiteten Materials lassen sich folgende Ergebnisse festhalten, die die Ausgangsthese bestätigen:

Tatsächlich kann nun auch als historisch gesichert angesehen werden, dass die moderne, tatsächlich wirksame Sauerstofftherapie nicht wie bisher in der Literatur behauptet, von Professor John Scott Haldane aus Großbritannien begründet wurde.

Des Weiteren kann gezeigt werden, dass die Entwicklung der Sauerstofftherapie maßgeblich auf den Konstruktionen und den Untersuchungen Drägers basieren.

Grundlegende technische Konstruktionen zur Herstellung von Sauerstoffrettungsgeräten wurden erstmals von Dräger entwickelt, produziert und auch eingesetzt. Dazu zählen der Injektor, der Ausbrennschutz und vor allem die Druckreduzierventile, die sowohl national als auch international oft kopiert wurden. Diese Geräte machten die Nutzbarmachung von Sauerstoff als Therapeutikum durch ausreichende Applikation überhaupt erst möglich.

So lassen sich beispielsweise von Dräger entwickelte Sauerstoffdosierungsarmaturen, genauer Druckreduzierventile und Manometer, an dem französischen, von Dr. Tissot 1907 in Paris entwickelten Gerät Tissot 1907 nachweisen.

Erstmals von Dräger produzierte Reduzierventiltechnologie findet sich auch bei dem Selbstretter Fleuß- Davis- Modell 1907, das 1907 von der Konkurrenzfirma Siebe

Gorman in London hergestellt wurde, der Firma, für die Prof. J.S. Haldane arbeitete. Weiterhin finden sich folgende Konstruktionsteile Drägers an dem ebenfalls 1907 von Siebe Gorman produzierten Selbstretter Davis: Sauerstoffzylinder, Kalipatrone, Atmungssack sowie kurzer Mundatmungsschlauch. Das Gerät verwendet außerdem den Oxyolith als Sauerstoffregenerator. An diesem wiederum finden sich Sauerstoffreduzierventile Drägers. An diesen Beispielen wird offensichtlich, wie sehr das internationale Sauerstoffrettungswesen von den Entwicklungen Drägers nicht nur profitierte, sondern durch diese überhaupt erst möglich wurde.

Die atemphysiologischen Untersuchungen Dr. Bernhard Drägers aus dem Jahre 1904 revolutionierten die Sauerstoffrettungstechnologie. Sie regten nicht nur weitere Forscher, im Besonderen den britischen Physiologen John Scott Haldane zu Folgeuntersuchungen an, sondern wurden nach internationaler Anerkennung auch in die Grundlagen für die Entwicklung von neuen Geräten konkurrierender Firmen, insbesondere von Siebe Gorman, London aufgenommen.

Die erst neun Jahre nach Drägers Experimenten im Jahre 1913 durchgeführten Untersuchungen Haldanes weisen des Weiteren eine große Übereinstimmung mit den Darstellungen Drägers von 1904 auf. Dies legt nahe, dass Haldane von den Erkenntnissen Drägers zumindest inspiriert worden ist, da ihm die Arbeiten Drägers bekannt waren. Die Resultate Haldanes stellten jedoch keine Neuigkeit dar. Wie oben gezeigt, setzte die Firma Siebe Gorman bereits 1907 Dräger- Technologie für ihre Entwicklungen ein. Damals arbeitete Haldane an diesem Gerät mit. Die auf den neuen atemphysiologischen Ergebnissen Drägers basierenden Neukonstruktionen der Drägerwerke Lübeck wie das Atemschutzgerät „Dräger 1904/09“, der „Pulmotor“, das „Halbstundengerät Dräger 1910“, der „Dräger- Tübben- Apparat“ sowie das „Heeres-Sauerstoffrettungsgerät 1916“ fanden weltweite Verbreitung und überzeugten durch ihren erfolgreichen Einsatz.

Besonders auch der 1907 von Heinrich Dräger entwickelte „Pulmotor“ setzte international neue Maßstäbe für die Rettungstechnologie und stellte das erste weltweit in Serienproduktion vertriebene Sauerstoffrettungs- und Wiederbelebungsgesetz dar. Durch die Wirksamkeit, die die Atemschutz- und Wiederbelebungsgesetze Drägers unter anderem bei Bergwerksunfällen wie dem Grubenunfall in Courrières, Frankreich, im Jahre 1906 unter Beweis stellten, gewannen sie rasch weltweit an Bekanntheit.

Die Möglichkeit des Einsatzes von Selbstrettern bei Grubenunfällen war Anfang des 20. Jahrhunderts eine Neuheit. Durch die Ergebnisse der Drägerapparate inspiriert,

begannen viele Grubenleitungen stärker an die Sicherheit in ihren Betrieben zu denken, schafften zahlreiche Selbstretter an und bildeten ihre Mitarbeiter daran aus. Drägers große Bedeutung für das Grubenrettungswesen wird auch durch die Verwendung der Begriffe "draegerman", "draegerstation" oder "draegerteam" als Synonym für Rettungsmannschaften bzw. Rettungsstationen sowie durch die im Text erwähnten Augenzeugenberichte verdeutlicht. Dies macht deutlich, wie eng schon zu dieser Zeit Rettungswesen mit dem Namen Drägers verknüpft war.

Trotz der im Laufe des „Injektor- und Pulmotorstreits“ geäußerten Kritik an den von Dräger entwickelten Geräten und der während des ersten Weltkriegs vor allen durch englische Barrieren erschwerten Ausfuhr benötigter Techniken und Ersatzteile ins Ausland, verbreiteten sich die Atemschutzgeräte schnell weltweit und fanden sogar in Großbritannien, speziell auch im Minendistrikt Doncaster, dem Ort des Wirkens Prof. Haldanes, Verwendung. Der „Pulmotor“ setzte sich erfolgreich gegen ähnliche Konstruktionen wie dem Beatmungsgerät nach Dr. Brat und den „Lungmotor“ durch. Während des Ersten Weltkriegs wurden die zum großen Teil bereits vor 1914 entwickelten Atemschutzgeräte, also die Sauerstoffrettungsapparate und die in großer Anzahl produzierten Atemschutzmasken an einer großen Anzahl Gasintoxikierter erprobt.

Die Atemschutzgeräte Drägers waren also schon lange vor 1917, dem in der angloamerikanischen Literatur als Beginn der Sauerstofftherapie unter Prof. Haldane deklarierten Zeitpunkt, erfolgreich in weltweitem Gebrauch.

IV. 2 Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Dissertation sind insofern kritisch zu betrachten, als das verwendete Material vornehmlich aus den Archiven der Drägerwerke stammt, beziehungsweise von Drägermitarbeitern erstellt worden ist.

Obwohl versucht wurde diese Quellen möglichst objektiv zu bewerten und gegenzuprüfen, ist durch die Vorauswahl des Quellenmaterials eine ungewollte Bevorzugung der Drägerwerke nicht ganz auszuschließen.

Eine subjektive Färbung zeigt sich beispielsweise in einigen Berichten über erfolgreiche Rettungsversuche mit den Geräten von Dräger. Dem gegenüber steht die große Anzahl diverser Berichte von unabhängigen Beobachtern aus der ganzen Welt. Sicherlich wurde die Richtung der Arbeit auch durch die bereits bekannten Ergebnisse der Forschungsgruppe beeinflusst, die jedoch wiederum im Wesentlichen bestätigt werden konnten. Zudem stützen umfangreiche internationale Nachforschungen die gewonnenen Erkenntnisse.

IV.3 Schlussfolgerungen

Insgesamt kommt diese Dissertation zu dem Ergebnis, dass die den angloamerikanischen Sprachraum beherrschende These, John Scott Haldane hätte die moderne Sauerstofftherapie begründet, widerlegt werden kann.

Stattdessen lässt sich trotz kritischer Betrachtung eindeutig an den genannten Quellen belegen, dass die Entwicklungen der Sauerstoffrettungstechnologie zu Anfang des 20. Jahrhunderts maßgeblich auf den Gerätekonstruktionen sowie auf den aemphysiologischen Untersuchungen Drägers basieren.

Die moderne Sauerstofftherapie entstand also nachweisbar zu ganz erheblichen Teilen in Lübeck.

IV.4 Ausblick

Da die Ergebnisse dieser Dissertation auf Grundlage einer Auswertung der Materialien der Drägerarchive beruhen, wäre es zur Objektivierung der Resultate wünschenswert, eine Auswertung der angloamerikanischen Archive, etwa der Doncaster- Archive, zum Beispiel im Rahmen einer weiteren Dissertation durchzuführen.

Die Forschungsgruppe legte die Schwerpunkte auf die Entwicklung der Grubenrettungstechnologie, des Atemschutzes und auf die Anästhesietechnik in der Zeit zwischen 1902- 1918 sowie auf Dr. Bernhard Dräger als Erfinder.

Um weitere Hinweise auf die Stützung der These um die Herkunft der Sauerstofftherapie zu erhalten, besteht weiterer Forschungsbedarf beispielsweise um die Themen Rettungswesen ab 1918, Tauchrettungswesen/-medizin sowie weitere Aspekte der Wechselwirkungen zwischen Dr. Bernhard Dräger und Professor John Scott Haldane.

V Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation stellt als Teil eines anästhesiehistorischen Forschungsprojekts die Entwicklung der Rettungstechnologie in den Jahren 1902-1918 in Deutschland und international dar.

Sie legt den Schwerpunkt auf die Prüfung der These, dass die moderne Sauerstofftherapie ihren entscheidenden Ausgangspunkt schließlich in Lübeck nahm. Das Material stammte hauptsächlich aus den Archiven der Lübecker Drägerwerke. Die Methode lag in der gründlichen systematischen Sichtung und Auswertung des verfügbaren Materials sowie in der Einordnung dessen in die internationale Literatur. Die grundlegende physiologische Forschung und besonders die technischen Konstruktionen Heinrich Drägers (1847-1917) und seines Sohnes Dr. Bernhard Dräger (1870-1928) trugen wesentlich zu der Entwicklung moderner Sauerstoffrettungsgeräte und dem Einsatz von Sauerstofftherapie in Deutschland sowie weltweit bei.

Entwicklungen Drägers wie der Selbstretter „Dräger Modell 1904/09“ und der „Pulmotor“ wurden teilweise nachgebaut (dieses ist zum Beispiel nachvollziehbar an den Geräten „Proto“ und „Tissot“) und regten Physiologen und Ärzte (vor allem den britischen Physiologen Professor John Scott Haldane (1860-1936)) offensichtlich zu eigenen Forschungen an.

Dräger begann des Weiteren bereits vor dem Ersten Weltkrieg mit der Entwicklung effektiver Gasmasken und Rettungsgeräte, welche erfolgreich unter anderem bei Grubenrettungen angewandt wurden.

Während des Ersten Weltkrieges wurden diese weitgehend wirksamen Sauerstoffrettungsgeräte an einer großen Anzahl Gasintoxikierter angewandt.

Zudem wurde die zu Grunde liegende Basistechnologie (Druckgastechnik, Druckreduzierventile, Manometer etc.), welche erstmals eine erfolgreiche Anwendung von Sauerstoff als Therapeutikum erlaubten, sowohl in Deutschland als auch international bedeutend von den Entwicklungen Drägers beeinflusst.

Die dargestellten Ergebnisse konnten schließlich einen Beitrag in der Bestätigung der These leisten., dass die moderne Sauerstofftherapie in Lübeck entstand.

VI Literaturverzeichnis

- [1] Bahns E: Evolution der Beatmung- vom Pulmotor zur Evita. Verlag Dräger Druck, Lübeck 1997.
- [2] Deutsches Institut für Normung e.V.: Deutsche Norm Atemschutzgeräte, Regenerationsgeräte mit Drucksauerstoff oder Drucksauerstoff/-stickstoff, Deutsche Fassung EN 145:1997 + A1:2000.
- [3] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebsärztlicher Dienst (BÄD) II.5.10 Begleitheft zur Commercial Exhibit of the American Medical Association Minneapolis Session, 1913.
- [4] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebsärztlicher Dienst (BÄD) V 1.1.1. d, e, f, g Brief an Herrn Morris in Pittsburgh vom 21.6.1915.
- [5] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebs Ärztlicher Dienst (BÄD), Dräger Mitteilungen zu Nr. 111, Beilage der Dräger Hefte August 1926.
- [6] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebs Ärztlicher Dienst (BÄD), Bestand XII 3.8.4 Geschichtliche Aufarbeitung des Patentwesens im DW 1889-1980.
- [7] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebsärztlicher Dienst (BÄD) V.7.1.1. d,e,f,g Niederlassungen Übersee.
- [8] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebsärztlicher Dienst (BÄD) VIII.2.5 Forschung nach Unglücken im Bergbau, Grubenunglück Courrières 1906, versch. Nachrichten, Besuche, Forschungen aus aller Welt.
- [9] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebsärztlicher Dienst (BÄD) VIII.2.6 Forschung nach Unglücken im Bergbau, Bericht von Hugo Koch vom 19.3.1906: Bewährung der Rettungsapparate in Courrières.
- [10] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Betriebsärztlicher Dienst (BÄD) IX.4.1 b Hinze K: Tabellarische Zusammenfassung zur Geschichte der Drägerwerke, handschriftl.
- [11] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon (BS) II 15.2 B2 Dr. Ing. h.c. B. Dräger.
- [12] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon (BS) II. 16.9 Dr. Ing. h.c. B. Dräger.
- [13] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon (BS) IV. H. Dräger 1904 Blatt 2.

- [14] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon (BS) Bildband Herr Evers Werkfotos bis 1913.
- [15] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon (BS) Bildband Herr Evers Werkfotos bis 1920.
- [16] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon, Tonträger „Stimmen aus der Vergangenheit“.
- [17] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon, BS II 10.3 Dr. Ing. h.c. B. Dräger, persönliche Korrespondenz 1911, „geschäftlich“.
- [18] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon, BS II 10.2 Dr. Ing. h.c.B. Dräger, persönliche Korrespondenz 1911, „geschäftlich“.
- [19] Dräger Archiv; *Fundstellensignatur*: Blauer Salon (BS), Bestand Buchabteilung, Brief von Dipl.- Ing. K. Hintze an Dr. Heinrich Bernhard Dräger vom 28.7.1969.
- [20] Dräger B: Berichte über Rettungsarbeiten mit Dräger- Sauerstoffatmungsgeräten. 1. Sammlung vom 01.10.1918, Verlag Dräger Druck, Lübeck.
- [21] Dräger B: Der Werdegang des Rettungsapparates. Essen, 1912, G.D. Baedeker Verlagshandlung.
- [22] Dräger B: Neue Untersuchungen über die Erfordernisse eines zur Arbeit brauchbaren Rettungsapparates. Lübeck, September 1904, Verlag Dräger Druck, Lübeck.
- [23] Dräger B, Dräger H: Der Retter Sauerstoff. Kalatog R 1932 Verlag Dräger Druck, Lübeck.
- [24] Dräger H: Welt im Wandel, Lebenserinnerungen von Heinrich Dräger. Leibnitz-Verlag 1913.
- [25] Dräger L (Hrsg.): Lebenserinnerungen von Elfriede Dräger. In: Lisa Dräger (zusammengestellt und herausgegeben). Lübeck: Verlag Graphische Werkstätten, 1990.
- [26] Drägerwerk AG Lübeck (Hrsg.): Die Geschichte des Dräger- Konzerns, Lübeck, 2006.
- [27] Drägerwerk AG Lübeck (Hrsg.): Dräger- Hefte Nr. 26-69 Periodische Mitteilungen des Drägerwerks in Lübeck 1914/1918. Verlag Dräger Druck, Lübeck.
- [28] Drägerwerk AG Lübeck (Hrsg.): Dräger- Heft Nr. 70, von Januar/Februar 1919, 2. Aufl. April 1922, Verlag Dräger Druck, Lübeck.
- [29] Drägerwerk AG Lübeck (Hrsg.): Dräger- Mitteilung, Beilage der Drägerhefte Januar 1914.

- [30] Drägerwerk AG Lübeck (Hrsg.): Technology for life (1889-2000) Verlag Dräger Druck, Lübeck, 2000.
- [31] Durham Mining Museum, Archives: Obituary Professor J. S. Haldane, 16.03.1936, http://www.dmm.org.uk/archives/a_obit20.htm (Zugriff am 3.06.07).
- [32] Ebert J, Schmid A: Chronik des 20. Jahrhunderts, Chronik Verlag im Bertelsmann Lexikon Verlag GmbH 2000.
- [33] Eckart, W, Gradmann, C (Hrsg.): Ärzte Lexikon. Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2006
- [34] Fischer, I (Hrsg.): Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte der letzten fünfzig Jahre. Olms, G.- Verlag, München 1962.
- [35] Haase-Lampe W: Handbuch für das Grubenrettungswesen (international). Lübeck, 1924, Verlag H.G. Rahtgens, Lübeck.
- [36] Haase-Lampe, W: Die Rettungs- und Gewätigungsarbeiten in Courrières 1906. Bearbeitet zum Teil nach bisher unveröffentlichten Unterlagen von Wilhelm Haase-Lampe. Verlag H.G. Rahtgens, Lübeck 1928.
- [37] Haldane, J.S.: Report to the Doncaster Coal Owners`Committee on Self- Contained Rescue Apparatus for use in Irrespirable Atmospheres. Part I, 1914 (First Doncaster Report), Part II, 1915 (Second Doncaster Report).
- [38] Haldane J S: Respiration. 3. Auflage, New Haven Yale University Press, 1936.
- [39] Haldane J S: The therapeutic administration of oxygen. BMJ 1917.
- [40] Hanslian R: Der chemische Krieg, 2. Auflage, Mittler & Sohn, Berlin 1927.
- [41] Harenberg B (Hrsg.): Chronik des 20. Jahrhunderts, Chronik Verlag in der Harenberg Kommunikation Verlags- und Mediengesellschaft mbH & Co. KG, Dortmund 1982, 10., ergänzte und aktualisierte Aufl. 1990.
- [42] Harvard Medical School (Hrsg.): The Journal of Industrial Hygiene Vol. V. August 1923, Nr. 4.
- [43] http://66.249.93.104/translate_c?hl=de&sl=en&u=http://mitglied.lycos.de/dg8fz/rebreather/gallery.htm&prev=/search%3Fq%3DHenry%2BFleuss%26hl%3Dde%26lr%3D (Zugriff am 02.05.2005).
- [44] <http://britannica.com/eb/article-9038855> (Zugriff am 05.05.2005).
- [45] <http://columbia.thefreedictionary.com/Haldane,+John+Scott> (Zugriff am 16.01.2007).
- [46] <http://de.wikipedia.org/wiki/Blaukreuz> (Zugriff am 18.07.2006)-
- [47] <http://de.wikipedia.org/wiki/Courri%C3%A8res> (Zugriff am 16.06.2006).
- [48] http://de.wikipedia.org/John_Scott_Haldane (Zugriff am 05.05.2005)-

- [49] <http://de.wikipedia.org/wiki/Kaliumhydroxid> (Zugriff am 20.02.2007).
- [50] http://de.wikipedia.org/wiki/Rebreather#Atemgase_und_Rebreather (Zugriff am 16.06.2006)-
- [51] http://de.wikipedia.org/wiki/Siebe_Gorman (Zugriff am 17.06.2006).
- [52] <http://gripsdb.dimdi.de/rochelexikon/ro37500/r38992.html> (Zugriff am 18.12.2006).
- [53] <http://hsozkult.geschichte.hu-berlin.de/termine/id=4997> (Zugriff am 17.06.2006).
- [54] <http://reflections.mndigital.org> (Zugriff am 16.01.2007).
- [55] <http://wissensstadt.c> (Zugriff am 09.06.2007).
- [56] <http://www.areion.de/deutschlandca.html> (Zugriff am 16.06.2006).
- [57] <http://www.asahq.org> (Zugriff am 16.06.2006).
- [58] http://www.broesel-brzelius.de/uni/zeug/physiologie_atmung.pdf (Zugriff am 18.12.2006).
- [59] <https://www.daneurope.org/deu/ad13ed.htm> (Zugriff am 12.04.2006).
- [60] http://www.draeger.com/MT/internet/pdf/CareAreas/CriticalCare/cc_evolution_ventilation_book_de_9097424.pdf (Zugriff am 12.04.2006).
- [61] www.1ndr.de (Zugriff am 18.06.2006).
- [62] <http://www1.uni-bremen.de/~d02q/20jhd.htm> (Zugriff am 25.02.2007).
- [63] <http://www.dhm.de> (Zugriff am 13.09.2006).
- [64] <http://www.eng.bham.ac.uk/chemical/history/1.htm> (Zugriff am 02.02.2006) .
- [65] <http://www.geo.ed.ac.uk/scotgaz/people/famousfirst1349.html> (Zugriff am 16.01.2007).
- [66] <http://www.giffordlectures.org/Author/asp?AuthorID=73> (Zugriff am 16.06.2006).
- [67] <http://www.histanestrea-france.org/docs/rea/pulmotor/pulmotor.html> (Zugriff am 16.01.2007).
- [68] <http://www.innovations-report.de/html/profile/profil-1158.html> (Zugriff am 18.12.2006) .
- [69] <http://www.invensys.com> (Zugriff am 18.12.2006).
- [70] <http://www.luise-berlin.de> (Zugriff am 08.06.2006).
- [71] <http://www.nndb.com/people/006/000100703/> (Zugriff am 16.01.2007).
- [72] <http://www.rebreathers.de> (Zugriff am 18.12.2006).
- [73] <http://www.secret-bottletop.com/diving/Script2/P07.html> (Zugriff am 16.06.2006).
- [74] http://www.therebreathersite.nl/Zuurstofrebreathers/English/hall-rees_and_davis_escape_apparatus.ht (Zugriff am 18.05.2005).
- [75] <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,751278,00.html> (Zugriff am 10.12.2006).

- [76] http://www.uni-luebeck.de/aktuelles/pressemitteilungen/2000/11_20.php (Zugriff am 18.12.2006).
- [77] <http://www.whonamedit.com/doctor.cfm/860.html> (Zugriff am 16.06.2006).
- [78] <http://www.wikipedia.org/wiki/Beatmung> (Zugriff am 10.03.2005).
- [79] Farrenkopf, M: Courrières 1906- Eine Katastrophe in Europa. Explosionsrisiko und Solidarität im Bergbau. Führer und Katalog zur Ausstellung des Deutschen Bergbau- Museums Bochum, des Instituts für Stadtgeschichte Gelsenkirchen und des Stadtarchivs Herne. Selbstverlag des Deutschen Bergbau- Museums Bochum 2006.
- [80] Lachaux, G and Delhomme, P : La Guerre des Gaz, Paris, Éditions Hegide, 1985.
- [81] Leigh JM: Oxygen Therapy Techniques after 200 Years – A Survey of present practise and current trends. *Anaesthesia* (28), 164-169 ,1973.
- [82] Leigh JM: Variation in performance of oxygen therapy devices. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* (52), 234-253, 1973.
- [83] Leigh JM: Early Treatment with Oxygen. The Pneumatic Institute and the panaceal literature of the nineteenth century. *Anaesthesia* (29), 194-208, 1974.
- [84] Leigh JM: Early Treatment with Oxygen. The Pneumatic Institute and the panaceal literature of the nineteenth century. *Anaesthesia* (29), 194-208, 1974.
- [85] Leigh JM: Ideas and anomalies in the evolution of modern oxygen therapy. *Anaesthesia* (29), 335-348, 1974.
- [86] Leigh JM: The evolution of the oxygen therapy apparatus. *Anaesthesia* (29), 462-485, 1974.
- [87] Lorentz, Bernhard: Industrieelite und Wirtschaftspolitik 1928-1950. Heinrich Dräger und das Drägerwerk. Ferdinand-Schöningh-Verlag Paderborn 2001.
- [88] Martin L: Oxygen Therapy: The First 150 Years; Curiosities, Quackeries, and other Historical Trivia; A Chronology from Priestley to Haldane, based maily on original sources; Mt. Sinai Medical Center, Cleveland, Ohio, 1999.
- [89] Michaelis, M (Hrsg.): Handbuch zur Sauerstofftherapie. Berlin, Hirschwald, 1906.
- [90] Naujoks E: Kampf gegen den schwarzen Tod. Aus der Geschichte des Gasschutzes, Sonderdruck der Deutschen Allgemeinen Zeitung Nr. 360, Berlin, 1935.
- [91] Patentschrift Nr. 211138: Vorrichtung zur Erzeugung künstlicher Atmung, Deutsches Reich, 06.10.1907.
- [92] Patentschrift Nr. 132021: Vorrichtung zum Athmen in mit Rauch oder schädlichen Gasen erfüllten Räumen, Deutsches Reich, 03.04.1901.

- [93] Peters A: Dr. Bernhard Dräger (1870 – 1928) als Erfinder: Seine Beiträge zur Weiterentwicklung der Druckgastechnik und deren Bedeutung für die Entwicklung einer modernen medizintechnologischen Verbundforschung. Diss. Med. Lübeck 2007/2008: In Review.
- [94] Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch, 258., neu bearbeitete Auflage, bearbeitet von der Wörterbuch- Redaktion des Verlages unter der Leitung von Helmut Hildebrand, Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York 1998.
- [95] Silbernagel S, Despopoulos A: Taschenatlas der Physiologie, 6., korrigierte Auflage, Thieme- Verlag Berlin, 2003.
- [96] Schmidt-Rimpler R: Die Entwicklung der Dräger- Anästhesietechnik (1902-1918) im internationalen Vergleich- eine Analyse auf Grundlage einer systematischen Auswertung der Bestände des Archivs der Drägerwerk AG, Lübeck. Diss. Med. Lübeck 2007/2008: In Review.
- [97] Schmidt-Rimpler R, Strätling M, Welling I, Dräger C, Schmucker P (2005): The development of early Draeger anaesthesia technology (1902-1918) and its international influence - A historic reevaluation on the base of a systematic analysis of the archives of the firm "Draeger Medical", Luebeck, Germany. Editors: Sixth International Symposium on the History of Anaesthesia, Cambridge, England, 15. - 18. September 2005: Im Druck.
- [98] Smith, F E: John Cadman, Baron John Cadman, 1877-1941, Obituary Notices of Fellows of the Royal Society, Vol. 3, No. 10 (Dec. 1941), [http://links.jstor.org/sici?sici=1479571X\(194112\)3%3A10%3C915%3AJCBC1%3E2.0.CO%3B2-3](http://links.jstor.org/sici?sici=1479571X(194112)3%3A10%3C915%3AJCBC1%3E2.0.CO%3B2-3) (Zugriff am 2.6.07).
- [99] Strätling M, Schmucker P (2004) 100 Jahre Dräger-Medizintechnik (1902 - 2002) - oder: im Zentrum steht der Sauerstoff... Zur Bedeutung der Dräger-Druckgastechnik für die Begründung der modernen Sauerstofftherapie und der Anaesthesiologie. AINS 39: Suppl. I: 48 - 70.
- [100] Strätling M, Schmucker P (2002) 100 Jahre Sauerstofftherapie (1902 - 2002) - Eine medizinhistorische Neubewertung - Teil I: Der lange Weg von der Entdeckung des Sauerstoffs bis zu seinem Durchbruch bei der therapeutischen Anwendung in der Anaesthesiologie und Rettungsmedizin. AINS 37: 712 - 720.
- [101] Strätling M, Schmucker P, Dräger C (2002) Die Bedeutung der Universitätsstandorte Schleswig-Holsteins für die Entwicklung der

Anaesthesiologie, der Intensiv- und Notfallmedizin, der Schmerztherapie und der Medizintechnologie. Schlesw Holst Ärztebl 55 (6): 66 - 66.

- [102] Strätling M, Schmucker P (2003) 100 Jahre Sauerstofftherapie (1902 - 2002) - Eine medizinhistorische Neubewertung - Teil II: Die Bedeutung des Roth-Dräger-Narkoseapparats (1902) und weiterer Entwicklungen aus 100 Jahren Dräger-Medizin- und Anaesthesietechnik für die Etablierung der Sauerstoffanwendung im therapeutischen Methodenspektrum. AINS 38: 4 - 13.
- [103] Welling, I : Das Unternehmen Dräger von 1888 bis 1928 und sein Einfluss auf das weltweite Grubenrettungswesen. Eigenverlag 2. Ausg. 2003.
- [104] Wietzker, W: Giftgas im Ersten Weltkrieg. Was konnte die deutsche Öffentlichkeit wissen? Inauguraldissertation der philosophischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf 2006.

VII ANHANG

VII.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Pneumatophor Walcher- Gaertner 1895	[35,S. 20]
Abb. 2:	Mayer- Pilar 1897	[21,S. 21]
Abb. 3 :	Allgemeines Schema der Injektorgeräte System Dräger	[35,S. 12]
Abb. 4 :	Injektorstahldüsengerät, Lungenkraftgerät	[35,S. 16]
Abb. 5 :	Sir John Cadman (1877-1941)	[64,S. 18]
Abb. 6:	John Scott Haldane (1860-1936)	[44,S. 28]
Abb. 7 :	Gasschutzgerät System Giersberg 1901/02, Funktionsprinzip	[35,S. 14]
Abb. 8 :	Bergwerksdirektor G. A. Meyer 1906 (1862-1937)	[36,S. 29]
Abb. 9:	Funktionsprinzip des Apparates Dräger 1903	[103,S.23]
Abb. 10:	B. Dräger bei atemphysiologischen Versuchen 1904	[13,S. 25]
Abb. 11:	Untersuchungen zur Atemphysiologie Lübeck, 1904	[26,S. 8]
Abb. 12:	Funktionsprinzip Dräger 1904/09	[39,S. 30]
Abb. 13:	Großgerät und Selbstretter Pneumatogen 1904	[35,S. 31]
Abb. 14:	Pulmotor mit großem Sauerstoffzylinder 1908	[35,S. 32]
Abb. 15:	Sauerstoffwiederbelebungsmaschine „Pulmotor“ 1915	[27,S. 37]
Abb. 16:	Künstliche Atmung nach Schäfer	[35,S. 33]
Abb. 17:	Pulmotor „drückend“	[35,S.110]
Abb. !8:	Pulmotor „saugend“	[35,S. 11]
Abb. 19:	Zungenhalter nach Hans Leyden 1917	[35,S.112]
Abb. 20:	Ausrüstung einer Rettungstruppe in Doncaster um 1912	[3,S. 38]
Abb. 21:	Internationale Verbreitung des Pulmotors 1917	[27,S. 35]
Abb. 22:	Pulmotor- Gebrauchsvorschriften 1915	[27,S. 39]
Abb. 23:	Scientific American Gold Medal für Pulmotor 1913	[27,S. 40]
Abb. 24:	Der Pulmotor bei einer Ausstellung in Minneapolis 1913	[40,S. 40]
Abb. 25:	Demonstration des Pulmotors in Minnesota, 1912	[54,S. 43]
Abb. 26:	Prüfgerät für Pulmotor und Gerät Dr. Brat 1907	[35,S. 41]
Abb. 27:	Der Lungmotor (1) 1910	[19,S. 42]
Abb. 28:	Der Lungmotor (2) 1914	[57]
Abb. 29:	Lung infant device Infant Lungmotor 1914	[57]

Abb. 30:	Gerät nach Prof. Dr. S. J. Meltzer	[35,S. 46]
Abb. 31:	Lungenkraftgerät Tissot (1) 1907	[35,S. 49]
Abb. 32:	Halbstundengerät Dräger Modell 1910 (1)	[27,S. 52]
Abb. 33:	Halbstundengerät Dräger Modell 1910 (2)	[21,S. 52]
Abb. 34:	Halbstundengerät Dräger Modell 1910 (3)	[21,S. 53]
Abb. 35:	Einsatz von Giftgas in Ypern 1915	[41,S. 55]
Abb. 36:	Wirkungsweise von Atemfiltern	[15,S. 62]
Abb. 37:	Dichtungslinien der Gasschutzmasken im 1. Weltkrieg	[40,S. 63]
Abb. 38:	Gasschutzmittel der Entente im 1. Weltkrieg	[40,S. 65]
Abb. 39:	Fertigung von Masken im Drägerwerk 1916	[15,S. 61]
Abb. 40:	Transport von Masken aus dem Drägerwerk Lübeck 1917	[15,S. 57]
Abb. 41:	Maskenlager im Drägerwerk Lübeck, 1916	[15,S. 64]
Abb. 42:	Maskenfertigung im Drägerwerk Lübeck, 1917	[15,S. 57]
Abb. 43:	Selbstretter Dräger- Tübben, S-Typ 1914	[27,S. 67]
Abb. 44:	Selbstretter Dräger- Tübben, S-Typ 1914	[27,S. 67]
Abb. 45:	Selbstretter Dräger- Tübben Modell 1914	[35,S. 69]
Abb. 46:	Heeres- Sauerstoff- Schutzgerät Dräger 1916	[28,S. 69]
Abb. 47:	Das Gasschutzgerät Gibbs 1918	[35,S. 71]
Abb. 48:	Das Gasschutzgerät Paul 1918/1923	[35,S. 72]
Abb. 49:	Wirkschema des Gasschutzgeräts Paul 1918/1923	[35,S. 114]
Abb. 50:	Fleuß- Modell 1879	[35,S. 75]
Abb. 51:	Henry Fleuß mit dem Gerätetyp Fleuß Modell 1879	[35,S. 76]
Abb. 52:	Gasschutzgerät „Proto“ (Fleuß- Davis) 1907	[35,S. 77]
Abb. 53:	Gasschutzgerät „Proto“ (Fleuß- Davis) 1907	[35,S. 78]
Abb. 54:	Selbstretter Davis, Siebe Gorman, London 1907	[35,S. 79]
Abb. 55:	Allgemeines Wirkschema des „Proto“ 1918	[35,S. 80]
Abb. 56:	Rettungsmannschaften auf Rhondda Valley, Wales, 1912	[14]
Abb. 57:	Das Unglück von Courrières, Suchen der Opfer(1) 1906	[8,S. 82]
Abb. 58:	Das Unglück von Courrières, Suchen der Opfer(2) 1906	[8,S. 83]
Abb. 59:	Rettungstrupp mit Sauerstoffrettungsgeräten 1906	[25,S. 85]
Abb. 60:	Dräger- Rettungskorps in Michigan, 1913	[3,S. 87]
Abb. 61:	New Yorker Feuerwehr,1912	[3,S. 87]
Abb. 62:	Rettungslager der Adams Mine, USA, 1916	[20,S. 88]
Abb. 63:	Rettungslager der Adams Mine, USA, 1916	[20, S.88]

VII.2 Zeittafel der Entwicklung der internationalen Atemschutztechnik zwischen 1849-1918

1849:	-	Entwicklung des Selbstretters „J. Hutchinson“
<hr/>		
1853:	-	Entwicklung des Selbstretters „Longridge“
	-	Entwicklung des Atemschutzgerätes „Schwann“
<hr/>		
1879:	-	Entwicklung des Gasschutzgerätes „Fleuß 1879“ von Siebe Gorman, London
<hr/>		
1880:	-	Entwicklung des Selbstretters „Bochez-Delaville-Le-Roulx“
	-	Beginn der Stahlzylinderproduktion in Deutschland
<hr/>		
1895:	-	Dynamit- und Kohlenstaubexplosion in Karvin, Österreich
	-	Entwicklung des „Pneumatophor Walcher Gaertner“, hergestellt von Waldeck, Wagner und Benda in Wien
<hr/>		
1897:	-	Entwicklung des Atemschutzgerätes „Mayer- Pilar 1897“, hergestellt von O. Neupert in Wien
	-	Entwicklung des „Pneumatophors Type Shamrock 1897/ 1898“ von Georg A. Meyer aus Herne
<hr/>		
1898:	-	Dräger baut ersten Sauerstoffvorratsmesser (Finimeter)
<hr/>		
1901:	-	Beginn der Verbreitung des Injektorgerätes mit dem Rettungsapparat „Giersberg Modell 1901/02“, entwickelt von E. Giersberg und Dräger
	-	Internationale Feuerschutzausstellung in Berlin, dort Ausstellung des Injektors
<hr/>		
1902:	-	Ende der Zusammenarbeit Drägers mit der Sauerstofffabrik in Berlin

- Entwicklung des „Pneumatophor Type Shamrock 1902/03“ von Georg A. Meyer
-

1903: - Entwicklung des Atemschutzgerätes „Dräger 1903“

- 1904:**
- Untersuchungen Bernard Drägers zur Atemphysiologie
 - Entwicklung des „Pneumatogen 1904“ von Dr. Bamberger und Dr. Böck aus Österreich
 - Entwicklung des Atemschutzgerätes „Dräger 1904/09“
 - Siebe Gorman erwirbt Rechte am „Oxylith“
-

1905: - Zusammenschluss der Berliner Sauerstofffabrik GmbH mit der AG Westfalia

1906: - Grubenunglück in Courrières, Frankreich

- 1907:**
- Dräger baut den „Pulmotor“
 - Erste Dräger-Tochterfirma in den USA („Draeger Oxygen Apparatus Co.“)
 - Entwicklung des Fleuß- Davis- Modell 1907 „Proto“ von Siebe Gorman, London
 - Entwicklung des Lungenkraftgerätes „Tissot“ von Dr. Tissot, Frankreich
 - Entwicklung des „Sauerstoffwiederbelebungsgesetz nach Dr. Brat“, hergestellt von der AG Westfalia
 - Grubenunglück auf der Zeche Reden (Saarland)
 - Grubenunglück in Klein-Rosseln (Lothringen)
 - Entwicklung des Selbstretters „Davis“ von Siebe Gorman, London
 - Entwicklung des Ausbrennschutzes von Dräger
 - Beginn der Verbreitung von Drägergeräten in Großbritannien
-

1908: - I. Internationaler Rettungskongress in Frankfurt am Main, dort Vorstellung von B. Drägers atemphysiologischen Ergebnissen von 1904

- Grubenunglück in Hamm, Westfalen
 - Dräger führend in der Gasschutzentwicklung
 - Steigerung des Exports von Dräger-Geräten in die USA
-

- 1910:**
- Entwicklung des „Lungmotors“ in den USA
 - Entwicklung des Halbstundengerätes „Dräger Modell 1910“
 - Gründung des Bureau of Mines, Pittsburgh
-

- 1912:**
- Beginn des Injektorstreits (ca. 1912-1914)
 - Beginn des Pulmotorstreits (ca. 1912-1933)
 - Entwicklung des „Fleuß- Davis- Modells 1912/ 1914 Proto“ von Siebe Gorman, London
-

- 1913:**
- Entwicklung des Selbstretters „Dräger- Tübben 1913“
 - II. Internationaler Rettungskongress in Wien
 - Amerikanische Goldene Medaille für Wissenschaft für den „Pulmotor“
 - Haldane bestätigt B. Drägers atemphysiologische Ergebnisse
-

- 1914:**
- Entwicklung des Selbstretters „Dräger- Tübben 1914“
-

- 1914/15:**
- Haldanes „Doncaster- Report“ wird veröffentlicht:
Haldane, J.S.: Report to the Doncaster Coal Owners`Committee on Self- Contained Rescue Apparatus for use in Irrespirable Atmospheres. Part I, 1914 (First Doncaster Report), Part II, 1915 (Second Doncaster Report).
-

- 1914-18:**
- Erster Weltkrieg
-

- 1915:**
- Erster Gasangriff des Ersten Weltkriegs in Ypern, Belgien
 - Entwicklung der „Deutschen Heeresschutzmaske 1915“
-

- 1916:**
- Entwicklung des „Heeres- Sauerstoff- Schutzgerätes 1916“ von Dräger

-
- 1917:**
- Umwandlung der „Draeger Oxygen Apparatus Co.“ in „American Atmos Corporation Pittsburgh“
 - Entwicklung des „Lungenkraftgerätes Gibbs 1917/23“, hergestellt von der American Atmos Corporation Pittsburgh

-
- 1918:**
- Entwicklung des Gasschutzgerätes „Paul 1918/23“, hergestellt von der American Atmos Corporation Pittsburgh
-

VII.3 Zusammenfassung: Die Entwicklung der freitragbaren Sauerstoffrettungsgeräte zwischen 1849-1918


Gerätename:	Hersteller:	Erscheinungsjahr:	Verbreitungsgebiet:	Bemerkungen:
Selbstretter J. Hutchinson		1849	In der Praxis keine Verbreitung	Grundlage für weitere Gerätekonstruktionen
Selbstretter Longridge		1853	In der Praxis keine Verbreitung	Grundlage für weitere Gerätekonstruktionen
Gasschutzgerät Schwann		1853	Das Gerät blieb ein Entwurf, keine Verbreitung	Erstes frei tragbares Gasschutzgerät mit Luftgeneration.
Selbstretter Bouchez- Delaville-Le- Roux		1880	In der Praxis keine Verbreitung	Grundlage für weitere Gerätekonstruktionen
Pneumatophor Walcher-Gaertner	Waldeck, Wagner und Benda, Wien	1895	Österreich, Deutschland	Grundlage für weitere Gerätekonstruktionen; erstes Gerät mit Druckgastechnik (O ₂ - Zylinder); keine Druckreduziertechnik; diskontinuierliche O ₂ - Zufuhr
Mayer-Pilar	O.Neupert, Wien	1897	Österreich, Oberschlesien	Nachteile durch diskontinuierliche Sauerstoffzufuhr und fehlende Reduktionsventile; Helmatmungsgerät
Fleuß-Modell 1879	Siebe Gorman, London	1879	Deutschland, Großbritannien	Erster praktisch verwendbarer Sauerstoffrettungs-Apparat; einfaches Lungenkraftgerät mit diskontinuierlicher O ₂ - Zufuhr
Pneumatophor Type Shamrock 1897/98	O.Neupert, Wien	1897, Verbesserung 1898	Österreich, Oberschlesien	Stellt die Weiterentwicklung des Pneumatophor Walcher-Gaertner dar; einfaches Lungenkraftgerät

Rettungsapparat Giersberg 1899	Sauerstoff- fabrik Berlin	1899	Deutschland	Hauptsächlich für Feuerwehren entwickelt; Lungenkraftgerät
Rettungsapparat Giersberg 1901	Drägerwerk Lübeck	1901	Deutschland, Österreich- Ungarn, England, Belgien, Russland	Weiterentwicklung des Giersberg 1899; erste Nutzung des Injektorprinzips; erstes unter direkter Mitbeteiligung von Dräger entwickeltes Rettungsgerät
Pneumatophor Type Shamrock 1902/03	Sauerstoff- fabrik Berlin GmbH	1902, Verbesserung 1903	Westfalen	Einsatz beim Grubenunglück in Courrières 1906; Lungenkraftgerät
Dräger 1903	Drägerwerk Lübeck	1903	vor allem in Deutschland	Erstmaliger Einsatz von Druckventiltechnik; Injektorgerät
Dräger 1904/09	Drägerwerk Lübeck	1904, Verbesserung 1909	ab 1909 weltweiter Einsatz	Injektorgerät; Aufnahme der atemphysiologischen Ergebnisse B. Drägers in die Konstruktion, dadurch Führung Drägers in der internationalen Atemschutztechnologie; Grundlage für alle folgenden Geräte von 1904- 1914
Pneumatogen 1904	O. Neupert, Wien	1904, Verbesserungen 1908 und 1910	Österreich	Entwicklung auf der Grundlage des „Oxylith“ von Prof. Jaubert (Paris)
Pulmotor	Drägerwerk, Lübeck	1907, Modifikation 1908	weltweit	Erstes weltweit in Serienproduktion hergestelltes Notfall- Beatmungs- und Wiederbelebungsgerät
Sauerstoffrettungs- gerät nach Dr. Brat	AG West- falia	1907	vor allem in Deutschland	Konkurrenz zum Pulmotor, „Pulmotorstreit“; technisch weniger ausgereift; arbeitete

				im Gegensatz zum Pulmotor nicht automatisch
Fleuß-Davis-Modell 1907 („Proto“)	Siebe Gorman, London	1907	England, Kanada, Australien, Japan, USA	Weiterentwicklung des Gerätes von 1879, verwendete Dräger-Reduzierventiltechnologie, Lungenkraftgerät
Tissot 1907	Konstruktion: Dr. Tissot, Paris	1907	in französischen Kohleminen, franz. Front im 1. Weltkrieg	Weist Sauerstoffdosierungsarmaturen von Dräger auf
Selbstretter Davis	Siebe Gorman, London	1907	vor allem in Großbritannien	Verwendet den Oxylith als Sauerstoffregenerator, weist Konstruktionsteile von Dräger auf
Lungmotor		1910	USA	Konkurrenz zum Pulmotor, „Pulmotorstreit“
Halbstundengerät Dräger 1910	Drägerwerk Lübeck	1910, Verbesserung 1911	vor allem in Deutschland, auch in Europa, USA; Kanada, Australien	Neugestaltung des Dräger 1904/09; Injektorggerät
Fleuß-Davis-Modell 1912/14 („Proto“)	Siebe &Gorman, London	1912, Verbesserung 1914	England, Kanada, Australien, Japan, USA, Russland	„Verbesserter Fleuß“, Weiterentwicklung des Gerätes von 1907; Lungenkraftgerät
Selbstretter Dräger-Tübben 1913	Drägerwerk Lübeck	1913	Mitteleuropa	
Selbstretter Dräger-Tübben 1914	Drägerwerk Lübeck	1914	Mitteleuropa	Verbesserung des Gerätes von 1913, Einsatz im 1. Weltkrieg
Heeres-Sauerstoff-Schutz-Gerät	Drägerwerk Lübeck	1916	Deutschland	Leichtes Einstundengerät ohne Injektor, Einsatz im 1. Weltkrieg
Gibbs 1917/23	American Atmos Corporation Pittsburgh	1917, Verbesserung 1923	USA	Lungenkraftgerät; „American Atmos Corporation“ war bis 1917 als „Draeger Oxygen

				Apparatus Co. “ US-Marktführer!
Paul 1918/23	American Atmos Corporation Pittsburgh	1918, Verbesserung 1923	England, USA, Mexiko	Lungenkraftgerät; “American Atmos Corporation” war bis 1917 als “Draeger Oxygen Apparatus Co. “ US-Marktführer und Tochterfirma von Dräger!
Appareil Type Draeger	Im Auftrag des franz. Kriegsministeriums	1919	Mitteleuropa	Nachbildung des Selbstretter Dräger-Tübben 1914

VII. 4 Original- Patentschrift des „Pulmotors“

KAISERLICHES  PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— № 211138 —

KLASSE 30 f. GRUPPE 5.

AUSGEGEBEN DEN 24. JUNI 1909.

DRÄGERWERK HEINR. & BERNH. DRÄGER IN LÜBECK.

Vorrichtung zur Erzeugung künstlicher Atmung.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 6. Oktober 1907 ab.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von künstlicher Atmung, bei der den Atmungsorganen entsprechend der natürlichen Ein- und Ausatmung Luft oder ein anderes Gas abwechselnd zugeführt und entzogen wird, wobei die Zuführung und Entziehung der Luft durch ein aus einer Injektordüse strömendes, als Betriebsmittel dienendes Preßgas erfolgt. Von den bisher bekannten Vorrichtungen dieser Art unterscheidet sich die neue Vorrichtung dadurch, daß die abwechselnd mit den Atmungsorganen verbindbaren Leitungen zum Ein- und Ausatmen so miteinander und mit einer von einem komprimierten Gas gespeisten Druck- und Saugdüse in Verbindung stehen, daß ein und dieselbe Düse bei der wechselnden Verbindung der Leitungen mit den Atmungsorganen durch ihre Druckkraft die Einatmung und durch ihre Saugkraft die Ausatmung veranlaßt. Diese Verbindung der Leitungen miteinander und mit einer Druck- und Saugdüse gestaltet die Vorrichtung einfach und gewährleistet eine besonders sichere Arbeitsweise, welche außerdem derart eingerichtet sein kann, daß die Vorrichtung den Wechsel zwischen Zuführung und Entziehung der Atmungsluft durch Umsteuerung eines Verteilungsorganes (Hahn, Ventil o. dgl.) selbsttätig besorgt, wodurch die jeweilig für das Ein- und Ausatmen bestimmte Zeit, auf welche die Vorrichtung eingestellt ist, genau inne gehalten wird. Die Zeichnung stellt ein Ausführungsbeispiel der neuen Vorrichtung dar.

Wie bekannt, ist ein Preßgas-(Sauerstoff-)behälter *a* mit einem Auslaßventil *b* und einem Druckminderventil *c* vorgesehen und durch abschließbare Leitungen mit einer Gesichtsmaske *s* verbunden. Die Leitungen sind in besonderer Weise eingerichtet. Zwei Leitungszweige *f* und *e* führen von der Düse *d* des Druckminderventils *c* derart zu einem Mehrweghahn *i*, welchen eine Schlauchleitung *g* mit der Gesichtsmaske *s* verbindet, daß das aus der Düse *d* ausströmende Druckgas durch den Leitungszweig *f* zum Hahn *i* hin getrieben wird und dabei auf die im Leitungszweig *e* befindliche Luft ansaugend wirkt. Damit hierbei das Ein- und Ausatmen abwechselnd künstlich hervorgerufen wird, muß der Hahn abwechselnd so eingestellt werden, daß er die Schlauchleitung *g* der Gesichtsmaske *s* abwechselnd mit dem Leitungszweig *f* und mit dem Leitungszweig *e* verbindet. Infolgedessen wird den Atmungsorganen der mit der Maske *s* versehenen Person abwechselnd Gas, welches bei geöffnetem Ventil *b* aus der Düse *d* ausströmt, nebst Luft durch die Leitungen *h e f g s* zugeführt und Gas bzw. Luft durch die Leitungen *s g e f h* entzogen. Die Umsteuerung des Hahnes ist selbsttätig eingerichtet worden und besteht darin, daß ein etwa als Uhrwerk eingerichtetes Triebwerk *p* eine Achse *r* umtreibt, auf welcher eine Kurvenscheibe *m n* befestigt ist, in deren Kurve ein Stift eines Hebelarmes *l* einfaßt. Die Kurve *n* hat einen solchen Verlauf und der Hebelarm *l* ist derart bei *o* gelagert und durch Lenker *k* mit dem Küken des Hahnes *i* verbunden, daß das Triebwerk *p* dem Hebel *l* eine Bewegung erteilt, welche die vorhin erwähnte selbsttätige Umstellung

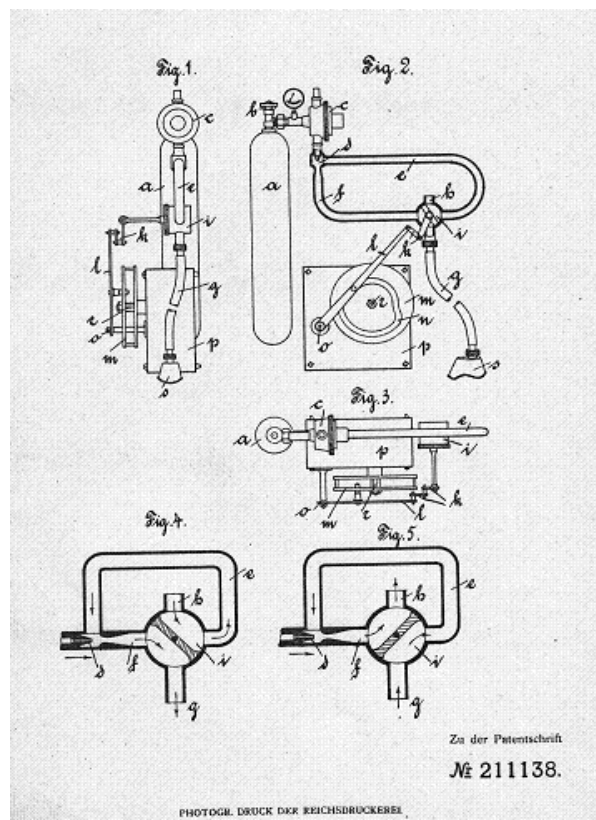
des Hahnes in regelmäßigen Zeitabschnitten bewirkt. In ganz regelmäßiger Folge wird die Leitung *g* abwechselnd mit der Leitung *f* und mit der Leitung *e* verbunden. Schematisch sind diese Verbindungen durch die Fig. 4 und 5 dargestellt.

Mit der beschriebenen Einrichtung kann eine vollkommen selbsttätige und regelmäßig verlaufende künstliche Ein- und Ausatmung auf beliebig lange Zeit herbeigeführt werden, wobei zu beachten ist, daß infolge der besonderen Verbindung der Leitungen miteinander und mit der Düse die letztere durch ihre Druck- und Saugkraft sowohl das Einatmen als auch das Ausatmen veranlaßt, daß also außer den dargestellten Leitungen und der Düse nicht noch eine besondere Strahlpumpe oder injektorartige Vorrichtung nötig ist. Es sind also nicht eine besondere Luftverdünnungsvorrichtung und eine besondere Verdichtungsvorrichtung getrennt nebeneinander vorhanden, sondern diese beiden Vorrichtungen sind als einfache Leitungen *f* und *e* mit der Düse *d* zu einer einzigen Einrichtung miteinander verschmolzen. Dadurch ist eine besondere Einfachheit und sichere Wirkung des Apparates erreicht und die Sicherheit des selbsttätigen Arbeitens des Apparates unterstützt worden. Bei dem vorliegenden Appa-

rat ist hinsichtlich der Luftzuführung die atmosphärische Luft gegenüber dem strömenden Atmungsgase die Hauptsache, das strömende Atmungsgas ist mehr Betriebsmittel, welches aber gleichzeitig die Luft anreichert und verbessert.

PATENT-ANSPRUCH:

Vorrichtung zur Erzeugung künstlicher Atmung, bei welcher das strömende Atmungsgas durch entsprechende Leitungen den Atmungsorganen abwechselnd Luft und Gas zuführt und entzieht, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckdüse (*d*) des Atmungsgases und der die Verbindung der Druckdüse (*d*) und der Luftleitung (*h*) mit der Atemleitung (*g*) regelnde Verteilungshahn (*i*) in eine Ringleitung (*e, f*) eingeschlossen sind, so daß je nach der Stellung des Hahnes (*i*) das durch die Düse (*d*) strömende Atmungsgas der Atemleitung (*g*) durch den einen Ringteil (*f*) Luft, die über den anderen Ringteil (*e*) aus der Luftleitung (*h*) angesaugt und gleichzeitig durch das als Betriebsmittel dienende Atmungsgas angereichert oder verbessert ist, zuführt (Fig. 4) oder (Fig. 5) die ausgeatmete Luft durch die ganze Ringleitung (*e, f*) nach der Luftleitung (*h*) entführt.



Zu der Patentschrift
№ 211138.

PHOTOGR. DRUCK DER REICHSDRUCKEREI.

VII. 5 Original- Patentschrift des „Injektors“



PATENTSCHRIFT

— № 132021 —

KLASSE 61 a.

BERNH. DRÄGER IN LÜBECK
UND DR. LUDWIG MICHAELIS IN BERLIN.

Vorrichtung zum Athmen in mit Rauch oder schädlichen Gasen erfüllten Räumen.

Patentirt im Deutschen Reiche vom 3. April 1901 ab.

Den Gegenstand der Erfindung bildet eine Vorrichtung zum Athmen in mit Rauch oder schädlichen Gasen erfüllten Räumen unter Verwendung von verdichtetem Sauerstoff bezw. verdichteter Luft. Dieselbe unterscheidet sich von den bereits bekannten Vorrichtungen ähnlicher Art dadurch, daß in ihr die lebendige Kraft des verdichteten Sauerstoffs dazu benutzt wird, einen beständigen Kreislauf der ganzen Luftmenge in der Athmungs Vorrichtung zu bewirken, während bei den älteren Vorrichtungen dieser Kreislauf durch die Ein- und Ausathmung selbst hervorgerufen werden mußte, wodurch das Athmen in mehr oder minder hohem Grade erschwert wurde.

Bei der vorliegenden Vorrichtung ist hinter dem Luftreiniger in das Luftzuführungsrohr eine Düse eingeschaltet, vermittelt deren durch den verdichteten Sauerstoff die ausgeathmete Luft durch den in bekannter Weise angeordneten Luftreiniger hindurchgesaugt und die gereinigte und mit frischem Sauerstoff gemischte Luft dem Munde wieder zugeführt wird.

Eine nach diesem Erfindungsgedanken ausgeführte Athmungs Vorrichtung ist in Fig. 1 der Zeichnung dargestellt; Fig. 2 zeigt in größerem Maßstabe einen Schnitt durch die Saugdüse.

Der Vorrath an hochgespanntem Sauerstoff befindet sich in der Flasche *a*. Durch das Druckverminderungsventil *b* und eine Rohr- oder Schlauchleitung gelangt der Sauerstoffstrom zum Kanal *c*, welcher so klein bemessen

ist, daß der Vorrath in der Flasche die beabsichtigte Zeit hindurch mit gleicher Stärke ausströmt. Die auszusaugenden Athmungsgase können die Mündung des Druckkanals umstreichen. Der aus *c* ausströmende Sauerstoffstrom erfaßt diese Gase und treibt sie in den Kanal *d*, welcher zu dem Kanal *e* in einem solchen Querschnittsverhältniß steht, daß die Gase mit einem gewissen Druck durch das Verbindungsrohr *e* in den Athmungsraum *f* geworfen werden.

Im Rohre *f* wird eine Saugwirkung hervorgerufen. Da das Rohr *f* mit dem Luftreiniger *g* und dieser wieder durch die Rohre *h* und *e* mit dem Athmungsraum *f* in Verbindung steht, so werden die der Auffrischung bedürftigen Athmungsgase durch diese Einrichtung stets von Neuem durch den Luftreiniger *g* gesaugt, wobei nach und nach eine Bereicherung der Athmungsluft an Sauerstoff — bis zu 60 pCt. — entsteht.

PATENT-ANSPRUCH:

Vorrichtung zum Athmen in mit Rauch oder schädlichen Gasen erfüllten Räumen unter Mitnahme von verdichtetem Sauerstoff bezw. verdichteter Luft, dadurch gekennzeichnet, daß vermittelt eines in die Vorrichtung eingeschalteten Injektors die lebendige Kraft des verdichteten Sauerstoffs dazu benutzt wird, die gesammte Luft in der Vorrichtung in beständigem Kreislauf zu erhalten.

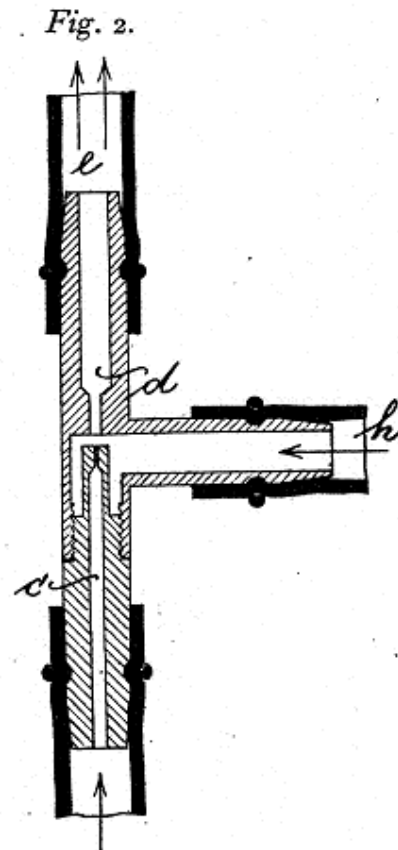
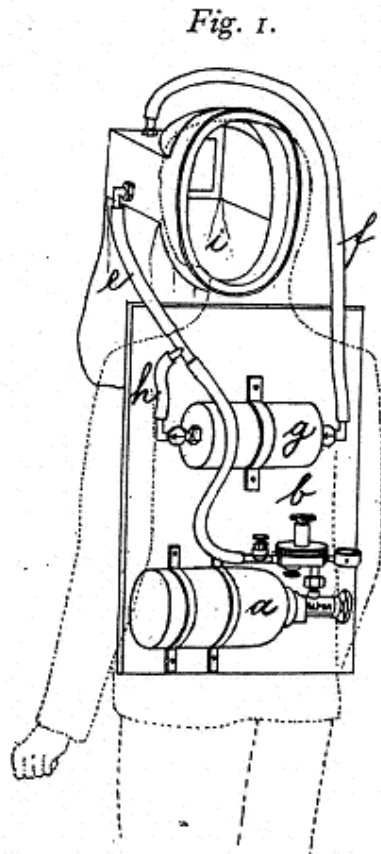
Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

2. Auflage, ausgegeben am 27. März 1909

BERLIN. GEDRUCKT IN DER REICHSDRUCKEREI.

BERNH. DRÄGER IN LÜBECK
UND DR. LUDWIG MICHAELIS IN BERLIN.

Vorrichtung zum Athmen in mit Rauch oder schädlichen Gasen erfüllten Räumen.



Zu der Patentschrift

№ 132021.

PHOTOG. DRUCK DER REICHSDRUCKEREI.

VIII. Danksagungen

An dieser Stelle danke ich allen Personen, die an der Durchführung dieser Arbeit beteiligt waren.

Zuerst bedanke ich mich bei Herrn Professor Dr. med. Peter Schmucker für die Möglichkeit, diese Promotion an der Klinik für Anästhesie der Universität zu Lübeck durchführen zu können, sowie für die Bereitstellung des Arbeitsmaterials.

Meinem Doktorvater, Herrn Priv. Doz. Dr. med. Meinolfus Strätling, möchte ich besonders für die Überlassung des Themas, für die freundliche Betreuung in allen Phasen dieser Arbeit, für die vielen Ratschläge, die Bereitstellung einigen Materials und die Korrekturen danken. Außerdem danke ich ihm für das Vorstellen von Teilen dieser Arbeit bei dem VI. International Symposium on the History of Anaesthesia in Cambridge 2005.

Der Firma Dräger in Lübeck sowie der Familie Dräger gebührt großer Dank für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes sowie für den offenen Zutritt zu den Archiven.

Besonderer Dank gilt Herrn Ingo Welling für die große Hilfe bei der Suche nach Material in den Archiven und das offene Ohr bei allen Probleme, die bei der Auswertung der Materialien aus den Archiven auftraten. Ebenso möchte ich mich bei Herrn Füllber für seine Hilfe bei Fragen das technische Archiv betreffend bedanken.

Des Weiteren möchte ich mich bei Anja Hilbert, geb. Peters und Rogan Schmidt- Rimpler für die gute Zusammenarbeit bedanken. Mit Euch war Vieles einfacher!

Ich bedanke mich sehr herzlich bei Claas Rothbarth und Kristine Wüllenweber für die Durchsicht und die hilfreichen Vorschläge beim Erstellen dieser Arbeit.

Jonas Rothbarth danke ich für die Korrekturvorschläge, die Hilfe beim Layout und vor allem für die liebevolle Unterstützung.

Meinen Eltern Margarete und Johannes Wüllenweber, meiner Schwester Kristine Wüllenweber und meinen Großeltern Ida und Adolf Gripp möchte ich hiermit dafür danken, dass sie immer für mich da gewesen sind und mich unterstützt haben.

IX. Lebenslauf



Persönliche Daten

Name, Vorname: Wüllenweber, Kathrin
Geburtsdatum: 11.08.1982
Geburtsort: Geesthacht
Familienstand: Ledig
Nationalität: Deutsch

Schulbildung

1988-1992: Grundschule in Neetze
1992-1994: Orientierungsstufe in Scharnebeck
1994-2001: Gymnasium Wilhelm- Raabe- Schule in Lüneburg
2001: Abitur

Hochschulausbildung

Seit WS 2001/2002: Studium der Humanmedizin an der Universität zu Lübeck
09/2003: Ärztliche Vorprüfung
Seit WS 2003/2004: Doktorandin am Institut für Anästhesiologie an der Universität zu Lübeck
WS 2005/2006: Auslandssemester an der Université de Caen, Frankreich im Rahmen des Erasmus- Stipendienprogramms
11/2007: Abschluss des Studiums mit dem Zweiten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

X. Veröffentlichungen

Wüllenweber K, Strätling M, Welling I, Dräger C, Schmucker P (2005) The development of modern mining-rescue technology - A systematic review on the base of an analysis (1889 - 1918) of the archives of the firm "Draeger Medical", Luebeck, Germany. In: Sixth International Symposium on the History of Anaesthesia, Cambridge, England, 15. - 18. September 2005, Abstract Booklet: 96.

Wüllenweber K., Kossbutzki C., Strätling M. (2007), Neue Erkenntnisse aus der Geschichte der Rettungstechnik und des Atemschutzes - oder: war der berühmte Britische Physiologe John Scott Haldane (1860 - 1936) ein Plagiator und Patentdieb? 54. Deutscher Anästhesiekongress DAC 2007 (Hamburg, 5. - 8. Mai 2007) (Abstract / Posterpräsentation): Abstract- CD: 1.6.2.

Peters A., Wüllenweber K., Schmidt-Rimpler R., Strätling M. (2007), Eine historisch unterschätzte, technische Grundlage der modernen Anästhesie, Intensiv- und Rettungsmedizin: Dr. Bernhard Dräger (1870 - 1928) und die Entwicklung der Druckgastechnik. 54. Deutscher Anästhesiekongress DAC 2007 (Hamburg, 5. - 8. Mai 2007) (Abstract / Posterpräsentation): Abstract- CD: 1.6.1.

Graw M., Wüllenweber K., Kossbutzki C., Strätling M. (2007), 100 Jahre Pulmotor 1907 - 2007 - ein entscheidender Meilenstein in der Geschichte der modernen Rettungsmedizin und Beatmungstechnik. 54. Deutscher Anästhesiekongress DAC 2007 (Hamburg, 5. - 8. Mai 2007) (Abstract / Posterpräsentation): Abstract-CD: 1.6.3.

Stratling MWM, Niggebrügge C, Wüllenweber K, Peters A, Graw M, Welling I, Fülber W, Schumacher J. (2007), The Centennial of Draeger's "Pulmotor" (1907 - 2007) - An important breakthrough in the international history of ventilation and resuscitation. Annual Congress of the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland (AAGBI), Dublin, 12 - 14 September 2007 (Abstract / Poster): Congress-CD: Poster 48.

Buchbeitrag:

Wüllenweber K, Strätling M, Welling I, Dräger C, Schmucker P (2007) The development

of modern mining-rescue technology - A systematic review on the base of an analysis (1889 - 1918) of the archives of the firm "Draeger Medical", Luebeck, Germany. In: History of Anaesthesia Society (Edit.) Proceedings of the Sixth International Symposium on the History of Anaesthesia (Cambridge, England, 15. - 18. September 2005): In Print.

XI. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation ohne fremde Hilfe angefertigt und keine anderen als die in der Arbeit genannten personellen, technischen und sachlichen Hilfen oder Hilfsmittel benutzt habe. Diese Arbeit wurde nicht vorher oder gleichzeitig andernorts einer Prüfungskommission vorgelegt. Ich versichere, dass ich mich bisher keinem anderen Promotionsverfahren unterzogen habe.

Lübeck, den 10.12.2007

Kathrin Wüllenweber