

Dieter Martinetz

Der Gaskrieg 1914/18

Entwicklung, Herstellung und Einsatz
chemischer Kampfstoffe

Das Zusammenwirken von militärischer
Führung, Wissenschaft und Industrie



01639835



Bernard & Graefe Verlag

LG 1 105

Das Titelbild zeigt einen deutschen Soldaten mit erstem provisorischen Atemschutz (chemikaliengetränkte Mullbinde).

Das Bild auf der Rückseite zeigt zwei deutsche Soldaten und ein Maultier mit den 1917 verwendeten Gasmasken (Archiv für Kunst & Geschichte, Berlin).

Bildnachweis:

Archiv zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin (18), Dr. Dietrich Stoltzenberg, Hamburg (1), Dr. Rolf-Dieter Müller, Freiburg (1), Biblio Verlag, Osnabrück (1), Archiv des Autors (46); Staudinger, H.: Arbeiterinnerungen. Hüthig Verlag, Heidelberg (H. Staudinger); Uppsala Newsletter – History of Science 1992, Nr. 17 (Brief Habers an Arrhenius, Archiv der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften).



M 97-1977

© Bernard & Graefe Verlag, Bonn 1996

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und fotomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.

Herstellung und Layout: Walter Amann, München

Lithos: Repro GmbH., Ergolding

Satz, Druck und Bindung: Isar-Post GmbH, Altheim/Landshut

Printed in Germany

ISBN 3-7637-5952-2

Inhalt

Einleitung	7
Der Weg zum ersten deutschen Gaseinsatz	9
Erforschung der »wissenschaftlichen Grundlagen des Gaskampfes«	29
Die Antwort der Alliierten	48
Tödliche Giftstoffe und neue Einsatztechniken	68
Die »Maskenbrecher« und das Hautgift »Gelbkreuz«	76
Der individuelle und kollektive Gasschutz	92
Höhepunkt und Ende des Gaseinsatzes	99
»Ergebnisse« des »Gaskrieges«	117
Als Kampfstoffe genutzte Chemikalien	117
Produzierte und eingesetzte Kampfstoffmengen	119
Gasbeschädigte und Gastote	127
Abschließende Betrachtung	132
Anmerkungen und Quellen	135
Anhang	162
1. Gliederung und Arbeitsgebiete des »Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische Chemie und Elektrochemie« 1918	163
2. Telefonverzeichnis des »Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische Chemie und Elektrochemie« 1918	164
3. Personalbestand der Abteilung A bei Kriegsende	166
4. Mitgliederverzeichnis des Offiziersvereins der ehemaligen Gastruppen e.V. (ohne Jahresangabe)	167
5. Kurzbezeichnungen und Decknamen der von Deutschland und den Alliierten eingesetzten Kampfstoffe	171
6. Unerträglichkeitsgrenzen	175
7. Tränenerregende Konzentrationen	176
8. Relative Toxizitäten im Vergleich mit Chlor	176
9. Habersche Tödlichkeitsprodukte	176
10. Die Kampfstoffmunition des Ersten Weltkrieges	177
Personenregister	187
Der Autor	200
Bildteil	I-XXIV

Einleitung

Trotz ernst zu nehmender Gegenstimmen schreckten einige militärische Führer bereits im Altertum nicht davor zurück, dem Feind durch vergiftete Nahrung und Trinkwasser zu schaden oder ihn mit Giftpfeilen zu Tode zu bringen. Sehr frühzeitig wandte man ferner die verschiedensten Brandsätze nicht nur zur Zerstörung materieller Güter, sondern auch zur Ausräucherung von Belagerten durch die kohlenstoffmonoxid- und schwefeloxidhaltigen Rauchgase an.

Im Mittelalter und der Neuzeit galt die zerstörerische Kreativität verschiedener naturwissenschaftlicher Gelehrter oder Interessierter vor allem der möglichst effektiven Vergiftung der Luft, und arsen-, quecksilber- sowie bilsenkrauthaltige »Rauch- und Dunstkugeln« wurden entzündet unter die Feinde geschleudert.

Im 19. Jahrhundert empfahlen Chemiker und Apotheker erstmals die Verwendung von mit Blausäure oder arsenorganischen Verbindungen gefüllten Geschossen sowie Blasangriffe mit Rauch und Schwefeldioxid.

Der Beginn des Einsatzes chemischer Kampfmittel kann jedoch auf den 22. April 1915 datiert werden, als kaiserlich deutsche Pioniere zum ersten Mal in der Kriegsgeschichte die gewaltige Menge von 150 Tonnen giftigen Chlorgases gegen französische und britische Stellungen bei Ypern abliesen. Bald folgte der massenhafte Einsatz weitaus schrecklicherer Giftstoffe. Der vorausgegangene Einsatz chemischer Reizstoffe durch Frankreich und Deutschland (vgl. S. 9 und 15) war in seiner Wirkung unbedeutend.

Auf allen kriegführenden Seiten engagierten sich nun Naturwissenschaftler und Militärs für die Entwicklung wirksamer chemischer Kampfstoffe und militärisch effektiver Einsatzformen, während sich die chemische Industrie vor allem um eine möglichst rasche und ausreichende Umsetzung in die Produktion bemühte.

Die tatsächlichen und vermeintlichen Erfolge der »Gaswaffe« im Ersten Weltkrieg wurden zum Ausgangspunkt für Kampfstoffeinsätze Spaniens gegen die aufständischen marokkanischen Rif-Kabylen in den Jahren 1922 bis 1927 sowie Italiens gegen Äthiopien 1935/36, die unter den schutzlosen Kämpfern bzw. Soldaten und der Zivilbevölkerung eine verheerende Wirkung entfalteten und in entscheidendem Maße zur Niederrichtung dieser Völker beitrugen.

In den dreißiger Jahren gelang Deutschland die Entwicklung, wenige Jahre später die Produktion der bedeutend toxischeren Nervengas-Kampfstoffe vom Tabun- und Sarin-Typ. Aber auch einige wichtige Kampfstoffe des Ersten Weltkrieges, wie Schwefel-Lost, Chlorarsinkampfstoffe und Phosgen, wurden wieder produziert und weiterentwickelt, wobei u. a. das Stickstoff-Lost entstand. Das im gleichen Verlag erschienene Buch »Der Krieg, der nicht stattfand« von Günther W. Gellermann beleuchtet die Gaskriegsvorbereitungen Deutschlands sowie der Alliierten und geht der Frage nach, warum ein Einsatz im Zweiten Weltkrieg unterblieb.

Nach 1945 gipfelten die Kampfstoff-Forschung und Kampfstoff-Entwicklung in der Schaffung der in geringsten Mengen auf das Nervensystem wirkenden V-Stoffe (wie VX) und der Einführung der Binärwaffentechnik. Aber auch das

Lost behielt nach 1945 militärische Bedeutung als Geländekampfstoff. Es wurde sowohl von den Großmächten bevorratet als auch von Staaten der »Dritten Welt« produziert und in regionalen Konflikten bedenkenlos angewandt. Genannt seien hier die Einsätze von Lost-Bomben Ägyptens gegen den Jemen in den Jahren 1963 bis 1967 und des Iraks gegen den Iran 1983 bis 1985 sowie gegen aufständische Kurden 1988. Dem Irak konnte ferner die Anwendung von Sarin nachgewiesen werden. Nach dem verlorenen Golfkrieg fanden UN-Inspektoren in den irakischen Arsenalen S-Lost, Sarin und Cyclosarin.

Erst das Ende Januar 1993 in Paris unterzeichnete »Übereinkommen über das Verbot der Entwicklung, Herstellung, Lagerung und des Einsatzes chemischer Waffen und über die Vernichtung solcher Waffen (Chemiewaffen-Konvention)« läßt auf ein Ende der chemischen Massenvernichtungsmittel hoffen. Im Jahre 1994 lagerten in den USA etwa 30 000, in den GUS-Staaten etwa 40 000 Tonnen Kampfstoffe. Leider aber schließt selbst der erklärte Wille der USA, Rußlands und anderer kampfstoffbesitzender Staaten zur Vernichtung der vorhandenen Bestände nicht die Herstellung, den Besitz und Einsatz durch Nichtunterzeichnerstaaten, Extremistengruppen und fanatische terroristische Vereinigungen aus, wie die im März 1995 in der Tokioter U-Bahn bekannt gewordenen Anschläge mit Sarin der Weltöffentlichkeit deutlich vor Augen geführt haben. Die schreckliche Gefahr wird offensichtlich, wenn man bedenkt, daß ein einziges Gramm dieses Giftes bis zu 1000 Menschen töten kann.

Im folgenden soll der Beginn der Geschichte der chemischen Kampfstoffe als Massenvernichtungsmittel im Ersten Weltkrieg beleuchtet werden, wobei vor allem den Motiven, den Organisatoren, den beteiligten Personen, dem Zusammenwirken von Militär, Wissenschaft und Industrie, den bedeutendsten militärischen Einsätzen und den »Ergebnissen« nachgegangen wird.

Der Weg zum ersten deutschen Gaseinsatz

Bei Ausbruch des Ersten Weltkrieges dachte zunächst wohl keiner der involvierten Staaten ernsthaft daran, chemische Giftstoffe einzusetzen, zumal durch die Haager Konferenzen vom 29. Juli 1899 und 1. Oktober 1907 den Kriegführenden diesbezüglich Beschränkungen auferlegt waren. Diese betrafen gemäß Artikel 23 a. der Haager Landkriegsordnung die Verwendung von Giften und vergifteten Waffen (interpretiert im Sinne der Anwendung von Giften zur Trinkwasser- und Lebensmittel-Vergiftung sowie vergifteter Waffen im Sinne von Pfeilen und Stichwaffen), b. die Verwendung von Waffen, Geschossen und Stoffen, die geeignet sind, unnötige Leiden zu verursachen und c. die Verwendung von Geschossen, deren einziger Zweck es ist, giftige oder erstickende Gase zu verbreiten. Es war gefordert, daß die Splitterwirkung immer die Giftwirkung übertreffen muß¹.

Lediglich die französischen Truppen führten etwa 30 000 26-mm-Gewehrpatronen mit sich, die keine normale Sprengladung, sondern eine Füllung von 19 Milliliter tränenreizendem Bromessigsäureethylester enthielten (»cartouches suffocantes«) und aus Polizeibeständen stammten. Ihre Produktion erfolgte bereits 1912 auf Veranlassung des Leiters des Pariser »Laboratoire Municipal«, André Kling (1872–1947), für den Polizeieinsatz. Erst im November 1914 wurde eine Neuanfertigung beschlossen, wobei man aus Mangel an Brom nach sachverständigem Rat zum größten Teil auf das sehr ähnlich wirkende Chloraceton ausweichen mußte und auch mit der Füllung von Handgranaten (»grenades suffocantes«, Bertrand No. 1) begann. Am 7. Januar 1915 forderte der kommandierende General der Nord- und Nordost-Front, Joseph Jacques Césaire Joffre (1852–1931), diese Waffe für die vordersten Linien an, am 21. Februar erschien eine Dienstvorschrift des französischen Kriegsministeriums über den Gebrauch von Gasgewehr- und Gashandgranaten, und im März erfolgten nach den deutschen Heeresberichten erste Einsätze in den Argonnen.

In der Dienstvorschrift heißt es unter der Überschrift »Bemerkungen über Geschosse mit betäubenden Gasen«:

»Die sogenannten Geschosse mit betäubenden Gasen, die von unserer Zentralwerkstätte hergestellt werden, enthalten eine Flüssigkeit, die nach der Explosion Dämpfe ausströmt, die Augen, Nase und Kehle reizen . . . Die durch Geschosse mit Erstickungsgasen verbreiteten Dämpfe sind nicht tödlich, wenigstens nicht bei geringen Mengen?.«

Diese Tatsache wurde nach dem Krieg in einem von Major Clarence J. West (1852–1931) vom amerikanischen »Chemical Warfare Service« am 2. Mai 1919 in der Zeitschrift »Science« publizierten Artikel bestätigt, in dem er den Geschossen jedoch eine größere Wirksamkeit abspricht:

»Während des Schützengrabenkrieges ist von diesen erstickenden Gewehrgranaten eine Verwendung gemacht worden, die man als verfehlt beschreiben muß, und zwar darum, weil die kleinen Flüssigkeitsmengen, die sie enthielten, ungefähr 19 cm, im offenen Felde keine Wirkung haben konnten?.«

Der größte deutsche Blasangriff mit 500 Tonnen Chlor fand am 19. und 20. Oktober 1915 bei Reims statt⁹³. Den wohl verlustreichsten Angriff, bei dem 5000 bis 8000 italienische Soldaten vergast wurden, unternahm österreichisch-ungarische Truppen unter dem Kommando von Major Dr. Lothar Rendulic (1887–1971) am 29. Juni 1916 bei St. Michele del Carso auf der Hochfläche von Doberdo⁹⁴.

Hauptlieferanten von Flüssigchlor waren 1915 bis 1918 Bayer (Leverkusen) mit insgesamt 14 047 t, die BASF (Ludwigshafen) mit 23 600 t und die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron (Bitterfeld) mit 34 500 t. Die deutsche Gesamtproduktion 1915 bis 1918 (einschließlich des nicht für Kampfstoffe verwendeten Anteils) beziffert Ludwig F. Haber auf 92 600 t⁹⁵ (vgl. S. 120).

Erforschung der »wissenschaftlichen Grundlagen des Gaskampfes«

Nach dem ersten Chloreinsatz bei Ypern ging es dem von Kaiser Wilhelm II. (1859–1941) im Rahmen der ungewöhnlichen Sprungbeförderung vom Vizefeldwebel d. R. zum Hauptmann beförderten Haber (der damit nicht nur ausgezeichnet, sondern auch als notwendiger Partner der Militärs aufgewertet werden sollte) verstärkt darum, in seinem Dahlemer Institut die Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen des Gaseinsatzes und Gasschutzes zu organisieren.

Nachdem in den ersten Kriegsmonaten außer Haber nur vergleichsweise wenige Wissenschaftler kriegschemisch arbeiteten und forschten (Nernst, Kerschbaum; vgl. auch die Ausführungen von Bauer auf S. 15 f.), die meisten waren ja ohnehin einberufen, änderte sich dies allmählich durch Habers Tätigkeit als Abteilungsleiter im Kriegsministerium. Freistellungen bzw. die Zuweisung neuer Mitarbeiter ermöglichten eine Ausweitung der wissenschaftlichen Arbeiten im Dahlemer Institut.

Bereits bis Oktober 1915 wurden 56 % des Etats für »Versuchsarbeiten zur Ausbildung von Gaskampfmethoden« und »Herstellung einer Schutzmaske und deren Prüfung« aufgewendet, die im Auftrage und mit Geldern der »Ingenieurabteilung« (A 6) und der »Medizinalabteilung« (M. A.) des Preußischen Kriegsministeriums durchgeführt wurden. Ab Februar 1916 arbeitete das Institut nur noch als Forschungs-, Entwicklungs- und Prüfzentrum für die Heeresverwaltung, die auch alle Kosten übernahm. Ende des Jahres 1916 wurde es auf Antrag der Haber zugeordneten Abteilung »Koordination der Gaskriegführung« (W 8) für die Zeit des Krieges – mit Zustimmung der Koppel-Stiftung – ganz und gar der militärischen Führung unterstellt⁹⁶. In den Briefköpfen des »Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische und Elektrochemie« fand sich nun der Zusatz »Königlich Preußisches Militärinstitut«. Die Funktion Habers als wissenschaftlicher Leiter des Institutes blieb davon unberührt. Die zentrale Arbeitsaufgabe bestand in der Erarbeitung der naturwissenschaftlichen Grundlagen des Gaskampfes und des Gasschutzes sowie der Herstellung wirksamer Kampfstoffe und der Entwicklung wirksamer Einsatzmöglichkeiten.

Aufsichtsbehörde war die Habersche »Chemische Abteilung« (A 10) im Kriegsministerium. Den Posten des Verwaltungsdirektors erhielt zunächst Habers Schwager, Hauptmann Friedrich Meffert, zuvor Führer der Parkkompanie im Gasregiment Peterson, der 1917 von dem zu diesem Zeitpunkt in der Abteilung G tätigen Chemiker Dr. Hans Tappen abgelöst wurde (Meffert war seinerseits in die Oberste Heeresleitung berufen worden, wo er Erich Ludendorff (1865–1937) über alle Schießversuche mit Gasgeschossen direkt zu berichten hatte).

Dabei mußte Haber entsprechend dem insgesamt zu bewältigenden breiten Aufgabenspektrum Chemiker, Physiker, Physiologen, Pharmakologen, Toxikologen, Mediziner, Meteorologen und Ingenieure zusammenführen, ihre gemeinsame Arbeit organisieren und die erbrachten Ergebnisse möglichst rasch mit der Industrie umsetzen. Sehr hilfreich waren ihm seine ausgezeichneten Kontakte zur chemischen Industrie. Haber hielt bei der Erforschung, Entwicklung und Produktion der Kampfstoffe, bei der Entwicklung und Fertigung der Schutzgeräte, bei

der Ausbildung der Anwendungstechnik und als Berater an den Fronten stets alle Fäden in der Hand, und verschiedene seiner Mitarbeiter heben in späteren Berichten immer wieder sein ausgesprochenes Organisationstalent hervor.

Außerdem war Haber, unterstützt vor allem von dem Entomologen Albrecht Hase (1882–1962) (der die Arbeiten nach dem Krieg an der Biologischen Reichsanstalt fortsetzte), auch an der Entwicklung neuer, militärisch nutzbarer Schädlingsbekämpfungsmethoden, wie der Begasung von Getreidemagazinen und anderen Proviantspeichern der Armee, beteiligt.

Die Zahl der Wissenschaftler, die am Institut für die Gaskriegsforschung arbeiteten betrug schließlich etwa 150, die Zahl der militärischen und zivilen Hilfskräfte 1500 bis 2000^{97 98 99}.

Einschließlich der in Industrie und militärischem Bereich Tätigen waren es schließlich rund 1000 Akademiker, die, letztlich ebenfalls Haber als Abteilungsleiter im Kriegsministerium unterstellt, für den deutschen Gaskrieg arbeiteten. Allein die Bayer-Werke in Leverkusen beschäftigten etwa 200 Chemiker¹⁰⁰.

Nach der verstärkten Einbeziehung Habers in die Vorbereitungen des Kampfstoffeinsatzes in den letzten Monaten des Jahres 1914, trug dieser ab Anfang 1915

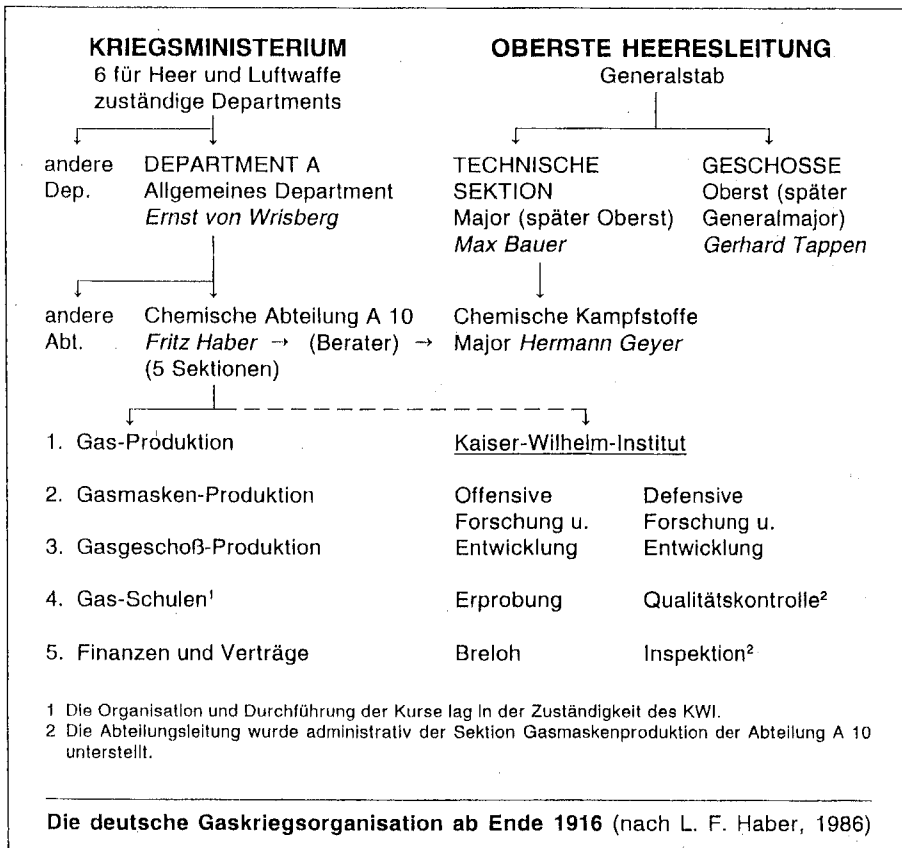
in beschränktem Umfang, ab Mitte bis Ende 1916 in vollem Umfang die gesamte technische Verantwortung für den chemischen Krieg Deutschlands. So wurde der Abteilung A 10 in der ersten Hälfte des Jahres 1916 die Verantwortlichkeit für die Gasgeschosse übertragen, in der zweiten Hälfte auch die der Gasmaskenproduktion und des Gasschutzes. Ende 1916 verfügte Haber in der »Chemischen Abteilung« über 5 Unterabteilungen: Gas-Produktion, Gasmasken-Herstellung, Gasgeschosß-Produktion, Gas-Schulen (deren Organisation und Durchführung durch das Kaiser-Wilhelm-Institut erfolgte) sowie Finanzen und Verträge.

Erstaunlich ist es, daß die Tätigkeit im Ministerium von weniger als zehn Offizieren und Zivilpersonen (darunter einige enge Mitarbeiter aus dem Dahlemer Institut wie Gerhard Just, Friedrich Epstein und Otto Poppenberg) sowie 14 Verwaltungskräften, Sekretären und Kurieren bewältigt wurde¹⁰¹. Vielleicht liegt darin auch einer der Gründe für die im allgemeinen effektive Arbeit, die des weiteren eng mit dem Dahlemer Institut verflochten war, wo offensive sowie defensive Forschung und Entwicklung, die Erprobung von Kampfstoffen und die Qualitätskontrolle sowie Prüfung der Gasmasken (die Leitung dieser Abteilungen war administrativ der Gasmasken-Produktion in der Abteilung A 10 unterstellt) erfolgten. Die Feldversuche in Breloh und auf verschiedenen Artillerie-Schießplätzen wurden ebenfalls von Habers Wissenschaftlern betreut. Dennoch waren Schwierigkeiten mit der ministeriellen Verwaltungsbürokratie nicht völlig ausgeschlossen. Diese zeigten sich u. a. bei dem Bau eines Gasmaskenprüfzentrums in Adlershof und der Einrichtung des Versuchsgeländes in Breloh¹⁰¹.

Aber auch viele andere bekannte deutsche Naturwissenschaftler stellten ihre ganze Kraft den militär-chemischen Kampfstoff-Entwicklungen, den physikalisch-chemischen Prüfungen und pharmakologisch-toxikologischen Erprobungen sowie der Ausbildung des Gasschutzes zur Verfügung.

Besonders hervorzuheben sind dabei die Abteilungsleiter des Haberschen Institutes:

- der Chemiker Prof. Reginald Oliver Herzog (1878–1935) – Abteilung A: Überwachung der Fabrikation deutscher Gasmasken und Ausarbeitung neuer Gasschutzgeräte;
- der Chemiker Dr. Friedrich (Fritz) P. Kerschbaum (gest. 1946) – Abteilung B: Ausarbeitung deutscher Gaskampfmittel sowie Prüfung feindlichen Gaskampf- und Gasschutzgerätes;
- der Chemiker Dr. Ludwig Hans Pick (geb. 1884) – Abteilung C: Chemische Fragen des Gasschutzes;
- der Chemiker Prof. Heinrich Wieland (1877–1957) – Abteilung D: Darstellung neuer Kampfstoffe;
- der Pharmakologe Prof. Ferdinand Flury (1877–1947) – Abteilung E: Tierversuche sowie gewerbe-hygienische Fragen;
- der Physikochemiker Prof. Herbert Freundlich (1880–1941) – Abteilung F: Überwachung der Fabrikation deutscher Atemeinsätze;
- der Chemiker Prof. Wilhelm Steinkopf (1878–1949) – Abteilung G: Überwachung der Fabrikation von Geschossen und Zündern für Gasmunition;
- der Sprengstoffchemiker Prof. Otto Poppenberg (1876–1956) – Abteilung H: Sprengstoffe;
- der Chemiker Prof. Paul Friedländer (1857–1923) – Abteilung J: Überwachung der Produktion von Gaskampfstoffen;



- die stellvertretenden Abteilungsleiter Prof. Kurt Hans Meyer (Chemiker, 1883–1952), Prof. Wolfgang Heubner (Pharmakologe, 1877–1957), Prof. Adolf Sieverts (Chemiker, 1874–1943);
- und der Chemiker Dr. Hans Tappen – ab 1917 Verwaltungsdirektor^{102 103}.

Bekannte Naturwissenschaftler und Mediziner aus ganz Deutschland wurden für die militär-chemischen, militär-physikalischen, militär-pharmakologischen und militär-medizinischen Arbeiten herangezogen oder stellten sich für diese zur Verfügung, wie z. B. die Chemiker Gerhard Just, Johannes Thiele (1865–1918, als Berater), Wilhelm Prandtl (1878–1956), Fritz W. Weigert (1876–1947) und Julius Meyer (geb. 1876), der Physiologe Martin Gildemeister (1876–1943), die Pharmakologen Ernst Laqueur (1880–1947), Rudolf Magnus (1873–1927) und Franz Zernik (1876–1941), der Physiker Erich Regener (1881–1955), der auf dem Gebiet der physiologischen Chemie tätige Peter Rona (1871–1945), der Biochemiker Emil Fromm (1865–1928), der Pathologe Otto Heitzmann oder die Mediziner Reinhard von den Velden und Hermann Wieland (1885–1929)^{102 103 104}.

Von den während des Krieges zeitweise am KWI tätigen wissenschaftlichen Mitarbeitern (vgl. auch Anhang) seien u. a. Dipl.-Ing. Bartels, Dr. A. Bloemer, Dipl.-Ing. Boas (Hans Adolf? geb. 1869), Dr. Börnstein (Ernst? 1854–1932), Dr. Brauer (Kurt? 1888–1950), Dr. Eberle, Dr. Friedrich Epstein, Dr. Fehlheim, Dr. Freise (Eduard? geb. 1882), Dr. Freimuth (Freymuth?, Assistent Flurys), Dr. Hans Geiger, Dr. Gruhl, Dr. Hermsdorf, Dr. Julius Herold (Assistent Steinkopfs), Dr. Hildesheimer, Dr. Johannes Jaenicke (1888–1984), Dr. Jeroch, Dr. Kalischer (Georg? 1873–1938), Dr. Kämpfer, Dr. Kantorowicz, Dr. Kniepen, Dr. Knipping (Paul C. M.? 1883–1935), Dr. Knobloch, Dr. Koref (Fritz? geb. 1884), Dr. Lecher (Hans? geb. 1887), Dr. Lehmann (Erich? geb. 1878), Dr. Lieck, Dr. Lohmann, Dr. Th. A. Maaß, Dr. Medicus, Dr. Walther Metzener, Dr. Fr. Meyer (Friedrich? 1886–1933), Dr. Walther Mielenz, Dr. Ernst Müller (1881–1945), Dr. Hans Müller, Dr. Ullrich Müller, Dr. Ochs, Dr. Oettinger, Oberstabsapotheker Ostermann, Dr. Paulus, Dr. Adolph Pfannenstiel, Dr. Kurt Piorowski, Dr. Pummerer (Rudolf?, geb. 1882), Dr. Reiche (Fritz? geb. 1883), Dr. Runze, Dr. Schäfer (Konrad? 1874–1922), Dr. Schepang, Dr. Schering (Harald? 1880–1956), Dr. Schick, Dr. Schuhmann, Dr. Wilhelm Schul(t)ze, Dr. Schweitzer, Dr. Sommer, Dr. Spletstösser, Dr. Steibelt, Dr. Stein, Dr. Stern (Rudolf?), Dr. Stirm (Karl?, geb. 1875), Prof. Alfred Stock (1876–1946), Dr. Joseph Stöhr, Dr. Hugo Stoltzenberg (1883–1974), Dr. Struth, Dr. Tesch, Dipl.-Ing. Theberath, Dr. von der Heyde, Dr. K. Wachtel, Dr. Karl M. Weigert (ein Neffe von Haber), Dr. Weishut, Dr. Wesche, Dr. Wirth (Fritz? geb. 1883), Dr. Wollring, Dr. Zaar (Karl? 1880–1949), Dr. Zedner und Dr. Zoellner genannt^{102 103 104}.

Auf dem Dahlemer Gelände entstanden zahlreiche zusätzliche Baracken und Notunterkünfte. Die anderen Kaiser-Wilhelm-Institute, besonders die für Chemie und Biologie, mußten eine beträchtliche Zahl von Räumen und Labors an das »Militärinstitut«, wie das Habersche Institut nun auch kurz genannt wurde, abtreten¹⁰⁵.

Nach späteren Angaben Ferdinand Flurys wurden während des Krieges in Dahlem etwa 700 chemische Verbindungen unterschiedlicher Struktur »eingehender« untersucht¹⁰⁶.

Den größten Teil synthetisierten die Dahlemer Wissenschaftler, eine ganze Reihe von Verbindungen stellten aber auch die Labors der an der Kampfstoffproduktion beteiligten chemischen Industrie für Prüfungszwecke her¹⁰⁷.

Da die meisten Ergebnisse der Kampfstoff-Forschung, speziell die Entwicklungsarbeiten neuer Stoffe, geheim waren, wurden sie naturgemäß nicht publiziert, auch nicht nach dem Krieg.

Eine Ausnahme bildet ein großer Teil der pharmakologisch-toxikologischen Untersuchungen der während des Weltkrieges eingesetzten Gifte, die 1921 im Band 13 der »Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin« veröffentlicht wurden.

**In der »Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin«
Band 13 und 14 (1921) publizierte Übersichtsarbeiten
»Über Kampfgasvergiftungen«:**

- I. Über Reizgase. Von Ferdinand Flury (S. 1–15).
- II. Über Zersetzung der Kampfstoffe durch Wasser. Von Peter Rona, Berlin. (S. 16–30)
- III. Experimentelle Pathologie der Phosgenvergiftung. Nach Versuchen und Berichten von Aschoff, Flury, Gildemeister, Heitzmann, Heubner, Koch, Laqueur, Magnus, A. Mayer, Ricker, Rona, Soika u. a. bearbeitet von E. Laqueur und R. Magnus (S. 31–179).
- IV. Ergänzende Befunde zur pathologischen Anatomie der Phosgenvergiftung. Von Dr. Otto Heitzmann (S. 180–199).
- V. Experimentelle und theoretische Grundlagen zur Therapie der Phosgenerkrankungen. Nach Versuchen und Berichten von Blank, Ellinger, Gildemeister, Gros, Heubner, Laqueur, Lipschitz, Magnus, von Müller, Rona, Soika, von den Velden bearbeitet von E. Laqueur und R. Magnus (S. 200–290).
- VI. Die Chlorpikrinvergiftung. Nach Untersuchungen von Flury, Gildemeister, Gros, Heitzmann, Heubner, Loewe, Soika u. a. bearbeitet von M. Gildemeister und W. Heubner (S. 291–366).
- VII. Die pharmakologische Wirkung des Dichloräthylsulfids (Thiodiglykolchlorid, Gelbkreuzstoff, Senfgas, Yperit, Lost). Nach Versuchen zahlreicher Mitarbeiter zusammengestellt von Ferdinand Flury und Hermann Wieland (S. 367–484).
- VIII. Die pathologisch-anatomischen Veränderungen nach Vergiftung mit Dichloräthylsulfid unter Berücksichtigung der Tierversuche. Von Dr. Otto Heitzmann (S. 484–522).
- IX. Lokal reizende Arsenverbindungen. Nach Versuchen von M. Bacharach, M. Busch, J. Gattner, O. Gros, P. György, J. Kerb, S. Loewe, Th. A. Maass, M. Rosenberg, P. Rona, K. Schübel, K. Wachtel, H. Wieland, F. Zernik u. a. Von Ferdinand Flury (S. 523–575).
- X. Klinik der Erkrankungen nach Dichloräthylsulfidvergiftung. Von Reinhard von den Velden (Band 14, S. 1 ff.).

Hier sind auch die Namen verschiedener weiterer Mitarbeiter der medizinisch-pharmakologisch-toxikologischen Richtung genannt.

Die wichtigsten Forschungsunterlagen des Haberschen Institutes wurden nach dem Waffenstillstand bzw. Kriegsende einer speziellen Stelle der Reichswehr (später dem Heereswaffenamt unterstellt) sowie solchen Personen, die im Geheimen an der Kampfstoffproblematik weiterarbeiten sollten, übergeben¹⁰⁸. Bestimmte Unterlagen wurden möglicherweise auch vernichtet, um sie der Alliierten Kontrollkommission zu entziehen^{109 110}.

Nach Angaben Dietrich Stoltzenbergs (geb. 1926), einem Sohn des Haber-Mitarbeiters Hugo Stoltzenberg, lagerte ein großer Teil der erhalten gebliebenen Akten später im Preußischen Militärarchiv Potsdam, wo sie während eines Luftangriffes am 14. April 1945 zerstört worden sein sollen¹¹⁰.

Eine Übersicht der wichtigsten bearbeiteten Stoffe kann dennoch aus erhaltenen Unterlagen gewonnen werden, z. B. aus dem Protokoll einer Besprechung Habers und führender Mitarbeiter des Kriegsministeriums («Chemische Abteilung» [A 10]) und des Kaiser-Wilhelm-Institutes mit Vertretern der Industrie über den Stand der Gaskampfstoffe am 15. Mai 1918¹¹¹ sowie aus anderen Protokollen dieser regelmäßig abgehaltenen Berliner Besprechungen^{112 113 114 115}.

Hier finden sich in den Anwesenheitslisten auch Namen von wichtigen Mitarbeitern des Kaiser-Wilhelm-Institutes und der beteiligten chemischen Fabriken (vgl. z. B. nachfolgende Liste).

Anwesenheitsliste aus dem Protokoll der Besprechung mit den Vertretern der Industrie über den Stand der Gaskampfstoffe vom 18. Mai 1918

Vom Kriegsministerium A. 10:

Geh.Rat *Haber* (Fritz, d. A.)
Dr. *Epstein* (Friedrich, d. A.)
Prof. *Just* (Gerhard, d. A.)
Prof. *Poppenberg* (Otto, d. A.)

vom Kriegsamt:

Major v. *Weinberg* (Arthur, 1860–1943, d. A.)

vom Kommandanten der Gastruppen:

Leutnant *Hahn* (Otto, d. A.)

vom Kaiser-Wilhelm-Institut:

Abteilung B:

Dr. *Kerschbaum* (Friedrich, d. A.)
Prof. *Frank* (Franck, James, d. A.)
Dipl.-Ing. *Hedrich*
Dr. *Kniepen*
Dr. *Metzener* (Walther, d. A.)
Dr. *K. Müller* (Kurt, d. A.)
Prof. *Regener* (Erich, d. A.)
Dr. *Schäfer* (Konrad? d. A.)
Prof. *Sieverts* (Adolf, d. A.)
Dr. *Weigert* (Karl M., d. A.)
Dr. *Zedner*

Abteilung C:

Dr. *Pick* (Ludwig Hans, d. A.)
Prof. *Weigert* (Fritz, 1876–1946, d. A.)

Abteilung D:

Prof. *Wieland* (Heinrich, d. A.)
Prof. *Kurt H. Meyer*

Abteilung E:

Prof. *Flury* (Ferdinand, d. A.)
Dr. *Maass* (Maaß, Th. A., d. A.)
Dr. *Wieland* (Hermann, d. A.)
Dr. *Zernick* (Zernik, Franz, d. A.)

Abteilung J:

Prof. *Friedlaender* (Friedländer, Paul, d. A.)
Dr. *Kalischer* (Georg, d. A.)

von der Heeresgasschule:

Major *Fromm* (Emil, 1865–1928, d. A.)

Universität München:

Geh.Rat Prof. *Willstätter* (Richard, d. A.)

von der Agfa:

Dr. *Geldermann*
Dr. *Schneider* (S., d. A.)

von der Badischen A.S.F.:

Dr. *Julius* (Paul, 1862–1931, d. A.)
Dr. *Münch*
Dr. *Seidel* (Paul, 1867–1951, d. A.)

von Cassella & Co.:

Dr. *Hoffmann* (Meinhard, 1853–1936, d. A.)

von den Farbenfabriken Leverkusen:

Dr. *Hagemann* (Carl, 1867–1940, d. A.)
Dr. *Krekeler* (Carl, 1865–1947, d. A.)
Dr. *Lommel* (W., geb. 1878, d. A.)
Dr. *Stange* (Otto, 1870–1941, d. A.)

von den Farbwerken Höchst:

Prof. Dr. *Duden* (Paul, 1868–1954, d. A.)
Prof. Dr. *Roser* (Wilhelm, 1858–1923, d. A.)
Prof. Dr. *Schmidt* (Albrecht, 1864–1945, d. A.)
Dr. *Wagner* (Hermann, 1876–1932, d. A.)

von der Fa. Kalle u. Cie.:

Dr. *Albrecht* (Carl, 1862–1937, d. A.)
Dr. *Schmidt*

Aus den Anwesenheitslisten der anderen zitierten Besprechungen sind folgende weitere Teilnehmer der kampfstoffproduzierenden Industrie und anderer involvierter Einrichtungen zu entnehmen:

- Fa. Bayer: Dr. Schlösser, Dr. Standtke, Dr. Heimann, Dr. Ott (Philipp, 1861–1947, d. A.), am 31. 10. 1916 auch Carl Duisberg selbst;
- Fa. BASF: Prof Müller (Carl, 1857–1931, d. A.), Dr. Villiger (Victor, 1868–1934, d. A.);
- Fa. Hoechst: Dr. Haeuser (Adolf, 1857–1938, d. A.), Dr. Kränzlein (Georg, 1881–1943, d. A.);

- Fa. AGFA: Dr. Clausius, Dr. Herzberg, Dr. Reinicke, Dr. Kirchhoff;
- Fa. Kahlbaum: Dr. Baurat (Baurath?, d. A.);
- Fa. Griesheim-Elektron: Generaldirektor Dr. Plieninger (Theodor, 1856–1930, d. A.), Dr. Zacharias (Emil, 1867–1944, d. A.);
- Fa. Cassella: Dr. Momberger;
- Fa. Rhenania: Dr. Schmidt;
- Fa. Arsenikhütte Reichenstein: Dr. H. Güttler, Dr. Schärfe;
- Königliches Oberhüttenamt Freiberg: Dr. Kochinke.
- Von der »Chemischen Abteilung« (A 10) und dem Kaiser-Wilhelm-Institut werden hier neben dem stets persönlich anwesenden Haber als Teilnehmer Dr. Epstein, Dr. Kerschbaum, Dr. Weishut, Prof. Hahn, Dr. Arend und die Abteilungsvorsteher genannt.

Als grundlegende Arbeitsziele standen im Bereich der offensiven chemischen Kriegführung die Auswertung der vorhandenen Literatur hinsichtlich geeigneter Giftstoffe, ihre demgemäße Darstellung bzw. Optimierung der Darstellung und die Synthese neuer Stoffe, die aus theoretischen Überlegungen eine hohe Giftwirkung besitzen sollten (Abteilung D unter Heinrich Wieland und B unter Fritz Kerschbaum).

Alle dabei angefallenen sowie aus der Industrieforschung stammenden Verbindungen wurden der physiologischen und toxikologischen Testung (Abteilung E unter Ferdinand Flury) unterzogen (z. B. auch die von Leverkusen angelieferten Proben von Phosgen, Diphosgen und Bis(2-chlorethyl)-sulfid). Dabei liefen Tierversuche an Mäusen, Ratten und Meerschweinchen, aber auch Pferden und Affen. Vergiftungen von Wissenschaftlern in den Forschungslabors, Arbeitern in der Kampfstoffindustrie und von Frontsoldaten wurden sorgfältig registriert und ausgewertet. Diese nach dem Krieg größtenteils publizierten Ergebnisse (vgl. weiter oben) bilden bis heute einen wichtigen Fundus der Kenntnisse über akute Kampfstoffwirkungen.

Zur toxikologischen Charakterisierung wurden Werte wie Reizgrenze, Erträglichkeits-/Unerträglichkeitsgrenze und die aus Konzentration und Zeit gebildete Tödlichkeitszahl (später als Habersches Tödlichkeitsprodukt bekannt geworden) definiert und bestimmt. An den experimentellen Vorarbeiten dazu waren besonders Adam Bickel und Carl Neuberg (1877–1956) beteiligt¹¹⁷.

Das $c \cdot t$ -Produkt geht davon aus, daß die tödliche Wirkung eines verdampften oder aerolisierten Kampfstoffes in Luft nicht nur von seiner Konzentration (in Milligramm pro Liter oder Kubikmeter), sondern auch von der Expositionszeit (Inhalation und perkutane Aufnahme) bestimmt wird. Das Produkt aus Konzentration und Expositionszeit ist in bestimmten Bereichen (bei relativ kurzen Expositionszeiten) konstant und ermöglicht eine gewisse Vergleichbarkeit der tödlichen Wirkung von Kampfstoffen. (Später stellte sich heraus, daß dieses Produkt besonders bei geringen Konzentrationen und längeren Expositionszeiten sowie bei Stoffen, die nicht vollständig resorbiert oder im Organismus teilweise entgiftet werden, größer wird und somit einer Korrektur bedarf.) Grundsätzlich gilt jedoch, daß ein Stoff umso toxischer wirkt, je kleiner dieses Produkt ist. So beträgt es nach neueren Angaben beispielsweise für Chlorpikrin 20 000 $\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$, für Diphenylarsinchlorid (Clark I) 15 000 $\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$, für Chlorcyan 11 000 $\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$, für Chloracetophenon 8500 $\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$, für Phosgen

3200 $\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$ und für S-Lost 1000 $\text{mg} \cdot \text{min}/\text{m}^3$ (als $\text{LC}_{50} = 50\%$ ige Tötungswahrscheinlichkeit; vgl. auch S. 176)^{118 119 120}.

Während des Krieges beobachtete man auch, daß bei tödlich wirkenden Kampfstoffen im allgemeinen bereits $1/10$ des Tödlichkeitsproduktes bei ungeschützten Personen zur Gefechtsunfähigkeit führt. Andererseits zeigte sich, daß das Haber-Produkt bei hauptsächlich reizerregenden Kampfstoffen so groß ist, daß im feldmäßigen Einsatz kaum tödliche Konzentrationen erreicht werden.

Ein beträchtlicher Teil dieser am Haber-Institut ermittelten Daten werden von Experten noch heute als weitgehend zutreffend eingeschätzt.

Hatte sich ein Stoff als »ausreichend toxisch« erwiesen, stand als weitere wichtige Aufgabe die Untersuchung der für die Feldwirkung ausschlaggebenden physikalisch-chemischen und chemischen Parameter (Abteilung B unter Kerschbaum) wie Siedepunkt, Schmelz- bzw. Erstarrungspunkt, Dampfdruck, Flüchtigkeit (maximale Sättigungskonzentration in Luft), Wirkungsdauer, Seßhaftigkeit (d. h. Wirkungsdauer auf einer Oberfläche), Beständigkeit (z. B. konnte die Stabilität des Chlorpikrins durch Zusatz von Phenol verbessert werden¹¹¹), Aerolisierbarkeit (bei Stoffen mit zu niederem Dampfdruck) und Löslichkeit¹²¹.

Dabei wurde versucht, gewisse empirische Gesetzmäßigkeiten aufzustellen. So unterschied man zunächst in kurzwirkende Kampfstoffe mit einer Wirkungsdauer unterhalb einer Stunde und Siedepunkten unterhalb 140°C und langwirkende, seßhafte Kampfstoffe mit einer Wirkungsdauer über einer Stunde und einem Siedepunkt über 140°C . Man untersuchte den Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit (unter Einbeziehung Freundlichs, s. S. 31), des Dampfdruckes, der Sättigungskonzentration und der meteorologischen Bedingungen auf die Seßhaftigkeit und versuchte diese annähernd rechnerisch zu ermitteln. (Als Maß und Vergleichszahl diente später die Leitnersche Seßhaftigkeitszahl, bei der es sich um den reziproken Wert der Verdunstungsgeschwindigkeit des betreffenden Kampfstoffes zur Verdunstungsgeschwindigkeit des Wassers handelt, die bei 15°C mit 1 angenommen wird. Sie beträgt bei 20°C für Chlorpikrin 0,23, für Diphosgen 0,4 und für S-Lost 67. Die Seßhaftigkeit erhöht sich mit abnehmender Temperatur. Während die Seßhaftigkeitszahl für S-Lost bei 30°C 29 und bei 20°C 67 beträgt, steigt sie bei 0°C auf 418 und bei -10°C auf 1162¹²².)

Für den praktischen Einsatz wesentlich waren auch Kenntnisse über die Löslichkeit bzw. Mischbarkeit mit Lösungsmitteln und anderen Kampfstoffen, denn durch Mischungen versuchte man, die Gefechtswirkung zu verbessern. Dies betraf unter anderem die Erniedrigung des Erstarrungspunktes von Lost durch Mischung mit Chlor- oder Nitrobenzol, die Erhöhung der Viskosität zur Verbesserung der Aerolisierbarkeit, Versprühbarkeit und Haftfähigkeit (nach dem Krieg entstand z. B. ein Zähllost), die Erniedrigung des Dampfdruckes sehr leichtflüchtiger Stoffe zur Erhöhung der Seßhaftigkeit (z. B. Mischungen von Diphosgen mit Chlorpikrin), die Verbesserung der Verdampfbarkeit bei niedrigen Temperaturen (z. B. Mischungen von Xylybromid und Bromaceton), die Erhöhung der Giftwirkung (z. B. Chlor-Phosgen- und Chlor-Chlorpikrin-Mischungen) oder die Förderung der perkutanen (d. h. die Haut durchdringenden) Wirkung (z. B. durch Vermischen mit bestimmten Lösungsmitteln).

Bei der Prüfung der chemischen Eigenschaften standen die Stabilität bei der Lagerung, dem Einsatz (hier besonders die thermische Stabilität) und nach der Ausbringung im Vordergrund. So stellte man fest, daß verschiedene Kampfstoffe

durch die bei der Detonation freiwerdende Wärme bis zu 25 % ihrer Wirkung verloren. Man fand auch einen ziemlich raschen hydrolytischen Wirkungsverlust bei dem im Blasverfahren als Dampf und Aerosol eingesetzten Phosgen. Die Seßhaftigkeit eines Kampfstoffes wird sehr wesentlich durch dessen chemisches Verhalten, besonders die Hydrolysierbarkeit (aber auch die photooxidative Beständigkeit) bestimmt.

Die Untersuchung der korrosiven Wirkung von Kampfstoffen und taktischen Lösungen oder Gemischen auf die Geschößmaterialien war ebenfalls äußerst wesentlich. Duisberg hatte bereits 1916 darauf hingewiesen, daß normales Eisen von verschiedenen Kampfstoffen stark angegriffen wird, wobei diese zudem ihre Wirkung verlieren, was Bayer dazu veranlaßte, Bleiauskleidungen oder Porzellanbüchsen zu verwenden²⁰. Beim Perstoff entwickelte man später eine Methode der feuchtigkeitsgeschützten Laborierung und Abdichtung mit Magnesiakitt, die auch ohne eine derartige Innenauskleidung funktionierte.

Im Jahre 1917 wurden ferner experimentelle Arbeiten zur Entgiftung aufgenommen, die sich vor allem durch den Einsatz des extrem seßhaften Geländekampfstoffes S-Lost erforderlich machten, wobei man auf die hydrolytische Wirkung stärkerer Alkalien und die oxidativ-hydrolytischen Eigenschaften von Calciumhypochlorit bzw. Chlorkalk setzte¹²³.

Von Ludwig F. Haber¹²⁴ werden für den Zeitraum zwischen 1915 und 1917 folgende Forschungsschwerpunkte hervorgehoben:

September 1915: Entwicklung eines Gasmaskenkörpers (Herzog, Abt. A) und eines Atemschutzfilters (Pick, Abt. C; zeitweise Willstätter),

November 1915: Feindliche chemische Waffen; offensive Forschung; ingenieur-technische Entwicklung (im Februar 1916 kam die Entwicklung der Gasgeschosse hinzu, 1917 die der Gaswerferflaschen, von Ende 1916 bis September 1917 auch die offensiven und defensiven Arbeiten zu Partikelwolken [Blaukreuz]); Kampfstoff-Testung (Kerschbaum, Abt. B),

Februar/März 1916: Prüfung und Lieferung von Atemschutzgeräten (Freundlich, Abt. F),

Frühjahr 1916: Entwicklung neuer Kampfstoffe (Steinkopf, Abt. G; ab Ende 1916 Wieland, Abt. D); Pharmakologie von Kampfstoffen und pathologische Untersuchungen (Flury; teilweise Neuberg, Abt. E),

Winter 1916/
Frühjahr 1917: Geschößkonstruktion, Zünder, Bestandteile (Tappen, Abt. G); Prüfung und Lieferung von Kampfstoffen (Friedländer, Abt. J),

ohne Angabe: Granatwerfer (Poppenberg, Abt. H),

September 1917: Partikelwolken (Regener, Abt. K).

Im Anhang des Protokolls über den Stand der Gaskampfstoffe¹¹¹ werden die wesentlichsten als Kampfstoffe untersuchten Verbindungen aufgeführt:

Anlage 1. Kampfstoffgruppen

Phosgengruppe	Kohlensuboxyd
Cici, Bibi (= Dichlor- bzw. Dibromdimethyl-ether)	Trichlorphenol
B-Stoff und T-Stoff	Furoxan (= Furoxandicarbon-säureester)
Klopp (= Chlorpikrin)	Methylsulfat
Kazwei-Stoff (auch K2-Stoff = Phenyl-carbylaminchlorid)	Metallorganische Verbindungen
Phenylnitroaethylen	Blausäure
Acrolein	Arsenverbindungen
	Lostgruppe

Anlage 4. Aliphatische Arsenverbindungen

Methylarsindichlorid	Chloraethylarsindichlorid
dibromid	Dimethylarsindichlorid
oxyd	dibromid
sulfid	cyanid
disulfid	rhodanid
Aethylarsindichlorid	aethylsulfid
dibromid	oxyd
diaethyldisulfid	Diaethylarsin
oxyd	Trichlortrivinyarsin

Anlage 5. Clarkgruppe (+: nur in Lösung versprüht wirksam)

Clark-methylsulfid	[der Wirksamkeit nach geordnet]
aethylsulfid	
cyanid	
jodid	
fluorid ?	
acetat	
aethylaether	
methylaether	
chlorid	
bromid	
rhodanid	
Flavol + (= Phenarsazinchlorid)	
Clark-chloracetat	
p-Nitroclark	
p-Chlorclark	
p-Chlorclarkbromid	
Clarkphenylaether	
o-Chlorclark	
o-Chlorclarkbromid	
Naphthylclark	
Flavoloxyd	
Clarkoxyd	
Clarksulfid	
Clarktrichlorid	

p-Nitropffikus +
o-Oxyppffikus +
Pffikus
p-Oxyppffikus
o-Dipffikus
p-Dipffikus
Doppelclark

Anlage 6. Lostgruppe (vgl. S. 85)

Die militärische Notwendigkeit der Suche nach immer neuen Kampfstoffen begründete Haber wie folgt:

»Mit der Länge des Krieges wachsen die Bedürfnisse an neuen Gaskampfstoffen. Eine gute Armee muß ihre Gaskampfstoffe möglichst oft wechseln, um beim Feinde durch neue oder auch nur neu erscheinende Eindrücke Unruhe und Unsicherheit hervorzurufen und ihm somit durch das stete Einstellen auf neue Stoffe Schwierigkeiten zu bereiten. . . Das Desiderium ist in erster Linie ein Ausbau von Gaskampfstoffen mit Latenzzeit, die außerdem im Gelände nur Stunden haften, also Offensivwert haben¹¹¹.«

Haber wies ferner darauf hin, »daß es von Wichtigkeit ist, Zusätze zu unseren Kampfstoffen zu finden, die den ursprünglichen Geruch verdecken. . . .«¹¹¹.

Prof. Kurt H. Meyer, stellvertretender Leiter der Abteilung D im Haberschen Institut, gab in der Mai-Sitzung 1918¹¹¹ einen Überblick über Stoffe und Stoffgruppen, von denen man sich zu diesem Zeitpunkt noch eine erfolgreiche Bearbeitung versprach:

- In der Phosgengruppe (Phosgen, Diphosgen, Triphosgen) sollte vielleicht das Auffinden eines Nebelstoffes möglich sein.
- In der B- und T-Stoff-Gruppe könnte ein Stoff gefunden werden, der eine noch stärkere Reizwirkung entfaltet. »Die beste Wirkung wurde bisher erzielt mit p-Chlorbenzylbromid, und es erscheint möglich, in dieser Gruppe Nebelstoffe von gleich hoher Wirkung, gleicher Unerträglichkeitsgrenze wie Clark darzustellen. p-Chlorlylbromid.« Dabei wäre es zweckmäßig, »solche Stoffe heranzuziehen, die von den Rohmaterialien (Arsen) und der Fabrikationsweise der bisherigen Stoffe unabhängig sind«.
- In den Gruppen Chlorpikrin und Phenylcarbylaminchlorid sind keine weiteren Neuerungen zu erwarten.
- Ein dem Clark ähnlich wirkender Stoff ist das »Phenylnitroäthyl«n. Es steht jedoch im Maskendurchdringungsvermögen dem Clark etwas nach. Es ist nicht ausgeschlossen, hier noch einen neuen verwandten Stoff zu finden.
- Acrolein steht in seiner Reizwirkung unter den Aldehyden ziemlich isoliert, so daß kaum weitere verwandte Stoffe zu erwarten sind.
- Aus der Kohlenoxydgruppe ist »das Kohlensubulfid interessant, das schon bei 2 cmm/cbm (mm³/cm³, d. A.) unerträglich ist.«
- Trichlorphenol »ist ein starker, vernebelbarer Reizstoff, der etwas durch die Maske geht«. Eine weitere Bearbeitung dieser Gruppe sollte sich lohnen.

- Furandicarbonsäureester »ist wesentlich weniger giftig als Lost, hat aber unangenehmere und länger dauernde Hautwirkungen«. Dennoch haben die Arbeiten an dieser Gruppe zu keinem verwertbaren Kampfstoff geführt.
- Dimethylsulfat »kommt als Atemgift dem Lost nahe und hat ähnlich stark verzögerte Wirkungen. Als Kontaktgift ist es wirkungslos«. Durch seinen hohen Siedepunkt ist eine ausreichende Gasdichte im Schwaden nicht zu erwarten.
- »Es ist eine Reihe von Quecksilber- und Bleiverbindungen untersucht worden, deren keine dem Phosgen nahekommt.«
- »Ein Kampfstoff vom Blausäuretyp wäre wünschenswert für den Gaswerferangriff. . . Weder Blausäure noch Chlorcyan, Bromcyan, Cyan übertrafen jedoch das Phosgen.«
- Am ausgiebigsten untersucht wurde die Gruppe der Arsenverbindungen. Die wichtigsten aliphatischen Verbindungen sind in Anlage 4 zusammengestellt. »Der vom Geheimrat (Haber, d. A.) gesuchte Typ eines Stoffes mit ausgeprägter Latenzzeit wurde annähernd im Methylarsindichlorid gefunden.«
- Die untersuchten Clarkstoffe sind in Anlage 5 der Wirksamkeit nach geordnet, wobei Wirkung gegen den ungeschützten Beobachter und Maskendurchdringung parallel gehen. Von den etwa 45 Stoffen der Pffikusgruppe sind nur einige erwähnt. »Irgend ein Zusammenhang zwischen Constitution und Wirkung, sowie Gesichtspunkte, die bei der Auffindung neuer Clarkstoffe hätten leiten können, wurden nicht gefunden.«
- Die Loststoffe sind in Anlage 6 (vgl. S. 85) ungefähr der Giftigkeit nach geordnet, wobei das Lost und sein Brom- und Jodderivat weitaus am giftigsten sind¹¹¹.

Von Prof. Ferdinand Flury wurde auch noch die Untersuchung von Basen und Lactonen für aussichtsreich gehalten, zumal der gegnerische Gasschutz auf derartige Stoffe überhaupt nicht eingestellt sei¹¹¹.

Zusammenfassend kann jedoch eingeschätzt werden, daß gegen Kriegsende weder ein von der chemischen Struktur oder der toxikologischen Wirkung neuer Stoff, noch ein abgewandeltes Derivat der eingesetzten Kampfstoffe vorhanden oder auch nur in Sicht gewesen wäre, mit denen Phosgen, Diphosgen, Lost und Clark hätten übertroffen werden können. Dies sollte erst mit der Entwicklung der phosphororganischen Nervengifte (Tabun, Sarin, später Soman) in der zweiten Hälfte der dreißiger Jahre geschehen.

Als Leiter der Chemieabteilung im Kriegsministerium hatte Haber nicht nur die Forschung, sondern auch alle anderen für den chemischen Krieg erforderlichen Arbeiten zu koordinieren, besonders die technischen Entwicklungsarbeiten und die Kampfstoffproduktion in den beteiligten Betrieben, die Entwicklung und Produktion von Gasschutzmitteln, aber auch den optimalen Einsatz an den Fronten.

Über die Person und den persönlichen Einsatz Habers für den chemischen Krieg erfahren wir einiges aus der Biographie seines Freundes Richard Willstätter, der auf Zureden Emil Fischers 1912, aus Zürich kommend, die organische Abteilung des von Ernst Otto Beckmann (1853–1923) geleiteten »Kaiser-Wilhelm-Institutes für Chemie« übernommen hatte:

». . . kaum viel später als Rathenau erkannte er (Haber, d. A.) die Gefahren unserer mangelnden Rohstoffversorgung. Von glühendem Patriotismus erfüllt, suchte der weitblickende Chemiker dem Vaterland zu nützen. Der Kaiser selbst ernannte den

früheren Vizewachtmeister zum Hauptmann und ermöglichte ihm dadurch erst, der Militärbehörde seine Dienste zur Verfügung zu stellen . . .

Haber war Kriegsfreiwilliger während des ganzen Krieges, auch als Abteilungsvorstand im Preußischen Kriegsministerium . . . Haber hat die Chemie in den Dienst der Kriegführung gestellt . . .

Hatte Haber seit Anfang 1915 in beschränktem Maße die technische Verantwortlichkeit für die Anwendung der Chemie im Kriege übernommen, so fiel ihm im darauffolgenden Jahre die volle Verantwortung für den Gaskampf zu. Der von ihm eingerichteten und geleiteten chemischen Abteilung des Preußischen Kriegsministeriums war für experimentelle Zwecke das Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie in Dahlem angegliedert, in dem bald ein großer Stab von Chemikern, Physikern und Pharmakologen in der Bearbeitung wissenschaftlicher und technischer Aufgaben der Offensive und Defensive zusammenwirkte. Immer neue Kampfstoffe wurden aufgefunden, neue Verfahren der Anwendung erprobt. Das Blaseverfahren ist, weil der Wind für die Anwendung an unserer Front meist ungünstig war, bald aufgegeben worden. Immer mehr wurde die Artillerie mit ihren Gasgeschossen zur Hauptwaffe; mindestens ein Viertel unserer Artilleriemunition war schließlich mit Gaskampfstoffen beschickt . . . Die Habersche Organisation von Gaskampf, Gasschutz und Gasschulung ging im Laufe des Krieges dazu über, aus dem Heere, in dem Professoren der Chemie als Gemeine, Unteroffiziere und Offiziere standen, die in immer wachsender Zahl benötigten wissenschaftlichen Kräfte auszulesen, während zu Anfang die freiwillige Leistung überwogen hatte . . . Haber rief die Erprobung der Kampfmethoden vielfach an die Front. In den vordersten Stellungen bewies er Kaltblütigkeit, Unerschrockenheit, Todesverachtung, und mit ihm seine Mitarbeiter, besonders der Physiker J. Franck und der Chemiker F. Kerschbaum . . . Die organisatorische Tätigkeit des Hauptmannes Haber umfaßte vom Großen bis ins Kleinste die Prüfung und Auswahl der für den chemischen Krieg in Betracht gezogenen Gase, Gifte und Reizstoffe, die Bestellungen und namentlich die Ermöglichung der Fabrikation durch die Firmen der chemischen Großindustrie und die Munitionsfabriken, die Verteilung und Transporte, die Anpassung und Entwicklung der Kampftechnik und die Zusammenarbeit mit den meteorologischen Stellen und endlich auch die Schutztechnik . . .

Er wußte in solchem Maße das Vertrauen der Generalstabsoffiziere und einiger Armeeführer zu gewinnen, daß die Anwendung neuer und traditionswidriger Kampfmethoden sich in größtem Maßstab durchzusetzen vermochte. Nach dem Waffenstillstand und dem Kriegsende war der Immer-noch-Hauptmann Haber nicht zu entbehren für den Verkehr mit den alliierten Kommissionen und die Aufgaben der Demobilisation, und er hielt darin bis zum Ende der jahrelangen Arbeiten durch, immer bestrebt, in fairer Weise der deutschen Industrie zu retten, was immer noch zu retten war.

Schon während des Krieges hatte Haber begonnen, die Ausnützung der kriegschemischen Erfahrungen für Friedenszwecke, namentlich für das weite Feld der Schädlingbekämpfung, vorausschauend und tatkräftig vorzubereiten¹²⁵.«

In seinen Erinnerungen an Fritz Haber schreibt James Franck, der sowohl den Wissenschaftler Haber im Institut als auch den Organisator des Gaskrieges im Kriegsministerium und den Hauptmann Haber an der Front erlebt hat:

»Ich war immer sehr beeindruckt, wie schnell sich Haber in den militärischen

Betrieb hineinfand und wie viel er davon verstand . . . Ohne die Torheit der Generäle wäre der erste Angriff ein voller Erfolg gewesen . . . Die Generäle hatten das allergrößte Mißtrauen, haben Haber nicht geglaubt. Daß sie Beklemmungen wegen der Haager Konvention gehabt hätten, glaube ich nicht . . . Ich glaube, das Wesentliche war, wie Haber sich als Persönlichkeit drinnen und draußen in die Sache hineingekniet hat. Er kam nicht immer. Aber wenn er zu allgemeinen Besprechungen kam, wollte er genau wissen, was los war und hatte immer den Finger am Puls. Alle hatten einen ungeheueren Respekt vor Haber . . . Der technische Berater von Hindenburg (Oberst Bauer) hatte auch eine große Hochachtung vor Haber. Im Kriege war er einer der wenigen, die Sinn für Technik hatten, sonst keiner der Offiziere . . . Haber war ein Mann, der an reinem Wissen gerade so interessiert war wie an der Anwendung. Ich habe noch nie einen Mann gesehen, der von einem zum anderen so leicht übergehen konnte. Bei einem rein wissenschaftlichen Gespräch, z. B. über erfolgversprechende Gaskampfmittel, stellte er sofort die Frage: »Wo kriegt man das Material her?« Ich fiel aus allen Wolken. Was geht mich das an? Das kauft man halt¹²⁶.«

Seine geistige Haltung formulierte Haber selbst noch einmal im Abschiedsbrief an sein Institut vom 1. Oktober 1933:

»Mit diesen Worten nehme ich Abschied von dem Kaiser-Wilhelm-Institut, das von der Leopold-Koppel-Stiftung nach meinen Vorschlägen durch den verstorbenen Oberbaurat Ihne errichtet und unter meiner Leitung 22 Jahre bemüht gewesen ist, im Frieden der Menschheit und im Kriege dem Vaterland zu dienen. Soweit ich das Ergebnis beurteilen kann, ist es günstig gewesen und hat dem Fache wie der Landesverteidigung Nutzen gebracht. Der Erfolg ist der glücklichen Auswahl und der schöpferischen Kraft meiner Mitarbeiter zu danken¹²⁷.«

Die deutschen Chemiefirmen, vor allem der Teerfarbenindustrie (in der Hauptsache die Farbenfabriken Bayer, Leverkusen; die Badische Anilin- & Soda-Fabrik [BASF], Ludwigshafen; die Farbwerke Hoechst, vormals Meister, Lucius & Brüning, Höchst; daneben auch Griesheim-Elektron, Bitterfeld; Leopold Cassella & Co, Frankfurt-Mainkur; Kalle & Co., Biebrich; AGFA, Wolfen, sowie die Chemischen Fabriken vorm. Weiler-ter Meer, Uerdingen) arbeiteten auf dem Gebiet der Giftgasproduktion, wenn auch nicht ohne Konkurrenz⁹, untereinander, mit den Haberschen Wissenschaftlern sowie dem Militär (besonders Major Hermann Geyer) sehr eng zusammen, um die Kapazitäten der einzelnen Firmen optimal zu nutzen, wobei Carl Duisberg die zentrale koordinierende und integrierende Figur der Industrie darstellte. In regelmäßigen Abständen fanden in Berlin gemeinsame Arbeitsbesprechungen statt^{111 112 113 114 115}.

Eine der wesentlichsten Aufgaben dieser Sitzungen bestand in der Diskussion aktueller Ergebnisse aus Forschung und Produktion, der Vorgabe neuer, erfolgversprechender Richtungen der weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten und vor allem der Koordinierung und eventuellen Aufteilung der Kampfstoffproduktion.

So wurde beispielsweise in der Sitzung vom 31. Oktober 1916¹¹⁴ von Haber die äußerste Dringlichkeit der möglichst umgehenden Herstellung von Lost (vgl. S. 78) hervorgehoben. Dazu wurde im einzelnen festgelegt, daß die über entsprechende Erfahrungen verfügende BASF das erforderliche Vorprodukt Ethylen-

chlorhydrin und daraus das Schlüsselvorprodukt Thiodiglycol herstellt und zwar jeweils 100 t in den nächsten drei Monaten, ansteigend auf 800 Monatstonnen. Die Weiterverarbeitung sollte, zunächst für 200 t pro Monat, von den für die letzte Synthesestufe besser ausgerüsteten Bayer-Werken in Leverkusen übernommen werden. Die Firmen Hoechst, Griesheim-Elektron und AGFA wurden aufgefordert, sich zu äußern, ob sie den Rest der Fabrikation übernehmen können. Da man zu diesem Zeitpunkt noch Dimethylsulfat als Streckungsmittel in Betracht zog, sollte diesbezüglich bei den Firmen Kahlbaum, Boehringer, Cassella und Knoll nachgefragt werden.

Wissenschaftler aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut waren in den Betrieben, vor allem bei Bayer, an der effektiven Umsetzung der Laborexperimente in den Industriemaßstab direkt beteiligt. Andererseits betrieb aber auch die Industrie selbst, speziell Bayer, einschlägige Forschungsarbeiten. So wurden sowohl der Perstoff als auch das Lost (Dr. W. Lommel, vgl. S. 80) in den Leverkusener Laboratorien synthetisiert. Wissenschaftler nahmen die Einweisungen der Offiziere und Gaskruppen an der Front vor. Größere Gruppen von Offizieren und Soldaten wurden in Leverkusen sowie Berlin in der Verwendung der Kampfstoffe geschult.

Für die Chemiker aus der kampfstoffproduzierenden Industrie fanden in Berlin Kurse bzw. Symposien statt, die der speziellen Weiterbildung auf dem Kampfstoffgebiet, aber auch der Orientierung auf neue oder noch erforderliche Forschungsarbeiten dienten.

Der Ablauf eines solchen, vom 21. bis 24. Juni 1916 stattgefundenen Kurses ist einem Bericht des AGFA-Chemikers Dr. Kaltwasser an die Direktion seines Unternehmens zu entnehmen¹²⁸. Der Kursus fand in Form von Vorträgen statt, denen sich praktische Übungen anschlossen:

Teilnehmer: Dr. Münch (Badische Anilin- und Sodafabrik), Dr. Herre [oder Heere, d. A.], Dr. Lommel, Dr. Vagt [vermutlich Vogt, d. A.] (Elberfelder Farbenfabrik [Bayer, d. A.]), Dr. Liebrecht (Höchster Farbwerke), Dr. Linne, Dr. Steiner (Fa. Kahlbaum), Dr. Scharfenberg, Dr. Kaltwasser (AGFA). Vom Kaiser-Wilhelm-Institut waren die Professoren Flury, Steinkopf und Stock anwesend.

– *Mittwoch, den 21. Juni*

Vortrag von Dr. Kerschbaum: *Entwicklung des Gaskampfes.*

Verwendung der chemischen Kampfmittel 1. im Blasverfahren, 2. im Schießverfahren. Erforderliche Eigenschaften der chemischen Kampfmittel.

Vortrag von Dr. Weishut: *Prüfung der Reizmittel.*

1. Festlegung der Unerträglichkeitsgrenze,
2. Festlegung der Tödlichkeitszahl,
3. Wirkung auf ungetränkte Tücher und feindliches Schutzgerät,
4. Explosionsbeständigkeit,
5. Reaktion mit Luftsauerstoff und Wasserdampf,
6. Einwirkung auf Metalle.

Im Anschluß an die beiden Vorträge wurde die deutsche Maske vorgeführt und im Kampfgasraum auf ihr Verhalten gegen Perstoff geprüft.

– *Donnerstag, den 22. Juni*

Vortrag von Dr. Lommel: *Überblick über die in den Elberfelder Farbwerken durchgeführten Arbeiten.*

1. -CH₂-Halogen-Verbindungen: Xylylbromid (T-Stoff), Bromaceton (B-Stoff), Bromacetessigester. Am stärksten wirksam erwiesen sich die Jodverbindungen, am schwächsten die Chlorverbindungen. Die Bromverbindungen liegen etwa in der Mitte.
2. -CO-Halogen-Verbindungen: Phosgen, Perchlorameisensäuremethylester (Perstoff), Perchlorameisensäureäthylester.
3. -N=C=O-Verbindungen: Phenylisocyanat, Allylsenföhl.

Vortrag von Dr. Weishut: *Charakteristik der bisher untersuchten Reizmittel, ihre Unerträglichkeitsgrenze und Tödlichkeitszahl.*

Vortrag von Prof. Flury: *Die Einwirkung der Reizmittel auf den tierischen und menschlichen Organismus.*

Im Anschluß an den Vortrag wurde eine Maus mit Phenylhydroxylamin und eine Katze mit Perstoff behandelt.

– *Freitag, den 23. Juni*

Vortrag von Dr. Weishut: *Verwendungsart der brauchbaren Reizmittel.*

1. Blasverfahren:

»Für dieses Verfahren werden angewendet: Chlor, Phosgen oder eine Mischung von Chlor und Phosgen. Da jedoch das feindliche Schutzgerät diese Gase absorbiert, so ist es wünschenswert, Gase herzustellen, welche durch die feindlichen Masken gehen. Diese Gase würden entweder allein oder in Mischung mit Phosgen zur Anwendung gelangen.«

2. Minenwerfer und leichte Artillerie:

»Für diese Waffen, welche nur auf kurze oder mittlere Entfernungen schießen, kommen Körper in Betracht, welche einen Siedepunkt von 0 bis 150°C besitzen . . . Der wichtigste Stoff für diese Verwendungsart ist der Per-Stoff. Da jedoch der Per-Stoff durch das feindliche Schutzgerät absorbiert wird, so ist es von Interesse, Körper herzustellen, welche durch die feindlichen Masken gehen. Früher wurden auch noch der B-Stoff (Bromaceton) und der K-Stoff (nicht durchchlorierter Ameisensäuremethylester) benutzt, gegenwärtig sind dieselben wegen zu geringer Reizwirkung vollständig durch den Per-Stoff verdrängt worden. In Betracht kommen bei dieser Verwendungsart noch folgende Körper: 1. Chlorpikrin, wirksam, aber nicht explosionsbeständig, 2. Akrolein, 3. Dichlormethylarsin, 4. Dichlorphenylarsin, beide sehr wichtig, vorläufig ist noch keine technisch brauchbare Herstellungsmethode bekannt.«

3. Schwere Artillerie:

»Für die schwere Artillerie kommen Körper in Betracht, die einen Siedepunkt von 180 bis 280°C besitzen. Gegenwärtig ist nur der T-Stoff (Xylyldibromid) in Benutzung. Dieser T-Stoff besitzt nun zwar eine sehr gute Reizwirkung, ist aber nicht giftig; es wäre wünschenswert, diesen Stoff durch Einführung von Gruppen giftig zu machen oder überhaupt einen neuen Stoff herzustellen, der bei hohem

Siedepunkt große Reizwirkung und Giftigkeit besitzt. Auch feste Körper mit hohem Siedepunkt kommen hier in Betracht, . . . weil es sich herausgestellt hat, daß solche Körper, aus einem Lösungsmittel verstäubt, oft sehr starke Reizwirkung zeigen.»

Vortrag von Dr. Metzener: *Deutsches und feindliches Schutzgerät.*

». . . Die deutsche Maske hält alle Reizmittel bis auf Kohlenoxyd zurück. Wichtig ist es, den Atemeinsatz der Maske mit einem Stoff zu versehen, welcher Kohlenoxyd absorbiert. Im Anschluß an diesen Vortrag wurde die Unerträglichkeitsgrenze sowie das Verhalten gegen Tücher und das feindliche Schutzgerät beim Phenylylsocyanat durch praktische Versuche festgestellt.»

– *Sonnabend, den 24. Juni*

Besprechung, in der die Teilnehmer mit dem Geschäftsgang des Kaiser-Wilhelm-Institutes in der Reizstoffbeschaffung vertraut gemacht wurden, Prof. Steinkopf über die im Institut bislang ausgeführten und noch auszuführenden Arbeiten informierte und Dr. Kerschbaum zusammenfassend die Wünsche des Instituts »betreffs der Erlangung neuer Reizmittel« äußerte:

»1. Wünschenswert ist es, Körper herzustellen, welche bei einem Siedepunkt von 0 bis 300° C ausgesprochene Giftwirkung und Reizwirkung besitzen und durch das feindliche Schutzgerät hindurchgehen. 2. Auch Körper, welche nur Giftwirkung besitzen, haben Interesse, jedoch muß die Giftwirkung derart sein, daß schon nach kurzer Zeit eine Wirkung eintritt. 3. Von besonderem Werte sind autoxydable Körper, d. h. solche Körper, welche nach einer gewissen Zeit (1/2 bis 1 Stunde) durch den Sauerstoff der Luft zerstört werden. Diese Art von Körpern gestattet nach einer bestimmten Zeit, ohne die eigenen Mannschaften zu gefährden, den Angriff durchzuführen. – Vom Gesichtspunkt der leichten Beschaffbarkeit ist es erwünscht, Reizmittel mit Hilfe von Fluor herzustellen, da Deutschland sehr reich an Fluorverbindungen ist.»

– *Montag, den 26. Juni*

Besprechung der Teilnehmer aus den Fabriken über den Stand der technischen Fabrikation der Reizmittel.

Andererseits wiederum nahm die chemische Industrie aber auch Einfluß auf die wissenschaftlichen Arbeiten in Berlin-Dahlem. So war Duisberg (wie auch Nernst, Fischer und Willstätter) Mitglied des Beirates im Haberschen Institut. Die Kontakte zur BASF liefen über den Karlsruher Professor Carl Engler (1842–1925). Seitens des deutschen Kaisers war dessen Kabinettsrat Dr. Rudolf von Valentini (geb. 1855) in den Beirat entsandt. Mit ihm stand Haber während des gesamten Krieges in brieflicher Verbindung. Dies gab ihm die Möglichkeit, bestimmte Vorstellungen und Informationen direkt an den Kaiser heranzutragen¹²⁹.

Auch bei der Entwicklung der deutschen Gasmasken und der Filtereinsätze arbeiteten Haber, die dafür zuständige Abteilung seines Institutes unter Dr. Hans Pick und die Industrie eng zusammen (vgl. S. 92). Die ersten Masken wurden gemeinsam mit den Firmen Dräger und Auer (Dr. Remané) entwickelt, die Filter-

massen mit den Firmen Bayer (Dr. Lommel, Dr. Voltz) und Auer. Nach und nach wurde noch eine Reihe weiterer Firmen, z. B. Schering und Riedel de Haen, in die Produktion einbezogen. Wir werden später noch einmal kurz auf die Frage des Gasschutzes zurückkommen.

Die Antwort der Alliierten

Nach dem Beginn des deutschen Masseneinsatzes von Chlor unternahm auch die westalliierte Seite größte Anstrengungen, um »chemisch antworten zu können«. Aufgrund der vergleichsweise schwach entwickelten chemischen Industrien Frankreichs und Englands war dies allerdings mit großen Problemen verbunden¹³⁰.

Unmittelbar nach dem deutschen Chloreinsatz rief der englische Kriegsminister, Feldmarschall Horatio Herbert Kitchener, Earl of Khartoum and of Broome (1850–1916), gemeinsam mit dem »Daily Mail« die englischen Frauen auf, aus gazeumhüllter Baumwolle einfache Atemschützer herzustellen. Zwar wurden daraufhin an einem einzigen Tag über eine Million angefertigt, mußten jedoch zurückgezogen und vernichtet werden, da sie in trockenem Zustand unwirksam waren und in feuchtem Zustand ein Atmen unmöglich machten.

Auch die Professoren Herbert Bereton Baker (1862–1935) und John Scott Haldane (1860–1936), die am 26. April vom Kriegsministerium an die Front entsandt wurden, hatten zunächst keine bessere Empfehlung an die Soldaten, als mit Urin befeuchtete Tücher, eingebettet in Gewebe oder eingeschlossen in Flaschen ohne Boden, als Atemschützer zu benutzen. Die daraufhin zur Entwicklung wirksamerer Gasschutzmittel umgehend aufgenommenen experimentellen Arbeiten leitete der Chef des englischen militärischen Sanitätswesens (»Royal Army Medical Service«), General Alfred Keogh, an der Sanitätsschule (»Royal Medical College«) von Millbank¹³¹. Außerdem wurde aus Physiologen und Ärzten eine Gasschutzkommission gebildet, welcher u. a. der bekannte Physiologe Ernest Harvey Starling (1866–1927) angehörte⁴⁸.

Am 23. April telegraphierte der Oberkommandierende des britischen Feldheeres, Sir John French (Denton Pinkstone, Earl of Ypres, 1852–1925), mit der Regierung in London und erbat Mittel für Vergeltungsmaßnahmen.

Am 3. Mai 1915 beauftragte Lord Kitchener Colonel Louis Jackson von der Forschungsabteilung des »War Office« (Kriegsministerium) mit Vorarbeiten für den Einsatz chemischer Kampfstoffe, der in dieser Frage bald eng mit der »Royal Society« zusammenarbeitete.

Bereits im November 1914 hatte die »Royal Society« ein aus vier Subkomitees (Chemie, Physik, Technik, Physiologie) bestehendes nationales »War Committee« (Kriegskomitee) ins Leben gerufen, das die Regierung in den Krieg betreffenden wissenschaftlichen Fragen beraten sollte. Das »Subkomitee zur Untersuchung der Aufgaben der Chemie im Krieg« wurde zunächst von Sir William Ramsay (1852–1916) geleitet. Prominente Mitglieder waren u. a. Herbert Bereton Baker, Imperial College London; William Henry Perkin Jr. (1860–1929), Universität Oxford (Schüler Adolf von Baeyer, 1835–1917, München); Sir Edward Thorpe (1845–1925) und George Thomas Beilby (1850–1924), Direktor der Glasgower Cyanidwerke¹³². Als weitere bekannte Mitglieder sind Jocelyn Field Thorpe (1872–1940), Imperial College London; Henry Hallet Dale (1875–1968, Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 1936), Wellcome Laboratories Herne Hill; Henry John Horstman Fenton (1854–1929), Universität Cambridge; Martin

Onslow Forster (1872–1945), Universität Finsbury; Percy Faraday Frankland (1858–1946), Universität Birmingham, und Arthur Smithells (1860–1939), Universität Leeds, zu nennen. Als Sekretär wählte man Arthur William Crossley (1869–1927), Professor für organische Chemie am King's College London (und ehemaliger Student Emil Fischers in Würzburg)¹⁰⁰.

Auch die »großen alten Männer«, wie Sir Henry Roscoe (1833–1915), Sir William Crookes (1832–1919)¹⁰⁰, und John William Strutt, Baron of Rayleigh (1842–1919)⁴⁸ bezog man gelegentlich in die kriegschemischen Diskussionen und Beratungen ein.

Mitte Juni 1915 wurde Colonel Jackson in das chemische Subkomitee kooptiert, und der Chemiker und Präsident des Londoner »Institut of Chemistry«, Raphael Meldola (1849–1915), übernahm den Vorsitz¹³².

Vier der Mitglieder (u. a. Meldola als Vorsitzender, nach dessen Tod Perkin) sowie William Jackson Pope (1870–1939), Universität Cambridge, und Arthur Lapworth (1872–1941), Universität Manchester, wurden später als Berater der »British Dyes« (chemische Farbstoffindustrie) tätig und begründeten die Zusammenarbeit zwischen Universitäten und chemischer Industrie¹⁰⁰.

Dem Subkomitee für Physiologie, das bald ziemlich eng mit dem für Chemie zusammenwirkte, gehörten als Vorsitzender Ernest Harvey Starling, Universitäts-College London, und als Mitglieder u. a. William Maddock Bayliss (1860–1924); Frederick Gowland Hopkins (1861–1947, Nobelpreis für Physiologie oder Medizin 1929), Universität Cambridge¹⁰⁰; John Scott Haldane, Universität Oxford; Joseph Barcroft (1872–1947) sowie die Professoren Arthur Edwin Boycott (geb. 1877) und John Sidney Edkins (geb. 1863) an¹³². Sekretär wurde Walter Morley Fletcher (geb. 1873). Später kamen Prof. Leonhard Erskine Hill (geb. 1866) und Prof. Meakins (Georg Henry Makins? geb. 1853) hinzu. Claude Gordon Douglas (1882–1963) vom »Royal Army Medical Corps« vertrat die britischen Expeditionstreitkräfte in diesem Gremium¹³².

Bei der Auswahl der Mitglieder spielten die Vorschläge des Leiters des »Royal Army Medical Service« im »War Office«, Sir Alfred Keogh, eine wichtige Rolle.

Bereits kurz nach Kriegsbeginn hatte die »Royal Society« der Industrie, dem Kriegsministerium und der Admiralität ihre Beratung angeboten. Außer bei der Admiralität (Sir Henry Jackson) gab es keine Reaktionen, eine Haltung gegenüber der Wissenschaft, wie sie Haber auch in Deutschland beklagt hatte (vgl. S. 10).

Durch im April 1915 vorliegende Geheimdienstberichte und vor allem den ersten deutschen Chlorangriff sahen sich die führenden Naturwissenschaftler zu einer Intensivierung des militär-chemischen Sektors veranlaßt, wobei von Anfang an (bis Oktober 1917) eine Trennung in Gruppen, die für den Gasschutz und andere, die für den offensiven Gaskrieg arbeiteten, erfolgte (was sich auch in der politischen Verantwortlichkeit der verschiedenen Ministerien widerspiegelte).

Das »Physiology War Committee« begann, sich umgehend mit den Fragen des Gasschutzes zu beschäftigen. General Keogh berief als Leiter des ihm im Kriegsministerium unterstehenden »Anti-Gas-Departements« Colonel (später General Sir) William Horrocks. Für die am College des »Royal Army Medical Corps«, Millbank, organisierte Forschung und Entwicklung übernahm P. S. Lelean die Leitung, der nach einem knappen Jahr von E. H. Starling abgelöst wurde. Als Assistenten erhielt letzterer Edward Frank Harrison (1869–1918) und

J. A. Sadd¹³². Besonders aktiv zeigte sich Harrison, der 1916 auch die Entwicklung der britischen Gasmaske (»Box Respirator«) leitete und über verschiedene andere höhere Funktionen im Oktober 1918 schließlich zum Chef des »Chemical Warfare Departments« im Munitionsministerium avancierte¹³².

Im Laufe des Jahres 1916 wurden die praktischen Entwicklungsarbeiten zum Gasschutz in Starlings Universitäts-Departement am Londoner »University College« verlagert, während die Grundlagenforschung in Millbank verblieb. Eine ständige und gute Zusammenarbeit erfolgte mit dem Komitee der »Royal Society« und dem »Gas-Service« der britischen Expeditionstreitkräfte.

Nachdem die Verantwortung für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet des Gasschutzes über längere Zeit beim »Royal Medical College«, Millbank, und dem »University College«, London, lagen, entwickelten sich später weitere Kapazitäten am »Physiology Department« in Oxford, dem »Bedford College«, dem Londoner »Lister Institute« und der »Animal Station« der »School of Agriculture« in Cambridge¹³².

In sehr unterschiedlichem Ausmaß kam die offensive Forschung in Gang. Relativ frühzeitig hatten sich H. B. Baker und J. F. Thorpe, unterstützt von G. T. Beilby und L. Jackson unter der Zuständigkeit des »War Office« mit der Entwicklung von tränenreizenden Stoffen befaßt⁸.

Nachdem bereits im Frühling 1915 entsprechende Experimente in Thorpes Laboratorium im Londoner Stadtteil South Kensington¹³³ und in auf dem Gelände des »Imperial College« angelegten Schützengraben gelaufen waren, nach denen man sich auf Jodethylacetat als Tränengas festgelegt hatte⁸, begann nun in verschiedenen Laboratorien eiligst dessen pilotmäßige Produktion. Am 21. Mai waren die ersten 120 Kilogramm verfügbar und gelangten, zusammen mit geringen Vorräten anderer »belästigender« Stoffe (Schwefeldioxid, Kohlenstoffdisulfid, Schwefelchloride, Brom, Calciumarsenid, Capsaicin), in Handgranaten verfüllt an die flandrische Front¹³⁴. Vorgeschlagen, jedoch abgelehnt wurde Dimethylsulfat. Auch die Versuche mit einer beschränkte Zahl (250) achtpfünder Chlorgasgranaten stellte man bald wieder ein, da die Ergebnisse der Tests unbefriedigend waren¹³⁵.

Ende Mai befragte das Komitee ferner die britischen Chemieprofessoren nach Namen von Chemikern und Exstudenten, die für eine eigenständige Gastruppe bei den »Royal Engineers« in Frage kommen könnten. Im Juli 1915 bestimmte die »Royal Society« mit über die Offiziere des aufzustellenden »Gas-Services«. In den Spezialeinheiten 186 bis 189 bildeten diese den Grundstock der späteren »Special Brigade«, die auch ein eigenes Zentrallaboratorium (vgl. S. 55) erhielt¹³⁶. In der »Special Brigade« u. a. militärischen Formationen kamen im weiteren Kriegsverlauf schließlich etwa 600 bis 800 Chemiker zum aktiven Einsatz.

Im November des gleichen Jahres wurde Crossley im Range eines Lieutenant Colonel in den militärischen Dienst übernommen.

Zu ersten Zentren offensiver kampfstoffchemischer Forschungsarbeiten entwickelten sich die Chemie-Departements des »Imperial College« und der Universität Birmingham. Im Verlaufe des Jahres 1917 wurde mit einer Reihe weiterer Wissenschaftler, z. B. James Colquhoun Irvine (1877–1952), St. Andrews University; W. J. Pope, Cambridge, und Gilbert Thomas Morgan (1870–1940), Finsbury Technical College, zur Entwicklung spezieller Projekte Auftragsforschung (»Government Contract Research«) vereinbart. Für diejeni-

gen Laboratorien, die an der Entwicklung von chemischen Kampfstoffen arbeiteten, wurden die anfallenden Kosten, einschließlich Personalkosten, vom Munitionsministerium übernommen¹³⁷.

Bereits im März 1915 hatten sich »Royal Society« und »Chemical Society« mit einem gemeinsamen Memorandum über den Zustand der chemischen Industrie an den Regierungschef Herbert Henry Asquith, Earl of Oxford and Asquith (1852–1928), gewandt, auf das sie allerdings vier Monate keine Antwort erhielten. Im Juli entschloß sich die »Chemical Society« daher, selbst einen Konsultativrat zu bilden, der Ideen und Entwicklungen ihrer Mitglieder erfassen und weiterleiten sollte.

Die Reaktion Asquiths bestand schließlich in der Schaffung einer neuen, aus mehreren Säulen bestehenden Beratungs-Maschinerie.

Bei der Admiralität entstand ein 16köpfiger »Board of Invention and Research«, geleitet von dem Physiker Sir Joseph John Thomson (1856–1940, Nobelpreis für Physik 1906), Cavendish Laboratory, unter Mitarbeit u. a. von Lord Ernest Rutherford, Baron of Nelson (1871–1937, Nobelpreis für Chemie 1908), Universität Manchester; William Henry Bragg (1862–1942) und Richard Threlfall (1861–1932). Auf dem Gebiet der chemischen Kampfstoffe liefen hier – mit Ausnahme der Entwicklung einer Phosphorbombe – jedoch keine Aktivitäten¹⁰⁰.

Weiterhin bildete die Regierung das »Committee of the Privy Council on Scientific and Industrial Research« mit einem »Advisory Council«, einem eigenen Budget und Forschungsmöglichkeiten, einschließlich Forschungspersonal. Seine Aufgabe sollte vor allem in der Schaffung einer Verbindung zwischen Regierung, Universitäten und Industrie bestehen¹⁰⁰.

Bereits im Juni hatte die Regierung ein gesondertes »Ministry of Munitions« unter der Leitung von David Lloyd George (später Earl of Dwyfor, 1863–1945), gefolgt von Edwin Samuel Montague (1879–1924), Christopher Addison, 1. Viscount, Baron of Stallingborough (1869–1951), und (1917) Winston Churchill (1874–1965) eingerichtet.

Während sich das Kriegsministerium der Erforschung, Entwicklung und Einführung des Gasschutzes widmete, war das neu geschaffene Munitionsministerium für Erforschung, Entwicklung und Produktion offensiver chemischer Waffen verantwortlich. Das für die chemischen Kampfstoffe zuständige »Trench Warfare Departement« in diesem Ministerium leitete der zum Brigadegeneral beförderte Louis Jackson, das »Explosive Department« John Fletcher Moulton. Jacksons Leute waren dabei für Forschung und Entwicklung, Produktion und Lieferung sowie die Geschosßfüllung in Watford (später auch in Greenford) verantwortlich¹³⁸.

Jedes Department verfügte über einen Beirat wissenschaftlicher Berater, das Gesamt-Ministerium über ein wissenschaftliches und ein kommerzielles Berater-Komitee. Als wissenschaftliche Berater Jacksons fungierten u. a. Baker, Thorpe, Beilby, der Physiker R. Glazebrook (National Physical Laboratory), der Physiologe William Bate Hardy (1864–1934), der Ölspezialist Sir Boverton Redwood (1846–1919), später (1916) auch Richard Threlfall und der Chemiker John Cadman (University of Birmingham). Crossley betätigte sich zunächst als Sekretär dieser Gruppe, gab den Posten jedoch auf, als er 1916 die Leitung der Kampfstofftests und praktischen Erprobungen auf dem Versuchsgelände Porton übernahm^{100 132}.

Auf Druck von Lloyd George kam es noch 1915 zu einer gemeinsamen Konferenz von Admiralität, Kriegsministerium und Munitionsministerium, auf der bis Ende des Jahres die Gründung eines »Munitions Invention Department« beschlossen wurde, das u. a. auch für die Förderung chemischer Entwicklungen zuständig war. 1918 umfaßte die Mitarbeiterliste 48 Ingenieure und Wissenschaftler, darunter 15 Chemiker und 17 Mitglieder der »Royal Society« (die größtenteils auch im »War Committee« saßen).

Ergänzend entstand im November 1916 noch ein gesondertes »Department for Scientific and Industrial Research«, womit sich die Wissenschaft endgültig ihren Platz in »nationalen Angelegenheiten« gesichert hatte¹⁰⁰.

Im Verlaufe des Krieges entwickelte sich das Munitionsministerium zum größten Arbeitgeber für Chemiker.

Mitte 1916 beschäftigten die Fabriken des Ministeriums bereits etwa 200 Industriechemiker, 1918 etwa 400. Beim Waffenstillstand arbeiteten ferner 30 Universitäten und zwei gesonderte Forschungseinrichtungen mit insgesamt mehr als 100 Wissenschaftlern für das »Chemical Warfare Department«¹⁰⁰.

Nach Ludwig F. Haber waren allein in der britischen Kampfstoff-Forschung und -Entwicklung 120 graduierte Chemiker und 1340 Personen mit Diplomen technischer Colleges oder entsprechenden praktischen Erfahrungen tätig⁹⁹.

Allerdings gab es zahlreiche personelle und organisatorische Schwierigkeiten, ständige Rivalitäten und Kompetenzgerangel zwischen den Departments und nur unzulängliche Kontakte zum Kriegsministerium, lange Zeit auch zu den britischen Expeditionstreitkräften.

Eine Folge davon waren häufige, die kontinuierliche Tätigkeit hemmende Umstrukturierungen und Umbesetzungen sowie Gründungen neuer Komitees und Subkomitees im Munitionsministerium (vgl. Lit.¹³²).

Ende 1916 setzten sich die britischen Gaskrieg-Einrichtungen aus vier Hauptsäulen zusammen: der an der Front in Frankreich kämpfenden »Special Brigade«, dem »Anti-Gas-Departement« im Kriegsministerium, Jacksons geschrumpfter Forschungsabteilung (einschließlich dem Versuchsgelände Porton) im »Design-Department« des Munitionsministeriums und der von Jacksons ehemaligem Untergebenen Alexander Roger geführten, aus zehn Sektionen bestehenden Riesenabteilung »Trench Warfare« im gleichen Ministerium¹³⁸.

Mit der im Jahre 1917 erfolgten Übernahme des Munitionsministeriums durch Churchill, der ein aktiver Befürworter des Gaskrieges war, erfolgte eine erneute Umgestaltung. Ende Oktober 1917 wurde das dem »Design Department« zugeordnete »Chemical Warfare Department« geschaffen und unter die Leitung von General Henry Fleetwood Thuillier (geb. 1868), der zeitweilig auch den Gasdienst der britischen Expeditionstreitkräfte kommandiert hatte, gestellt (zwölf Monate später folgte ihm Harrison im Amt nach). Gleichzeitig wurde Thuillier auch Leiter des dem Department zugehörigen »Chemical Warfare Committees«, das nun die Kontrolle aller Aspekte der offensiven und defensiven Forschung, Entwicklung und Konstruktion übernahm. Militärs, wie der Kommandeur des »Gas Service«, Charles Howard Foulkes (1875–1969), sowie die »Army Chemical Advisers« wurden hinzugezogen, dazu Wissenschaftler wie Pope und Irvin, Crossley aus Porton und andere Spezialisten (wie der Chemieanlagenbau-Experte K. B. Quinan), Vertreter verschiedener Versorgungs-Abteilungen sowie der Artillerieabteilung des Kriegsministeriums. Das Komitee umfaßte schließlich

etwa 20 Wissenschaftler, darunter der mittlerweile auf das Abstellgleis geratene Jackson¹³⁸.

Als besonders aktiv erwiesen sich Harrison, Irvine, Pope und Crossley. Von Oktober 1917 bis Februar 1919 wurden beispielsweise etwa 850 chemische Verbindungen kritisch unter die Lupe genommen, einige davon den Forschungsteams übergeben, die regelmäßig über ihre Fortschritte berichten mußten.

Ein schwerwiegender Fehler war es jedoch, die Herstellung und Lieferung von Kampfstoffen mit allen dazugehörigen Fragen von der wissenschaftlichen Entwicklung abzutrennen und den zur »Explosive Group« gehörenden Abteilungen »Explosives Supply« unter Lord Moulton und »Trench Warfare Supplies« unter E. V. Haigh zu übertragen, so daß die Wissenschaftler die Herstellung der von Ihnen entwickelten und erprobten Kampfstoffe nicht selbst überwachten¹³¹. In der Abteilung Moultons war Quinan für die Konstruktion der Kampfstoff-Produktionsanlagen verantwortlich, in der Abteilung Haighs Henry Moreland für die Kampfstoff-Lieferung.

Ende April 1918 gliederte man schließlich das »Chemical Warfare Department« in die Explosivgruppe ein und löste die Abteilung »Trench Warfare Supplies« auf. Erst zu diesem Zeitpunkt waren alle britischen Aktivitäten zum chemischen Krieg in einer Hand, dem Leiter der Gruppe, Sir Keith Price, der vor allem von Moulton und Quinan unterstützt wurde¹³⁸.

Auch die höheren militärischen Dienststellen wurden nach dem deutschen Chlorangriff erstmals für die bis dahin wenig beachteten chemischen Fragen sensibilisiert. Am 26. Mai beauftragte der Generalstabschef Frenchs, General William Robertson, den Pioniermajor (später Generalmajor) Charles Howard Foulkes, die Leitung der britischen Giftgas-Vergeltungsmaßnahmen zu übernehmen. Einen Tag zuvor hatte ihm das Kriegsministerium die Bereitstellung von 500 Chlorflaschen avisiert¹³⁵.

Wie Haber erkannten auch Foulkes und seine chemischen Berater sehr rasch, daß ein militärischer Erfolg nur durch den Masseneinsatz möglichst toxischer Stoffe zu erreichen war. Zusätzlich orientierten sie bald, ebenfalls wie Haber, auf einen möglichst häufigen Wechsel der verwendeten Kampfstoffe, um die Gasschutzmaßnahmen des Gegners zu stören.

Am 4. Juni konnte bei der chemischen Fabrik Castner Kellner Alkali Co. in Runcorn am Manchester-Kanal der erste Chlor-Blasversuch durchgeführt werden. Am 25. Juni erfolgte die Aufstellung einer Gas-Sondertruppe aus Chemikern und Chemiestudenten (Grundstock der Spezialkompanien 186 bis 189 der »Royal Engineers«, die im Frühjahr 1916 zur 4000 Mann starken »Special Brigade« formiert wurden; ab Frühsommer lag deren Stärke bei 5000 Mann, ab 1917 bei 6000; 1918 vgl. S. 100). Infolge Mangels an Gasflaschen konnte eine Vorführung vor 30 Generälen und weiteren höheren Offizieren erst am 22. August in Helfaut bei St. Omer (Nordostfrankreich) durchgeführt werden. (Später nahmen an diesen von Foulkes organisierten Vorführungen teilweise mehr als 100 Generäle gleichzeitig teil, und auch Winston Churchill, ab 1917 britischer Munitionsminister, besuchte des öfteren und mit großem Interesse Helfaut.)

Am 25. September fand mit insgesamt rund 150 Tonnen Chlor (Deckname: Rotstern) aus 5500 Flaschen bei Loos der erste britische Chlorgasangriff gegen deutsche Truppen statt¹³⁵.

Auch bei vielen britischen Offizieren war die Neigung zum Giftgaseinsatz

zunächst nicht sehr groß. Hauptmann Thomas schreibt in den Kriegserinnerungen von Robert Graeves »Goodby To All That« (London 1929):

»Es ist abscheulich. Das ist kein Soldatenleben, so ein Zeug zu benutzen; auch nicht, wenn die Deutschen damit angefangen haben¹³⁹.«

Zur Ausbildung der Offiziere und Soldaten für den Gaseinsatz und -schutz wurden Schulen in Le Havre, Étapes, Rouen, Abbeville, Boulogne und Calais eingerichtet.

Als Füllung für die zu entwickelnde Gasmunition diskutierte man zu diesem Zeitpunkt Calciumarsenid und Phosphor sowie ein als Jellite bezeichnetes Gelee aus Blausäure, Chloroform und Celluloseacetat¹⁴⁰.

Später wurden die Blasangriffe zu einer der Hauptformen des britischen Gaskampfes. Schon im Oktober 1915 hatte Foulkes in einer Denkschrift darauf hingewiesen, dabei stärker als Chlor wirkende Gase zu suchen¹³¹.

Am 9. und 19. Januar 1916 bliesen die Briten bei Fromelles südlich Armentières ein Gemisch aus 80 % Chlor und 20 % Schwefelchloriden (Deckname: Blaustern) ab, von dem man sich eine größere Seßhaftigkeit versprach. Große Erwartungen setzte man später auch in die Kombinationen mit dem hochgiftigen Phosgen und Chlorpikrin. Allein während der ersten 18 Tage der Sommeschlacht (Juni bis November 1916) führte die »Special Brigade« 50 Blasangriffe aus, hauptsächlich mit Chlor-Phosgen-Mischungen (Deckname: Weißstern)¹⁴¹.

Insgesamt fanden von Juni bis November 1916 110 Angriffe unter Verwendung von insgesamt 38 580 Gasflaschen (gleich 1160 t Gas, zumeist »white star«, d. h. 50 % Chlor und 50 % Phosgen) statt¹⁴².

Innerhalb von neun Monaten, beginnend mit dem Juni 1916, verbrauchten die Briten allein 1500 Tonnen Phosgen¹⁴¹.

Am 14. Juli 1916 öffneten britische Pioniere bei Monchy neben 240 Chlor-Phosgen-Flaschen erstmals auch 1670 Schwefelwasserstoff-Flaschen (Deckname: 2-Rot-Stern)¹⁴³. Durch deutsches Brisanz-Gegenfeuer wurde jedoch ein Teil der Flaschen zerstört und dadurch 16 eigene Leute vergiftet sowie acht getötet. Zudem entzündete sich der Schwefelwasserstoff an einigen Stellen durch Leuchtmunition, weshalb man von weiteren Einsätzen dieses problematischen Giftes absah.

Die im November 1917 an der La-Basse-Front eingeführte Chlor-Chlorpikrin-Mischung (70 : 30) wurde als Gelbsterne bezeichnet. Allerdings gab es zunächst erhebliche Schwierigkeiten bei der Realisierung der technischen Chlorpikrin-Produktion, die erst acht Monate nach Planungsbeginn aufgenommen werden konnte¹³¹.

1917 begann man ferner mit der Herstellung einer Mischung aus 75 % Chlorpikrin und 35 % Schwefelwasserstoff (Deckname: Grünsterne), die jedoch nicht zum Fronteinsatz gelangte.

Nach Charles Howard Foulkes, der (initiiert durch seine chemischen Berater) den Blasangriff bis zum Kriegsende als die wirksamste Gas-Einsatzmethode ansah, führten die Briten noch im Jahre 1918 zehn große Blasangriffe aus, bei denen 27 000 Gasflaschen verbraucht wurden^{144 145}.

In den Jahren 1917/18 sollen die Engländer teilweise 200 bis 250 Tonnen Gas pro Kilometer abgeblasen und die Angriffe acht bis zehn Stunden aufrecht gehalten haben¹⁴⁵. Neuentwicklungen der Briten in der Abblastechnik waren kleinere,

tragbare Gasflaschen (22,5 kg), von denen 1000 Stück am 26. Oktober 1917 bei Dixmuiden eingesetzt wurden, sowie von Eisenbahngüterwagen aus unternommene Chlor-Phosgen-Blasangriffe, die am 24. Mai 1918 südwestlich von Lens unter der Bezeichnung »Unternehmen Richtstrahl« begannen.

Insgesamt haben die Engländer während des Krieges in über 300 Blasangriffen etwa 88 000 Gasflaschen abgeblasen^{144 145}.

Im Juni 1915 begann die Firma Castner Kellner auf Drängen des »War Office« ihre Flüssigchlorproduktion von 5 t pro Woche auf 30 t zu steigern. Später wurden die »United Alkali Company«, die in Gateshead, Widness und St. Helens Anlagen errichtete, und »Electro-Bleach« in Middlewich einbezogen.

Die maximalen Kapazitäten konnten jedoch nicht erreicht werden. Insgesamt lag die britische Produktion von Flüssigchlor in den Jahren 1915 bis 1918 bei 20 822 Tonnen¹⁴⁶.

Anfang 1916 besichtigten die Professoren William Jackson Pope und Percy Faraday Frankland auf Anordnung des Kriegsministeriums die englischen Gasdienstorganisationen (»Gas Service«) in England sowie Frankreich und empfahlen daraufhin eine engere Zusammenarbeit von Gasangriff und Gasschutz sowohl an der Front als auch in der Heimat. Sie schlugen vor, die Gesamtleitung einem erfahrenen organischen Chemiker zu übertragen¹³¹.

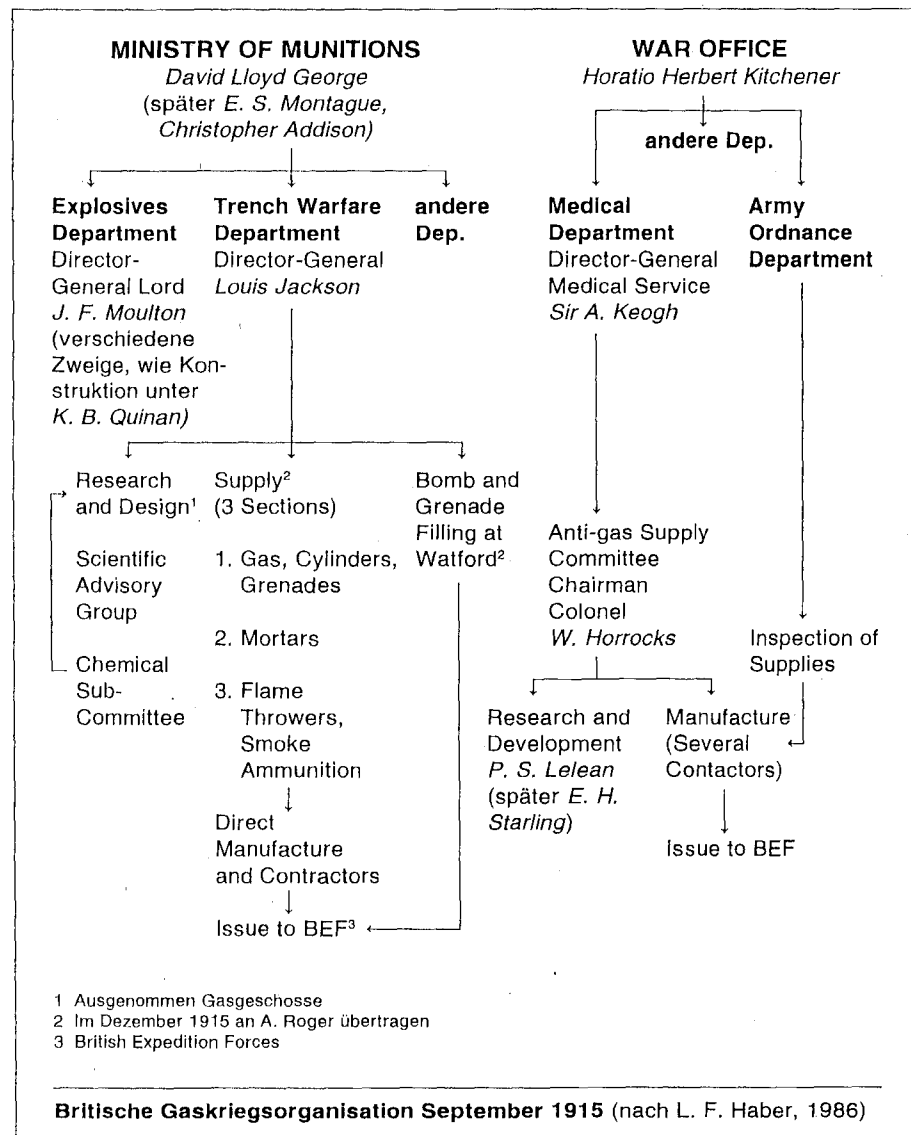
Der Chef der Obersten Heeresleitung, Sir Douglas Haig (First Earl, Viscount of Darwick, Baron of Bemersyde, 1861–1928), entschloß sich, die Spezialkompanien zur »Special Brigade« auszubauen und erhielt am 25. Januar 1916 dazu die Vollmacht des Kriegsministeriums. Er stimmte der Vereinheitlichung im Heer zu und ernannte im März 1916 den Brigadegeneral der »Royal Engineers«, Henry Fleetwood Thuillier (Kommandeur der Ersatzbrigade der 1. Division beim Angriff von Loos), zum Chef des gesamten britischen Heeresgasdienstes (»Gas Service«). Dem im Großen Hauptquartier stationierten Thuillier unterstanden der Gasschutzdienst unter Oberst Stevenson Lyle Cummins (geb. 1873) vom »Royal Army Medical Corps«, der Gasangriffsdienst (die neuformierte »Special Brigade«), der von Colonel Foulkes geleitet wurde, und das Zentrallaboratorium der britischen Expeditionsstreitkräfte in St. Omer, später in Hesdin (Nordostfrankreich). Dieses leitete der vom »Royal College of Science« in South Kensington kommende Physiker Oberst Prof. William Watson (der 1919 an den Folgen der Kampfstoffarbeiten verstarb), unterstützt von dem am gleichen College tätigen Chemiker Prof. B. Mouat Jones als Stellvertreter¹³⁶.

Im Frühsommer wurden ferner drei Chemiker, Hamilton McCombie (1880–1962), Lesly John Barley (1890–1979) und der Oxforder Chemie-Dozent Harold Hartley (1878–1972), zum Captain ernannt und als »Army Chemical Adviser« in der 1., 2. und 3. Armee eingesetzt¹⁴⁷.

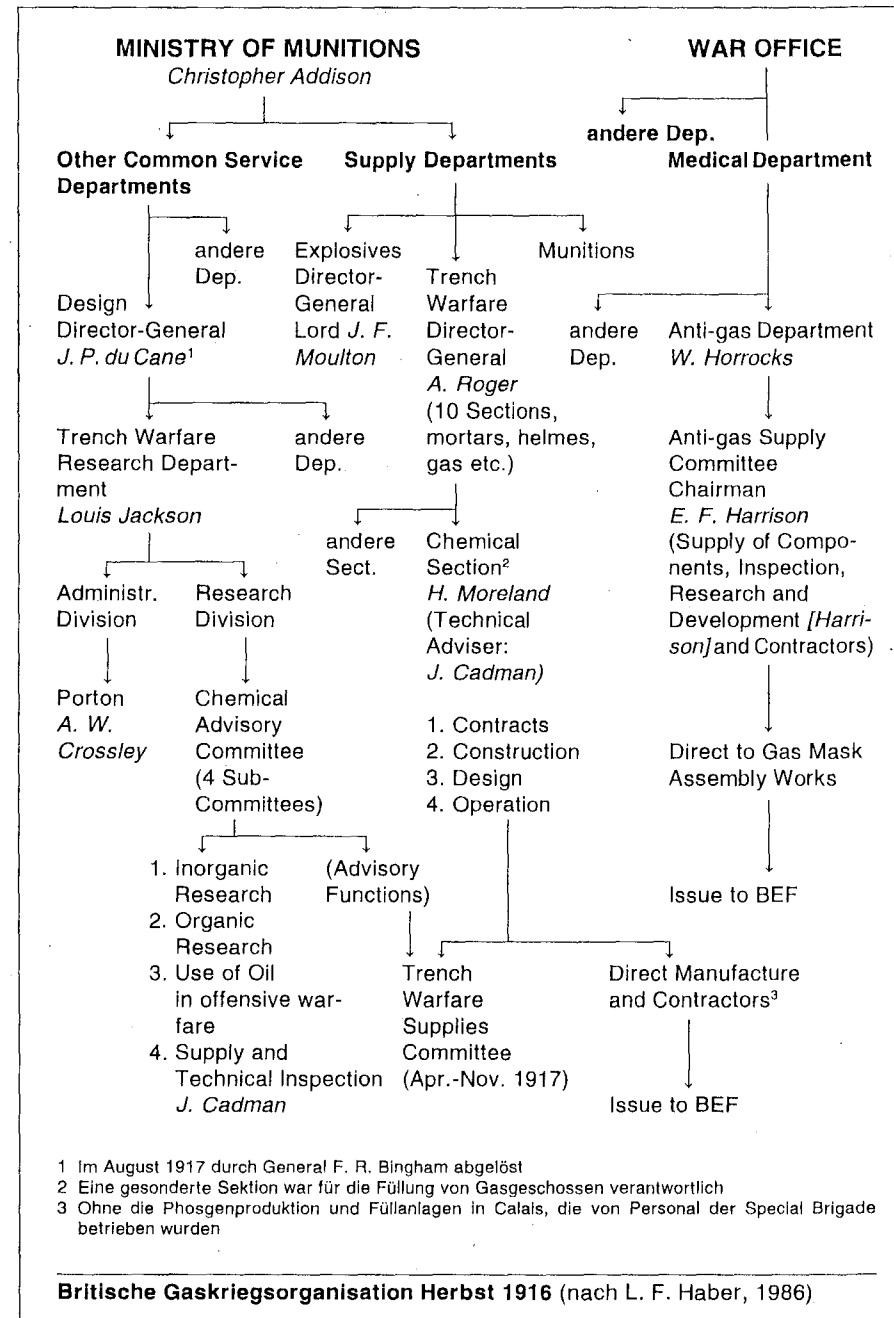
Foulkes, selbst kein Chemiker, war auf die Unterstützung seiner Gasoffiziere und des Nachrichtenoffiziers der Brigade, H. T. Adams (der die Effektivität der Blasangriffe stark überschätzte), angewiesen. Thuillier hielt sich in der Beurteilung zurück, war jedoch nach der Sommeschlacht von der Wirksamkeit der Blasangriffe enttäuscht und setzte auf die neu entwickelten Stokes-Gasmörserbomben (oder Gas-Minen) und Livens-Projektile (vgl. S. 74). Im Juni 1917 ging er zurück in den aktiven Dienst und übernahm das Kommando der 15. Division¹⁴⁷.

Der ehrgeizige, inzwischen zum Oberst beförderte Foulkes wurde nun mit der

Führung des gesamten Heeresgasdienstes betraut. Etwa zur gleichen Zeit übernahm Harold Hartley die Funktion von Cummins im Gasschutz-Dienst. Der engagierte Foulkes erreichte, daß England im Jahr 1918 etwa ein Drittel bis ein Fünftel aller Geschosse mit chemischen Kampfstoffen füllte^{148 149}.



In Porton bei Salisbury erwarb das Heer bereits im Januar 1916 ein ausgedehntes, 1200 Hektar umfassendes (später auf 2600 Hektar erweitertes) Gelände für Feldversuche und die Errichtung von kampfstoffchemischen Forschungslaboratorien, denen 1917 eine große Versuchstierfarm angeschlossen wurde. Die Feldversuche

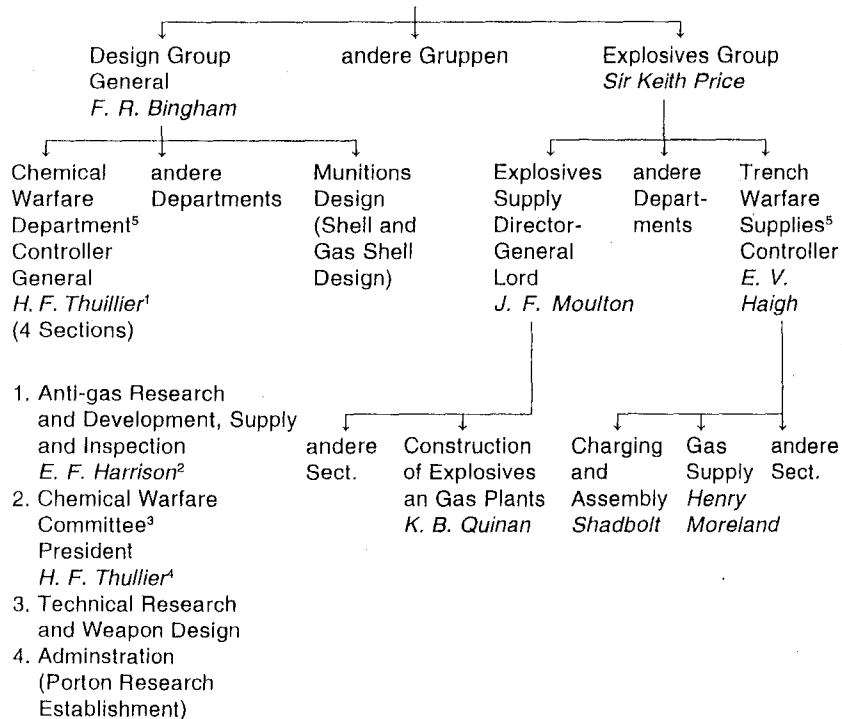


und die praktische Spezialausbildung leitete Oberst Crossley. Gegen Kriegsende waren in Porton etwa 1000 Wissenschaftler und Soldaten tätig, die von 500 zivilen Kräften unterstützt wurden.

MINISTRY OF MUNITIONS

Winston Churchill

MUNITIONS COUNCIL



1 Im Oktober 1917 durch Harrison abgelöst

2 im Frühjahr 1918 wurde Harrison stellv. Controller des Chemical Warfare Department, seine Funktion erhielt H. S. Raper

3 Zu der großen Mitgliederzahl gehörten u. a. Foulkes, Haigh, Quinan von der Explosiv Group, Wissenschaftler und Vertreter der Gas Shell Branch im Directorate of Artillerie des War Office

4 Im Oktober 1918 löste Foulkes Thullier als Präsident ab

5 Ende April 1918 wurde das Chemical Warfare Department aus der Design Group aus- und in die Explosiv Group eingegliedert; das Trench Warfare Supplies Department wurde aufgelöst

Britische Gaskriegsorganisation Ende 1917 (nach L. F. Haber, 1986)

Unter anderem wurden auch Leichen vergifteter Soldaten nach Porton gebracht, wo man sie eingehend untersuchte, die Schädigungen sorgfältigst in Bildern festhielt und sogar Ganzkörper-Konservierungen vornahm¹⁴⁸.

Auch Frankreich entwickelte nach dem deutschen Chlorangriff vielfältige Aktivitäten. Professor F. Heim erhielt den Auftrag, eine Gasschutz-Forschung aufzubauen. Dem Leiter des Bergwerks-Inspektorates Weiß übertrug man die Verantwortung für die Beschaffung von Atemschutz-Geräten.

Gleichzeitig wurde der Direktor der Pariser Polizeipräfektur, André Kling, beauftragt, eine unmittelbar dem Großen Hauptquartier unterstehende Experten-

kommission zu bilden, um die gegnerischen Kampfstoffe aufzuklären und selbst geeignete neue Stoffe zu finden.

Mitte Juni 1915 gründete man eine, von Weiß geleitete interparlamentarische Kommission, die für das französische Kriegsministerium ein geeignetes Organisationschema zur Bewältigung der Aufgaben des Gaskrieges entwickeln sollte. Die Vorschläge kamen jedoch aufgrund von personellen Auseinandersetzungen im Ministerium und Einwänden des Militärs gegen einen zivilen Generaldirektor nicht zum Tragen¹⁰¹.

Am 1. Juli 1915 wurde eine »Kommission für Materialbeschaffung und Fabrikation chemischer Kampfstoffe« berufen, die umgehend mit Vorversuchen zum Abblasen von Chlor und salzsäureabspaltenden Chloriden begann¹⁴⁵.

Da die vorhandene Aufsplitterung anscheinend nicht zufriedenstellend funktionierte, gründete das Kriegsministerium auf Initiative des für Waffen und Munition zuständigen sozialistischen Politikers Albert Thomas (1878–1932) im Juli den »Service du Matériel Chimique de Guerre«, zunächst unter Weiß. Bereits am 17. September 1915 wurde dieser durch General Ozil vom »Corps de Génie« abgelöst. Dieser Service vereinigte (ähnlich wie das britische »Chemical Warfare Department« Ende 1917) nun alle Aktivitäten des chemischen Krieges (Forschung und Entwicklung, Pilotanlagen und Produktion, Beschaffung und Verteilung). Die von Colonel (später General) Perret geleitete, für Forschung und Entwicklung zuständige Abteilung (»Inspection des Études et Expériences Chimiques«) koordinierte sämtliche diesbezügliche Aktivitäten. Perret stand gleichzeitig auch den beiden Forschungskommissionen (offensiv und defensiv) vor. Die eigentliche wissenschaftliche Seite vertraten dabei jedoch seine beiden Stellvertreter. Charles Moureu (1863–1929) vom »Collège de France« zeichnete für die offensiven Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, Charles Achard (geb. 1860), Professor für klinische Medizin an der Sorbonne, für die defensiven verantwortlich. Das Sekretariat für beide Einrichtungen führte der Physiologe Prof. Émile Terroine (1882–1974). Die der Inspektion ebenfalls unterstehenden gerichtsmedizinischen Einrichtungen (»Centres Médico-Legaux«; jede der drei Armeegruppen erhielt ein eignes mobiles forensisches Laboratorium) leitete Kling, der auch die Verbindungen der Forschungs- und Entwicklungsabteilung zum Großen Hauptquartier hielt. Dort war er in die Vorbereitung der Gasangriffe als chemischer Berater einbezogen.

Die Gruppen waren relativ klein, ihre Zusammenarbeit funktionierte recht gut, und alle in die Forschung integrierten, in ständigem Erfahrungsaustausch stehenden chemischen und pharmakologischen Laboratorien befanden sich in Paris. Besonders hervorzuheben sind dabei die Laboratorien der bekannten Chemiker Victor Auguste Francois Grignard (1871–1935), Paul Marie Alfred Lebeau (1868–1959) und André Mayer (1875–1956)⁴⁸. Eine Reihe von medizinischen Einrichtungen, besonders das »Val-de-Grâce-Hospital«, betätigten sich in der Gasschutz-Forschung und -Ausbildung¹³⁷.

Im Jahre 1918 waren schließlich die chemischen, physiologischen und pathologischen Departments von 16 medizinischen Schulen, Instituten sowie Universitäten in die kampfstoffchemischen Arbeiten einbezogen¹³⁷.

Im Herbst 1916 wurde die Waffenversorgung aus dem Kriegsministerium ausgegliedert und einem eigenen Rüstungsministerium (»Ministère de l'Armement«) unter Thomas (später Louis Loucheur) übertragen¹⁰¹.

Die Organisation der Forschung und Entwicklung blieb von 1915 bis 1918 im wesentlichen unverändert. Von Ludwig F. Haber¹⁵⁰ wird diese jedoch als insgesamt konventionell, mittelmäßig und für von außen kommende Anregungen wenig zugänglich eingeschätzt, was er vor allem auf das Fehlen einflussreicher, kraftvoller (powerful) Wissenschaftler zurückführt. So zeigte die Entwicklung einer Gasmaske bis zur Übernahme der deutschen Konstruktion im wesentlichen keine durchschlagende Erfolge. Lange Zeit hielt man auch an Kampfstoffen fest, deren feldmäßiger Einsatz sich als unbrauchbar erwiesen hatte (z. B. Blausäure und Acrolein).

Im Frühjahr 1915 verfügte Frankreich (neben Chloraceton, vgl. S. 9) lediglich über ausreichende Mengen des 1873 von Heinrich Bernhard Rathke (1840–1923) entdeckten reizerregenden Perchlormethylmercaptans (aus Chlor und Kohlenstoffdisulfid leicht herstellbar), das in Granaten abgefüllt und im September 1915 in der Champagne mit wenig Erfolg eingesetzt wurde.

In den folgenden Monaten dachte man auch an die Nutzung von Arsenwasserstoff (Calciumarsenid/Salzsäure), Phosphorwasserstoff und Schwefelwasserstoff, mußte diese Pläne aus Kostengründen und wegen der zu erwartenden hohen Flüchtigkeit, d. h. zu niedriger Gefechtskonzentrationen, wieder aufgeben¹⁴⁵. Lediglich Schwefelwasserstoff wurde später einige wenige Male probeweise abgeblasen. Auch das von den Briten verworfene Acrolein nutzte man zeitweilig, wenn auch ohne große Wirkung, als Füllmittel für Handgranaten, nachdem der Chemiker Charles Moureu einen geeigneten Stabilisator vorgeschlagen hatte¹⁵¹.

Mit der Einrichtung des »Service du Matériel Chimique de Guerre« begann man in Zuständigkeit der für die Kampfstoffherstellung verantwortlichen Abteilung »Technique et Industrielle« ferner, in Vincennes eine erste spezielle Füllanlage für Reizgasmunition zu errichten. Erprobungen von Chloraceton-Granaten und anderen Kampfstoffen fanden später in Vincennes, Satory, Fontainebleau und Entressen statt. Als Standort des Hauptarsenals wählte man Aubervilliers, einen Vorort von Paris. Dort entstand im weiteren Kriegsverlauf auch eine Munitionsfüllanstalt für die tödlichen Giftstoffe Phosgen und Blausäure sowie Yperit.

Die französischen Gasmunitions-Füllanstalten lieferten vom 1. Juli 1915 bis zum 11. November 1918 insgesamt etwa 17 Millionen Kampfstoff-Geschosse. Nach dem Dijoner Pharmakologen Professor André Meyer (geb. 1883) wurden 13 193 000 Granaten vom Kaliber 7,5 cm und 3 930 000 größerer Kaliber gefüllt, dazu 1 140 000 Gashandgranaten¹⁵².

Vor dem Krieg verfügte Frankreich lediglich über zwei Chlor produzierende Fabriken mit einer Gesamtkapazität von 5 t pro Tag, während Anlagen zur Verflüssigung überhaupt nicht existierten. In einem ersten, im August 1915 beschlossenen Chlorprogramm wurden im Südwesten Frankreichs mit britischer Unterstützung etwa sechs Werke mit einer täglichen Gesamtkapazität von 30 t Flüssigchlor errichtet. Weitere Betriebe entstanden im Frühjahr 1916 und im Jahr 1917, mit denen man schließlich über eine theoretische Maximalkapazität von 50 Tagestonnen verfügte, die jedoch nicht annähernd erreicht wurde.

Die geschätzte Gesamtproduktion Frankreichs an Flüssigchlor lag 1915 bei 2600 t, 1917 bei 5800 t und 1918 bei 4100 t. Die größten Betriebe waren »Chlor Liquid« in Pont-de-Claix (bei Grenoble), »Electro-Chimie« bei Plombières in

MINISTÈRE DE LA GUERRE 1915–1916

Alexandre Millerand (1859–1943)

MINISTÈRE DE L'ARMEMENT 1916–1919

Albert Thomas, später Louis Loucheur
(zahlreiche Directions Générales für Waffen, Munition,
Grabenkriegs-Versorgung, Giftgase etc.)

DIRECTION DU MATÉRIEL CHIMIQUE DE GUERRE (DMCG)*

General Ozil

INSPECTION DES ÉTUDES ET EXPÉRIENCES CHIMIQUES (IEEC) General Perret	SECTION TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE DU DMCG Cuvelette (später Bollaert) (5 Gruppen)	ÉTABLISSEMENT CENTRAL DU DMCG Papon (3 Gruppen)
1. Forschung und Entwicklung – offensiv	1. Neuentwicklungen	1. Einkauf und Bevorratung von offensiven und defensiven Materialien
2. Forschung und Entwicklung – defensiv einschl. Gasschutzausbildung und Gasmaskeninspektion	2. Planung/Konstruktion	2. Qualitätskontrolle ²
3. Centres Médico-Legaux ¹	3. Fabrikbau	3. Verteilung an die Armeen
	4. Prozeßtechnik/Pilotanlagen	
	5. Herstellung von Gasen ² (eingeteilt in 4 Zweige)	

* Ein spezielles Geschöß-Füllungs-Department war für die Gasgeschosse und die Füllarbeiten in Vincennes und Aubervilliers verantwortlich

1 Kling hielt die Verbindung zwischen IEEC und Großem Hauptquartier

2 Mit lokalen Einrichtungen in Lyon, Grenoble und Marseille

Die französische Gaskriegsorganisation 1915–1918 (nach L. F. Haber, 1986)

Savoy und »Produits Chimiques d'Alais et Camargue« bei St. Auban in den südlichen Alpen¹⁵³.

Die französischen Chlor-Blasangriffe der im Dezember 1915 aufgestellten und rasch von drei auf sechs (später neun) Kompanien angewachsenen »Compagnies Z« unter der Führung ihres Kommandeurs, Oberstleutnant Soulie, konnten erst im Februar 1916 (erster Angriff am 15. Februar bei Reims) begonnen werden. Nach Jules Poirier erfolgten im weiteren Kriegsverlauf durchschnittlich 50 derartige Angriffe pro Monat, bei denen 12 000 Tonnen Kampfstoff verbraucht wurden (nach André Meyer sollen etwa 300 000 Blasflaschen gefüllt worden sein, Dimensionen, die nicht sehr wahrscheinlich sind; R. Hanslian berichtet lediglich von insgesamt 20 französischen Blasangriffen; Ludwig F. Haber konnte gar nur etwa zehn derartige Angriffe nachweisen)^{152 154}.

Auf französischer Seite wurden dem Chlor wechselnde Anteile Zinntetrachlorid oder Arsen-trichlorid zugesetzt. Auch Mischungen mit Phosgen kamen zum Einsatz.

In Jahr 1916 erprobten die Franzosen zweimal das Verblasen eines Gemisches aus 90 % Schwefelwasserstoff und 10 % Schwefelkohlenstoff (Deckname NG₂), das jedoch wegen seiner leichten Entflammbarkeit nicht als Kampfstoff eingeführt wurde.

Auch auf dem Gebiet der Verbesserung des Gasschutzes wurde in Frankreich angestrengt gearbeitet und die verschiedensten chemischen Schutzmittel (wie Natriumphenolat, Natriumsulfanilat) erprobt. Am 25. Oktober 1916 führte man auf Vorschlag Lebeaus eine Mischung aus Urotropin und Natriumsulfanilat ein¹⁴⁵ (nach russischen Angaben⁴⁸ soll diese Entdeckung von den Russen übernommen worden sein). In allen Armeen, Corps und Divisionen wurden im Winter 1916/17 »Officers ZP« eingesetzt, deren Aufgabe in der Einführung und Instandhaltung der Gasschutzgeräte sowie einer entsprechenden technischen und wissenschaftlichen Beratung der Kommandeure bestand¹⁵⁵.

An der Ostfront war der deutsche Gaseinsatz ebenfalls angelaufen, und **das zaristische Rußland unternahm alle Anstrengungen, um eigene Giftstoffe entgegenzusetzen zu können.** Zur Produktion von Kampfstoffen und zur Chlorverflüssigung war man allerdings zunächst auf die Hilfe der Briten und Franzosen angewiesen, ebenso beim Gasschutz (so lieferte Großbritannien im Laufe des Sommers 1916 mehrere hunderttausend P.H.-Helme¹⁵⁶). Organisator der aufzubauenden russischen Kampfstoffproduktion im neu geschaffenen »Chemischen Komitee« der Artilleriehauptverwaltung wurde Professor Wladimir Ipatieff (1867–1952), der sich vor allem um die Schaffung von Produktionskapazitäten für Chlor, Phosgen und Chlorpikrin kümmerte. (Die im Laufe des Krieges zum Einsatz gekommenen hocheffektiven Lost- und Arsinkampfstoffe konnte die russische chemische Industrie jedoch bis Kriegsende nicht bereitstellen.) Gleichzeitig zeichnete er aber auch für Explosivstoffe, pyrotechnische Erzeugnisse, erforderliche Chemikalien und Gasschutzgeräte verantwortlich.

Die Untersuchungen zu den Möglichkeiten des chemischen Angriffes und Schutzes wurden vor allem in den »Wissenschaftlich-technischen Laboratorien der Heeresleitung« und den Hochschullaboratorien von Petrograd sowie im Moskauer »Sengor-Laboratorium« durchgeführt.

Zum Zentrum der Gasschutz-Forschung entwickelte sich die Anti-Gas-Sektion der klinischen »Helenen-Institute« in Petrograd unter Professor Witalij Grigorjewitsch Chlopin.

In der Gasschutzausbildung wirkte als führender Experte besonders Prof. Wladimir Konstantinowitsch Arkadiew (1884–1953).

Militärisch Verantwortlicher des Gaskrieges in der russischen Armeeführung war der Subchef der Wissenschaftlich-technischen Laboratorien der Heeresleitung, General I. A. Krylow, und nach dessen Unfalltod Oberst A. A. Dscherchkowych⁴⁸.

Als Leiter des mobilen Hauptlaboratoriums an der russischen Front betätigte sich Prof. Nikolai Alexandrowitsch Schilow (1872–1930).

Die ersten größeren Chlorblasangriffe gelangen Rußland am 5./6. September bei Smorgon und am 24./25. Oktober 1916 bei Kunilowo (unbedeutende versuchsweise Einsätze erfolgten schon um den 24.–26. Mai 1916 bei Barano-

witschi), wo zur gleichen Zeit auch die ersten russischen 7,6-cm-Phosgen-Granaten verschossen wurden¹⁴³.

Der gegen Kriegsende wichtigste russische Kampfstoff, das Phosgen, wurde unter der organisatorischen Leitung von Professor Eugen I. Spitalsky (gest. 1931) bei Iwanowo-Woskresenks, Moskau, Kasan und Beresniki hergestellt.

Insgesamt verliefen die russischen Aktivitäten jedoch schlecht organisiert, teilweise chaotisch. Die Zuständigkeiten waren nicht klar abgegrenzt. Verschiedene Dienststellen arbeiteten sogar gegeneinander, was sich beispielsweise bei der Einführung einer einheitlichen Gasmaske bemerkbar machte. Im Sommer 1915 hatten Professor Nikolai Dimitrijewitsch Zelinsky (1861–1953) und der Ingenieur E. L. Kumant eine Gummimaske mit Filtereinsatz entwickelt, die vermutlich wegen Differenzen um die profitablen Patentrechte nur gegen Widerstände breiteren Einsatz in der zaristischen Armee fand, leider aber auch nur unzureichenden Schutz bot. Im Frühjahr 1917 beschloß das chemische Komitee die Einführung des ein Jahr zuvor von Josef Fürst Awaloff entwickelten Schutzfilters mit getrenntem Einlaß- und Auslaßventil, der eine bedeutend leichtere Atmung ermöglichte¹⁵⁷.

In **Italien** wies der Chemiker Prof. Icilio Guareschi (1847–1918) am 14. Juni 1915 in einem Vortrag vor der »Associazione Chimica Industriale« in Turin auf die immer dringlicher werdende Notwendigkeit des individuellen Gasschutzes hin und lenkte die Aufmerksamkeit seiner Zuhörer bereits auf das Phosgen. Als entgiftungswirksame chemische Stoffe sah er Natriumthiosulfat und Natronkalk (den Engländer und Amerikaner später in ihren Filtereinsätze verwendeten) an und nannte Kokosnußholzkohle als wirksames Adsorptionsmittel. Bei Kriegseintritt verfügte Italien über einen von Frau Bianca Snetta-Bordoli entwickelten primitiven individuellen Gasschutz, bestehend aus zehn mit Natrium- und Kaliumcarbonat-Lösung getränkten Mullschichten. Nach den ersten Gasangriffen erwies sich dieser den nassen Atemschutzern der Deutschen und Alliierten ähnliche Mundschutz als untauglich. Eine von Guareschi und seinem Sohn entwickelte Maske wurde aufgrund ihres Gewichtes abgelehnt, und man wandte sich daraufhin den französischen, später den englischen Masken zu.

Am 4. August 1915 versammelte sich zum ersten Mal in Italien eine »Studienkommission für die etwaige Einführung der Verwendung erstickender Gase« unter dem Präsidium des »Vorstandes für Waffen und Munition«. Ihr gehörten Vizeadmiral Bertolini, Generalleutnant Vitelli, die Generalärzte Sforza und Rho, die Senatoren und Chemiker Emanuele Paternò di Sessa (1847–1935) und Giacomo Ciamician (1857–1922), die Chemieprofessoren Arnaldo Piutti (1857–1928), Alberto Peratoner (1862–1925), Ettore Molinari (1867–1926), der Pharmakologe Prof. Leone Pesci (1852–1917), der Physiologe Prof. Bartolomeo Gosio (geb. 1863), der Mediziner Prof. Dante de Blasi (geb. 1873) sowie der Ingenieur Cattaneo an. Im Juni 1916 erfolgte eine Reorganisation und die Bildung eines »Amtes für kriegschemisches Material«. Als Berater für die speziellen chemischen Fragen wurden nun auch die Chemieprofessoren Arturo Miolati (geb. 1869), Vittorio Villavecchia (geb. 1859), Felice Garelli (1869–1936), Luigi Francesconi (1864–1939), Nicola Parravano (1883–1938), Angelo Menozzi (1854–1947) und Marussia Bakunin (1873–1960) herangezogen¹⁵⁸.

Senator Prof. Paternò di Sessa und Prof. Villavecchia sollen dabei besonderen Anteil an der Einrichtung eines kriegschemischen Dienstes gehabt haben¹⁴⁵. Des

weiteren wurde von der Obersten Heeresleitung eine »Sanitätsinspektions-Kommission« bestellt, der Oberstabsarzt Prof. Testi und Senator Prof. Alessandro Lustig (1857–1937) angehörten, sowie eine »Chemische Kommission« mit eigenem »Technischen Amt« unter Leitung des Obersten und Ingenieurs L. Penna. Mit der Einrichtung eines gesonderten »Ministeriums für Waffen und Munition« wurde das »Amt für kriegschemisches Material« zum »Servizio« erhoben und eine Reihe von Kommissionen gegründet.

Prof. Paternó di Sessa leitete die »Kommission für eigene Gasuntersuchungen« und die »Kommission zur Verbindung mit den verbündeten Nationen«, Prof. Angelo Angeli (1864–1931) die »Kommission zum Studium von Schutzmasken«, Prof. Matteo Spica (1863–1924) die »Kommission für chemische Untersuchungen der vom Gegner verwendeten Gase und Schutzmittel« und Prof. Ciamician die »Wissenschaftliche Inspektions-Kommission für die Herstellung chemischer Kriegsmaterialien«.

Die Beaufsichtigung der Kampfstoffe (Chlor, Chlorpikrin, Chlorcyan, Phosgen, Bromaceton, Benzyljodid; gegen Kriegsende auch Yperit) produzierenden Werke oblag Stabsarzt Prof. Simonetti.

Als wesentlichste italienische Produktionsbetriebe für Kampfstoffe sind zu nennen: Società Elettrochimica Italiana in Bussi, Stabiliamento Ing. Vitale in Rumianca, Società Italiana prodotti azotati in Piano d'Orte, Società Elettrochimica Pomilio in Neapel, Stabilimenti del Caffaro nel Bresciano, Società del cloruro di calce in Collestata und das Pharmazeutisch-toxikologisch-chemische Institut der Universität Neapel, das unter der Leitung von Arnaldo Piutti mit der Produktion größerer Mengen Chlorpikrin begann¹⁵⁸.

Bereits im Mai 1915 forderte auch der Präsident der amerikanischen »Academy of Sciences«, George Ellery Hale (1868–1938), den U.S.-Präsidenten Woodrow Wilson (1856–1924) auf, die amerikanische Wissenschaft »in den Kriegszustand« zu versetzen. Im Juli 1916 gründete Wilson auf Vorschlag Hales innerhalb der »National Academy of Sciences« das »National Research Council«, eine etwa dem britischen »War Committee« entsprechende Einrichtung. Im August des gleichen Jahres besuchte Hale zu Konsultationen seine britischen Partner, und gegen Jahresende – vier Monate vor dem offiziellen Kriegseintritt Amerikas – rief das »Council«²⁸ untergeordnete Fachkomitees ins Leben.

Im Februar 1917 teilte der Direktor des »U.S. Bureau of Mines«, V. H. Manning, dem »National Research Council« mit, daß seine Einrichtung Erfahrungen im Umgang mit toxischen Gasen und entsprechenden Schutzmitteln besäße. Wenig später erhielt er daher den Auftrag zur Organisation der Gasschutz-Forschung. Im April 1917 begann man mit der Entwicklung einer Gasmaske, die allerdings im Test versagte, so daß auf den britischen »Small Box Respirator« zurückgegriffen wurde.

Auch die Kontrolle über die offensiven Entwicklungen und die Pilotproduktion von Kampfstoffen wurde von Manning und seinen Mitarbeitern übernommen, verbunden mit weiteren personellen Aufstockungen. Dabei entschied man sich, zunächst nur Phosgen, Chlorpikrin, Blausäure und Xylylbromid zu produzieren. Die Tätigkeit des »Bureaus« war jedoch schwerfällig und wenig originell. Dies verbesserte sich erst, als man ab Mitte 1917 die »American University« in Washington übernahm und zu einem Spezialzentrum der Chemiewaffen-Forschung ausbaute. Schrittweise wurden die bis dato auf über 30 Laboratorien

(besonders Universitäten) verteilten Arbeiten, an denen bis zu 2000 Personen beteiligt waren, in das neue Zentrum überführt^{100 137}.

In den folgenden Monaten kam es jedoch zu Auseinandersetzungen mit der Armee über die Zuordnung der Kampfstoff-Forschung. Diese dauerten an, bis Präsident Wilson im Juni 1918 den selbständigen »Chemical Warfare Service« gründete.

Junge Chemiker, die sich im militärischen Bereich engagiert hatten, erfuhren eine besondere Förderung¹⁰⁰. So wurde James Bryant Conant (1893–1978), als junger Chemiker Offizier des »Chemical Warfare Service«, bereits 1919, mit 26 Jahren Professor in Harvard, später (1933) Präsident der »Harvard University«.

Ebenfalls Anfang 1917 begab sich der Physiker Joseph Ames (1864–1943) von der John-Hopkins-Universität in Hales Auftrag auf eine viermonatige Tour nach London, Paris und Rom. Am 5. April, einen Tag vor der offiziellen Kriegserklärung, sicherte Hale den Alliierten die Hilfe der amerikanischen Wissenschaft zu, deren Potential enorm war. So zählte die »American Chemical Society« im Juli 1917 14 500 nationale Mitglieder, während das Innenministerium im September 7500 Chemiker im Montanbereich und 15 000 in der chemischen Industrie ermittelte¹⁰⁰.

Unmittelbar nach dem Eintritt in den Krieg, am 6. April 1917, entsandten die USA als Chemiker ausgebildete Spezialoffiziere nach Europa, die bei Chaumont (Haute Marne) das Chemiewaffen-Versuchsfeld »Hanlon Field« einrichteten, ergänzt durch das Forschungslabor Puteaux. Bald erkannte man jedoch, daß dies für die amerikanischen Gaskriegsbedürfnisse nicht ausreichte und an eine Vervielfachung der französischen Kampfstoffproduktion zur Bereitstellung von Gaswaffen für die Amerikaner, worauf man zunächst gesetzt hatte, nicht zu denken war.

Man begann daher in den USA bei Lakehurst (NJ) mit der Erschließung eines entsprechenden Versuchsfeldes (Proving Ground).

Mit gewaltigem finanziellen und materiellen Aufwand errichtete man ferner bei Baltimore das »Edgewood Arsenal«. Die Anfangskosten beliefen sich auf 35,5 Millionen Dollar. Die Entscheidung fiel im Dezember 1917, die erste Elektrolysezelle zur Chlorgewinnung nahm am 11. Mai 1918 ihre Produktion auf, drei Monate später folgten die größte Elektrolyseanlage Amerikas sowie die ersten Produktionseinrichtungen für Phosgen und Chlorpikrin. Unter Leitung Conants liefen Ende Mai/Anfang Juni Batch-Versuche zur Senfgasgewinnung, im August startete die reguläre Produktion. Gegen Kriegsende waren in Edgewood etwa 1200 Chemiker und Ingenieure sowie 700 Assistenten tätig und hatten etwa 4000 Substanzen auf ihre Brauchbarkeit als Kampfstoffe untersucht. Auf dem Gelände befanden sich 218 Produktionshallen, 79 weitere feste Gebäude, 18 km Hochspannungsleitungen, 45 km Schienen und 24 km Straßen¹⁵⁹. Zu diesem Zeitpunkt lag der Ausstoß der Produktionsanlagen in Edgewood pro Tag bei 27 Tonnen Flüssigchlor, 27,5 Tonnen Chlorpikrin, 16 Tonnen Phosgen und 10 Tonnen Yperit¹⁶⁰ (nach anderen Angaben sogar 25 t¹⁶¹).

Die monatliche Abfüllkapazität für Kampfstoffmunition betrug 4 bis 6 Millionen Stück Munitionseinheiten. Im frühen Herbst 1918 arbeiteten auf dem Edgewood-Gelände insgesamt etwa 10 000 Menschen. Es wurde geleitet von dem vormalig am »Massachusetts Institute of Technology« als Professor für chemische Technologie beschäftigten Colonel W. H. Walker¹⁶⁰.

In den Vereinigten Staaten hatte sich ein akademisch-industriell-militärischer Komplex formiert.

Im August/September 1917 begannen Soldaten vom 31. Ingenieur-Regiment mit einer intensiven Gasausbildung. Sie stellten wenige Monate später das 1. Gasregiment, das zum weiteren Training nach Frankreich gebracht und ab Frühjahr 1918 zur Unterstützung der britischen »Special Brigade« herangezogen wurde. Bei voller Stärke erreichten die unter dem Kommando von Colonel E. J. Atkinson an der Front eingesetzten sechs Kompanien 1800 Mann. Für die geplante Frühjahrsoffensive 1919 beabsichtigten die USA den Einsatz eines »Chemical Corps« aus drei chemischen Regimentern zu je 18 Kompanien.

Im Juni 1918 gründete Präsident Wilson als autonome Einrichtung der U.S.-Streitkräfte den »Chemical Warfare Service« (CWS), der von nun an für alle kriegschemischen Aktivitäten (Forschung und Entwicklung, Herstellung, chemische Truppen) verantwortlich zeichnete. Erster Chef des CWS wurde der General der Ingenieurtruppen W. L. Sibert (1860–1935), Leiter der Forschungsabteilung der vom »Bureau of Mines« kommende Chemiker Georg Arthur Burrell (1882–1957), Befehlshaber des »Chemical Corps« und Verantwortlicher für den chemischen Krieg Oberst Amos Alfred Fries (geb. 1873). Besonders letzterer drängte darauf, jede zweite amerikanische Granate mit chemischen Kampfstoffen zu füllen¹⁴⁵.

Auch Oberst Harry L. Gilchrist, ab Dezember 1917 ärztlicher Direktor des Gaskampfdienstes (später Leiter des Sanitätsdienstes und der medizinischen Forschung des CWS und schließlich des gesamten Dienstes), wirkte als eifriger Verfechter des angeblich humanen Gaskampfes.

Dennoch waren die USA an der europäischen Front zunächst auf britische Respiratoren, französische Gasgeschosse sowie Giftstoffe beider Alliierten angewiesen. Erst gegen Kriegsende (Oktober/November) erreichten eigene amerikanische Giftstoffe und Kampfstoffgeschosse die Front.

Bereits ab Mitte 1916 hatten die Westalliierten verstärkte Anstrengungen zur Koordinierung und Zusammenarbeit auch auf dem Kampfstoffsektor unternommen. Im August entsandten die Engländer Hauptmann Victor Lefebure (den späteren Verfasser des Buches »The Riddle of the Rhine«, London 1921) von der »Special Brigade« als Verbindungsoffizier nach Paris, wo ein »Interalliiertes kriegschemisches Verproviantierungskomitee« gegründet wurde. Am 28. und 29. Mai 1917 tagte in der französischen Hauptstadt die erste englisch-französische Konferenz zu Fragen der physiologischen Wirkung von Kampfstoffen, ihres feldmäßigen Einsatzes und zum Schutz der vordersten Linien. Vom 17. bis 19. September trat die zweite Konferenz zusammen, an der nun auch die USA und Italien beteiligt waren. Ein ständiges Sekretariat wurde eingerichtet, dem Émile Terroine für Frankreich, Major Victor Lefebure für Großbritannien, Hauptmann Renard für Belgien sowie Oberstleutnant Joaquín Enrique Zanetti (geb. 1885) für die USA angehörten und das im März und Oktober 1918 zwei weitere Konferenzen organisierte.

Im Januar 1918 entstand eine weitere spezielle Dienststelle, das »Comité des Fabrications Chimiques« aus Vertretern Frankreichs, Englands, der USA und Italiens, die allein für die Produktion und Lieferung der von den Alliierten benötigten Kampfstoffe zuständig war. Ihre Leitung hatte zunächst der französische Rüstungsminister Louis Loucheur, später übernahm sie General Ozil. Auf

den ersten beiden, im März und Mai stattgefundenen, unter Ozils Leitung stehenden Zusammenkünften der Alliierten wurde Frankreich von den englischen Vertretern E. V. Haigh, W. J. Pope und H. Moreland die Lieferung von Chlorkalk und Chlor zugesagt, während Großbritannien Phosgen und später auch Yperit erhalten sollte. Fries versprach für die USA die Lieferung von Tetrachlormethan, das die Franzosen als Lösungsmittel für die Yperitproduktion benötigten¹⁶².

Dieser Austausch hatte Tradition. Der sich in Frankreich bemerkbar machende Chlormangel führte bereits im März 1916 zu einem Abkommen mit Großbritannien, nach dem Frankreich mit Chlor beliefert wurde, während England dringend benötigten Phosphor erhielt. Zur möglichst raschen Verarbeitung des angelieferten Chlors zu Phosgen errichtete man in Calais eine entsprechende Fabrik, die auch die britischen Expeditionstreitkräfte versorgte¹⁴⁵.

4. Strafsenat des Reichsgerichtes in Leipzig wegen Kriegsverrates zu 10 Jahren Zuchthaus und 10 Jahren Ehrenrechtsverlust verurteilt wurde (vgl.: Der Verrat des deutschen Gasangriffes bei Ypern nach 17 Jahren gesüht. Gasschutz und Luftschutz 3 (1933), 21, gekennzeichnet Hn).
- ⁷⁹ Zitiert nach Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 17.
Nach Haber, L. F.⁸, S. 33, soll Oberst Louis Jackson in der ersten Aprilhälfte das »War Office« vor einer chemischen Attacke der Deutschen gewarnt und entsprechende Schutzvorbereitungen gefordert haben, wobei er die Anwendung von Arsenverbindungen vermutete.
- ⁸⁰ Haber, F.³, S. 77.
Im Rahmen der nach dem Ersten Weltkriege in und zwischen den beteiligten Staaten geführten Diskussionen über die völkerrechtliche Zulässigkeit der Giftstoffanwendung wurde auch ein parlamentarischer Untersuchungsausschuß im Deutschen Reichstag gebildet, der Haber am 4. Oktober 1923 als »Kronzeugen« anhörte und am 13. Oktober 1923 seine Tätigkeit mit einer Entschließung beendete, die auf einem Gutachten des Geheimen Rates Dr. Johannes Kriege (geb. 1859) beruhte, das sich seinerseits die von Haber vorgetragene Argumente zu eigen machte. Vgl. dazu: Vernehmung Habers vor dem Untersuchungsausschuß des Deutschen Reichstages am 4. Oktober 1923. In: Bell, J. (Hrsg.): Das Werk des Untersuchungsausschusses der Verfassunggebenden Deutschen Nationalversammlung und des Deutschen Reichstages 1919–1928. Verhandlungen, Gutachten, Urkunden. 3. Reihe: Völkerrecht im Weltkriege. Band 4. Deutsche Verlagsgesellschaft für Politik und Geschichte, Berlin 1927, S. 14 ff.; vgl. auch Kunz, J. L.: Gaskrieg und Völkerrecht. Julius Springer, Wien 1927, S. 10 ff.; Kruse, H.: Gaskrieg. In: Schlochauer, H. J. (Hrsg.): Wörterbuch des Völkerrechts. 3 Bände. Walter de Gruyter, Berlin 1960–1962, Band 1 (1960), S. 615–616.
- ⁸¹ Bericht von O. Lummitsch: Meine Erinnerungen an Geheimrat Prof. Dr. Haber. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. V, Rep. 13, 1480.
- ⁸² Hanslian, R., 1937⁴, S. 91; zu den deutschen Blasangriffen an der Ostfront vgl. auch Noskoff, A. A. (im Weltkrieg Generalstabschef der III. russischen Armee): Der deutsche Blasangriff gegen russische Stellungen bei Baranowitschi in der Nacht vom 24. zum 25. September 1915. Gasschutz und Luftschutz 5 (1935), 128–133, 153–156; Heber, K.: Zur Geschichte des Gaskrieges. Weltkriegserfahrungen eines Gas-Pionieroffiziers. Gasschutz und Luftschutz 11 (1941), 13–17, 38–41; Adelheim, R.: Zur Geschichte des Gaskrieges. Der deutsche Blasangriff bei Üxküll am 25. September 1916. Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 27 (1932), Nr. 2, S. 65–66.
Nach L. F. Haber⁸, S. 37 und S. 88, standen bei den ersten Angriffen an der Ostfront zwei Aufgaben: das gemeinsame Vorgehen von Gastruppen und Infanterie sowie die Erprobung eines Chlor-Phosgen-Gemisches, wobei er einen Phosgenanteil von 5 oder von 20 % für möglich hält. Später wurden auch Mischungen aus 50 % Chlor und 50 % Phosgen verblasen.
- ⁸³ Nach Haber, L. F.⁸, S. 37 f., zählten die Deutschen am 31. Mai 56 Gasvergiftete, am 12. Juni 350 und am 6. Juli 1450 (von denen 138 starben).
- ⁸⁴ Heber, K.: Zur Geschichte des Gaskrieges. Weltkriegserfahrungen eines Gas-Pionieroffiziers. Gasschutz und Luftschutz 11 (1941), 13–17, 38–41.
- ⁸⁵ Chlopin, W. G.⁴⁸.
Nach Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 25 und S. 276, berichtete der damalige britische Botschafter in Petrograd, W. L. Wicks, daß nach dem zwanzigminütigen Angriff 7800 gasvergiftete russische Soldaten abtransportiert wurden und 1100 Tote auf dem Schlachtfeld zurückblieben.
- ⁸⁶ SIPRI, 1971⁷⁴, S. 32, unter Bezug auf eine Privatmitteilung des russischen Chemikers Michail Michailowitsch Dubinin (geb. 1901).
- ⁸⁷ Nach Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 32; vgl. auch Haber, L. F.⁸, S. 61.
- ⁸⁸ Flury, F., Zernik, F.: Schädliche Gase, Dämpfe, Nebel, Rauch- und Staubarten. Julius Springer, Berlin 1931, S. 521.
Nach L. F. Haber⁸, S. 25, experimentierten die Deutschen wahrscheinlich auf Nernsts Vorschlag schon im zeitigen Frühjahr 1915 mit Minen, die Phosgen oder Phosgen-Chlor-Mischungen enthielten. Am 25. März soll Haber in Wahn eine Demonstration dieser Geschosse organisiert haben.
- ⁸⁹ Gimán, A.: Advances in Military Medicine. Brown & Co., Boston 1948.
- ⁹⁰ Hanslian, R., 1937⁴, S. 23 und S. 99.
- ⁹¹ Haber, L. F.⁸, S. 89 und S. 38–39.
Bei dem Angriff am 6. Juli zwischen Humin und Borzymów mit 9000 Flaschen (180 t Gas) sollen nach diesen Angaben durch ein Rückschlagen der Gaswolke 1450 deutsche Soldaten gasvergiftet worden sein, von denen 139 starben.
- ⁹² Haber, L. F.⁸, S. 178.
- ⁹³ Nach Raoul Mercier soll der letzte deutsche Angriff am 31. Januar 1917 in der Champagne mit 500 Tonnen der größte gewesen sein. Vgl. N. N.: Mercier: Der Soldat im Kampfe mit den Gasen (übersetzte Auszüge nach Mercier, R.: Revue d'Artillerie. Juni 1929). Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 25 (1930), 339–342, 381–385.
SIPRI, 1971⁷⁴, S. 32; Hanslian, R., 1937⁴, S. 23–25.
- ⁹⁴ Haber, L. F.⁸, S. 158–159 und S. 170.
- ⁹⁵ Schreiben des preußischen Kriegsministers an den preußischen Kultusminister vom 7. November 1916. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. I, Rep. 1 a, KWG Generalverwaltung; zitiert in: Stoltzenberg, D.: Zur Geschichte des Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische Chemie und Elektrochemie. Zur geplanten Veränderung des Instituts in eine Forschungs- und Entwicklungsstätte des Heeres für den Gaskampf und Gasschutz auch in Friedenszeiten 1916 und nach 1933. Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 14 (1991), 15–23.
- ⁹⁷ Bonhoeffer, K.-F.: Fritz Habers wissenschaftliches Werk. Z. Elektrochem. 57 (1953), 2–6.
- ⁹⁸ Denkschrift Fritz Habers vom 18. September 1917. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. I, Rep. 1 a, 1971; zitiert bei Stoltzenberg, D.⁹⁶; vgl. auch Abt. V, Rep. 13, 1904.
- ⁹⁹ Nach Haber, L. F.⁸, S. 107, waren in der Gaskriegsforschung tätig:
in Deutschland: 150 Akademiker und 1850 technische Kräfte,
in Großbritannien: 120 Akademiker und 1340 technische Hilfskräfte,
in Frankreich: 110 Akademiker (die Zahl der technischen Hilfskräfte ist nicht bekannt),
in den USA: 1200 Akademiker und 700 technische Hilfskräfte.
- ¹⁰⁰ Nach MacLeod, R.: The Chemists go to War: The Mobilization of Civilian Chemists and the British War Effort, 1914–1918. Annales of Science 50 (1993), 455–481.
- ¹⁰¹ Haber, L. F.⁸, S. 139–141.
- ¹⁰² Telefonliste der Angehörigen des Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische Chemie und Elektrochemie; Gliederung des Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische Chemie und Elektrochemie. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. I, Rep. 1 a, 1158.
Von L. F. Haber⁸, S. 114, wird noch eine Sektion K erwähnt, die Erich Regener Ende 1917/Anfang 1918 übertragen wurde und sich (im Zusammenhang mit den Blaukreuzkampfstoffen) der Aerosolforschung widmete.
- ¹⁰³ Geschichtlicher Abriß zum Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie von J. Jaenicke vom 28. November 1958, angefertigt für M. von Laue. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. V, Rep. 13, 249.

- ¹⁰⁴ Muntsch, O.: Ferdinand Flury – 60 Jahre. Gasschutz und Luftschutz 7 (1937), 129; Personal-Notizen in: Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 23 (1928), 211.
- ¹⁰⁵ Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie/ Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft. In: Dahlem – Domäne der Wissenschaft. Max-Planck-Gesellschaft – Berichte und Mitteilungen 3/1993, S. 69–74; Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft Berlin. Max-Planck-Gesellschaft – Berichte und Mitteilungen 7/1986.
- ¹⁰⁶ Flury, F.: Über den chemischen Krieg. Gasschutz und Luftschutz 7 (1937), 57–63. Fritz Haber äußerte nach dem Krieg gegenüber Harold Hartley, daß man allein etwa 15 Lost-Analoga und über 100 Arsenverbindungen untersucht habe. Vgl. Haber, L. F.⁸, S. 109.
- ¹⁰⁷ Von den Wolfener AGFA-Werken wurden 1916/1917 beispielsweise folgende Testverbindungen hergestellt: Kakodylchlorid, Kakodylcyanid, Dichlordiphenylarsindichlorid, Methyl-p-nitrophenyl-arsinchlorid, Dibrom-nitroethan, Kohlensäure-Rhodanid, F.F.-Stoff (Styroidibromid/Rhodankalium/Alkohol), p-Nitrophenylarsindichlorid (Para), 2,5-Dichlor-phenylarsindichlorid, Methylarsinsulfid, Methylarsindisulfid, Methylarsindichlorid, Ethylarsindichlorid, Phenylarsindichlorid, Nitrosobenzol (vgl. Landesarchiv Merseburg. IG Farbenindustrie, Farbenfabrik Wolfen. Nr. 756 (1916/17). Reiz- und Wirkstoffe, Schriftwechsel 1916–1917. Verschiedene Briefe).
- ¹⁰⁸ Stoltzenberg, D.¹³, S. 332.
- ¹⁰⁹ Als Harold Hartley im Rahmen einer Inspektionsreise der alliierten Kontrollkommission Fritz Haber aufsuchte, soll ihn dieser mit den Worten empfangen haben: »*Warum sind Sie nicht eher gekommen? Ich wollte alle unsere Unterlagen mit Ihnen diskutieren, aber es hat ein sehr unglückliches Feuer stattgefunden, und sie wurden alle zerstört.*« Notes of the Royal Society 24, S. 112 (zitiert bei Stoltzenberg, D.¹³, S. 332). Auch nach J. Jaenicke sollen die Akten bereits nach Kriegsende vernichtet worden sein, um sie dem Zugriff der alliierten Kontrollkommission zu entziehen (vgl. Lit.¹⁰³).
- ¹¹⁰ Nach Stoltzenberg, D.¹³, S. 332, kann die Frage, ob wirklich alle Akten vernichtet wurden, erst nach Einsichtnahme in die russischen (ehemals sowjetischen) Militärarchive endgültig beantwortet werden.
- ¹¹¹ Protokoll der Besprechung mit den Vertretern der Industrie über den Stand der Gaskampfstoffe vom 15. Mai 1918. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. V, Rep. 13, 522.
- ¹¹² Bericht über die am 3. Juni 1916 vormittags 10 Uhr im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, Berlin-Dahlem, stattgefundene Besprechung über Reizstoffe. Landesarchiv Merseburg. IG Farbenindustrie, Farbenfabrik Wolfen. Nr. 756 (1916/17). Reiz- und Wirkstoffe. Schriftwechsel 1916–1917. Bl. 242–244.
- ¹¹³ Bericht über die Sitzung im Kaiser-Wilhelm-Institut (Dahlem) am 9. Oktober 1916, 10 Uhr vormittags. Landesarchiv Merseburg. IG Farbenindustrie, Farbenfabrik Wolfen. Nr. 3190 (1916/17). Chemische Kampfstoffe, allgemein, Clark I. Bl. 306–311.
- ¹¹⁴ Besprechung im Kriegsministerium am 31. Oktober 1916. Landesarchiv Merseburg. IG Farbenindustrie, Farbenfabrik Wolfen. Nr. 756 (1916/17). Reiz- und Wirkstoffe. Schriftwechsel 1916–1917. Bl. 114–115.
- ¹¹⁵ Protokoll der Besprechung bei der Chemischen Abteilung des Kriegsministeriums am 20. September 1917. Landesarchiv Merseburg. IG Farbenindustrie, Farbenfabrik Wolfen. Nr. 3191 (1916/17). Chemische Kampfstoffe, Clark II (1917–1918) Bl. 314–316.
- ¹¹⁶ Hammann, Rudolf: Angaben zum Personalbestand der Abteilung A des Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische Chemie und Elektrochemie zu Kriegsende 1918 (21. August 1976). Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, I, Generalverwaltung 1A, 1158.
- ¹¹⁷ Brief von Dr. Hans Pick an Prof. J. E. Coates, Swansea (England) vom 9. April 1935. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. V, Rep. 13, 1491.
- ¹¹⁸ Franke, S. u. a.: Militärchemie. Band 1. Militärverlag, Berlin 1977, S. 21–34 und S. 116–122.
- ¹¹⁹ Franke, S.: Chemie der Kampfstoffe. Gesellschaft für Kampfmittelbeseitigung Dr. Koehler mbH, Munster, Burg 1994.
- ¹²⁰ Dauderer, M.: Klinische Toxikologie. Kapitel Kampfstoffe. Ecomed-Verlag, Landsberg, Ergänzungslieferungen 1990/91.
- ¹²¹ Vgl. dazu die Ausführungen Fritz Kerschbaums im Protokoll der Besprechung mit den Vertretern der Industrie über den Stand der Gaskampfstoffe 1918 (Lit.¹¹¹).
- ¹²² Franke, S. u. a.¹¹⁸, S. 86.
- ¹²³ Stoltzenberg, D.¹³, S. 264, unter Bezug auf Briefe seines Vaters Hugo Stoltzenberg aus den Jahren 1917 und 1918.
- ¹²⁴ Nach Haber L. F.⁸, S. 127; Tätigkeitsbericht des Kaiser-Wilhelm-Institutes für physikalische Chemie und Elektrochemie, Oktober 1915 bis Dezember 1916. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. A1, 1135; Dezember 1916 bis Oktober 1919, Krupp-Archiv, IV E 258. Vgl. Burchardt, L.: Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Ersten Weltkrieg. In: Vierhaus, R., vom Brocke, B. (Hrsg.): Forschung im Spannungsfeld von Politik und Wirtschaft. Geschichte und Struktur der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft. DVA, Stuttgart 1990, S. 165.
- ¹²⁵ Willstätter, R.: Aus meinem Leben. Verlag Chemie, Weinheim 1949, S. 249 ff.; zu Fritz Haber vgl. auch Willstätter, R.: Fritz Haber zum sechzigsten Geburtstag. Die Naturwissenschaften 1928 (Nr. 50), S. 1053–1060; Freundlich, H.: Fritz Haber im Karlsruher und Dahlemer Laboratorium. Die Naturwissenschaften 1928 (Nr. 50), S. 1060–1062; weitere Angaben zu Haber finden sich in der Monographie seines Sohnes: Haber, L. F.: The Poisonous Cloud. Clarendon Press, Oxford, 1986; der Lebensbeschreibung seiner ersten Frau Clara Haber, geborene Immerwahr (1870–1915) in: von Leidner, G.: Der Fall Clara Immerwahr. C. H. Beck, München 1993; der Biographie seiner zweiten Frau: Haber, Ch.: Mein Leben mit Fritz Haber. Econ, Düsseldorf, Wien 1970; im Memorandum H. Hartleys über F. Haber, vgl. Brief von H. Hartley an Coates vom 21. Januar 1935 mit dem Memorandum als Anlage. Archiv der Max-Planck-Gesellschaft. Abt. V, Rep. 13, 1379; ferner bei: Stoltzenberg, D.: Fritz Haber. Chemiker, Nobelpreisträger, Deutscher, Jude. VCH, Weinheim 1994; Goran, M. H.: The Story of Fritz Haber. University of Oklahoma Press, Norman 1967; Lohs, K.: Fritz Haber. Ein Exponent der bürgerlichen Wissenschaft. Zeitschrift für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin 1962 (Nr. 4), S. 37 ff.; Lohs, K.: Fritz Haber und der chemische Krieg. Zeitschrift für Militärgeschichte 10 (1971), 432–444; Lohs, K.: Fritz Haber – Handlungen und Wandlungen. In: Tschirner, M., Göbel, H.-W. (Hrsg.): Wissenschaft im Krieg – Krieg in der Wissenschaft. Ein Symposium an der Philipps-Universität Marburg. 50 Jahre nach Beginn des II. Weltkrieges: S. 237–239; Smandek, B.: Fritz Haber – Wissenschaft zwischen Sprengstoff, Kunstdünger und Giftgas. Ebenda S. 241–247; Miles, W.: Fritz Haber – father of chemical war. US-Armed Forces Chemical Journal 1960 (Nr. 1), S. 28 ff.; Sachsse, H.: Fritz Haber 1868–1934. Chemie in unserer Zeit 1968 (Nr. 5), S. 145–148; Wendel, G.: Zur Würdigung unseres nationalen wissenschaftlichen Erbes. Dargestellt am Leben und Wirken des Physikochemikers Fritz Haber (1868–1934). Informations- und Studienmaterial der Zentralen Forschungsstelle. Technische Hochschule für Chemie Leuna-Merseburg 1962; Frucht, A.-H., Zepe-

- lin, J.: Die Tragik der verschmähten Liebe. Die Geschichte des deutsch-jüdischen Physikochemikers und preußischen Patrioten Fritz Haber. In: Fischer, E. P. (Hrsg.): Mannheimer Forum 94/95. Piper, München, Zürich, S. 63–111; Burchardt, L.¹²⁴, S. 163–196.
- ¹²⁶ Erinnerungen an Fritz Haber von James Franck (1958). Archiv der Max-Planck-Gesellschaft, Abt. V, Rep. 13, 1449.
- ¹²⁷ Zitiert bei Laue, M. von: Eröffnungsrede zur Enthüllung der Haber-Gedenktafel im Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, Berlin-Dahlem, am 9. Dezember 1952. Z. Elektrochem. 57 (1952), 1–2.
- ¹²⁸ Bericht von Dr. Kaltwasser an die Direktion der AGFA über einen am Kaiser-Wilhelm-Institut vom 21.–24. Juni 1916 abgehaltenen Kursus über Reizmittel und deren Anwendung vom 30. Juni 1916. Landesarchiv Merseburg. IG Farbenindustrie, Farbenfabrik Wolfen. Nr. 756 (1916/17). Reiz- und Wirkstoffe. Schriftwechsel 1916–1917. Bl. 221–226.
- ¹²⁹ Vgl. z. B. Brief Habers an R. von Valentini vom 15. Januar 1916. Archiv der MPG, Abt. V, Rep. 13, 1623; zitiert bei Stoltzenberg, D.¹³, S. 250.
- ¹³⁰ Nach den Aufzeichnungen Rudolf Hanslians in seinem persönlichen Kriegstagebuch waren die deutschen militärischen Dienststellen in einer Besprechung am 20. Mai 1915 in Gistel bei Ostende vorwiegend der Ansicht, daß »der Gegner uns diesen Blasangriff nicht nachmachen könne«. Hingegen rechneten die deutschen Chemiker mit einer Vergeltung in etwa 6 Monaten, womit sie sich nur um einen Monat irrten. Hanslian wies in der gleichen Besprechung darauf hin, daß »der beste Chemiker auf dem Gebiet der Gase«, Sir William Ramsay, in London sitze (vgl. Hanslian, R.⁶⁷, S. 209).
- ¹³¹ Die Gaswaffe im Weltkriege in englischer Darstellung (nach Foulkes, C. H.: Gas! The Story of the Special Brigade. William Blackwood & Sons, Edinburgh and London 1934). Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 30 (1935), Nr. 6, S. 194–197; Nr. 7, S. 221–225; Nr. 8, S. 252–256; Nr. 9, S. 285–289; Nr. 10, S. 320–323; Nr. 11, S. 356–358; Nr. 12, S. 382–384.
- ¹³² Haber, L. F.⁸, S. 121–122.
- ¹³³ Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 23.
- ¹³⁴ Haber, L. F.⁸, S. 51.
- ¹³⁵ N. N.: Die Gaswaffe im Weltkriege in englischer Darstellung¹³¹; Harris, R., Paxman, J.⁴⁷.
- ¹³⁶ Rudge, E.: Chemists at war. Chemistry in Britain 20 (1984), 139–140.
- ¹³⁷ Haber, L. F.⁸, S. 107–108 und S. 128–129.
- ¹³⁸ Haber, L. F.⁸, S. 124–125 und S. 144–149.
- ¹³⁹ Zitiert nach Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 26.
- ¹⁴⁰ Nach L. F. Haber⁸, S. 63, entwickelte der Feuerwerker F. A. Brock auf Initiative der Admiralität auch ein Verfahren, das wäßrige Blausäure unter Zusatz von Chloroform und Celluloseacetat zu einem Sirup andickte, den man als »Jellite« bezeichnete. In Stratford wurden vom 13. bis 23. September 1915 120 Glasgefäße mit je 15 kg dieses Stoffes hergestellt, kamen jedoch nicht zum Einsatz. Auch die ab Juli 1916 von der Admiralität mit Gemischen aus Jellite und Chloriden gefüllten Geschosse kamen nicht zum Verschuß. Nach langem Zögern entschied sich das Kriegsministerium im Dezember 1917 gegen Blausäure. Die Produktion wurde eingestellt, die vorhandenen Geschosse vernichtet.
- ¹⁴¹ Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 35.
- ¹⁴² Haber, L. F.⁸, S. 92 und S. 178.
- ¹⁴³ Hanslian, R., 1937⁴, S. 23–24 und S. 124.
- ¹⁴⁴ Foulkes, C. H.: Gas! The Story of the Special Brigade. William Blackwood & Sons, Edinburgh, London 1934 (ausführliche Rezension in: Gasschutz und Luftschutz 5 (1935), 165–167, gekennzeichnet Hn.); N. N.: Die Gaswaffe im Weltkriege in englischer Darstellung¹³¹.
- ¹⁴⁵ Mehl, H.-G.: Ein französischer Beitrag zur Entwicklung der chemischen Waffe im Weltkriege (deutsche Inhaltsangabe nach Poirier, J., unter Beratung von Kling, A.: La Chimie meurtrière des Belligérants au Cours de la Guerre 1914/18. 15 Fortsetzungen in: La France Militaire. Juli bis Oktober 1931). Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 29 (1934), Nr. 7, S. 213–216; Nr. 8, S. 250–252; Nr. 9, S. 279–281; Nr. 10, S. 316–318; Nr. 12, S. 390–391.
- Nach L. F. Haber⁸, S. 53, schloß Louis Jackson bereits im September 1915 mit den Franzosen einen Vertrag, nach dem die Briten in Runcorn pro Woche 50 t Chlor für die französischen Truppen in Blasflaschen verfüllen und weitere 2 t pro Woche nach Calais liefern wollten.
- ¹⁴⁶ Haber, L. F.⁸, S. 163 und S. 169–170.
- ¹⁴⁷ Haber, L. F.⁸, S. 78 und S. 133.
- ¹⁴⁸ Mehl, H.-G.¹⁴⁵; Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 36 und S. 58–59.
- ¹⁴⁹ Zur Geschichte der britischen Kampfstoffentwicklungen im Ersten Weltkrieg vgl. Thuillier, H. F.: Das Gas im nächsten Krieg. Scientia A.G., Zürich, Albert Nauck & Co., Berlin 1939; Foulkes, C. H.¹⁴⁴; N. N.: Die Gaswaffe in englischer Darstellung¹³¹; Harris, R., Paxman, J.⁴⁷.
- ¹⁵⁰ Haber, L. F.⁸, S. 126.
- ¹⁵¹ Haber, L. F.⁸, S. 62.
- ¹⁵² Mehl, H.-G.: André Meyer: Les »Gas de Combat«. Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 32 (1937), 361–362; zur Geschichte der französischen Kampfstoffentwicklungen vgl. Mehl, H.-G.: Ein französischer Beitrag zur Entwicklung der chemischen Waffe im Weltkriege¹⁴⁵; Le Wita, H.: Die Beseitigung des chemischen Krieges (übersetzte Auszüge aus Le Wita, H.: Autour de la guerre chimique. Comment éviter ce fléau. 5^e édition chez Jules Tallandier, Paris). Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 24 (1929), 313–316, 363–366, 406–409, 454–459, 497–501; Hanslian 1937⁴, S. 17–19.
- ¹⁵³ Haber, L. F.⁸, S. 160 und S. 169.
- ¹⁵⁴ Nach Hanslian, R., 1937⁴, S. 123; vgl. auch Welte, F.: Der chemische Krieg. Überblick über die 3. Auflage des gleichnamigen Werkes von Dr. Rudolf Hanslian. Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 32 (1937), Nr. 7, S. 191; Haber, L. F.⁸, S. 93–94.
- ¹⁵⁵ Haber, L. F.⁸, S. 137.
- ¹⁵⁶ Haber, L. F.⁸, S. 102.
- ¹⁵⁷ Zur Geschichte der russischen Kampfstoffentwicklung vgl. Krause, J., Mallory, C. K.: The Role of Chemical Weapons in Soviet Military Doctrine. Westview Press, Boulder, San Francisco, Oxford 1992, Kapitel 1. Russian Experience with Chemical Weapons During and After the First World War; Chlopin, W. G.⁴⁶; Fürst Awaloff, J.: Zur Geschichte der russischen Gasmaske. Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 29 (1934), 150–155; Ipatieff, W. N.: The Life of a Scientist. Stanford 1946.
- ¹⁵⁸ N. N.: Die Gaswaffe in italienischer Beleuchtung (übersetzte Auszüge aus Prof. Pagniollo: L'Arma Chimica.). Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 23 (1928), Nr. 3, S. 101–102; Nr. 4, 145–146; Nr. 6, S. 209–211; Nr. 7, S. 244–250; Nr. 8, S. 287–290.
- ¹⁵⁹ Harris, R., Paxman, J.⁴⁷, S. 50.
- ¹⁶⁰ Haber, L. F.⁸, S. 167–168.
- ¹⁶¹ Le Wita, H.: Die Beseitigung des chemischen Krieges (übersetzte Auszüge aus Le Wita, H.: Autour de la guerre chimique. Comment éviter ce fléau. 5^e édition chez Jules Tallandier, Paris). Z. ges. Schieß- u. Sprengstoffwesen 24 (1929), 313–315, 363–366, 406–409, 454–459, 497–501.
- ¹⁶² Haber, L. F.⁸, S. 149.