

„Meine Lebensarbeit hat mich oft die mächtige Hilfe schätzen gelehrt, die Kriegskunst und Kriegswesen in unsern Tagen der gewaltig und bewundernswert aufstrebenden Technik, die sich auf dem Fundament deutscher Wissenschaft und deutschen Fleißes aufbaut, zu danken haben. Ich denke mit freudigem Stolz daran, daß es mir vergönnt gewesen ist, an einer entscheidenden kriegerischen Handlung teilnehmen zu können, die der Welt gezeigt hat, welche gewaltigen Kampfmittel uns die Technik zu schaffen gewußt hat.“

General v. Bessler.

## Die deutsche Luftfahrt im Kriege.

### I. Organisation.

Von Dipl.-Ing. P. Béjeuhr.

Mit Abbildung.

Unter den vielen technischen Neuerungen, die im gegenwärtigen Kriege zum erstenmal in Erscheinung treten, steht das Luftfahrwesen an erster Stelle, hat das Vorhandensein von Luftfahrzeugen doch auf die ganze Kriegführung umgestaltend gewirkt. Hauptsächlich kommt das neue Hilfsmittel für die Aufklärung in Betracht. Wie wertvolle Dienste es dabei leistet, ergibt sich am deutlichsten bei einem Vergleich der Kämpfe in West und Ost. Im Westen stehen beiden Parteien zahlreiche Luftfahrzeuge zur Verfügung, so daß die Führer jederzeit über die Stellung des Gegners genau unterrichtet sind. Im Osten steht nur unser Luftfahrwesen auf der Höhe, während sich russische Flieger wenig zeigen. Infolgedessen kann unser Hauptquartier alle Bewegungen des Feindes schnell erkunden, während der Feind über unsere Truppenverschiebungen leicht zu täuschen ist. Die gewaltigen Erfolge, die Hindenburg errang, sind sicher z. T. auf diesen günstigen Umstand zurückzuführen.

Das Versagen des russischen Luftfahrwesens hat besondere Gründe. In den ersten Wochen des Krieges arbeitete der russische Flugdienst nämlich ganz gut. Ostpreußen wurde von einer ganzen Anzahl russischer Flieger zu Erkundungs- und Angriffszwecken besucht, und in den großen Schlachten um Lemberg richtete die russische Heeresleitung ihre Stöße hauptsächlich auf Stellen der österreichischen Front, über deren Schwäche sie nur durch Lufterkundung unterrichtet sein konnte. Damals hat das russische Flugwesen also seiner Aufgabe genügt. Und wenn das später nicht mehr der Fall gewesen ist, so liegt der Grund dafür nicht in den Fliegern, sondern in der durchaus mangelhaften Organisation. Die Organisationsmängel aber

haben ihren Hauptgrund in der bekannten Tatsache, daß das russische Luftfahrwesen für sein Material fast ganz auf das Ausland angewiesen ist. Dieser Umstand hat sich jetzt bitter gerächt, blieb doch naturgemäß die Einfuhr aus dem feindlichen Ausland völlig aus, während die Industrie der verbündeten und neutralen Staaten kaum in der Lage war (und ist), etwas abzugeben. Diese Tatsache beweist schlagend, daß nicht die Zahl der am ersten Mobilmachungstag fahrtbereiten Kampfeinheiten ausschlaggebend ist, daß vielmehr die Organisation des Nachschubs und des Ersatzes die Hauptrolle spielt. Was nützen den Russen ihre Astra- und Lebaudyschiffe, was ihre Farman-, Deperduffin- und Sikorskiapparate, wenn keine Ersatzteile für die im Felddienst auftretenden Beschädigungen, wenn keine Motoren, keine Hüllenstoffe vorhanden sind? Was nützen die in Gatschina ausgezeichnet vorgebildeten Flieger, wenn ihre Apparate z. T. wegen unbedeutender Beschädigungen wochenlang aus dem Frontdienst ausscheiden müssen?

Die deutsche Militärverwaltung hat das, worauf es ankommt, richtig vorausgesehen und in langer Friedensentwicklung für alles vorgesorgt. Im Verein mit der Nationalflugspende und dem Deutschen Luftfahrer-Verband hat sie aus Durchschnittsfliegern durch Höhenflüge, Dauerflüge, Überlandflüge über Riesentfernungen bei Tag und Nacht in der ungünstigsten Jahreszeit Flugmeister im wahrsten Sinne des Wortes gemacht, die ihrem Können und ihren Apparaten in jeder Lage vertrauen. In erster Linie wurde bei diesen Ausschreibungen auf Zuverlässigkeit und Betriebsbereitschaft gesehen, denn nicht einige wenige

besonders begabte Flieger auf genau für den Einzelfall ausgetüftelten Maschinen sollten gefördert und weiterentwickelt werden, sondern man erstrebte die technische Vervollkommnung der Apparate und Motoren, damit auch der Durchschnittsflieger Gutes aus seiner Maschine herausholen konnte.

Und noch etwas anderes wurde in unablässiger Arbeit erreicht: völlige Unabhängigkeit vom Ausland für die Herstellung der Apparate. Auch hier wurde von Anfang an strengen Richtlinien gefolgt. Und wenn man auch anfänglich jedes ausländische Erzeugnis zulassen mußte, um überhaupt Wettbewerbe zustande zu bringen, so gelang es doch ziemlich schnell, die deutsche Flugzeug-Industrie so zu kräftigen, daß man die Preisauschreiben auf deutsches Material beschränken konnte.

Weiter wurde dann die Einreihung der Zivilflieger in die einzelnen Formationen vorgenommen, die natürlich längst vorbereitet war. Mit der Ausbildung neuer Flieger in militärischen oder unter militärischer Aufsicht stehenden Zivil-Fliegerschulen wurde begonnen und vor allen Dingen wurde die Herstellung von Flugmaterial sofort auf ein Mehrfaches der Friedensproduktion gesteigert, weil mit vergrößertem Abgang in der Front und gesteigertem Bedarf zu rechnen war. Dabei wurden nur die bewährten Flugzeugtypen und Flugmotoren, die erprobten Luftschiffe, die als durchaus zuverlässig bekannten Rührler, Luftschrauben und Magnetapparate, um nur einige Einzelteile zu nennen, berücksichtigt, diese aber einheitlich weiter entwickelt.

Dieses Verfahren hat zahlreiche Vorzüge. Das einheitlich ausgebildete Fahrpersonal weiß auf allen Fahrzeugen Bescheid, ist jederzeit sofort in der Lage, mit irgend einem Flugapparat oder Luftschiff desselben Typs zu fliegen, kann also überall ohne weiteres als Ersatz einspringen. Die Ingenieure, Werkmeister und Monteure sind ebenfalls auf die Einheitstypen eingearbeitet, so daß man auf allen Reparaturplätzen mit der denkbar geringsten Zahl technischen Personals auskommen kann, trotzdem aber die Arbeiten schnell ausgeführt erhält. Weil überall nach ganz bestimmten Mustern und Schablonen gearbeitet wird, ist der Austausch von Flugzellen und Motoren ohne Schwierigkeit möglich, so daß die durch den Frontdienst auftretenden Beschädigungen sofort zu beheben sind. Dieser Vorteil macht sich besonders bei der „Seele“ des Flugzeugs — dem Motor — geltend, dessen sämtliche Teile mit äußerster Ge-

nauigkeit hergestellt werden, so daß jedes Einzelstück ohne die geringste Schwierigkeit ausgetauscht werden kann. Infolgedessen vermag ein verhältnismäßig geringes Lager von ganz bestimmten, erfahrungsgemäß der Abnutzung am meisten unterworfenen Teilen unter der sachgemäßen Leitung eines verständigen Werkmeisters so ziemlich allen Ersatzansprüchen der Front zu genügen. Dadurch wird nicht nur die stete Flugbereitschaft der Apparate verbürgt, sondern auch eine Entlastung der Etappenstraßen hinter der Front herbeigeführt, da der Rücktransport eines Flugzeugs oder Luftschiffs nur dann nötig ist, wenn es sich um eine sehr ernste Beschädigung handelt. Das ist bei der starken Inanspruchnahme der Zufuhrstraßen von ungeheurer Bedeutung.

Um ein ungefähres Bild des deutschen Kriegs-Flugdienstes zu erhalten, wollen wir den Werdegang eines Kriegsflugzeugs, seine Einreihung in die Front und die Aufgaben, die seiner harren, kurz betrachten. Die Zentralstelle für das militärische Flugwesen ist die Kgl. Pr. Inspektion der Fliegertuppen, die von Berlin aus die Beschaffung der Apparate, den Nachschub, den Ersatz usw. regelt. Die Motoren werden in den bekannten Motorenfabriken hergestellt, von wo sie nach einer Prüfung durch zu diesem Zweck abkommandierte Offiziere der Flugzeugfabriken zugehen. Hier werden sie in die Flugzellen eingebaut, worauf das fertige Flugzeug nach einigen Probeflügen von der Heeresverwaltung übernommen wird.

Die abgenommenen Flugzeuge gelangen je nach ihrer Bestimmung zum Marine- oder zum Militärflugplatz und werden dort den Flieger-Ersatz-Abteilungen unterstellt. Diese rüsten die Apparate feldmäßig aus und lassen sie entweder als Ersatzflugzeuge den einzelnen Feldflieger-Abteilungen zugehen oder stellen sie zu neuen Flieger-Abteilungen zusammen. Zu jeder Feldflieger-Abteilung gehört eine Transportkolonne, die sich aus mehreren Lastautos für den Nachschub von Betriebsstoffen und Reserve- sowie Ersatzteilen, möglichst einem Werkstatto, einigen Zelt-Lastwagen und den nötigen Personenautos für die Abteilungsleitung, die Verwaltung, die Flieger- und Beobachteroffiziere, das technische Personal und die Mannschaften zusammensetzt. Das nötige Personal erhalten die Ersatzabteilungen von den Fliegerschulen, die sie entweder selbst eingerichtet haben oder die großen Flugzeugfabriken unter militärischer Aufsicht angegliedert sind.

In technischer Beziehung sind die Feldflie-

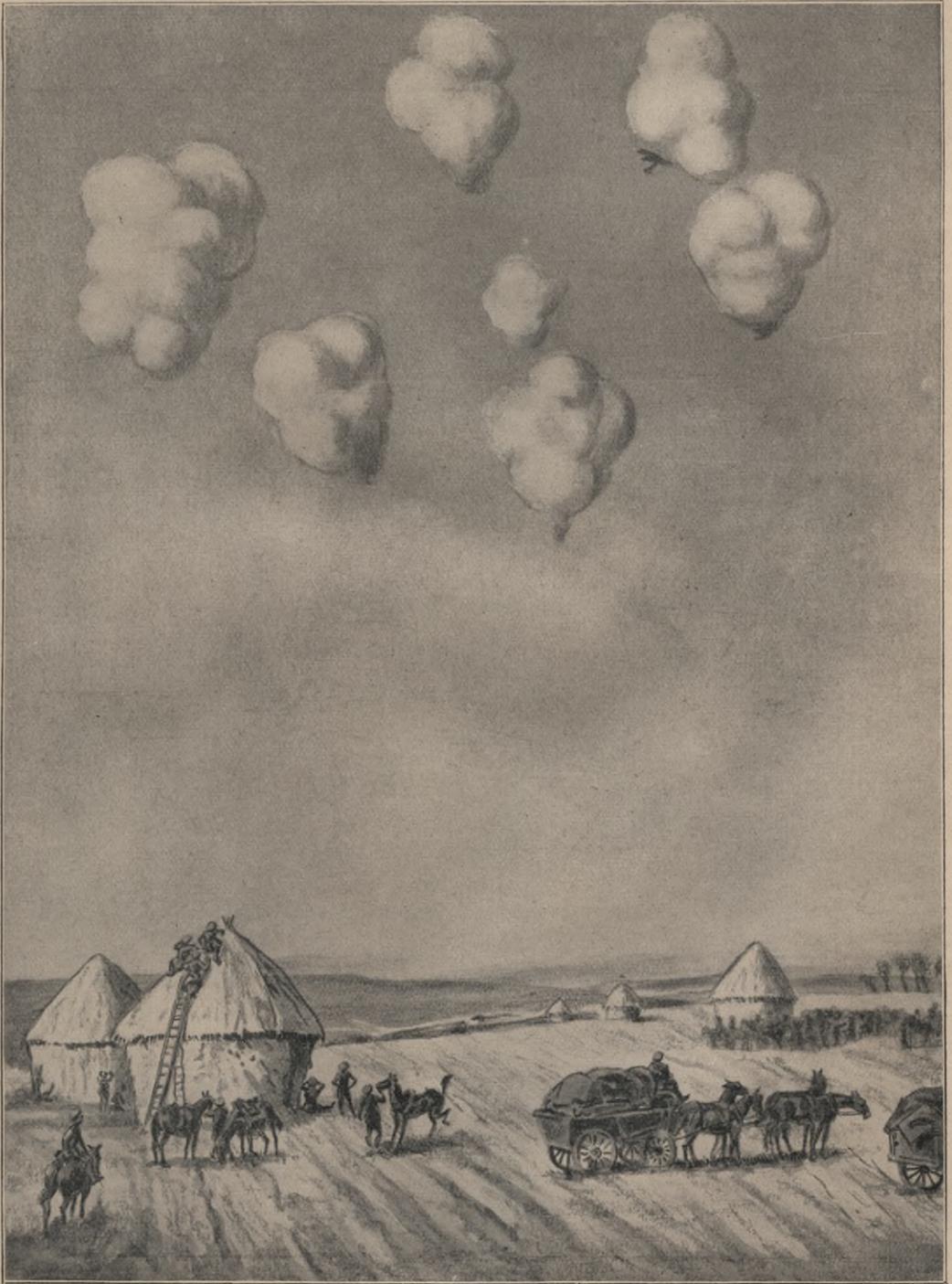


Abb. 1. Englisches Flugzeug wird von deutschen Ballon-Abwehrkanonen beschossen.  
Nach einer englischen Zeichnung.

ger-Abteilungen den Flugzeugparks unterstellt derart, daß zu jedem Park mehrere Feldflieger-Abteilungen gehören, die nach Möglichkeit in nicht zu großer Entfernung vom Park stationiert sind. Die tunlichst an einer Bahnlinie gelegenen Parks sind mit vollkommeneren Werkstatteinrichtungen und größerem technischen Personal versehen, so daß sie auch größere Reparaturen auszuführen vermögen, während die Werkstattwagen der Feldflieger-Abteilungen lediglich kleine Nachhilfen an den Maschinen leisten sollen, um sie flugbereit zu erhalten. Übersteigt die Reparatur auch die Kräfte des Flugzeug-Parks, so wird die Maschine mit der Bahn in die Fabrik zurückgeschickt. Natürlich springt für das ausgefallene Flugzeug sofort einer der vorrätigen Ersatz-Apparate ein.

Die Feldflieger-Abteilungen werden möglichst nahe an die Front in die Nähe des Stabes verlegt. Bei den Riesenfronten von heute und ihrem Ersatzbedarf ist aber die Staffel immerhin bis zu 30 km tief. Bei einem Erkundungs- und Aufklärungsflug sind daher stets zunächst

30 km bis zur Angriffslinie über dem eigenen Heer und weiter etliche Kilometer bis zur Operations- und Aufmarschbasis des Feindes in gerader Linie zurückzulegen. Dann schließen sich die zur Aufklärung nötigen Schleifenflüge an und hierauf hat man dieselbe Strecke zurückzufliegen. Das bedeutet für jede Erkundung Fluglängen von 100—150 km. Bedenkt man weiter, daß häufig noch in der Dämmerung Erkundungen vorgenommen werden müssen, so daß die Landungen im Dunkel der Nacht erfolgen, und erinnert man sich endlich, daß die Flüge bei jeder Windstärke und jeder Witterung auszuführen sind, so muß man dem Können unserer Flieger, der Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit unseres Materials das beste Zeugnis ausstellen. Dieses Urteil wird auch in offiziellen Berichten unserer Feinde bestätigt, nach denen unsere Aufklärung so schnell arbeitet und so genau ist, daß die Gegenmaßnahmen unserer Heeresleitung häufig gleichzeitig mit den feindlichen Operationen erfolgen.

## Musik und Technik.

### III. Sprechmaschinen.

Von Dipl.-Ing. N. Stern.

Auch die Sprechmaschine stand lange in dem Rufe, „ungebildet“ zu sein, wie die Musikwerke, die sie zum großen Teil verdrängt. Sie führte lange das „große Wort“ in den gewöhnlichen Bierlokalen. Für das Publikum war der künstliche Sprecher zuerst eine sensationelle Erscheinung, und es nahm ihn mit allen seinen Untugenden hin. Mit dem Geschmack dieses Publikums hatte die Sprechmaschine in ihrem Äußeren geliebäugelt. Mit Schrecken betrachtete jedes bessere Gefühl die schreiend farbigen „Blumentrichter“, die gewöhnlich schon über die Fenster der Restaurationen hinausblühten und schon von außen den großen Sprecher verrieten. Jetzt hat man allgemein erkannt, daß der Trichter, der nie groß und bunt genug sein konnte, in dieser Form und Farbe eine große Geschmacklosigkeit ist. Besonders in Privathäusern war er auch räumlich immer im Wege. Es ist deshalb die Bestrebung zu begrüßen, die endlich den aufdringlichen Gesellen etwas unterdrückt, ihn sozusagen verschwinden läßt. Die neue Bauart der Sprechmaschine mit eingebauten Trichtern verlegt den Schalltrichter in den Unterkasten neben das Uhrwerk. Er ist meist aus Holz gefertigt und hat die Form einer offenen Pyramide. Zugeklappt ist also die Kastenform gewahrt. Die Wirkung ist nicht ganz so laut wie bei den Riesentrichtern, für Zimmerapparate aber vollständig ausreichend und sehr angenehm im Ton.

Eine ruhigere, mehr auf die innere Verfeinerung gerichtete Entwicklung kennzeichnet die we-

sentlichsten Verbesserungen auf diesem Gebiet. Sie sind weniger systematischer als konstruktiver Art und erstrecken sich so auf alle Hauptbestandteile: die Plattenfabrikation, das Uhrwerk, die Schalldose mit Nadelhalter und Nadel, den Tonarm, die Schalltrichter und die Abstellvorrichtungen. Einer besonderen Pflege erfreut sich die Grammophonnadel, die nach zwei Seiten verbesserungsfähig ist. Sie soll nicht so oft ausgewechselt werden müssen und größere Tonreinheit der Wiedergabe ermöglichen. Es sind hierzu verschiedene neue Formen geschaffen worden, die für sechs Platten zu gebrauchen sind. Trotzdem ist der häufige Nadelwechsel eine lästige Zugabe, die gern entbehrt würde. Diese Entbehrung leistet sich das Pathéphon, bei dem die Nadel durch einen Saphirstift, wie beim Phonographen, ersetzt ist. Bekanntlich liegt beim Phonographen die Schalldose, während sie beim Grammophon stehend angeordnet ist. Beim Phonographen entstehen die Schwingungen durch Furchen der Platte, Erhöhungen und Vertiefungen, beim Grammophon durch seitliche Wellenlinien. In der Pathéplatte sind die Zeichen ebenfalls durch Erhöhungen und Vertiefungen gegeben, weshalb die Bewegung des Stiftes auf- und abgehend sein muß. Darum ist eine andere Stellung der Schalldose (wie beim Phonographen senkrecht zum Tonarm) erforderlich.

Neben den Bestrebungen, durch Verfeinerung der Schall Dosen, der Nadeln, der Tonarme, der Platten die Klarheit und Natürlichkeit der Wiedergabe zu erhöhen und die Nebengeräusche zu ver-

ringern, sucht die Entwicklung in erster Linie eine noch lautere Wiedergabe zu erreichen. Hierzu sind zwei Wege beschritten. Eine Firma fertigt neuerdings Riesenplatten von 50 cm Durchmesser an, die in Verbindung mit einer besonders sorgfältig hergestellten Schallboje eine sehr laute Wiedergabe ermöglichen. Die Laut-Zeichen der Platte sind vergrößert und rufen entsprechend stärkere Schwingungen hervor. Die Platte hat also einen größeren Maßstab, sie wird, um dies auszugleichen, verhältnismäßig schneller (120 bis 130 Umdrehungen gegen 90 bis 100 pro Minute bei normalen Platten) bewegt. Auch hier ist jedoch die Tonstärke einer Membrane auf ein gewisses Maß beschränkt. Um noch mehr zu erreichen, muß man Maschinenkraft zu Hilfe nehmen. Darauf beruhen die heute als Starktonapparate im Handel befindlichen Sprechmaschinen, deren erste Ausführung unter dem Namen „Auretophon“ in den Handel gebracht wurde. Ein im Unterteil des Apparats befindlicher Elektromotor treibt eine Luftpumpe, die durch Zwischenschaltung eines Windkessels einen gleichmäßigen Luftstrom nach der Schallboje leitet. Die Schallboje besteht in diesem Fall nicht aus einer Membrane, die durch eine Nadel nach den Wellenlinien der Platte in Schwingungen versetzt wird, sondern die Nadel wirkt auf ein Kammbentil, das sie dem Luftstrom mehr oder weniger öffnet, wodurch die Töne erzeugt werden. Der prinzipielle Unterschied besteht also darin, daß die Nadel nicht selbst die Schwingungen erzeugt, sondern nur ein Regulierorgan betätigt. Man hat mit Recht das Auretophon mit dem Sprachorgan des Menschen verglichen. Der Motor mit Luftpumpe vertritt die Lunge. Die von der Nadel regulierte Klappe entspricht den Stimmbändern. Das Auretophon ist infolge seiner bedeutenden Lautstärke besonders für Darbietungen in großen Sälen geeignet. Die Tonstärke und Deutlichkeit der Wiedergabe übertrifft wesentlich die einfache Sprechmaschine. Die Fountreue z. B. bei einer Caruso-Platte ist jedoch nicht so gut wie bei der einfachen Membrane. Für die Wiedergabe werden heute die gleichen Platten verwendet, so daß man leicht einen Vergleich hat. Auf jeden Fall ist der hier beschrittene Weg weiter ausbaufähig und läßt in der nächsten Zeit noch neue Fortschritte erwarten.

Der Edison'sche Phonograph hat trotz der außerordentlichen Entwicklung der Plattenmaschinen sein Feld behauptet. Sein unbestrittenes Vorrrecht bildet nach wie vor die Möglichkeit, phonographische Aufnahmen selbst herzustellen. Die praktische Anwendung hiervon ist der Diktierphonograph, der neuerdings auch weiter vervollkommen wurde. Es kann derselbe Apparat für Aufnahme und Wiedergabe benutzt werden. An dem Apparat sind dann zwei Membranen vorhanden, eine Aufnahme- und eine Wiedergabe-

Membrane, die durch einfache Hebelverstellung eingestellt werden. Durch eine Fußtrittschaltung kann die Walze jeberzeit in Bewegung gesetzt und angehalten werden, man kann also jeden Moment das Diktat mitten im Wort unterbrechen, nach Belieben wieder abhören und fortsetzen. Ein Zeiger deutet auf einer Skala den Stand des Schreibstifts auf der Walze an. Ein mit der gleichen Skala versehener Notizzettel dient dazu, etwaige Bemerkte zu der betreffenden Stelle zu machen, wie nachträgliche Korrekturen, besondere Hinweise für die Schreiber und dergleichen mehr. Neuerdings werden die Walzen so eingerichtet, daß sie zwölfhundert Worte, das sind etwa zwölf Briefe, aufnehmen können. Dadurch werden die Walzenkosten verringert und weniger Walzen erforderlich. Die Walzen können etwa hundert Mal abgeschliffen werden, wozu eine besondere Abschleifmaschine verwendet wird.

Die neuen Sprechphonographen sind ebenfalls für größere Spielbauer eingerichtet worden. Die Walzengröße ist bei diesen sogenannten „Ambersonol-Records“ unverändert geblieben; man hat lediglich die Zahl der Tonlinien von hundert auf zweihundert erhöht, wodurch die Spielbauer von zwei auf vier Minuten verlängert wird. Infolge der feineren Tonfurchen ist eine andere Schallboje mit feinerem Wiedergabestift erforderlich, ferner ist der Transport des Schallbojenarms entsprechend den näher zusammenliegenden Tonlinien zu verlangsamen. Es wird dies durch eine andere Übersetzung im Bewegungsmechanismus des Tonarmes erreicht. Die Einrichtung ist so getroffen, daß sie an jedem alten Phonographen nachträglich angebracht werden kann, so daß man die alten Zweiminuten- und die neuen Vier-Minuten-Walzen spielen kann.

Die Entwicklung der Sprechmaschine war recht ungleichmäßig. Sie hat zuerst Staunen und Bewunderung erregt; nach ruhigerem Betrachten aber wurde sie recht gering eingeschätzt. Dann kam eine Epoche inneren Ausreisens und daran anschließend eine fast epidemisch zu nennende Verbreitung, der natürlich ein Rückschlag folgte. Erst jetzt ist, wie schon gesagt, die Zeit der Ruhe gekommen, die der Vielgerühmten und Vielgescholtenen die gerechte Beurteilung gewährt. Es ist nicht abzusehen, daß ihr als einem Erjaz der älteren Musikwerke eine große Rolle zufällt. Bei noch weiter fortschreitender Vervollkommnung der Apparate wird die erzieherische und soziale Wirkung stärker zur Geltung kommen. Sie besteht, wie bei den Musikspielapparaten, in der Reproduktion der künstlerischen Note der persönlichen Rede, die im Original zu hören nur wenig Bevorzugten vergönnt ist. So sind die Reproduktionsapparate soziale Vermittler: sie tragen künstlerische Kultur auch in jene Kreise, die sie von selbst nicht aufsuchen können.

## Drahtlose Telegraphie nach dem System Poulsen.

Don Chefingenieur H. Erichsen.

Mit 9 Abbildungen.

Aus dem Dänischen übertragen und bearbeitet von Dr. E. Dröffer.

Im Jahre 1888 entdeckte Herz die vorher von Maxwell mathematisch berechneten elektri-

schen Wellen und zeigte, daß sie genau wie Schall- und Lichtwellen in dazu geeigneten Ap-

paraten „Resonanz“ hervorbringen können, d. h. daß der von ihnen getroffene „Resonator“ in Schwingungen gerät und selbst zu einer Quelle elektrischer Wellen wird. Diesen Laboratoriums-

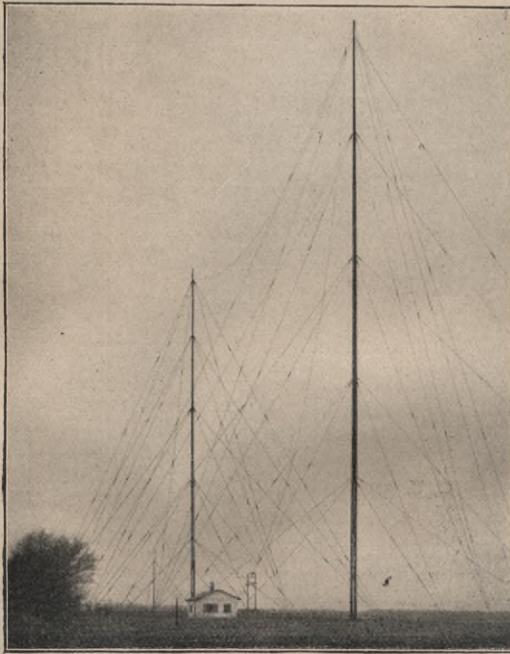


Abb. 1. Die Poulson-Station in Lyngby (Dänemark).

versuch übertrug Marconi 1896 ins Große und gründete darauf sein System der drahtlosen Telegraphie. Er schickte längere oder kürzere, Zeichen ver sinnbildlichende elektrische Wellenzüge von einer Sendestation ab, die sich nach allen Richtungen hin fortpflanzen und so auch die Empfängerstation treffen, die die mitgeteilten Impulse in die ihnen entsprechenden Buchstaben umsetzt.

Abb. 1 zeigt Poulsons Station für drahtlose Telegraphie in Lyngby bei Kopenhagen. Das verhältnismäßig winzige Häuschen enthält die Apparate zur Erzeugung der elektrischen Wellen, die von den langen, an hohen Masten ausgespannten Drähten, den Antennen, ausgesandt werden, um in der Ferne von ebensolchen Drähten aufgenommen und zu den Empfangsapparaten geleitet zu werden. In diesen äußerlichkeiten ähneln sich alle Systeme für drahtlose Telegraphie, die wir besitzen. Überall finden wir die verhältnismäßig kleinen Stätten der Energieerzeugung und die riesigen Antennen.

Der durchgreifende Unterschied zwischen Marconis und dem auf den gleichen Grundlagen beruhenden Telefunken-System einerseits und

dem Poulson-System andererseits liegt in der Wellenerzeugung und der Beschaffenheit der Wellen.

Marconi benutzt sog. diskontinuierliche elektromagnetische Wellen, wie sie durch überspringende Funken entstehen. Seine Methode ist seit 1896 von zahlreichen Gelehrten (insbesondere von deutschen) theoretisch und praktisch durchgearbeitet und zu hoher Vollendung geführt worden. Bei diesem Studium zeigte sich aber auch, daß Marconis Methode zur Herstellung elektromagnetischer Wellen große Mängel aufwies. Einen wesentlichen praktischen Nachteil bildete vor allem ihre Diskontinuität, da mit diskontinuierlichen Wellen eine „scharfe Abstimmung“ des Empfängers, d. h. seine Einstellung auf eine bestimmte Sendestation, nicht erzielt werden kann. Infolgedessen war es z. B. unmöglich, mehrere innerhalb desselben Aktionskreises liegende Stationen gleichzeitig telegraphieren zu lassen, ohne daß sie sich gegenseitig störten. Die Empfangsstationen sungen vielmehr die Zeichen aller Sendestationen gleichzeitig auf, die Telegramme wurden unleserlich und die Wahrung des Telegraphengeheimnisses war unmöglich.

Als man diese Einsicht gewonnen hatte, suchte man sogleich die kontinuierlichen Wellen zur drahtlosen Telegraphie zu benutzen. Die Lösung dieses Problems gelang dem dänischen Ingenieur Dr. Valdemar Poulson, der um 1905 ein brauchbares Verfahren zur Erzeugung kontinuierlicher elektromagnetischer Wellen erfand.

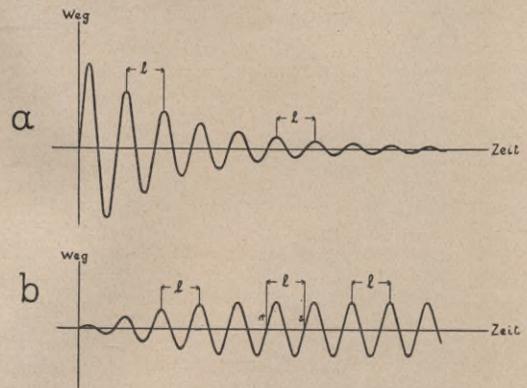


Abb. 2. Graphische Darstellung der Schwingungen eines Atherteilchens, a unter dem Einfluß einer diskontinuierlichen, b unter dem Einfluß einer kontinuierlichen Welle.

Ehe wir Poulsons System und die damit erzielten Ergebnisse besprechen, wollen wir erst kurz auf das Wesen der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Wellen eingehen und den Unterschied zwischen beiden an einem Analogon aus der Akustik klarlegen.

Wird in der Nähe eines Klaviers eine Pistole abgeschossen, so veranlaßt das Gewirr von Luftwellen verschiedener Wellenlänge, das dadurch entsteht, ein Klirren aller Saiten des In-

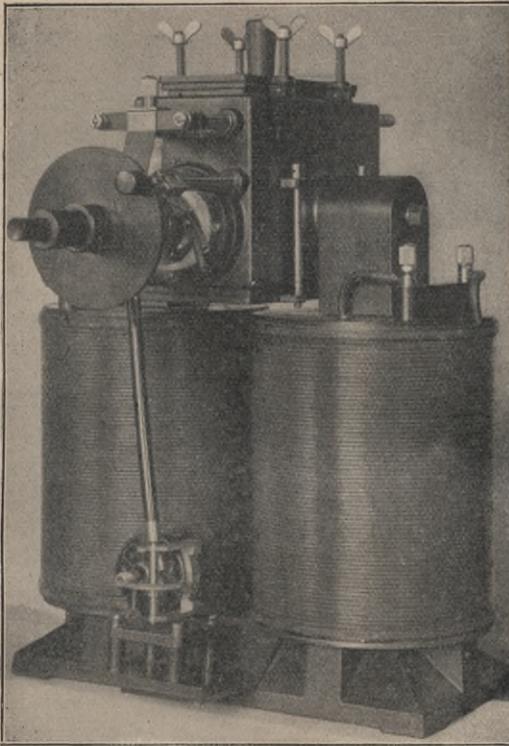


Abb. 3. Poulsen-Generator, der Apparat, der die kontinuierlichen elektrischen Wellen erzeugt; unten die Spulen des Elektromagnets, in dessen Kraftfeld der Lichtbogen brennt.

strument's. Streicht man dagegen eine Cello-Saite an, so gerät nur die Klaviersaite, die denselben Ton hat, die auf diesen Ton „abgestimmt“ ist, in Schwingungen, und zwar schwingt sie genau so lange, als man die Cello-saite erklingen läßt. Die Cello-saite sendet eben nur Luftwellen einer bestimmten Wellenlänge aus, die nur die entsprechende Saite im Klavier in Schwingungen versetzen können.

Ähnlich verhält es sich mit den elektromagnetischen Wellen. Durch das Überspringen eines elektrischen Funkens zwischen zwei Metallkugeln entstehen die kontinuierlichen Wellen. Der Funke entspricht dem Pistolenschuß; er ruft zahlreiche verschiedenartige Wellen hervor, die alle Empfängerstationen in ihrem Bereich beeinflussen. Die kontinuierlichen Wellen werden durch den weiter unten beschriebenen Poulsen-Generator erzeugt, der nur Wellen einer bestimmten Länge aussendet, die nur die Empfängerstation beeinflussen können, die auf sie „abgestimmt“ ist. Lie-

gen also mehrere Empfangsstationen im Bereich einer Sendestation, die mit kontinuierlichen Wellen arbeitet, so kann diese Station mit jeder Empfangsstation korrespondieren, ohne von den übrigen gestört zu werden. Jede Empfangsstation erhält nämlich eine bestimmte, von den übrigen Wellen durch ihre Länge verschiedene Telegraphierwellen zuerteilt, ist also nur für diese empfindlich. Dadurch wird auch die Wahrung des Depeschengeheimnisses verbürgt.

Die elektromagnetischen Wellen bewegen sich im Äther. Abb. 2 stellt die Schwingungen eines Ätherteilchens graphisch dar. Dabei ist zu beachten, daß sich das Ätherteilchen selbst nicht vorwärts bewegt. Nur seine Bewegung pflanzt sich auf die benachbarten Teilchen fort. Abb. 2a veranschaulicht die Bewegung eines von einer diskontinuierlichen Welle getroffenen Teilchens; es gerät sofort in starke Schwingungen, die aber schnell nachlassen und bald ganz aufhören. Wird das Teilchen jedoch von einer kontinuierlichen Welle getroffen, so gerät es, wie Abb. 2b zeigt, nur langsam in verhältnismäßig schwache Schwingungen, die aber ihre Stärke nicht mehr vermindern und solange anhalten, als die Sendestation arbeitet. Die Strecke l in Abb. 2 — der Abstand zwischen zwei Wellenbergen, der immer derselbe ist, wo man ihn auch mißt — heißt Wellenlänge. Die Geschwindigkeit der elektrischen Wellen ist die gleiche wie die der Lichtwellen, nämlich 300 000 km pro Sekunde. In der Radiotelegraphie werden Wellen von 300 bis 20 000 m Länge angewendet. Bei einer

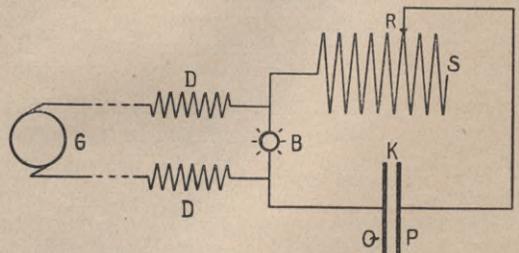


Abb. 4. Schema der Senderschaltung, die Poulsen bei seinen Laboratoriumsversuchen benutzte.

B Poulsen-Generator, G Gleichstromdynamo, K aus zwei durch eine Luft- oder Öl-schicht getrennten Platten P und Q bestehender Kondensator, S Drahtspule mit veränderlicher Windungszahl, R Gleitkontakt, durch dessen Verschiebung bald mehr, bald weniger Windungen der Spule S eingeschaltet werden können, D Drosselspulen, die etwa im Stromkreis BSK entstehende Wechselströme verhindern, in den Dynamostromkreis überzutreten.

Welle von z. B. 1500 m Länge erhält man also  $\frac{300\,000\,000}{1500} = 20\,000$  Schwingungen pro Sekunde.

Wie bereits erwähnt, werden die kontinuier-

lichen Wellen mit dem Poulsen-Generator (Abb. 3) erzeugt. Er besteht aus einer meist mit Gleichstrom gespeisten Bogenlampe, deren Lichtbogen in einer wasserstoffreichen Atmosphäre, z. B. in Leuchtgas, brennt. Bei den gewöhnlichen Bogenlampen bildet sich der Lichtbogen zwischen zwei Kohlenstiften. Beim Poulsen-Generator ist die positive Kohle durch einen hohlen Kupferstab ersetzt, den man durch hindurchströmendes Wasser kühlt. Um einen möglichst gleichmäßig brennenden Lichtbogen zu erzielen, wird er in ein Magnetfeld gebracht, das der auf den Abb. 3 und 9 sichtbare Elektromagnet erzeugt.

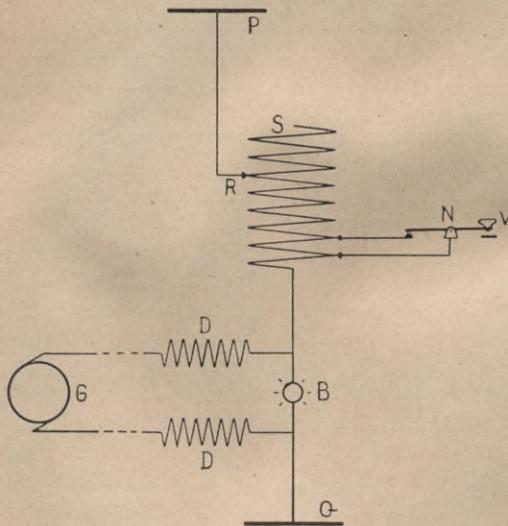


Abb. 5. Schema der Senderschaltung, die Poulsen in der Praxis benötigt.

NV Taste, P Antenne, Q Erdleitung, alle übrigen Buchstaben wie in Abb. 4.

Verbindet man diese Bogenlampe nach Abb. 4 mit einer Drahtspule S und einem Kondensator K und schaltet man dann die Gleichstromquelle G ein, so entstehen in dem durch den Lichtbogen B, die Spule S und den Kondensator K gebildeten Stromkreis Wechselströme, deren Wellenlänge praktisch nur von den elektrischen Werten der Spule und des Kondensators abhängt. Entfernt man in dieser Schaltung die Kondensatorplatten Q und P von einander, so erhält man die in Abb. 5 skizzierte Schaltung, die gewöhnlich den Poulsen-Stationen zugrunde liegt. Die obere Kondensatorplatte P und ihr Verbindungsdraht mit R bildet die Antenne; der Kondensatorplatte Q entspricht die Erde, da die Leitung B—Q möglichst ins Grundwasser geführt oder mit einem in die Erde gegrabenen Drahtnetz verbunden wird.

Der in dem System PRSBQ erzeugte Wechselstrom ruft in dem umgebenden Äther ein elektromagnetisches Feld hervor, das alle Änderungen des Wechselstroms mitmacht und dessen Schwingungen sich nach allen Seiten in Gestalt von Wellen fortpflanzen. Die Veränderung der Wellenlänge wird durch einfache Verschiebung des Kontaktes R auf der Spule S erreicht, von der auf diese Weise mehr oder weniger Windungen eingeschaltet werden. Dadurch läßt sich die Länge elektrischer Wellen ebenso verändern, wie die die Tonhöhe bestimmende Länge einer Schallwelle durch größeres oder geringeres Anspannen der Saite. Hat man den Empfangsapparat einer Station auf diese Weise auf Wellen von 1500 m Länge abgestimmt, so kann die Station nur Wellen dieser Länge aufnehmen. Wellen anderer Länge beeinflussen den Empfangsapparat nicht.

Infolge der scharfen Abstimmung ist das Telegraphieren nach Poulsens System äußerst einfach. In Abb. 5 bezeichnet N die Sendetaste, die mit zwei verschiedenen Stellen der Spule S leitend verbunden ist. In der skizzierten Stellung befindet sich die Taste in Ruhe, entsprechend den Zwischenräumen beim Telegraphieren. In dieser Lage der Taste sind einige Windungen von S durch den Tastenhebel kurzgeschlossen, d. h. die Station schickt eine kurze Welle (z. B. von 1280 m Länge) aus. Drückt man aber den Tastenhebel auf den Kontakt V herab, so wird der Kurzschluß aufgehoben und die Station strahlt die normale Welle (z. B. von 1500 m Länge) aus. Ist die Empfangsstation auf diese Wellenlänge abgestimmt, so hört sie die Sendestation nur dann, wenn die Taste gedrückt wird.

Die Wellenlängen, die das Poulsen-System in der Praxis benutzt, liegen zwischen 500 bis 16000 m. Bei kleineren Stationen, also bei Landstationen mit niedrigen Antennen und Schiffstationen, werden gewöhnlich Wellen bis 3000 m Länge benutzt. Die Großstationen arbeiten mit längeren Wellen. Die Ursache dafür liegt hauptsächlich darin, daß die Wellenlänge, bei sonst gleichen Verhältnissen, mit der Länge der Antennen wächst. Auch können die langen Wellen leichter Hindernisse auf ihrem Wege, z. B. Berge, überwinden, während die kurzen Wellen „steifer“ sind. Bei Schiffstationen, die im allgemeinen nur geringe Reichweiten — einige hundert Kilometer — brauchen, hat man mit derartigen Hindernissen kaum zu rechnen, während die Größe der Antennen durch die Länge des Schiffes bedingt ist. Bei diesen Stationen genügen also kurze Wellen vollkommen, und der Gebrauch

von längeren würde zu ungünstigen Verhältnissen oder komplizierten Antennen-Aufstellungen führen. Die großen Landstationen sollen dagegen nötigenfalls über Reichweiten von mehreren 1000 km verfügen. Hier sind insolge dessen

lange Wellen von Nutzen, die durch Bergzüge u. dergl. nicht behindert werden. Solche Wellen lassen sich zu Lande auch bequem erzeugen, da die Antennenlänge hier beliebig gesteigert werden kann. (Schluß folgt.)

## Schattenseiten Amerikas.

### Kritische Betrachtungen über das Wirtschaftsleben der Union.

Von Dr. Oskar Nagel.

#### III.

Vor zwei Jahrzehnten wurde Amerika noch als das Land gepriesen, in dem Milch und Honig fließt, als das Land, in dem man den Menschen nur nach seinen Leistungen wertete, als das Land, in dem jeder seine Fähigkeiten frei entfalten konnte. Unbeschwert durch unzeitgemäße Überlieferungen, nicht behindert durch Kliquenwesen irgendwelcher Art, stand Mensch einfach gegen Mensch. Der eine war gerade so gut, galt ebensoviel wie der andere. Und ein stolzer Zug ging durch das ganze Land.

Das alles hat sich seither von Grund auf geändert. Politische und ökonomische Kliquen entstanden, und alles Geld wurde von einer stets kleiner werdenden Zahl Einzelmenschen konzentriert. Auf diese Weise ist es so weit gekommen, daß heute zwei Duzend Leute das Bankwesen, die Industrie und die Politik Amerikas beherrschen. Die Trusts sind übermächtig, die gewöhnlichen Menschen dagegen ganz ohnmächtig, ja rechtlos geworden, denn die alten Gesetze, die alte Konstitution passen nicht in die neue Ordnung der Dinge hinein. Die alten Gesetze handeln vom Verhältnis des Menschen zum Menschen, während heute der Mensch vor den unpersönlichen Trusts geschützt werden muß.

Vor zwei Jahrzehnten, als der Arbeiter noch mit seinem Brotherrn täglich in Berührung kam, gab es keine Arbeiterfrage, denn Brotherr und Arbeiter sahen sich gegenseitig als Menschen an. Und heute? Hat jemals jemand einen Trust gesehen? Hat der Arbeiter jemals seine Brotherrn gesehen? Was ist er anders für den Trust als eine Nummer? So muß er einen Ausweg suchen aus diesem herzlosen System und nach einer Umänderung der Gesetze streben, auf daß sie ihn schützen vor dem unpersönlichen, unfassbaren, proteusartigen Trust.

Heute steht in Amerika längst nicht mehr Mensch gegen Mensch. Heute kann man dort nicht mehr nach eigener Wahl ein Unternehmen beginnen. Denn wenn das Unternehmen einem Trust mißfällt, so ruiniert er es im Handumdrehen, indem er die Preise unterbietet und mit allen Mitteln die Käufer vom Kaufen des Konkurrenzproduktes abhält.

So sagt denn Woodrow Wilson mit Recht, daß Amerika vor allem solche Gesetze braucht, die das Interesse des im Kampfe Stehenden wahrnehmen, nicht aber das des siegreich am Ziele Angelangten. Denn diese Sieger sterben sehr häufig,

ohne Söhne von gleicher Tüchtigkeit und Ehrhaftigkeit zu hinterlassen.

In der Tat, der unerschöpfliche geistige Boden Amerikas wird nicht durch die oberen Vierhundert repräsentiert, sondern durch die Hirne der großen unbekanntten Menge. Nur aus der Menge kann die Größe eines Landes kommen, nur aus ihr kann sie sich erneuern. So wie Deutschland nicht allein durch Berlin verförperts wird, sondern durch jedes Dorf, jeden Weiler, jedes Tal seines Gebietes, so auch Amerika. Und nur dann gedeiht es wirklich, wenn jeder einzelne Teil gesund, stark und frisch ist. Ein Dickbauch aber ist nichts weniger als gesund.

Heute ist Amerika längst zu einem Dickbauch geworden. Ein paar Leute in Newyork haben das Blut Amerikas getrunken. Will einer heute etwas ausrichten, so gilt die früher ausschlaggebende eigene Leistungsfähigkeit, die Achtung und Freundschaft der Nachbarn nichts. Er muß sich in Newyork um die wahren Herren des Landes bemühen, um zu erreichen, was er wünscht.

Den Einsichtigen ist es längst klar, daß es so nicht weitergehen kann. Wilson hat dieser Empfindung Worte verliehen: „Wir stehen an der Schwelle einer Revolution“, lesen wir bei ihm, — „nicht einer blutigen Revolution, eine solche ist nicht Amerikas Sache — sondern einer stillen Revolution, durch die Amerika die alten Ideale wieder herstellen und eine Regierung schaffen wird, die nicht einer bevorzugten Klasse, sondern der Allgemeinheit dient.“

Eine neue, lebendige, unerböckerte, gerechte Regierung ist zu schaffen, auf Grund der alten Konstitution, auf Grund der alten Unabhängigkeitserklärung, die ihrem Sinne nach heute noch ebenso gilt wie vor 100 Jahren. Auch heute handelt es sich um den Kampf zwischen Freiheit und Tyrannei, wenn die Tyrannei auch nicht durch ein Individuum, sondern durch eine selbstsüchtige, außerhalb des Volkes stehende, die Gesetzgebung beherrschende, das Volk ausbeutende Oligarchie verkörpert ist.

Heute herrscht an Stelle der ursprünglichen Volksregierung eine Klique-Regierung, die sich die Stelle eines Volks-Vormundes anmaßt. Das Volk selbst ist in die Unmündigkeit zurückgedrängt worden. Der Mann mit der Schaufel, der Mann hinterm Pfluge sind nicht mehr „Amerika“, denn heute wird „Amerika“ durch ein paar Herren der Hochfinanz verkörpert, die den Gesetzgebern in

Washington Ratsschlüsse erteilen und „Vorsehung“ spielen.

Aber die Regierung wird wieder an das Volk kommen, dem sie allein gebührt, dafür bürgt uns Woodrow Wilsons Name: „Ich verwerfe die Vormundhaftstheorie absolut.“ hat er gesagt. „Ich habe noch niemals einen Menschen gefunden, der mich zu meinem Vorteil hätte ‚bevormundet‘ können, und daraus schließe ich, daß kein Mensch das amerikanische Volk in dessen Interesse bevormunden kann. Ich glaube, das Volk Amerikas kennt seine Interessen besser, als irgendeine Gruppe von Menschen. Der Mensch, der im Schweige seines Angesichts um sein Dasein kämpft, versteht die Verhältnisse Amerikas besser, als der Mann, der längst als Sieger am Ziele angelangt ist. Jener weiß, wogegen er kämpft, weiß, wie schwer jedes Beginnen ist. Er weiß, was es heißt, Kredit zu suchen, um mit dem ‚Sieger‘ konkurrieren zu können. Und er weiß, daß irgendwo, durch irgend jemand, die Entwicklung der Industrie beeinflusst wird.“

Der Zustand von heute ist ungesund und schwächend. Die Wurzel, das Volk, die die Kraft gehabt hat, viele Jahrhunderte lang unzählige herrliche Blüten hervorzubringen, wird mißachtet; die Blüten von heute gelten als unvergleichlich. Und die Blüten glauben in ihrer Torheit, auch losgelöst von der Wurzel ihr Dasein verbringen zu können. In ihrer Torheit sage ich, denn ohne die Wurzel sind sie nichts. Amerika ist nicht durch seine Industriebetriebe reich, sondern durch die Intelligenz und den Fleiß des ganzen Volkes. Es ist reich durch die allgemeine Hoffnungsfreudigkeit, Tätigkeit und Energie.

So müssen denn Kanäle geöffnet werden, um die „Oberen“ mit dem Volke in Verbindung zu bringen, neues Blut in die Adern der Führer fließen zu lassen und die Erneuerung und Auffrischung des Blutes zu sichern. Die oligarchische Regierung muß durch eine wahrhaft demokratische ersetzt werden. Aus einer Minoritätspolitik muß eine Majoritätspolitik werden. Es muß hineingeleuchtet werden in die dunkeln Winkel der Politik. Im Lichte der Öffentlichkeit muß die Gesetzgebung vor sich gehen. Dann wird die Regierung „rein“ sein, die „Privatunterhandlungen“, die sich heute zwischen das Volk und die ihm gemachten Versprechungen stellen, werden aufhören, keine Gesetzentwürfe werden mehr verschwinden, und die Unkräuter, die heute überall im öffentlichen Leben Amerikas wuchern, werden in den ganzen Staaten ebenso ausgerodet werden, wie sie durch Wilsons Arbeit in New-Yersey ausgerodet worden sind.

Die Ursachen der heute herrschenden schiefen Zustände sind allerdings nicht die Trusts, die Konzentration des Reichtums allein. Schuld daran sind auch der Zolltarif und die eigenartige Zollpolitik, die die Trusts und die Vermögens-Anhäufung erst ermöglicht haben. „Eigenartig“ sage ich; eigentlich wäre „korrupt“ das richtige Wort. Denn die Zollsätze sind unter dem Einfluß einiger Industriefabrikanten und Finanzleute festgesetzt worden, die scheinbar gleichgültige Wörtchen und Bestimmungen hineinschmuggelten. Dadurch wurde der ursprüngliche als Einnahmequelle des Staates und Schutzmaßregel für die in Entwicklung begriffenen Industrien gedachte Zolltarif ein Mittel, in vielen Fällen jede Einfuhr unmöglich zu machen

und die Preise für das Inland bis an die Grenze des Möglichen hinaufzuschrauben. Auf diese Weise ist die Großindustrie mit Hilfe der Regierung imstande, dem amerikanischen Käufer 15—120 Proz. mehr für ein Produkt abzunehmen, als er im Ausland für dasselbe Produkt zu zahlen hätte. Nach einem ähnlichen System wird auch die Arbeiterschaft ausgebeutet, denn die von den Trusts beschäftigten Arbeiter werden am elendsten bezahlt und am stärksten beschäftigt. So seufzt das ganze amerikanische Volk unter der Zwangsjacke des Schutzzolles, die ihm von den Trustsführern aufgezwungen wurde. Aber schon lockert Woodrow Wilson die Naht, und das freier atmende Volk wird das übrige tun, um die Zwangsjacke ganz zu sprengen und solche Zustände herbeizuführen, wie sie im Interesse der Allgemeinheit wünschenswert sind. Dann wird man den Privilegien und Monopolen ein Ende machen, der unlautere Wettbewerb wird unterdrückt werden, und die Früchte des freien Wettbewerbs werden bald sichtbar sein.

Freier Wettbewerb statt Unterdrückung. Das bedeutet das Wachsen eines Geschäftes durch Tüchtigkeit und Überlegenheit, statt durch rohe Gewalt. Damit treten die Unternehmungen, die die besten Kräfte heranzuziehen wissen, die Führerschaft an, und die Trusts, die aus fauler Bequemlichkeit — um den Kampf zu vermeiden — große und kleine, gute und schlechte Fabriken zusammenkaufen, auf das ganze unflug angelegte Kapital Dividenden zahlen und daher die Preise durch künstliche Mittel hochschrauben müssen, verlieren als im Innern durchaus faule Bequemlichkeitsgebilde allmählich den Boden.

Ist aber erst die ungeheure Macht der Trusts für immer gebrochen, so wird sich das erfindertische und ökonomische Leben Amerikas zur neuer, ungeahnter Blüte entfalten. Unabhängigkeit und Enthusiasmus werden wieder zur Geltung kommen. Der Markt wird offen, Kredit wieder erhältlich sein. Und alle werden unter gleichen Verhältnissen, mit gleichen Aussichten arbeiten, wenn das heimliche Bündnis zwischen Politik und Geschäft erst zertrümmert ist.

Der Zeit dieser neuen Freiheit wird es dann ein Leichtes sein, jene schwierigen Probleme zu lösen, die nur durch die demokratische Macht eines patriotischen Volkes, nicht durch die Oligarchie, gelöst werden können: das Problem der Sicherstellung des Fortbestandes der Nation, das Problem der Verhinderung des Raubbaues auf allen wirtschaftlichen Gebieten, das Problem der Erhaltung und Fortentwicklung jedes Individuums, mit einem Worte: das Problem der „Konservation“ im weitesten Sinne dieses Begriffs.

Heute hält die Regierung große Wälder und Felder, gewaltige Bodenschätze und riesige Wasserkräfte fest in der Hand und wagt nicht, sie freizugeben, weil trotz aller Gesetze und Vorsichtsmaßregeln nur die Trusts davon Besitz ergreifen und durch Raubbau raschen Vorteil daraus ziehen würden. Warum stodt die Entwicklung Alaskas? Wie kommt es, daß an Alaskas Küste wahre Kohlenberge aufgestapelt sind, deren Verkauf die Regierung verbietet? Weil die Regierung sich den Intriguen der nach unumschränkter Herrschaft strebenden „Syndikate“ nicht gewachsen fühlt. Weil die Regierung fürchtet, übervorteilt zu werden! Aus diesem Grunde tut die Regierung

nichts, sondern wartet einfach zu, obwohl das Volk darüber unzufrieden und entrüstet ist. Denn die Wälder und Felder ungenützt zu lassen und die Verwertung der Bodenschätze zu verbieten, ist keine Lösung des Problems. Auch da tritt Wilson reformierend ein, um die bisherige negative Konservierung durch positive Konservierung zu ersetzen.

Vor allem liegt ihm Konservierung des Menschen am Herzen, der die konservierten Naturschätze in Wohlstand und Reichtum umwandelt, die Konservierung der großen Masse des sich im Schweiß seines Angesichts abmühenden amerikanischen Volkes. „Zuerst Menschenrechte, dann erst Eigentumsrechte“, ruft Wilson aus. Eigentum ist Mittel, Menschlichkeit ist Zweck! Wenn sich das Mittel, wie es heute der Fall ist, souverän erklärt und den Zweck nicht mehr anerkennt, wenn man die Maschine höher schätzt als den Menschen, dann

ist es wirklich an der Zeit, wieder einmal darauf hinzuweisen, daß der Mensch das Wesentliche, das Eigentum das Sekundäre ist. Da ist es höchste Zeit für Unfallverhütung, für Reinheit der Nahrungsmittel, für Regelung der hygienischen Verhältnisse zu sorgen, und die Wurzeln der Nation, die Hoffnung und Elastizität der Rasse nicht durch Frauen- und Kinderarbeit zu vergiften und zu vernichten!

Diese Erkenntnis beginnt in Amerika langsam zu dämmern, seit sich die Wilsonsche Sonne am Horizont erhoben hat. Ein neuer Tag, herrlicher als der frühere, bricht für das Volk Amerikas an. Hat es bisher die erste Stelle in Handel und Industrie besessen, so will es sich jetzt auch menschlich entwickeln und nicht nur Ruh-, sondern auch Zierpflanze sein. Gelingt sein Wollen, so wird es sicher neue, wunderbare Blüten treiben, denn seine Kraft ist noch immer unbegrenzt.

## Vom Schwarzpulver zum Trinitrotoluol.

### Skizzen aus der Entwicklungsgeschichte der Kriegspulver.

Schluß von S. 348.

Von Hanns Günther.

Als die Entdeckung der Schießbaumwolle bekannt geworden war, machten sich mehrere Chemiker daran, den Einfluß der Salpetersäure auf andere kohlenstoffhaltige organische Körper zu untersuchen. Bei solchen Studien entdeckte der Italiener Sobrero im Jahre 1847 das Sprengöl oder Nitroglycerin, eine Verbindung des Glycerins mit der Salpetersäure. Dieser Stoff, der an Gefährlichkeit die Schießbaumwolle weit übertrifft, bildet die Grundsubstanz der Nitroglycerinpulver, die gleichfalls hohe Bedeutung für die Kriegstechnik besitzen. Auch das Sprengöl versuchte 20 Jahre lang vergeblich, Eingang in die Praxis zu finden. Dies gelang ihm erst, als der schwedische Chemiker Alfred Nobel 1866 durch einen Zufall darauf verfiel, das dickflüssige Öl von Kieselgur, einer aus den Kieselsteletten winziger Algen bestehenden, sehr porösen Erde aufsaugen zu lassen. Dadurch verliert das Nitroglycerin seine Überempfindlichkeit, die das reine Öl schon bei dem leisesten Stoß oder Schlag explodieren läßt und seine Handhabung infolgedessen sehr gefährlich macht. Die durch die Mischung des Sprengöls mit Kieselgur entstehende teigige Masse ist das bekannte Dynamit, das das Schwarzpulver in der privaten Sprengtechnik schnell verdrängte. Das Dynamit ist allerdings auch noch nicht völlig handhabungssicher, da das Öl in den Sprengpatronen leicht gefriert (schon bei + 8 Grad C) und auch gelegentlich aus der Mischung ausschwißt, wodurch es seine alte Gefährlichkeit wieder erlangt, d. h.

auf Stoß oder Schlag sofort mit einer Explosion reagiert.

Um diesen Übelstand zu beseitigen und den Sprengstoff zugleich von der für die Explosion völlig wertlosen, also eigentlich einen lästigen Ballast bildenden Kieselgur zu befreien, stellte Nobel um 1875 Versuche mit anderen saugfähigen Stoffen, darunter auch mit Schießbaumwolle, an. Bei diesen Untersuchungen entdeckte er, daß eine auf besondere Art hergestellte Schießbaumwolle, die sogen. Kollodiumwolle, die Fähigkeit besitzt, sich in Nitroglycerin vollkommen aufzulösen und damit einen gelatineartigen Sprengstoff zu bilden, den man seines Aussehens wegen Sprenggelatine nennt. Die Sprenggelatine enthält keinen bei der Explosion unwirksamen Stoff, übertrifft daher das Dynamit an Sprengkraft weit, hinterläßt aus dem gleichen Grunde keine festen Rückstände, hat vor dem Nitroglycerin die größere Handlichkeit voraus und ist infolge der gegenseitigen Bindung der beiden Bestandteile auch dem Ausschwißen und Gefrieren kaum mehr ausgesetzt, so daß die damit zusammenhängenden Gefahren verschwinden.

In dieser Form wurde das Nitroglycerin lange Jahre hindurch als kriegsmäßiges Sprengmittel benutzt, insbesondere zum Anlegen von Flatterminen, bei Brückensprengungen und dergl. Als Treibmittel war die Sprenggelatine dagegen nicht zu verwenden; dazu war ihre Brisanz zu groß. Die Beseitigung dieses Mangels gelang Nobel im Jahre 1888 und zwar dadurch, daß

er, angeregt durch Vieilles Erfolg (s. oben), den Gehalt der Sprenggelatine an Schießbaumwolle vermehrte, so daß die Masse steifer wurde. Versuche ergaben, daß sie in diesem Zustand viel langsamer verbrannte als vorher, und daß sich die Verbrennungsgeschwindigkeit durch stärkere oder schwächere Gelatinierung regeln ließ. Damit wurde die Verwendung der Sprenggelatine als Treibmittel möglich.

Das erste auf diese Weise hergestellte Nitroglycerinpulver wurde um 1890 unter dem Namen „Ballistit“ in Italien eingeführt. Wenige Jahre darauf vereinfachten die englischen Chemiker Abel und Dewar die Fabrikation der Sprenggelatine dadurch, daß sie beide Bestandteile in einem gemeinsamen Lösungsmittel (Azeton, Alkohol usw.) lösten. Damit wurde es möglich, statt der bis dahin benutzten Kollodiumwolle gewöhnliche Schießbaumwolle zur Gelatinierung des Sprengöls zu verwenden. Nitroglycerinpulver dieser Art sind heute in den meisten Staaten unter verschiedenen Namen als Treibmittel für schwere Geschütze in Gebrauch. Das englische „Cordit“ und das italienische „Filit“ gehören z. B. hierher. Für Handfeuerwaffen und leichte Geschütze zieht man dagegen noch immer Schießbaumwollpulver vor, weil die Verbrennungstemperatur der Nitroglycerinpulver so hohe Werte erreicht (über 3000° C), daß die Haltbarkeit der Rohre und Läufe schwer darunter leidet. Bei Handfeuerwaffen und leichten Geschützen, die auf hohe Feuergeschwindigkeit berechnet sind, spielt dieser Umstand naturgemäß eine sehr große Rolle, während er bei schweren Geschützen nicht so sehr in Erscheinung tritt.

Die Nitroglycerinpulver zeichnen sich im allgemeinen durch die gleichen Eigenschaften aus, die wir bei den Schießbaumwollpulvern näher besprachen: große Wirksamkeit, keine festen Rückstände, nur schwacher, fast unsichtbarer Rauch. Diesen Vorzügen steht allerdings ein Nachteil gegenüber: die ziemlich geringe Lagerbeständigkeit, die auch den Schießbaumwollpulvern eigen ist. Das alte Schwarzpulver hält sich — ist es vor Feuchtigkeit geschützt — Jahrhunderte lang, ohne sich zu verändern. Die neuen Pulver hingegen sind nicht stabil. Ein Teil ihrer Bestandteile verflüchtigt sich im Laufe der Zeit, und dadurch tritt eine allmähliche Zersetzung ein, die durch gewisse Umstände, beispielsweise durch hohe Temperatur, schlechte Lüftung der Munitionsräume usw., so beschleunigt werden kann, daß das Pulver eines Tages von selbst explodiert. Bei sorgsamster Reinigung der Ausgangsmaterialien, strengster Überwachung der ganzen Fa-

brikation und gründlicher Prüfung des fertigen Pulvers auf Reinheit, können die neuen Treibmittel ungefähr 10—15 Jahre lang aufbewahrt werden, ohne daß Selbstentzündung zu befürchten ist. Wo man diese Vorbedingungen indessen nicht erfüllt, beginnt die Zersetzung oft schon nach wenigen Jahren ihr unheimliches Werk, das schließlich unbedingt zur Katastrophe führt, wenn der Vorrat nicht vorher vernichtet wird.<sup>1)</sup> Aus diesem Grunde hat man die Schießbaumwolle und das Nitroglycerin immer mit einem gewissen Mißtrauen betrachtet und war recht froh, als die Chemiker eines Tages mit stabileren Sprengstoffen auf dem Markt erschienen, die sie durch Einwirkung der Salpetersäure auf bestimmte organische Verbindungen, z. B. auf die Karbolsäure und das Toluol, erhalten hatten. Diese an sich harmlosen Stoffe werden durch die Nitrierung in ganz ähnlicher Weise zu Sprengstoffen umgeformt, wie die Baumwolle und das Glycerin. Nur wird bei ihnen — und darin liegt der wichtigste Unterschied — die Stabilität, die Beständigkeit der Moleküle, nicht beeinträchtigt. Infolgedessen können die aromatischen Nitrokörper, wie man diese Gruppe von Sprengstoffen nennt, nicht von selbst zerfallen. Sie sind, wie das Schwarzpulver, durchaus lagerbeständig und damit unbeschränkt haltbar. Leider läßt ihre große Brisanz ihre Verwendung als Treibmittel nicht zu. Sie werden daher ausschließlich als Sprengmittel benutzt und haben auf diesem Gebiet in der Kriegstechnik seit langem die Alleinherrschaft errungen.

Der älteste Sprengstoff dieser Art ist die Pikrinsäure, die im Jahre 1885 durch den französischen Chemiker Turpin unter dem Namen „Melinit“ in die Kriegstechnik eingeführt wurde. Ihre Entdeckung, die sich an den Namen Hausmann knüpft, liegt schon weiter zurück, denn sie war lange Jahre hindurch als (gelber) Farbstoff im Gebrauch, ehe Turpin sie als Sprengstoff erkannte. Das Ausgangsmaterial für ihre Herstellung bildet die bekannte Karbolsäure, der früher viel als Desinfektionsmittel benutzte, von den Chemikern Phenol genannte Stoff. Behandelt man das Phenol unter bestimmten Bedingungen mit Salpetersäure, so scheidet sich aus dem Gemisch ein gelber Kristallbrei, die Pikrinsäure (vom chemischen Standpunkt aus ein Trinitrophenol) ab, der, getrocknet und durch eine

<sup>1)</sup> Die französische Marine hat solche Katastrophen bei ihrem „Poudre B“, einem Schießbaumwollpulver, bekanntlich mehrfach zu beklagen gehabt.

Sprengkapsel aus Knallquecksilber zur Explosion gebracht, mit größter Festigkeit detoniert.

Die Pikrinsäure hat 20 Jahre lang in allen Staaten unter verschiedenen Bezeichnungen (in England nennt man sie „Lyddit“, in Frankreich „Melinit“ und „Kresylit“, in Österreich „Etrafit“, in Japan „Schimose“) zum Füllen von Brisanzgranaten gedient. Man verwendete sie dabei, um möglichst viel Sprengstoff in den Geschossen unterbringen zu können und so die Sprengwirkung möglichst groß zu machen, teils in gepreßtem, teils in geschmolzenem Zustand und setzte ihr wohl auch noch diesen oder jenen anderen Stoff zu, um ihre ohnedies schon gewaltige Wirkung noch zu erhöhen. Die Haltbarkeit der Pikrinsäure läßt nichts zu wünschen übrig, da sie beliebig lange gelagert werden kann, ohne sich irgendwie zu verändern. Dafür besitzt sie jedoch verschiedene andere unangenehme Eigenschaften, die sie für manche Zwecke unbrauchbar machen. So ist sie z. B. in Wasser löslich und damit für Seeminen und Torpedos, sowie für Unterwassersprengungen nur dann verwendbar, wenn sie in einer wasserdichten Hülle untergebracht ist. Da ein solcher Abschluß in Torpedos und Seeminen schwierig zu bewirken ist, hat man es vorgezogen, auf diesem Gebiet auf ihre Verwendung zu verzichten. Des weiteren greift sie als Säure (wie alle Säuren) Metalle an und bildet mit ihnen Salze. Das wäre an sich nicht besonders schlimm, wenn diese Salze nicht gleichfalls Sprengstoffe und noch dazu so empfindlich wären, daß sie fast schon beim Anfassen explodieren. Dieser Umstand macht es notwendig, die Pikrinsäure vor jeder Berührung mit Metallen sorgfältig zu bewahren. Man kann sie demnach auch nicht ohne weiteres in die Geschossmäntel füllen, sondern muß sie entweder in Sprengladungsbüchsen aus Karton verpacken oder die Geschosse selbst innen mit einer Schutzschicht aus Lack oder Farbe überziehen.

Wären diese Eigenschaften schon geeignet, die Verwendung der Pikrinsäure einzuschränken oder wenigstens zu komplizieren, so trat mit der Vergrößerung der Geschützkaliber in dem im Augenblick des Abschießens auf den Geschosßboden ausgeübten Druck ein neuer Faktor hinzu, der ihre fernere Benutzung als Granatfüllung ausschloß. Der Druck der das Geschosß aus dem Rohre treibenden Pulverladung, der im allgemeinen mit dem Kaliber der Rohre wächst, ist nämlich bei den im letzten Jahrzehnt nacheinander eingeführten Riesengeschützen von 30,5, 34, 38 und 42 cm Seelenweite so groß, daß eine ihm ausgesetzte, mit Pikrinsäure geladene Granate unter seiner

Wirkung schon im Rohre detonieren und dabei das Rohr zerschmettern würde.

Hauptsächlich dieser Umstand veranlaßte im Jahre 1905 verschiedene Staaten, von der Pikrinsäure zum Trinitrotoluol, einem Sprengstoff der gleichen Klasse, überzugehen, den man erhält, wenn man das Toluol, ein Destillationsprodukt des Steinkohlenteers, mit immer stärkerer Salpetersäure behandelt. Das bei diesem Prozeß als Kristallbrei entstehende Trinitrotoluol ist, nachdem man es durch Zentrifugieren von der ihm noch anhaftenden Säure befreit und durch Umkristallisieren gereinigt hat, durchaus lagerbeständig, steht also in dieser Beziehung der Pikrinsäure nicht nach. Seine Sprengwirkung ist allerdings etwas geringer, doch nimmt man diesen Umstand gern mit in Kauf, da man dafür mehrere wesentliche Vorzüge eintauscht, die die Kriegsbrauchbarkeit des neuen Sprengstoffs ungemein erhöhen. Zunächst ist das Trinitrotoluol in Wasser vollkommen unlöslich, auch wird seine Detonationsfähigkeit durch Feuchtigkeit nicht im mindesten eingeschränkt. Infolgedessen ist es zur Füllung von Seeminen und Torpedos, überhaupt zu Unterwassersprengungen, ausgezeichnet geeignet, zumal es die früher auf diesem Gebiete herrschende Schießbaumwolle an Wirksamkeit weit übertrifft. Des weiteren ist es chemisch völlig neutral, geht also mit Metallen keine Verbindung ein und kann daher ohne isolierende Zwischenschichten, wie Papphüllen und dergl., in die Geschosse eingebracht werden. Zum dritten ist es gegen Stoß und Schlag so unempfindlich, daß es selbst in Geschützen größten Kalibers ohne Gefahr einer vorzeitigen Detonation durch den Stoß der Pulvergase auf den Geschosßboden verwendet werden kann.

Dank dieser vorzüglichen Eigenschaften hat das Trinitrotoluol auf dem Gebiet der Sprengmunition schnell den Sieg über seine Rivalen errungen und insbesondere die Pikrinsäure völlig verdrängt. In ihm haben wir den Sprengstoff vor uns, der in den meterlangen Granaten der deutschen Belagerungsgeschütze ganze Forts in Trümmer schlägt. Er lauert als Mine in allen Meeren und sprengt als Torpedo Panzerkreuzer in die Luft. Ohne das Trinitrotoluol wären die Kruppschen Riesenmörser wahrscheinlich niemals geboren worden, denn es hätte an einem genügend wirksamen, rohrfächeren Sprengstoff zur Füllung ihrer Panzergranaten gefehlt.

Und noch einen andern Fortschritt hat das Trinitrotoluol möglich gemacht: die Konstruktion der Einheitsgeschosse, die für den Feldkrieg von hoher Bedeutung sind. Als Einheitsgeschosß

bezeichnet der Artillerist ein Geschöß, das die Eigenschaften des vorzugsweise gegen lebende, ungedeckte Ziele verwendeten Schrapnell's mit denen der Granate, die man hauptsächlich gegen Deckungen aller Art benutzt, miteinander vereinigt und wahlweise als Granate oder Schrapnell benutzt werden kann. Bei diesen Geschößen „werden die Schrapnellkugeln, die sonst in der Geschößhülle durch einen Einguß von Kolophonium oder Schwefel festgelegt sind, in einen brillanten Sprengstoff an Stelle des Kolophoniums gelagert. Dieser Weg konnte erst... beschritten werden, nachdem man im Trinitrotoluol einen Körper gefunden hatte, der dieses Festlegen ermöglicht, ohne eine Quelle der Gefahr für die Bedienung zu bilden. Pikrinsäure ist ausgeschlossen, da sie mit dem Blei außerordentlich leicht detonierende Verbindungen bildet, also sehr gefährlich sein würde.“<sup>2)</sup>

Im großen und ganzen gleichen diese Einheitsgeschöße durchaus den Schrapnell's, nur daß der Geschößmantel etwas dickere Wände besitzt, die Füllkugeln in Trinitrotoluol eingebettet sind und die Zündvorrichtung so eingestellt werden kann, daß das Geschöß entweder nach einer gewissen Flugzeit in der Luft über seinem Ziele explodiert (wie ein Schrapnell) oder erst beim Aufschlag auf den Boden (wie eine Granate). In jenem Fall entzündet die Zündvorrichtung im richtigen Augenblick eine kleine Schwarzpulverladung, deren Explosion die Bleikugeln aus das die Kugeln umhüllende Trinitrotoluol dabei das die Kugeln umhüllende Trinitrotoluol dabei detoniert. Im zweiten Fall löst das Aufschlagen des Geschößes die Detonation der Trinitrotoluolfüllung aus, die den Geschößmantel in Stücke reißt.

Der Vorteil dieser Einheitsgeschöße liegt darin, daß die damit ausgerüsteten Batterien stets für jedes zu bekämpfende Ziel gerüstet sind. Führen sie dagegen die alte Doppelmunition, also Granaten und Schrapnell's, so kann es gelegentlich vorkommen, daß von einer Geschößart zu wenig Munition zur Verfügung steht, daß also der Feind nach deren Verbrauch mit untauglichen Mitteln bekämpft werden muß.

Nachdem wir so die Entwicklung der Treib- und Sprengmittel in großen Zügen kennen gelernt haben, müssen wir uns zum Schluß, — um das Bild vollständig zu machen —, noch kurz nach den Zündmitteln umsehen, jenen Stoff-

fen, die zur Auslösung der Energie der Treib- und Sprengstoffe dienen. Das Schwarzpulver läßt sich bekanntlich schon durch winzige Fünkchen zur Explosion bringen. Bei den modernen Explosivstoffen aber kommt man damit nicht zum Ziel. Hier bedarf es stärkerer Beschöpfung, wenn die gewünschte Wirkung eintreten soll, eben der Benutzung besonderer Zündmittel, unter welcher Sammelbezeichnung man eine Anzahl Explosivstoffe zusammenfaßt, die sich wegen ihrer großen Empfindlichkeit gegen Schlag und Stoß trefflich dazu eignen, die Explosion anderer Sprengstoffe einzuleiten, während sie, da sie ungeheuer rasch detonieren und verhältnismäßig geringe Gasmenge entwickeln, weder als Treib- noch als Sprengmittel benutzt werden können.

In der Kriegstechnik wird als Zündmittel lediglich das in trockenem Zustand gegen Stoß und Schlag außerordentlich empfindliche und auch beim Erwärmen auf 190° detonierende Knallquecksilber benutzt, das man in Form grauwisser Kristalle erhält, wenn man Quecksilber in Salpetersäure löst und diese Lösung mit Alkohol versetzt. Die Entdeckung des Knallquecksilbers geht auf das Jahr 1799 und einen englischen Chemiker namens Howard zurück. Die erste Anwendung des Stoffes als Zündmittel fällt in das Jahr 1815. Bis 1867 wurde jedoch lediglich seine Flamme zur Zündung verwendet, genau wie es noch heute bei den zur Entzündung der Treibmittel dienenden Zündhütchen geschieht. Im Jahre 1867 erkannte dann Nobel, daß sich auch die gewaltige Stoßwirkung des detonierenden Knallquecksilbers als Zündmittel verwerten läßt, nämlich zur Auslösung der Detonation solcher Sprengstoffe, die weder auf gewöhnlichen Stoß oder Schlag noch auf Flammenwirkung reagieren.

Die auf dieser Entdeckung beruhenden, u. a. auch zur Zündung der Pikrinsäure- und Trinitrotoluolladungen nötigen Sprengkapseln stellen sich äußerlich als zylindrische, an einem Ende geschlossene Kupferhülsen von 5—8 mm Durchmesser dar, die je nach der Größe mit 0,3 bis 2 g einer aus Knallquecksilber und Kaliumchlorat bestehenden Mischung gefüllt sind. Das Kaliumchlorat erleichtert die Bearbeitung der Masse und steigert zugleich durch seinen bei der Explosion freiverdenden Sauerstoff die Heftigkeit der Verbrennung. Die Zündung der im Innern der Sprengladung untergebrachten Sprengkapsel wird gewöhnlich durch den Stoß eines im richtigen Augenblick durch irgendeine mechanische Einrichtung vorgegeschickten Schlagbolzens bewirkt. Vielsach wird zwischen Sprengladung

<sup>2)</sup> „Technik des Kriegswesens“ (Die Kultur der Gegenwart, Teil IV, Bd. 12), 1913, Leipzig, B. G. Teubner, S. 353.

und Sprengkapsel noch eine besondere Zündladung eingeschaltet, die aus einem leichter detonierenden Sprengstoff besteht. Diese Einrichtung hat den Zweck, die Sicherheit der Zündung zu erhöhen, da sich die Detonation der Zündladung auf die Sprengladung überträgt, die dadurch einen ungleich heftigeren „Initialimpuls“ erleidet.

Die zur Zündung der Treibmittel benutzten Zündhütchen sind nichts anderes, als kleine Sprengkapseln, die man entweder direkt oder durch besondere Zündschrauben in den Boden der die Treibladung enthaltenden Patrone einsetzt. Zur Füllung wird ein Gemisch von Knallquecksilber, Antimonulfid, Kaliumchlorat und Glaspulver benutzt. Der Zweck des Kaliumchlorats ist uns bereits bekannt. Das leicht brennbare Antimonulfid hat die Aufgabe, die entstehende Zündflamme zu vergrößern, während das scharfkantige Glaspulver die Wirkung des die Zündung auslösenden Schlagbolzens, der

beim Abfeuern des Geschüzes oder Gewehres durch eine Feder vorgeschneilt wird, unterstützt. In neuerer Zeit hat man versucht, an Stelle des Kaliumchlorats, das außer Sauerstoff noch Chlor entwickelt und dadurch ein Rosten der Waffe bewirkt, andere Sauerstoffträger zu benutzen, beispielsweise Barium oder Kaliumnitrat, um so rostfreie Zündhütchen zu erhalten. Diese Versuche sind indessen noch nicht zum Abschluß gelangt.

Damit mag unser Überblick über die Entwicklungsgeschichte der Kriegspulver beendet sein, der trotz seiner Knappheit und Lückenhaftigkeit deutlich zeigt, eine wie wichtige Rolle die Sprengstoffchemie in der Kriegstechnik spielt. Die Sprengstoffchemie hat in unablässiger Arbeit die Grundlagen der modernen Kriegsmittel geschaffen, auf denen die Waffentechnik dann weitergebaut hat. Deshalb gebührt auch den Chemikern Anteil an dem Ruhm, den man heute den kämpfenden Heeren und ihren Führern zollt.

## Die Monitoria-Schiffe.

### Ein neuer Handelsschiffstyp.

Von Dipl.-Ing. W. Kraft.

Mit 2 Abbildungen.

Einer der leitenden Gesichtspunkte des Schiffsbau, der dem Schiff als Wirtschaftsobjekt zwin-  
gend, wenn auch nicht immer klar erkennbar, sein Gepräge aufdrückt, ist das Streben nach möglicher Beschränkung der Wasserverdrängung oder,

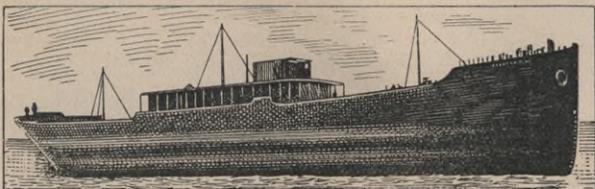


Abb. 1. Monitoriaschiff nach dem Stapellauf; die kräftigen Wülste sind deutlich zu sehen.

was dasselbe sagt, des Gesamtgewichts. Die moderne Entwicklung zum Riesenschneidtdampfer und zum Großkampfschiff steht hierzu nur scheinbar in Widerspruch, denn von einer planmäßigen Beschränkung kann naturgemäß nur im Rahmen eines bestimmten Schiffstyps und unter gegebenen konstruktiven Voraussetzungen die Rede sein. Nehmen wir als Beispiel einen normalen Frachtdampfer von bestimmter Ladefähigkeit und Geschwindigkeit, so hängt dessen wirtschaftlicher Erfolg im wesentlichen davon ab, daß der Konstrukteur es versteht, unter Wahrung der seemannischen Forderungen, guter Seefähigkeit und ausreichender Stabilität folgende Bedingungen in möglichst weitgehendem Maße zu erfüllen:

1. Wahl geeigneter Größenverhältnisse zwecks Beschränkung der Hafengebühren und der son-

stigen, von der Raumgröße abhängigen Gebühren.

2. Sicherung ausreichender Festigkeit ohne unnützen Aufwand an Gewicht und Kosten.

3. Herausbildung günstiger Formverhältnisse zur Beschränkung des Widerstandes und der aufzuwendenden Maschinenleistung.

4. Wahl einer geeigneten Antriebsanlage mit niedrigem Eigengewicht, hoher Wirtschaftlichkeit und ausreichender Betriebssicherheit.

Diese vier Forderungen sind bei modernen Schiffen stets mehr oder weniger erfüllt, am meisten da, wo es sich um einen kostspieligen Sonderbau, wie etwa einen modernen Schnelldampfer, handelt. Am wesentlichsten beeinflussen die Formgebung und die Wahl der geeigneten Antriebsma-

schine das wirtschaftliche Ergebnis. Deshalb ist bei hochwertigen Spezialschiffen die gewählte Konstruktion meist das Ergebnis umfangreicher Vorversuche und eingehender Vergleiche verschiedenartiger Entwürfe. Beim normalen Frachtdampfer, bei dem im allgemeinen ausreichendes Erfahrungsmaterial vorliegt, ist die Entwurfsarbeit erheblich geringer. Von der Bornahme von Modellversuchen zur Bestimmung günstiger Widerstandsverhältnisse kann man hier um so eher absehen, als kleine Änderungen in den Schärfeverhältnissen bei der an sich völligen Bauform auf die Höhe der aufzuwendenden Maschinenleistung

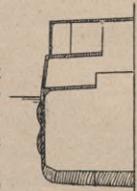


Abb. 2. Monitoriaschiff im Querschnitt; schematisiert.

nur von geringem Einfluß sind. Daß sich indessen auch bei völligen Schiffen mäßiger Größe durch verhältnismäßig geringfügige Veränderungen der Unterwasserform unter Umständen wesentlich günstigere Widerstandsverhältnisse schaffen lassen, das beweist ein neuer, in England ausgebildeter Handelsschiffstyp, der nach den bisher vorliegenden Erfahrungen große wirtschaftliche Bedeutung zu gewinnen scheint.

Die Neukonstruktion baut sich auf Modellschleppversuchen auf, die eine Reihe von Jahren zurückliegen. Diese Versuche sollten zeigen, ob sich die Antriebsverhältnisse durch Anordnung einer kräftigen Rinne in der Schiffseitenwand verbessern ließen. Der leitende Gedanke dabei war der, der Schraube durch die Rinne das Wasser wie durch einen Kanal zuzuführen und so die unnütze Widerstandsvermehrung durch Wellen- und Wirbelbildung möglichst zu verhüten. Wider Erwarten ergaben die Versuche noch viel mehr. Es zeigte sich nämlich, daß nicht nur der Propeller günstiger arbeitete als beim glatten Schiff, sondern daß sich auch der Widerstand des Bootes trotz der vergrößerten Reibungs Oberfläche wesentlich verringert hatte. Dieses Ergebnis war so vielversprechend, daß die praktische Verwertung nicht auf sich warten ließ.

Das erste Schiff, das die neue Unterwasserform erhielt, war der im Auftrag der Ericsson Shipping Co. in Newcastle auf der Werft von Osbourne, Graham u. Co. in Sunderland gebaute Frachtdampfer „Monitoria“, ein Schiff von etwa 4500 t Wasserverdrängung und 10 Knoten Geschwindigkeit, dessen Formgebung für alle später nach dem neuen System gebauten Schiffe typisch geworden ist, so daß man die ganze Gruppe direkt als Monitoria-Schiffe bezeichnet. Das Unterwasserfahrzeug der „Monitoria“ trägt auf jeder Seite zwei zusammen etwa 4 m breite, wellenförmig verlaufende Wülste (vgl. Abb. 1 und 2), die sich nahezu über die ganze Schiffslänge erstrecken. Die Steghöhe der Spanten, gemessen von der Innentante bis zum Scheitelpunkt der beiden Wellen beträgt annähernd  $\frac{1}{2}$  m. Vorn und hinten laufen die beiden Wellen flach aus und gehen an den Enden in die normalen Schiffslinien über.

Die Probefahrten der „Monitoria“ haben die Ergebnisse der Modellversuche in vollem Umfang bestätigt; auch im Dauerbetriebe hat der Dampfer ausgezeichnete wirtschaftliche Erfolge erzielt. Diese günstigen Ergebnisse gaben Veranlassung, die neue Konstruktionsform bei einer größeren Anzahl von Schiffen zur Anwendung zu bringen, die fast alle der Osbourne'schen Werft entstammen. Von wesentlichem Vorteil war es, daß diese Werft, die den Frachtdampferbau als Spezialität pflegt, in der Lage war, den neuen Schiffstyp durch Vergleichsfahrten mit Schwester Schiffen der alten Bauart eingehend zu erproben. Diese bei gleicher Geschwindigkeit vorgenommenen Vergleichsversuche fielen sämtlich zugunsten der Schiffe mit gewellter Außenhaut aus. Zunächst ist die Ladefähigkeit der „Monitoria“-Schiffe infolge der durch die Wülste vergrößerten Wasserverdrängung gut 3 bis 4 Proz. größer. Trotzdem bleibt der vermessene

Raum gleich, da auf der Innentante der Spanten vermessen wird. Infolgedessen haben die „Monitoria“-Schiffe nicht mehr Hafenabgaben usw. zu zahlen, als Schiffe der bisherigen Bauart, trotzdem sie mehr Waren enthalten. Als weiterer Vorteil ist der durch die Verringerung der Maschinenleistung infolge der günstigeren Widerstandsverhältnisse und der besseren Ausnutzung im Propeller erzielte Gewinn zu verzeichnen, der gewöhnlich 8—10 Proz. beträgt und unter günstigen Verhältnissen bis auf 15 Proz. steigen kann. Die hierdurch bewirkte Ersparnis an Kohlen kommt ebenfalls der Vergrößerung der Ladefähigkeit zugute, die sich eventl. noch durch den Einbau einer kleineren und daher billigeren Maschine steigern läßt. Nicht unerheblich ist schließlich die durch die neue Bauweise ermöglichte Material- und Kostenersparnis. Die gewellten Seitenwände geben nämlich einen erheblich festeren Verband als eine glatte Außenhaut, so daß die Querspanten in wesentlich größeren Abständen angeordnet werden können, während die als Längsverband dienenden Seitenstrenger ganz fortfallen. Ist die hierdurch herbeigeführte Erhöhung der Ladefähigkeit auch nicht sehr groß, so fällt sie zusammen mit der Verringerung der Baukosten doch ins Gewicht.

Begegenwärtigen wir uns nun nochmals die einleitend erwähnten vier Hauptgrundsätze, denen ein Schiff, das wirtschaftlich Erfolg haben soll, genügen muß, so sehen wir, daß die neue Schiffsförmigkeit sämtlich in überaus glücklicher Weise miteinander vereinigt. Den gekennzeichneten wirtschaftlichen Vorteilen gesellen sich übrigens noch einige andere zu. So wird die Querstabilität durch den Einbau der Wülste, die bei Neigungen stützend wirken, vergrößert. Auch dämpfen die Wülste etwaige Schlingerbewegungen wirksam ab, so daß von der Anbringung besonderer Schlingerkiele abgesehen werden kann.

Über die Ursache dieser günstigen Wirkungen der neuen Schiffsförmigkeit ist man sich noch nicht im Klaren. Man darf indessen wohl annehmen, daß die günstige Beeinflussung der Wellenform und die Verbesserung der Arbeitsweise des Propellers dabei die Hauptrolle spielen. Ausreichende Grundlagen für die Bemessung der Wülste, deren Form und Größe die Widerstandsverminderung sehr beeinflusst, sind bei dem geringen bisher vorliegenden Erfahrungsmaterial noch nicht vorhanden. Man ist daher auch kaum in der Lage, sich darüber zu äußern, ob sich die neue Schiffsförmigkeit auch für andere Schiffstypen eignet. Anzunehmen ist jedoch, daß der Vorteil der Wülste bei schärfer gebauten Schiffen, also bei schnellen Handelsschiffen und Kriegsschiffen, wenig ins Gewicht fällt, da hier das Hinterschiff mit Rücksicht auf möglichstste Ausnutzung der hohen Maschinenleistung an sich schon so gestaltet ist, daß seine Form die Arbeitsweise der Schraube möglichst begünstigt. Welche Bedeutung die sonstigen Vorteile der gewellten Wände, z. B. ihre günstigen Festigkeitsverhältnisse und ihr dämpfender Einfluß auf die Schlingerbewegungen, für andere Schiffstypen besitzen, läßt sich einstweilen mangels praktischer Erfahrungen nicht sagen. Die bisherigen Erfolge bei Frachtdampfern sichern der neuen Schiffsförmigkeit aber auch ohnedies unser Interesse.