

Wie sich die Physik Gehör verschaffte

Die amerikanischen Physiker engagierten sich im Ersten Weltkrieg mit „praktischer“ Forschung.

Johannes-Geert Hagmann

Auch nach hundert Jahren fehlt vielfach ein klares Bild über die Physik zur Zeit des Ersten Weltkriegs [1]. Dank der vielen erhaltenen Quellen ist die Organisation der physikalischen Forschung in den USA während des Kriegs noch heute gut nachzuvollziehen. Dabei zeigt sich, dass die kriegsbezogenen Aktivitäten amerikanischer Physiker kaum Einfluss auf den Verlauf des Konflikts hatten, der Erste Weltkrieg die Entwicklung und den Stellenwert der Physik in den USA aber sehr erhöhte.

Vier Monate nach Beginn des Ersten Weltkriegs, die USA gehörten noch nicht zu den Kriegsparteien, schrieb der amerikanische Astrophysiker George Ellery Hale an seinen deutschen Kollegen Johannes Stark in Aachen: „I cannot tell you how sincerely I regret that you have been compelled to leave your laboratory and take part in the work of the army. The war is causing appalling losses, and I sympathy most deeply with all who are compelled to bear them. May peace soon be restored, bringing with it the happy life of the past!“¹⁾ Hale, der als Sekretär für Auslandsbeziehungen der National Academy of Sciences der USA eine besonders große Zahl von Kontakten mit anderen Ländern pflegte, war auf Starks Arbeiten zur Aufspaltung von Spektrallinien im statischen elektrischen Feld aufmerksam geworden und suchte nach einem ähnlichen Effekt in der Sonnenatmosphäre. Der Amerikaner bewunderte Starks Ergebnisse und brachte dies nicht nur in Briefen zum Ausdruck: Zweimal, 1914 und 1916, nominierte Hale den deutschen Physiker sogar für den Physik-Nobelpreis.²⁾



Die Mitglieder des Ryerson Physical Laboratory der University of Chicago spielten eine zentrale Rolle bei den wissenschaftlichen Aktivitäten im Ersten

Weltkrieg. Auf diesem Foto vom Juni 1916 sieht man u. a. (erste Reihe von rechts) Robert A. Millikan und Albert A. Michelson.

Hales Wunsch nach der Rückkehr zum „glücklichen Leben aus vergangenen Tagen“ und dem Anknüpfen an wissenschaftliche Beziehungen aus der Vorkriegszeit sollten sich jedoch nicht erfüllen. Trotz der Wahrung der Neutralität durch die Vereinigten Staaten unter der Führung von Präsident Woodrow Wilson bis zum Frühjahr 1917 begannen amerikanische Wissenschaftler und Ingenieure früh damit, nach praktischen Antworten auf die durch den Krieg aufgeworfenen militärischen Probleme zu suchen und den amerikanischen Kriegseintritt vorzubereiten. Hale selbst und seinem wissenschaftlichen Umfeld aus dem Netzwerk der University of Chicago sollte dabei eine tragende Rolle zukommen.

Die wissenschaftlich-technische Mobilisierung der USA erfolgte in

mehreren Anläufen, und verschiedene Expertenkreise wurden zu diesem Zweck ins Leben gerufen. Kurz nach der Versenkung des Passagierschiffs „Lusitania“ durch die Kaiserliche Marine im Mai 1915 mit rund 1200 Todesopfern, darunter 128 US-Amerikaner, unternahm der von der breiten Öffentlichkeit bewunderte Erfinder und Ingenieur Thomas Alva Edison einen Vorstoß, technische Vorbereitungen für die amerikanische Aufrüstung zu treffen und eine experimentelle Einrichtung für die Marine, das Naval Consulting Board, aufzubauen ([2], S. 105). Die Nutzung „kollektiver Intelligenz“ sollte dabei helfen, für neue Entwicklungen die Vorschläge und Erfindungen amerikanischer Zivilisten vom Board auf ihre Umsetzbarkeit zu prüfen und rasch

1) G. E. Hale an J. Stark, 4. Dezember 1914, Staatsbibliothek zu Berlin, Handschriftenabteilung, Nachlass Johannes Stark

2) www.nobelprize.org/nomination/archive/show_people.php?id=8735

Dr. Johannes-Geert Hagmann, Deutsches Museum, Museumsinsel 1, 80538 München



Nur wenige Fotos zeigen Albert Michelson in Uniform. Von 1873 bis 1881 hatte er der Marine angehört, der er weiterhin verbunden blieb und in die er 1918 wieder eintrat.

in Prototypen umzusetzen. Für wissenschaftliche Grundlagenforschung sah Edison hingegen nur wenig Bedarf: Das Board verzichtete bewusst auf die Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen Organisationen und akademischen Forschungsgruppen, denen man mangelnde Praxistauglichkeit bescheinigte. Mehr als 100 000 Vorschläge aus der Öffentlichkeit trafen im Verlaufe des Kriegs ein, von denen die überwiegende Zahl allerdings von geringer Qualität war. So setzte das finanziell hervorragend ausgestattete Consulting Board unter der Leitung Edisons letztlich nur 45 Entwicklungen für die Navy um. Keine dieser Erfindungen sollte eine praktische Bedeutung für die Kriegsführung erlangen ([2], S. 138).

Auch die 1863 auf dem Höhepunkt des amerikanischen Bürgerkriegs als wissenschaftliches Beratungsgremium gegründete National Academy of Sciences trug auf Betreiben Hales dem Präsidenten für den Kriegsfall vorsorglich ihre volle wissenschaftliche Unterstützung an. Im Juni 1916 gründete die Akade-

mie den National Research Council (NRC) mit dem Ziel, sowohl die aus Edisons Sicht unbrauchbare Grundlagenforschung als auch die angewandte Forschung durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Ingenieuren zu Verteidigungszwecken auszubauen. Als Vorbild für die zentrale Form der Koordination diente Hale der Beitrag europäischer Forschungseinrichtungen zur Kriegsarbeit, darunter die Kaiser-Wilhelm-Institute. Hale schwebte für den Council auch eine dauerhafte Rolle in Friedenszeiten vor. Im August 1916 reiste er nach England, um sich vor Ort ein Bild von der Mobilisierung englischer und französischer Wissenschaftler für die Kriegsarbeit zu machen.

Seine Kontakte mit ausländischen Wissenschaftlern nutzte Hale politisch systematisch zur politischen Stärkung des NRC. Im Mai 1917 reiste eine Gruppe britischer und französischer Physiker, darunter Ernest Rutherford, Henri Abraham und Charles Fabry, in die USA, um Erfahrungen über die Organisation der wissenschaftlichen Kriegsarbeit sowie die Frage der U-Boot-Abwehr zu diskutieren. In einem für Hale erstellten Memorandum aus dieser Zeit, das dieser sowohl an den amerikanischen Präsidenten als auch an den Kriegsminister weiterleitete, beschrieb Rutherford den tragischen Tod seines Schülers Henry Moseley als frappierendes Beispiel für den unsinnigen Einsatz von Wissenschaftlern im Krieg. Solche Schicksale wollte Hale durch die Einrichtung von kriegsbezogenen Forschungsgruppen und gezieltes Anwerben von Wissenschaftlern verhindern. Zur Umsetzung dieses Plans benötigte er jedoch die Unterstützung eines Wissenschaftlers mit Führungsqualitäten, die er in der Person des Physikers Robert Andrews Millikan erkannte.

Die „Chicago Connection“

Millikan und Hale kannten sich über die University of Chicago, aus deren Netzwerk besonders viele treibende Kräfte der wissen-

schaftlichen Kriegsarbeit zur Zeit des Ersten Weltkriegs stammten. Beide hatten mit Albert Abraham Michelson, dem Leiter des Ryerson Physical Laboratory und dem ersten amerikanischen Nobelpreisträger, zusammengearbeitet. Sowohl Hale als auch Millikan gaben ihre wissenschaftlichen Tätigkeiten vorübergehend auf, um organisatorisch für den NRC in Washington zu wirken. Hale verließ jedoch im August 1917 Washington, um zumindest zeitweise astronomische Arbeiten im von ihm begründeten Mount Wilson Observatory in Pasadena an der Westküste der USA abzuschließen. Durch Hales Abwesenheit entfiel auf Millikan, den stellvertretenden Vorsitzenden des NRC und Leiter der Untergruppe Physical Sciences, ein Großteil des Tagesgeschäfts des Councils. Seine Forschung an der University of Chicago ließ Millikan dafür weitgehend liegen, obgleich er Kontakt zu seinen Kollegen und Mitarbeitern am Ryerson Physical Laboratory hielt und sich persönlich für ihre Verwendung einsetzte.

Das Labor in Chicago zählte 1916 neben Michelson und Millikan drei weitere jüngere Professoren, einen Dozenten sowie acht Assistenten. Nach und nach zerfiel jedoch das wissenschaftliche Leben im Labor durch die Abberufung von Wissenschaftlern zum Kriegsdienst. Von den Labormitgliedern (Abb. auf S. 43) wurde Henry Gale zum Dienst nach Frankreich versetzt, Carl Kingsley arbeitete mit Millikan im Signal Corps, und Harvey Lemon forschte in der Chemiegruppe des NRC an Gasmasken. Ausländische Mitarbeiter wie Millikans japanischer Assistent Yoshio Ishida verblieben am Institut.³⁾

Eine besonders schwierige persönliche Situation in Chicago erlebte Otto Townsend Koppius. Koppius, ein 1912 eingebürgerter deutscher Einwanderer, sah seine Abstammung als Handicap für sein Leben und das seiner Familie. Er ersuchte Millikan um die Möglichkeit, am Krieg teilzunehmen, idealerweise im Kampfeinsatz, um über jeden Zweifel seine Loyalität beweisen zu können. Millikan hingegen

3) Auf dem Gruppenfoto auf S. 43 sind in der ersten Reihe von links H. Gale, A. Lunn, H. Lemon und C. Kingsley zu sehen. Y. Ishida steht in der zweiten Reihe ganz rechts, Otto Townsend Koppius in der vierten Reihe außen rechts.

legte ihm nahe, im Lehrbetrieb zu bleiben und durch das Unterrichten von Physik seinen Beitrag zu leisten. Indem sie Wissenschaftler gezielt zur Forschung und Ausbildung einberiefen, ersparten Millikan und der Council vermutlich vielen den Tod oder eine Verwundung.

Das Physical Sciences Committee

Die Untergruppe Physik des NRC verfügte über kein eigenes zentrales Labor und war somit auf die aktive Zusammenarbeit mit Industrielaboren, Universitäten sowie militärischen Forschungsstationen angewiesen. Die lange Liste physikalischer Aufgaben, an denen über 50 Wissenschaftler nach klar aufgeteilten Fachgebieten arbeiteten, umfasste unter anderem die kabellose Übertragung von Nachrichten, die Schallortung von Flugzeugen und Geschützen, optische und nicht-optische Signalgebung sowie die Entwicklung von Bordinstrumenten für Flugzeuge.

Angesichts der Angriffe auf Schiffe mit amerikanischen Passagieren stellte das zur damaligen Zeit dringlichste Problem die Entwick-

lung einer Methode zur Ortung von U-Booten dar. Wäre die exakte Position eines Bootes bekannt, so ließe sich dieses mit den damals bereits verfügbaren tiefenregelbaren Wasserbomben bekämpfen. Die untersuchten Detektionsmethoden fallen in zwei Kategorien: passive Detektion mit Mikrofonen und aktive Detektion durch Reflexion von ausgesandten Schallwellen. Obgleich in Nahant in der Nähe von Boston bereits eine Reihe von Ingenieuren des Naval Consulting Boards, darunter Mitarbeiter von AT&T und General Electric unter Leitung des späteren Chemie-Nobelpreisträgers Irving Langmuir, an der Suche nach einer passiven Lösung arbeiteten, suchte Millikan nach einem alternativen Weg. Eine zweite vom NRC eingesetzte physikalisch forschende Gruppe in New London verbesserte aufbauend auf den Erkenntnissen britischer und französischer Wissenschaftler, darunter Rutherford und Fabry, ab Juli 1917 Detektorsysteme für die Unterwasser-Ortung.⁴⁾ Zunächst entwickelten der in Göttingen promovierte Mathematiker Max Mason und seine Kollegen eine Methode, den Schall aus bestimmten Vor-

zugsrichtungen zu fokussieren, um störende Schallquellen aus anderen Richtungen auszublenden. Physikalisch ließe sich dieses Problem durch geometrisch variable Detektorröhren („Multiple Variable Tubes“) lösen (Infokasten). Zusammen mit weiteren Verbesserungen der Methode sollte es jedoch noch bis zum Sommer 1918 dauern, bis die Technik in Großbritannien auf Zerstörern und Jagdschiffen zum Einsatz kam.

Abseits der Arbeit in großen Gruppen und zentral gesteuerter Projekte widmeten sich einzelne Physiker zeitgleich eng umrissenen Beiträgen zur Kriegsforschung, darunter auch Albert A. Michelson. Als Ausnahme unter den amerikanischen Physikern verfügte Michelson sowohl über eine wissenschaftliche als auch eine militärische Ausbildung. Millikan setzte Michelson zunächst als Leiter der U-Boot-Gruppe in New London ein. Allerdings zog sich Michelson schnell aus dieser Verantwortung zurück und widmete sich anderen, für ihn wissenschaftlich naheliegenderen Problemen der Präzisionsmessungen. Für die Navy hatte Michelson bereits 1891 ein erstes

4) Zur Gruppe gehörte als junger Wissenschaftler der spätere Leiter der US-amerikanischen Forschung während des Zweiten Weltkriegs Vannevar Bush.

UNTERWASSERORTUNG

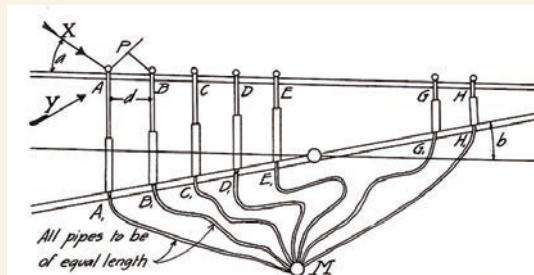


FIG. 1. A DIAGRAMMATIC ILLUSTRATION OF THE HYDROPHONE. It shows the Process by Which the Differences in Time of Arrival of a Sound at Successive Receivers are Compensated by Altering the Length of the Paths from the Receivers to the Ear.

Die ersten Prototypen der „Multiple-Variable Tubes“ zur Unterwasserortung verwendeten Anordnungen aus 30 U-Rohren und Schlitten, wie sie in Posauen zur Variation der Tonhöhe eingesetzt werden (Abb. links). Das Funktionsprinzip ist folgendermaßen:

Mehrere mit Luft gefüllte Röhren A, B, ..., H sind parallel zueinander angeordnet und auf Schlitten montiert (Abb. rechts), sodass sich ihre Gesamtlängen

AA_1, BB_1, \dots, HH_1 durch Drehung der Strecke $A_1-B_1-\dots-H_1$ um den Winkel b variieren lassen. Die Strecken $AA_1M = BB_1M = \dots = HH_1M$ vom Ende der Röhre bis zur Hörstation, in der alle akustischen Signale zusammenlaufen, sind dabei identisch.

Die Weglänge zwischen AA_1 und BB_1 unterscheidet sich um die Strecke $d \sin b$. Trifft Schall aus dem Wasser an die Grenzfläche zu den Röhren A, B, ..., H aus der Richtung X unter dem Winkel

a ein, so sind die Signale aus den unterschiedlichen Röhren in Phase, falls $PB/c_w = (AA_1-BB_1)/c_l$, wobei c_w die Schallgeschwindigkeit in Wasser und c_l die Schallgeschwindigkeit in Luft darstellen. Die Signale sind damit in Phase, wenn $\tan b = \cos a (c_l/c_w)$ gilt, wobei eine weitere Messung zur eindeutigen Unterscheidung der symmetrischen Richtungen X und Y notwendig ist.

5) G. B. Tribble und S. S. Watkins, U.S. Medical Bulletin 13, 48 (1919)

6) C. W. Richardson, Transactions of the 24th Annual Meeting of the American Laryngological, Rhinological and Otolological Society Inc., S. 131 (1918)

Patent für einen optischen Entfernungsmesser erworben. Ab März 1917 entwickelte er seinen Entfernungsmesser weiter, um die bis dahin eingesetzten sperrigen Geräte zu ersetzen. Das Ergebnis muss die Navy sehr zufriedengestellt haben, denn im Sommer 1918 berichtete Hale aus dem Mount Wilson Laboratory, dass seine Werkstatt nun mit der Produktion von 50 Einheiten des neuen Typs beginnen könne.

Wenig erfolgreich blieb ein Projekt in der Akustik, an dem Michelson zusammen mit dem Arzt John Gordon Wilson arbeitete. Der starke Einsatz von Bomben und Granaten in engen Einsatzgebieten und Stellungskriegen sowie von Gasen verletzten in großer Zahl das Gehör von Soldaten.⁵⁾ Michelsons und Wilsons Ziel war es, einen mechanischen Gehörschutz zu entwickeln, der mit Hilfe eines Ventils die Druckwelle von Geschützen und Feuerwaffen dämpfte. Zeitgleich sollte der neue Schutz Sprache im Feld weitgehend ungefiltert passieren lassen.

Aufgrund der niedrig geschätzten Produktionskosten war der erste Entwurf für den neuen Schallschutz durchaus vielversprechend. Tatsächlich zeigte sich jedoch in mehreren Serien von Tierversuchen, dass die präventive Wirkung weit hinter den Erwartungen und hinter anderen Modellen zurückblieb. Für die Armee kam die Entwicklung damit trotz ihrer guten sprachleitenden Eigenschaften und ihres berühmten Schöpfers für den Kriegseinsatz nicht infrage.⁶⁾

Der Krieg als Katalysator

Die drei ausgewählten kriegsbezogenen Forschungsprojekte stehen stellvertretend für eine Vielzahl von neu begonnenen, oft jedoch nur in Teilen erfolgreichen oder nicht abgeschlossenen Projekten der amerikanischen Forschung, von denen keines eine kriegsentscheidende Wirkung ausüben sollte. Zum einen wurden infolge des späten Kriegseintritts viele der Entwicklungen von 1917 an bis zum Ende des Kriegs im November 1918 nicht rechtzeitig beendet oder konnten nicht in größerem Maßstab umgesetzt werden. Zum anderen brachten die Ergebnisse einiger Arbeitsgruppen keine oder nur geringfügige Verbesserungen gegenüber bereits vorhandener Technik. Eine wichtige Erkenntnis war daher die Einsicht, dass die Anwendung neuer Technologien in der Kriegsführung einer ausreichenden Vorlaufzeit bedarf.

Nach dem Waffenstillstand von Compiègne gaben viele der im Krieg mobilisierten Physiker in kürzester Zeit ihre militärischen Forschungsprogramme auf und kehrten an ihre zivilen Arbeitsplätze zurück, darunter auch Millikan, Michelson und Hale. Die Physik hatte den Kriegsverlauf nicht verändert, doch der Krieg deutlichen Einfluss auf die Organisation der Physik in den Vereinigten Staaten in der Nachkriegszeit. So beteiligten sich amerikanische Physiker intensiver in internationalen wissenschaftlichen Komitees und Vereinigungen, die National Academy

of Sciences gewann an Bedeutung, und die institutionelle Forschung wurde gestärkt. Nominierungen von Robert A. Millikan für den Nobelpreis für Physik beriefen sich neben seiner wissenschaftlichen Leistung auch auf seine ausgewiesenen Verdienste um die Organisation der amerikanischen Kriegsarbeit [3].

Das für die amerikanischen Physiker wichtigste Ergebnis fasste Hale unmittelbar nach Ende des Kriegs knapp zusammen: „One of the most notable results of the war is the emphasis that has been laid on the national importance of chemistry and physics.“ Der Krieg hatte als politischer Katalysator für die Physik gewirkt. Die Beteiligung von amerikanischen Physikern an Organisation und Durchführung kriegsrelevanter Forschung förderte den gesellschaftlichen und politischen Durchbruch einer neuen wissenschaftlich-technischen Elite. Die Folgen der verringerten Distanz zwischen Wissenschaft und Militär und die wachsende Verschränkung von wissenschaftlicher, industrieller und militärischer Forschung sollte ihre Folgen in den nachfolgenden Konflikten des 20. Jahrhunderts zeigen.

Danksagung

Ich danke Christian Joas (Kopenhagen) und Arne Schirrmacher (Berlin) für wichtige Anregungen sowie den Archiven von Caltech und der National Academy of Sciences.

Literatur

- [1] A. Schirrmacher, Die Physik im Großen Krieg, Physik Journal, Juli 2014, S. 43
- [2] D. Kevles, The Physicists, Harvard University Press (1995)
- [3] M. Panusch, P. Heering und R. Singh, Interchange 41, 425 (2010)

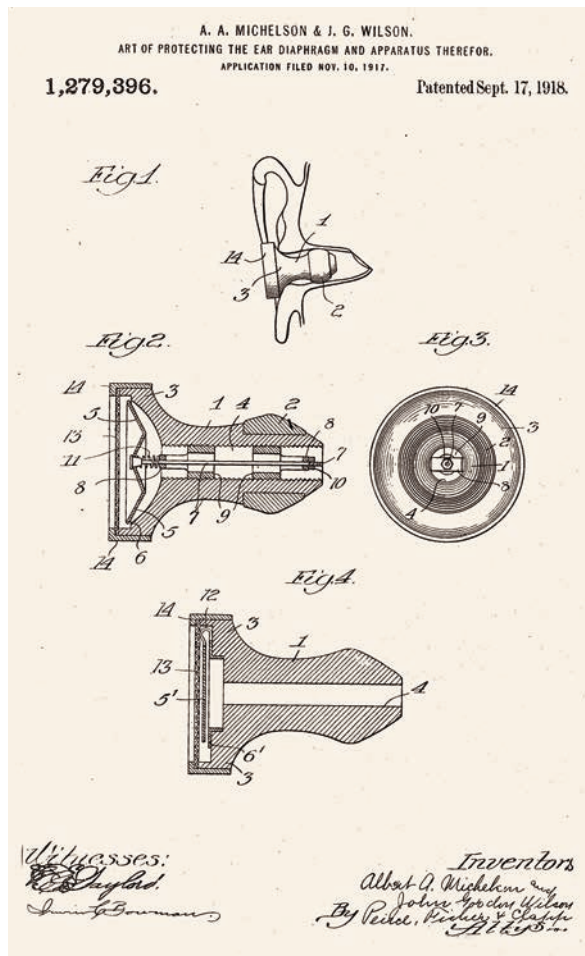


Abb. 3 Der von Albert Michelson mitentwickelte Gehörschutz wurde zwar patentiert, kam aber nicht zum Kriegseinsatz.

DER AUTOR

Johannes-Geert Haggmann (FV Geschichte der Physik, Didaktik der Physik) studierte Physik in Karlsruhe, Lyon und Sapporo. Seit 2009 ist er Kurator für Physik am Deutschen Museum, zurzeit plant er die neue Dauerausstellung des Museums zur klassischen Optik.

