

7. XI. 1932. $\lambda = 150 \text{ m}$

Studies 18

Michael Eckert

21.40

Jonathan Zenneck: Von der Funktechnik zur Ionosphärenforschung

290 km

Höhenmarken,
Abstand 65 km

Mulllinie
(Bodenwelle)

100 km

20.30

Höhenmarken
Abstand 65 km

Mulllinie
(Bodenwelle)

17. XI. 1932.

250 80 150 250 80 150 250 80 150 250

07.45

Deutsches Museum



Jonathan Zenneck: Von der Funktechnik zur Ionosphärenforschung

Deutsches Museum Studies

Herausgegeben von Eva Bunge, Frank Dittmann, Sarah Ehlers, Ulf Hashagen,
Marisa Pamplona, Matthias Röschner, Rudolf Seising

Band 18

Michael Eckert ist Senior Researcher am Forschungsinstitut des Deutschen Museums. Nach dem Studium der Physik (Promotion 1979) machte er die Wissenschafts- und Technikgeschichte zu seinem Hauptberuf. Er ist Autor von Physikerbiografien und Studien zur Geschichte der modernen Physik, von der Quantentheorie bis zur Turbulenzforschung.

Michael Eckert

Jonathan Zenneck:
Von der Funktechnik zur Ionosphärenforschung

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <https://dnb.dnb.de> abrufbar.

Diese Publikation – ausgenommen Zitate und Abbildungen – ist lizenziert unter Creative Commons CC BY-SA 4.0. Siehe Abbildungsverzeichnis für Bildnachweise.

Michael Eckert: »Jonathan Zenneck: Von der Funktechnik zur Ionosphärenforschung«

© Deutsches Museum Verlag, 2026

Alle Rechte vorbehalten

Redaktion: Dorothee Messerschmid-Franzen

Satz, Layout, Umschlaggestaltung: Jutta Esser

Umschlagmotiv: Das Porträt zeigt Jonathan Zenneck, vermutlich kurz nach seiner Berufung 1913 an die Technische Hochschule München. Aufnahme undatiert, Fotograf unbekannt. Wiedergabe mit Erlaubnis des Hochschularchivs der Technischen Universität München; HATUM, FotoB, 0165.

Hintergrund s. Abb. 1, S. 117.

Druck und Bindung: Steinger Druck, Eichenried

ISSN 2365-9149

ISBN 978-3-948808-39-6

URN: nbn:de:bvb:210-dm-studies18-8

Inhalt

- 9 [Prolog](#)

- 13 [Wurzeln](#)
- 13 [Die väterlichen Vorfahren](#)
- 14 [Kindheit und Jugend](#)
- 18 [Studium](#)

- 21 [Lehrjahre bei Ferdinand Braun](#)
- 21 [Aufakt in Straßburg](#)
- 25 [Elektrische Schwingungen](#)
- 29 [Anfänge der drahtlosen Telegrafie](#)
- 31 [Intermezzo in Cuxhaven](#)
- 36 [Zwischen Physik und Technik](#)

- 41 [Die Karriere eines technischen Physikers](#)
- 41 [Dozent in Danzig](#)
- 44 [Braunschweig](#)
- 46 [»Leitfaden der drahtlosen Telegraphie«](#)
- 50 [Zwei Jahre Industrietätigkeit bei der BASF](#)
- 53 [Rückkehr zur Hochschulphysik](#)

- 57 [Probleme der drahtlosen Telegrafie](#)
- 57 [Das Ausbreitungsproblem](#)
- 60 [Sender und Empfänger](#)
- 62 [Elektronenröhren](#)

- 65 [Der Erste Weltkrieg](#)
- 65 [Auf den Kriegsschauplätzen in Belgien](#)
- 70 [Sayville](#)
- 77 [Internierung](#)

- 83 [Physik für Ingenieure](#)
- 83 [Ein schwieriger Neubeginn](#)
- 87 [Die Experimentalvorlesung](#)
- 92 [Reiten, Jagen, Fischen](#)
- 94 [Technische Physik](#)

101 [Von der drahtlosen Telegrafie zur Ionosphärenforschung](#)

101 [Kurze Wellen](#)

104 [Die Entdeckung der Ionosphäre](#)

111 [Echolotungen am Herzogstand](#)

121 [Die Physik der Ionosphäre](#)

125 [Aktivitäten und Funktionen jenseits der Hochschule](#)

125 [»Nichts für die Partei – alles fürs Vaterland«](#)

128 [Technische Bildung](#)

130 [Leiter des Deutschen Museums](#)

136 [Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft](#)

144 [Die deutsche Teilnahme an der Union Radio-Scientifique Internationale \(URSI\)](#)

149 [Im Dienst des Reichsluftfahrtministeriums](#)

155 [Emeritierung mit Aufschub](#)

161 [Der Zweite Weltkrieg](#)

161 [Funkberatung](#)

163 [Die Gründung der Zentralstelle für Ionosphärenforschung](#)

165 [Die Union Radio-Scientifique Internationale im Krieg](#)

170 [Das Nordlichtobservatorium in Tromsø](#)

176 [»Forschung tut not auch im Kriege«](#)

182 [Der 70. Geburtstag](#)

184 [Das Deutsche Museum im Krieg](#)

191 [Die letzten Jahre](#)

191 [Entnazifizierung](#)

196 [Wiederaufbau im Deutschen Museum](#)

199 [Ionosphärenforschung im Umbruch](#)

207 [Späte Erinnerungen](#)

213 [Epilog](#)

218 [Anhang](#)

218 [Literatur](#)

230 [Archive](#)

231 [Abkürzungsverzeichnis](#)

232 [Abbildungsverzeichnis](#)

235 [Personenregister](#)

Prolog

Jonathan Zenneck (1871–1959) hat es vor allem in der Funktechnik zu einigem Ansehen gebracht. Sein »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie« wurde Anfang des 20. Jahrhunderts zum Standardwerk einer neuen Technologie. Zennecks Karriere begann an der Universität Straßburg als Assistent von Ferdinand Braun (1850–1918), der 1909 zusammen mit Guglielmo Marconi (1874–1937) den Physiknobelpreis für die Entwicklung der drahtlosen Telegrafie erhielt. Die weiteren Karrierestationen waren die physikalischen Institute an den Technischen Hochschulen in Braunschweig, Danzig und München. Zenneck wurde von seinen Schülern und Fachkollegen (soweit bekannt durchweg Männer) als Pionier der drahtlosen Telegrafie verehrt, machte sich aber auch auf anderen Gebieten der angewandten Physik einen Namen. In den 1930er Jahren konzentrierte er sein Forschungsinteresse auf die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, die in der oberen Atmosphäre gebeugt und zur Erdoberfläche zurückreflektiert werden. Dies trug ihm auch einen Ruf als Pionier der Ionosphärenforschung ein. Zur Anerkennung in der Forschung kamen bald auch repräsentative Aufgaben außerhalb des Physiklabors. Zenneck amtierte als Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, im Deutschen Museum trat er die Nachfolge Oskar von Millers (1855–1934) an, und dem Reichsluftfahrtministerium im NS-Staat diente er als Experte in Fragen des Flugfunks und der Ionosphärenforschung.

Auch wenn Zenneck nicht wie Braun und Marconi zu den Nobelpreisträgern der Physik zählt, wurden ihm schon zu seinen Lebzeiten zahlreiche Würdigungen zuteil. Nach seinem Tod folgten Nachrufe und posthume Ehrungen. Zenneck erscheint darin als ein produktiver Experimentalphysiker und begnadeter Hochschullehrer, der eine ganze Generation von Hochfrequenzphysikern und -ingenieuren heranzog, und was seine Haltung zu den Zeitläuften angeht, als Wissenschaftler ohne Fehl und Tadel. Diesen Eindruck vermittelt auch Zennecks Autobiografie, die jedoch nur die Zeit bis Mitte der 1920er Jahre abdeckt. Sie wurde nach seinem Tod ohne eine weitere editorische Bearbeitung vom Deutschen Museum als Typoskript publiziert.¹ Auch eine »technisch-wissenschaftliche Biografie« Zennecks, die 1999 am Historischen Institut der Abteilung für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik der Universität Stuttgart als Dissertation vorgelegt wurde, erschöpft sich in einer weitgehend glorifizierenden Lebensbeschreibung.² Sie wurde als »zumeist unkritisch und beschönigend« kritisiert.³ Zennecks Selbstdarstellung sei »auch in Bezug auf den Nationalsozialismus unhinterfragt« übernommen worden, heißt es in einer anderen Studie. Darin wird Zennecks politische Haltung als »grundsätzlich nationalkonservativ bis völkisch nationalistisch« beschrieben.⁴

1 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961.

2 Schmucker, *Jonathan Zenneck*, 1999.

3 Wolff, *Jonathan Zenneck*, 2010, S. 81.

4 Landes, *Pflichterfüllung*, 2017, S. 98.

Persönlichkeiten aus Wissenschaft und Technik zum Gegenstand von Biografien zu machen, ging in der Vergangenheit oft einher mit einer Tendenz zur Hagiografie, in der vorwiegend die großen Leistungen und Errungenschaften herausgeholt und der Nachwelt überliefert wurden. Inzwischen hat sich die wissenschaftliche Biografik jedoch zu einem Genre gemauert, das vor allem auf kontextualisierte Darstellungen Wert legt, die ein breites Spektrum von Aspekten in den Blick nehmen.⁵ Eine günstige Voraussetzung für jegliche historische Forschung liefert ein reichhaltiger Fundus an Quellenmaterial, das im Fall Zennecks hauptsächlich aus seinem umfangreichen, im Archiv des Deutschen Museums aufbewahrten Nachlass besteht. Er umfasst 1242 Mappen, verteilt auf 63 Archivoschachteln, und überdeckt die gesamte Lebensspanne Zennecks – leider weitgehend ohne private Unterlagen. Hinzu kommen Bestände im Archiv der Technischen Universität München und im Verwaltungsarchiv des Deutschen Museums, die vor allem Zennecks Wirken als Physikprofessor an der Technischen Hochschule München und als Vorstand des Deutschen Museums betreffen. Dies ermöglicht einen auf primäre Quellen gestützten Blick auf Zennecks Karriere vom deutschen Kaiserreich über die Weimarer Republik und den Nationalsozialismus bis zur Bundesrepublik und über sein Handeln im Kontext der unterschiedlichen Zeitläufte.

Dennoch erlaubt auch dieses umfangreiche Rohmaterial nur facettenartige Einblicke. So bleibt etwa Zennecks Privatleben weitgehend ausgespart. Bei aller Fülle des erhaltenen Nachlasses bringt das Fehlen privater Briefe die Erfahrung von Archivaren in Erinnerung, dass zumeist nur »übrig bleibt, was übrig bleiben soll«.⁶ Was die wissenschaftlichen Themen angeht, mit denen sich Zenneck beschäftigt hat, so besteht zwar insgesamt an publiziertem und unpubliziertem Material kein Mangel, wohl aber an ausgewogenen wissenschafts- und technikhistorischen Gesamtdarstellungen, die als Orientierung durch unüberschaubare Forschungen dienen könnten. Die Hochfrequenztechnik erscheint aus heutiger Sicht als Ingenieurfach, die Ionosphärenforschung wird der Geophysik zugerechnet. Zu Zennecks Zeiten handelte es sich dabei jedoch um Forschungsfelder, deren disziplinäre Zuordnung noch im Fluss war.⁷ Außerdem sorgten wie bei anderen anwendungsnahen Forschungen die Interessen von Industriefirmen, Staat und Militär dafür, dass die Entwicklung auf diesen Gebieten nicht nur einer technik- und wissenschaftsimmanenten Logik folgte. Eine Persönlichkeit wie Zenneck, dessen Karriere von der Funktechnik zur Ionosphärenforschung führte, lässt sich wohl am ehesten mit dem Begriff einer »scientific persona«⁸ fassen, bei der sich das Allgemeine einer wissenschaftlichen Disziplin in Gestalt einer individuellen Karriere manifestiert. Zenneck verkörpert als »scientific persona« den technischen Physiker, der in seinem Wirken die ganze Vielfalt sichtbar werden lässt, die dieses Fach ausmachen kann. Dennoch muss selbst eine vorwiegend auf die berufliche Karriere ausgerichtete Biografie in mancher Hinsicht Stückwerk

5 Forstner/Walker, *Biographies*, 2020.

6 Füßl, *Konstruktion*, 2014.

7 Eckert, Jonathan Zenneck, 2024.

8 Daston/Sibum, *Introduction*, 2003.

bleiben; sie kann nicht allen Verästelungen nachgehen, die sich aus dem Geflecht anwendungsorientierter Forschungen ergeben.

Ich danke allen, die mir bei diesem Stückwerk geholfen haben: an erster Stelle dem Personal verschiedener Archive, besonders vom Archiv des Deutschen Museums, wo ich den Nachlass Zennecks und zahlreiche Akten aus dem Verwaltungsarchiv des Deutschen Museums sowie andere relevante Materialien einsehen konnte. Last but not least danke ich Stefan Wolff, der mit seiner Zenneck-Forschung den Boden für diese Biografie vorbereitet hat, und den Kolleginnen und Kollegen in der Bibliothek und im Forschungsinstitut des Deutschen Museums, wo ein produktives Umfeld für wissenschafts- und technikhistorisches Arbeiten herrscht, von dem ich auch als »Senior Researcher« profitieren durfte.

Wurzeln

Jonathan Zenneck wurde am 15. April 1871 geboren – in eine Welt, die sich im Aufbruch fühlte. Drei Monate zuvor hatte sich der preußische König Wilhelm I. (1797–1888) in Versailles zum deutschen Kaiser künden lassen. Die Jahre nach der deutschen Reichsgründung markierten den Beginn einer dynamischen gesellschaftlichen Entwicklung mit einer wachsenden Bedeutung des Bildungsbürgertums und einer rasanten Expansion akademischer und technischer Lehr- und Forschungseinrichtungen als Nährboden für die Hochindustrialisierung des Landes.¹ 1890, als der 19jährige Zenneck sein Studium begann, sprach man auch schon von »Großwissenschaft«.² In Württemberg, wo Zenneck seine Wurzeln hatte, wurden die im Kaiserreich herrschenden Tendenzen von landesspezifischen Traditionen überlagert.³ Von der Erhebung zum Königreich durch Napoleon im Jahr 1806 bis zum Ende des Ersten Weltkriegs 1918 gab das traditionell protestantische »Haus Württemberg« in enger Verbindung mit der evangelischen Landeskirche den Ton an. Die Elite des Landes wurde wie der Student Zenneck in evangelischen Seminaren wie in Maulbronn und dem Tübinger Stift ausgebildet und war Mitglied der evangelischen »Königsgesellschaft« Roigel, einer Tübinger Burschenschaft, die wie keine andere nationale Gesinnung mit württembergischem Traditionsbewusstsein verband.⁴

Die väterlichen Vorfahren

Jonathan war das älteste von sechs Kindern. Sein Vater, Emil Adolf Wilhelm Zenneck (1841–1920), war evangelischer Pfarrverweser in oft wechselnden Orten auf der Schwäbischen Alb, seine Mutter Julie, geb. Tritschler (1847–1922) war die Tochter eines Kaufmanns aus Maulbronn. Für die Eltern war es bei dem häufigen Umzug in neue Pfarreien nicht einfach, den sechs Kindern eine gute Ausbildung zu ermöglichen. Dennoch sorgten sie dafür, dass etwas »aus den Kindern geworden ist«, wie Jonathan Zenneck in seinen »Erinnerungen« durch Aufzählen ihrer späteren Berufe hervorhob: Seine Schwester Lydia (1872–?) wurde technische Assistentin am parasitologischen Institut der Universität Bonn; sein Bruder Hans (1873–1920) Stabsingenieur bei der Kriegsmarine, sein Bruder Gotthilf (1875–1912) praktischer Arzt und sein Bruder Gotthold (1877–1937) Oberingenieur bei Siemens & Halske.⁵ Zenneck zeigte auch ein ausgeprägtes Bewusstsein um die Herkunft der Familie. Er führte die väterlichen Wurzeln im Familienstammbaum – über die Vorfahren der Mutter stellte er keine Nachforschungen an – bis zu einem im Jahr 1397 urkundlich genannten Vorfahren namens »Chunez von Zempnig« zurück. Ein entfernter Verwandter aus Klagenfurt, Emerich Zennegg von und zu Scharffenstein

1 Wehler, Gesellschaftsgeschichte, 1995, S. 489–491, 730–750.

2 Jaraus, Frequenz, 2012, S. 192.

3 Sauer, Württemberg, 2011.

4 Biastoch, Studenten, 1996.

5 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 8.

(1880–1948), unternahm in den 1920er Jahren eine an Gründlichkeit kaum zu überbietende Familienforschung.⁶ Eine erste Mitteilung an seine »reichsdeutschen Vetter« bestand darin, dass ihre Vorfahren als »eifrige Protestanten« im katholischen Österreich um 1600 den Anfeindungen der Gegenreformation ausgesetzt waren⁷ und einen von ihnen 1606 zur Auswanderung nach Nürnberg veranlasste. Dessen Sohn, Georg Philipp Zenneck (1628–1688), siedelte 1650 in das Herzogtum Württemberg über, wo er Lehrer in Sindelfingen, Stuttgart und Möckmühl wurde.⁸ Eine Reihe von Jonathan Zennecks Vorfahren aus der väterlichen Linie machten sich in Württemberg als evangelische Pfarrer einen Namen: Georg Christoph Zennegg (1652–1724), Pfarrer in Neidlingen; Philipp Jakob Zenneck (1709–1795), Pfarrer in Weil im Schönbuch; Ludwig Gottfried Zenneck (1775–1830), Pfarrer in Talheim und Heumaden; Adolf Zenneck (1808–1868), Jonathans Großvater, »Zuchthausgeistlicher« in Gotteszell bei Gmünd und Pfarrer in Täferrod; und schließlich Jonathans bereits erwähnter Vater, Emil Adolf Wilhelm Zenneck, Pfarrer in Ruppertshofen, Wipplingen und Satteldorf.⁹

Kindheit und Jugend

Jonathan kam in Ruppertshofen zur Welt. Der Vorname Jonathan taucht im Familienstammbaum nicht auf, er rührte von einem Studienfreund seines Vaters her. Als zweiten und dritten Vornamen gaben ihm die Eltern zum Andenken an seine Großväter die Namen Adolf und Wilhelm.¹⁰ In seinen »Erinnerungen« widmete Zenneck der frühen Kindheit breiten Raum. In Ruppertshofen, einem kleinen Dorf auf der Schwäbischen Alb, hatte sein Vater als »Pfarrverweser« sein Amt nicht nur vor Ort, sondern auch in den ringsum verstreuten Dörfern auszuüben. Dazu legte er sich ein Pferd zu, wie Zenneck in seinen »Erinnerungen« berichtet, weil so auch »der kleine Jonathan erste Bekanntschaft mit dem Reiten gemacht« hat. In den späteren Erzählungen seiner Eltern sei oft von seinen ersten Reitkünsten »auf dem Sattelknopf vor meinem Vater« die Rede gewesen. »Da ich erst 1½ Jahre alt war, als wir Ruppertshofen verließen, kann ich mich natürlich nicht mehr daran erinnern.« Die Stellung des Vaters als Pfarrverweser gegenüber einem »richtigen Pfarrer« verglich Zenneck mit der eines außerordentlichen Professors an einer Universität zu einem ordentlichen Professor, »er hat ungefähr dieselbe Arbeit, bekommt

⁶ Scharffenstein, Beiträge, 1927, S. 101–106 und S. 118–127, in DMA, NL 053/0038. Siehe dazu auch Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 26–31.

⁷ Zur Gegenreformation in Österreich siehe Reingrabner, Protestanten, 1981.

⁸ Zennegg von und zu Scharffenstein, Beiträge, 1927, S. 120. Diese Informationen entnahm der Ahnenforscher einer Niederschrift »in den Familienpapieren des Herrn Geheimen Regierungsrates und ordentlichen Professors der Technischen Hochschule in München, Dr. Jonathan Zenneck«, die jedoch nicht im Nachlass Zennecks im Deutschen Museum erhalten ist.

⁹ Zennegg von und zu Scharffenstein, Beiträge, 1927, S. 118–127. Siehe dazu auch Zennecks eigene Liste in Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 1. Zur Ahnenforschung Zennecks siehe auch seinen Briefwechsel mit Emerich Zennegg in DMA, NL 053/0029.

¹⁰ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 1.

dafür aber ein geringeres Einkommen.« Damit ging es in dem binnen weniger Jahre auf acht Köpfe angewachsenen Pfarrhaushalt, soweit sich Jonathan zurückerinnerte, immer »ziemlich bescheiden« zu. Nach Ruppertshofen war Wippingen, ein Dorf am südlichen Rand der Schwäbischen Alb unweit von Ulm, der nächste Standort des Pfarrverwesers. Hier, in der Dorfschule von Wippingen, begann Zennecks Schulausbildung. Es stellte sich aber schon nach kurzer Zeit heraus, dass er alle Voraussetzungen für eine höhere Schulbildung mitbrachte. Die Eltern gaben ihren Sprössling deshalb in die Obhut von Bekannten in Tübingen, wo er das Gymnasium besuchen konnte. Nach einem weiteren Familienumzug nach Satteldorf im Jahr 1882 konnte er den Schulbesuch wieder von zuhause aus fortsetzen. Der vier Kilometer lange Weg zur Lateinschule in Crailsheim, den Jonathan dort mit seinen Brüdern und anderen Jungen aus dem Dorf jeden Tag zurücklegen musste, sorgte für lange Schultage. Der Unterricht begann im Sommer um 7 Uhr, im Winter um 8 Uhr, und dauerte an manchen Tagen bis 5 Uhr abends. Im Winter brachen die Kinder noch in der Dunkelheit zu Hause auf und kamen erst zurück, als es wieder dunkel wurde. »Besonders schlimm war die Zeit im frühen Frühling und im späten Herbst mit ihren Schnee- und Regenstürmen [...]. Mäntel haben wir nie gehabt und einen Schirm konnte man bei dem starken Sturm nicht verwenden, man blieb also den ganzen Tag in nassen Kleidern und Schuhen.«¹¹

Mit dem bescheidenen Gehalt eines Pfarrverwesers allein hätten die Eltern ihren Kindern kaum eine höhere Schulbildung ermöglichen können, deshalb hätten sie im Pfarrhaus zahlenden »Pensionären« aus dem Ausland die Möglichkeit geboten, Deutsch zu lernen und sich in einem Lesezirkel mit der deutschen Literatur vertraut zu machen. Meist handelte es sich um Studenten, die nur für einen Sommer kamen und im Pfarrhaushalt für einen abwechslungsreichen Alltag sorgten. Mit einigen von ihnen entstand so eine langjährige Bekanntschaft. »Er war auch bei meinen Eltern und meinen Geschwistern wegen seines freundlichen Wesens sehr beliebt«, erinnerte sich Zenneck an Joseph Ernest Petavel (1873–1936), der später als »Sir« geadelt und Präsident des National Physical Laboratory in England wurde. »Er hatte damals eines von den Zweirädern bei sich, die damals noch ziemlich neu waren und keine Luftschräume sondern Gummireifen besaßen, so dass das Fahren darauf, zumal bei schlechter Straße kein reines Vergnügen war. Trotzdem hat er verhältnismäßig große Touren gemacht. Außerdem hat er mir damals das Fahren auf seinem Rade beigebracht, ohne dass weder sein Rad noch ich dabei ernsthaft Schaden genommen haben.«¹²

Eine weitere Besonderheit des Zenneck'schen Pfarrhaushalts war ein als »Menagerie« bezeichneter Privatzoos, der neben gewöhnlichen Haustieren wie einem Hund, zu unterschiedlichen Zeiten auch zwei Dohlen, eine Rabenkrähe, zwei Eichhörnchen, einen Fuchs, acht Rehe, einen Papagei und drei Affen beherbergte. Die Rabenkrähe machte mit ihren Streichen die Menagerie weit über Satteldorf hinaus bekannt. Einmal hielt ihr ein Pensionär aus Frankreich ein goldenes 20-Franc-Stück vor den Schnabel, zog es aber

11 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 2–16.

12 Zenneck an Robert Robertson, 3. April 1937. DMA, NL 053/1073.

immer rechtzeitig wieder weg, bevor es die Rabenkrähe erreichen konnte. Dann verlor sie – anscheinend – das Interesse daran, um es später dem Pensionär aus der Hand zu reißen, als der für einen Moment nicht mehr darauf achtete.¹³

Mit solchen Erinnerungen vermittelte Zenneck den Eindruck, er und seine Geschwister hätten trotz der Geldnöte der Eltern eine unbeschwertere Kindheit und Jugend erlebt. »Satteldorf bleibt ja für meine Geschwister und mich immer die Stätte, an der wir unsere Jugend, und zwar eine besonders schöne Jugend, verlebt haben«, schrieb er viele Jahre später an den Bürgermeister von Satteldorf, der ihm ein Glückwunschsreiben zu seinem 65. Geburtstag übersandt hatte.¹⁴ An manchen Stellen in den »Erinnerungen« ahnt man jedoch zwischen den Zeilen, dass die Verhältnisse im Pfarrhaushalt nicht ganz so glücklich waren, wie er den Bürgermeister von Satteldorf Glauben machen wollte. »Ich weiß nicht, wie meine Eltern mit uns hätten zurecht kommen können, wenn jedes von uns seinen eigenen Willen hätte durchsetzen können«, so umschrieb er an einer Stelle die als »stramm« bezeichnete Erziehung.¹⁵ Vielleicht dachte er dabei an seinen Bruder Gotthilf, der ihm einmal gestand, wie unverstanden er sich von den Eltern fühlte. »Ich habe gesehen, dass ich nicht mehr recht in mein elterliches Haus passe«, schrieb er Jonathan, »ich will den Frieden, den wir brauchen, erhalten dadurch, dass ich fern bleibe, ich will Eure Fröhlichkeit nicht stören [...] vielleicht kannst Du den I. Eltern mit der Zeit etwas mehr Verständnis für mein Denken und Handeln beibringen [...] Lasst mir, bitte solange meine Einsamkeit, als ich es wünsche [...] betrachtet mich als Kranken, der Ruhe will und dem man sie lassen soll, aber tut mir den Gefallen, seid gerecht in Eurem Urteil, auch wenn ich Euch nicht höre.«¹⁶

Bald nach dem Umzug nach Satteldorf stellten die Eltern für Jonathan die Weichen in Richtung einer theologischen Weiterbildung. Die erste Etappe auf diesem Weg war das Studium in einem evangelisch-theologischen Seminar. Pfarrer, Lehrer und andere, die ihren Beruf auf dem Land ausübten, konnten ihren Söhnen ein Studium mit kostenloser Unterbringung in einem solchen Seminar ermöglichen, wenn sie ihre Eignung durch Bestehen eines »Landexamens« unter Beweis stellen konnten. In seinen »Erinnerungen« erweckte Zenneck den Eindruck, dass er sich nur den Eltern zuliebe dieser Prüfung gestellt und die Vorbereitung darauf auf die leichte Schulter genommen habe. Als die Nachricht kam, dass er bestanden hatte, seien seine Eltern »ungeheuer erfreut« gewesen, »ich hauptsächlich erstaunt«. Richtig gefreut habe er sich erst, als ihm die Eltern dafür einen lange gehegten Wunsch erfüllten und ihm ein Gewehr schenkten. »Ich habe damit nicht nur die Spatzen des Dorfes – meist fachmännisch beraten durch den »Polizeidiener« des Dorfes – gehörig dezimiert, sondern auch meinen ersten Hasen, das erste Rebhuhn und den ersten Fischreier und eine große Zahl von Fischen geschossen.«¹⁷ Das Schießen und die Jagd wurden zu seiner großen Leidenschaft.

13 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 21.

14 Zenneck an den Bürgermeister der Gemeinde Satteldorf, 16. April 1936. DMA, NL 053/0006.

15 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 9.

16 Gotthilf an Jonathan, 26. November 1906. DMA, NL 053/0003. Der Grund für das Zerwürfnis geht aus dem Briefwechsel nicht hervor.

17 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 29.



Abb. 1 Im Seminar des säkularisierten Zisterzienserklosters Maulbronn verbrachte Zenneck von 1885 bis 1887 zwei Jahre seiner Gymnasialausbildung. Aufnahme von 2009.

Mit dem Besuch des evangelischen Seminars in Maulbronn, das in einer mittelalterlichen Klosteranlage untergebracht war, trat Zenneck in die Fußstapfen seiner väterlichen Vorfahren, von denen sich einer durch Einritzen seines Namens in einem Fensterrahmen verewigt hatte. Das Seminar war 1556 gegründet worden und besteht noch heute. »Zahllose Maulbronner Seminaristen haben das Land über die Jahrhunderte geistig und geistlich maßgeblich geprägt«, heißt es in der Selbstdarstellung des heute als Gymnasium mit Internat geführten Seminars.¹⁸ Genau hundert Jahre vor Zenneck hatte Friedrich Hölderlin (1770–1843) das Seminar absolviert – oder besser durchlitten, angesichts der klösterlichen Enge und strengen Erziehungsmaßnahmen.¹⁹ Zenneck beschrieb das Internatsleben im Maulbronner Seminar in seinen »Erinnerungen« dagegen als »ziemlich ungebunden [...]«. Es war im allgemeinen ein fröhliches und sorgloses Leben.« Er empfand auch das enge Zusammensein der Seminaristen und den damit einhergehenden Korpsgeist unter den Stubengenossen als eine positive Erfahrung für das spätere Leben. Ansonsten standen Sport, Musik und Kunst bei den Seminaristen hoch im Kurs. Zenneck spielte Klavier, Flöte und Violine »für bescheidene Ansprüche«; einen Großteil seiner Freizeit verbrachte er mit Zeichnen und Malen.²⁰ Er teilte jedenfalls in keiner Weise die Erfahrung von Hermann Hesse (1877–1962), der kurz nach ihm im September 1891 als Seminarist nach Maulbronn kam und in seiner Erzählung »Unterm Rad« das Erwachsenwerden unter den dortigen Umständen als Tortur darstellte.²¹

¹⁸ <https://www.seminar-maulbronn.de/kloster/geschichte/> (9. Februar 2025).

¹⁹ Doering, Hölderlin, 2022, Kap. VI.

²⁰ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 30–36.

²¹ Hesse, Unterm Rad, 2003. Siehe auch <https://www.kloster-maulbronn.de/wissenswert-amuesant/persoenlichkeiten/hermann-hesse> (9. Februar 2025).

Der Unterrichtsstoff des Maulbronner Seminars entsprach weitgehend dem der Mittelstufe eines humanistischen Gymnasiums. Er umfasste die Fächer Latein, Griechisch, Hebräisch, Französisch, Deutsch, Religion, Geschichte, Geografie, Mathematik, Gesang, Instrumentalmusik, Zeichnen und Turnen.²² Nach zwei Jahren stand für die Seminaristen aus Zennecks Jahrgang ein Umzug nach Blaubeuren an, wo sie die höheren Gymnasialklassen absolvierten und sich auf den sogenannten »Konkurs« vorbereiteten, eine dem Abitur entsprechende Abschlussprüfung, die ihnen das Tor zum universitären Theologiestudium im Tübinger »Stift« öffnen würde. Zu den Unterrichtsfächern kamen nun auch noch Physik, Philosophie und Altertümer hinzu.²³ Er habe sich besonders für Mathematik, Geometrie und Physik begeistert und auch gerne das »physikalische Instrumentarium« des Seminars repariert, das er als »äußerst bescheiden« einstuft, so beschrieb Zenneck in den »Erinnerungen« seine in Blaubeuren hervortretenden fachlichen Neigungen. Für Sprachen habe er sich ebenfalls sehr interessiert »und darin auch gut abgeschnitten«. Geschichte sei ihm dagegen »ein Gräuel« gewesen, weil ihm das Auswendiglernen von Jahreszahlen, das die Lehrer im Geschichtsunterricht für notwendig erachteten, »durchaus zuwider« war. Was den Beruf des evangelischen Pfarrers anging, der ihn nach bestandem »Konkurs« und anschließendem Theologiestudium im Tübinger »Stift« erwartet hätte, scheint er sich spätestens in Blaubeuren darüber klargeworden zu sein, dass er für diesen nicht geeignet war. Er sah sich zu diesem Weg aber auch nicht gezwungen, denn es gab damals bei evangelischen Pfarrern in Württemberg keinen Mangel an Nachwuchs, während an Gymnasiallehrern ein großer Bedarf bestand. Den Seminaristen wurde deshalb auch das Studium anderer Fächer gestattet. »Bedingung war nur, dass man das Lehramtsexamen machte und sich in Württemberg anstellen ließ.«²⁴

Studium

Im Unterschied zu einem gewöhnlichen Universitätsstudium war das Studentenleben der »Stiftler« stärker reglementiert, es ähnelte dem in einem Internat.²⁵ Die Stiftler verband ein Zusammengehörigkeitsgefühl, das durch die wie selbstverständlich erwartete Mitgliedschaft in einer »Korporation« noch weiter verstärkt wurde. Zenneck schloss sich der »Königsgesellschaft« Roigel an, benannt nach dem französischen Wort »Roi« für König.²⁶ Er habe sich dort »sehr wohl« gefühlt und »gehörig mitgemacht«, schrieb Zenneck in seinen »Erinnerungen«, wo er diesem Aspekt seines Studentenlebens mehrere Seiten widmete. Dazu gehörten auch burschenschaftliche Rituale wie Fechten und Kneipen. »Ich war 4 Semester lang Fechtwart und zweimal Präsidium (Erstchargierter) und habe bei dieser Gelegenheit eine Menge gelernt, was mir in meinem späteren Leben

22 Programm, Seminar Maulbronn, 1887, S. 42–45.

23 Programm, Seminar Blaubeuren, 1889, S. 6–9.

24 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 39–40.

25 Leube, Stift, 1954.

26 Biastoch, Studenten, 1996; Roth, Königsgesellschaft, 1990.

von Nutzen war.«²⁷ Das Studium selbst fand an der Eberhard Karls Universität Tübingen statt, mit der das Stift eng verbunden war.²⁸ Für die Stifter war in den ersten drei Semestern der Besuch von Philosophievorlesungen obligatorisch, die bei Zenneck jedoch wenig Anklang fanden. Später habe er immer wieder zu philosophischen Schriften gegriffen »in der Hoffnung, meinen jugendlichen Eindruck korrigieren zu können. Der Erfolg war immer ein negativer.«²⁹ Die weitere Auswahl der Vorlesungen wurde durch die Prüfungsordnung für das höhere Lehramt in Württemberg diktiert und war auf eine sehr breite Bildung der angehenden Gymnasiallehrer angelegt. Die von Zenneck gewählte Fächerverbindung, Mathematik und Naturwissenschaften, beinhaltete neben Physik auch Vorlesungen in Zoologie, Botanik und Mineralogie. Dazu mussten alle Lehramtskandidaten nach vier Semestern Sprachkenntnisse in Französisch und Englisch nachweisen und eine Prüfung in deutscher Literaturgeschichte und in Mittelhochdeutsch ablegen. Das Studium der Kernfächer Mathematik und Physik wurde in Übungen vertieft, in denen, ebenso wie bei der abschließenden Lehramtsprüfung, konkrete Aufgaben gelöst werden mussten.³⁰

Nach einem Studium von neun Semestern absolvierte Zenneck im Mai 1894 den ersten Teil des Lehramtsexamens, der aus schriftlichen Prüfungen bestand und sich zwei Wochen lang hinzog. Gleichzeitig fertigte er noch eine Doktorarbeit an, was für Studierende an der naturwissenschaftlichen Fakultät nicht ungewöhnlich und ohne einen übermäßigen zusätzlichen Zeitaufwand möglich war.³¹ Sein Doktorvater war Theodor Eimer (1843–1898), der das zoologische Institut der Universität von 1876 bis zu seinem Tod 1898 »mit aller Kraft« modernisiert hatte und, wie sein Nachfolger hervorhob, »vor allem auch ausreichende Gelegenheit zu wissenschaftlicher Arbeit für Studenten« schuf.³² Im Unterschied zu der als Strapaze empfundenen Lehramtsprüfung (»schon eine körperliche Anstrengung«) hatte die mündliche Doktorprüfung »so ziemlich den Charakter einer gemütlichen Unterhaltung, da mich ja dieselben Professoren eine Woche vorher in denselben Fächern geprüft hatten.«³³ Das Thema der Doktorarbeit hatte ihm Eimer aus seinem langjährigen Forschungsfeld, der Entwicklungsbiologie, gestellt. Anders als Charles Darwin (1809–1882) wollte Eimer die Entwicklung neuer Merkmale physiologisch-chemisch und nicht evolutionär durch Anpassung und Selektion verstanden wissen. Dafür glaubte er in der Pigmentierung von Eidechsen erste Hinweise gefunden zu haben.³⁴ Zenneck sollte einen Beitrag zu dieser Forschung liefern und untersuchen, wie es zu der Pigmentierung auf der Haut von Schlangen mit ihren charakteristischen Mustern kam. Mit seiner Doktorarbeit über »Die Anlage der Zeichnung und deren

27 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 54–61, hier S. 57.

28 Paletschek, *Erfindung*, 2001.

29 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 43.

30 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 47.

31 Paletschek, *Erfindung*, 2001, S. 404–405.

32 Blochmann, *Institut*, 1927, S. 40.

33 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 61.

34 Uschmann, Eimer, 1959.

physiologische Ursachen bei Ringelnatterembryonen« bewies Zenneck zwar einen virtuosen Umgang mit der für Biologen unerlässlichen Technik des Mikroskopierens und der genauen zeichnerischen Wiedergabe aufgefundenener Muster; aber was die eigentliche Frage nach deren Entwicklungsgeschichte anging, konnte er keine entscheidenden Ergebnisse erzielen.³⁵ Dennoch war für Eimer klar, dass Zenneck damit seine vollwertige Eignung als Zoologe unter Beweis gestellt hatte.³⁶

Kurz nach dem bravourös bestandenen Doktorexamen begab sich Zenneck nach London, wo ihm dank eines Stipendiums ein dreimonatiger Aufenthalt am Natural History Museum bewilligt worden war. Er wollte »im Sinne Eimers« die Sammlung von Schlangen untersuchen, die dort in einer schier unermesslichen Zahl von Glaszylindern in Alkohol konserviert waren. »Mein Plan war, die Frage, ob die Gesetzmäßigkeiten der Zeichnung sich auch bei einer großen Gruppe von Schlangen bestätigt [sic], an den Nattern (Colubridae) zu untersuchen, zu denen eine besonders große Zahl von Arten gehört.«³⁷ Die Fülle des Materials, das er während seines Londoner Aufenthalts untersuchen konnte, war überwältigend. Daher war an eine Auswertung und Veröffentlichung vor Ableistung des Militärdienstes nicht zu denken, den Zenneck am 1. Oktober 1894 als »Einjährig Freiwilliger« bei der Marine in Kiel antrat.³⁸ Für die Ausarbeitung nutzte er einen Teil seiner Dienstzeit, die er nach dem letzten Jahr seines Studiums und den unter Zeitdruck vorgenommenen Untersuchungen im Londoner Naturkundemuseum »als eine wohltuende Erholung« empfand. »Ich gab mir alle Mühe, ein ordentlicher Soldat zu werden, nahm aber im übrigen die Sache nicht zu tragisch.«³⁹ Trotzdem verzögerte sich die Fertigstellung und Veröffentlichung der Londoner Untersuchung bis ins Jahr 1898. Das Ergebnis war ein Werk von beinahe vierhundert Seiten Umfang über »Die Zeichnung der Boiden«, das mit zahlreichen kolorierten Abbildungen von Schlangenhautmustern auch Zennecks zeichnerische Begabung und seinen Sinn für detailgetreue Wiedergabe bewies, das für die weitere Entwicklung der Zoologie jedoch ohne Bedeutung bleiben sollte.⁴⁰

35 Zenneck, Anlage, 1894, S. 31–32.

36 Promotionsakt mit Eimers Votum an die naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Tübingen vom 8. Mai 1894, UAT 136/16, abgedruckt in Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 49–50.

37 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 64.

38 Das »Einjährig Freiwillige« bot Wehrpflichtigen mit einem höheren Schulabschluss die Möglichkeit, ihren Wehrdienst bei einem Truppenteil ihrer Wahl abzuleisten und sich mit weiteren Wehrübungen als Reserveoffizier zu qualifizieren, siehe dazu Mertens, Privileg, 1986.

39 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 69.

40 Zenneck, Zeichnung, 1898.

Lehrjahre bei Ferdinand Braun

Karrieren in der Wissenschaft beginnen in der Regel mit der Doktorarbeit, die nicht nur die Eignung zu selbstständiger wissenschaftlicher Arbeit belegt, sondern oft auch den Keim für weitergehende Untersuchungen im Umfeld des gewählten Forschungsgebiets enthält. Nicht so bei Zenneck. Die Herausbildung seiner »scientific persona« als technischer Physiker folgte einer anderen Logik. Sein Werk über die Boiden hätte nach der erfolgreichen Dissertation im zoologischen Institut und angesichts der Wertschätzung seines Doktorvaters Theodor Eimer den Beginn einer vielversprechenden Karriere in der Biologie markieren können. Stattdessen stellte Zenneck nach Ableisten seines Militärdienstes die Weichen für seine berufliche Zukunft in Richtung Physik: Er wurde Assistent von Ferdinand Braun am physikalischen Institut der Kaiser-Wilhelm-Universität in Straßburg. Braun gehörte zur ersten Garde der Physiker im deutschen Kaiserreich.¹ Die mit Braun verbrachten physikalischen Lehrjahre von 1895 bis 1905 »gehören zu den wissenschaftlich und persönlich schönsten meines Lebens«, so erinnerte sich Zenneck noch viele Jahre später an dieses Jahrzehnt in Straßburg.²

Auftakt in Straßburg

Zenneck ließ in seinen »Erinnerungen« keinen Zweifel darüber aufkommen, dass er trotz seiner zoologischen Doktorarbeit, vor allem der Physik großes Interesse entgegenbrachte. Er habe die Physik »schon als Student neben Zoologie besonders gerne gehabt«.³ Auch Ferdinand Braun, seinem späteren Lehrmeister in Straßburg, war Zenneck schon während seines Studiums in Tübingen begegnet.

Braun war 1885 an die Universität Tübingen berufen worden und hatte das dortige Physikinstitut aufgebaut. Dabei hatte er manchen Kampf mit seinen Fakultätskollegen ausgefochten, die angesichts der von Braun eingeführten Neuerungen liebgewonnene Traditionen bedroht sahen. Zum offenen Streit kam es im Fall des Studenten Matthias Cantor (1861–1916), den Braun zu seinem Doktoranden machte, obwohl er »nur« ein österreichisches Realschulabitur hatte und die in Tübingen vorgeschriebenen Lateinkenntnisse nicht nachweisen konnte. Die Promotionsordnung erlaubte zwar eine Ausnahme, wenn es sich bei der Doktorarbeit um eine hervorragende Leistung handelte, aber die Fakultät wollte Cantor diesen Ausnahmestatus nicht zubilligen. Braun quittierte dies mit der erbosten Bemerkung, dass man auf diese Weise talentierte Doktoranden abschrecke und »wir uns mit lahmen Tropfen, die man nirgends mit gutem Gewissen empfehlen kann, die aber Latein gelernt haben, herumschlagen sollen.«⁴ Sein Haupt-

1 Hars, Ferdinand Braun, 1999.

2 »Der Physiker Ferdinand Braun an der Universität Straßburg«, Vortrag im Rahmen der Lilienthal-Gesellschaft, 19. November 1942. Manuskript. DMA, NL 053/0723.

3 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 78.

4 Zitiert in Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 91.



Abb. 1 Ferdinand Braun im Jahr 1895.



Abb. 2 Das physikalische Institut der Universität Straßburg um 1894.

gegner in der Fakultät war Zennecks Doktorvater, der Zoologe Eimer. Als Braun 1895 einen Ruf nach Straßburg erhielt, kehrte er der Universität Tübingen den Rücken, ohne mit dem Württembergischen Ministerium Bleibeverhandlungen zu führen. Dafür dürfte neben der besser ausgestatteten Physik in Straßburg auch der Streit mit Eimer eine Rolle gespielt haben. Braun nahm Cantor, dessen Promotion er doch noch durchgesetzt hatte, als ersten Assistenten nach Straßburg mit. Die zweite Assistentenstelle bot er Zenneck an. Als der kurz darauf auch von Eimer eine Assistentenstelle im zoologischen Institut angeboten bekam, quittierte Braun dies Zennecks Erinnerungen zufolge mit der Bemerkung: »Eimer solle sich einen anderen suchen«.⁵ Der Streit mit Eimer dürfte also nicht unwesentlich dazu beigetragen haben, dass für Zenneck im Herbst 1895 der Karriereweg von der Zoologie in die Physik umgelenkt wurde. Das ursprünglich angestrebte Berufsziel Gymnasiallehrer vertagte Zenneck in die Zukunft, falls sich die mit der Assistentenstelle verbundene Hoffnung auf eine Karriere als Hochschullehrer und Forscher als Illusion herausstellen sollte.

Das von Braun übernommene physikalische Institut in Straßburg war wesentlich größer und besser ausgestattet als das der Universität Tübingen. Die nach dem Krieg gegen Frankreich 1872 neu gegründete Kaiser-Wilhelm-Universität in Straßburg sollte den Ambitionen des deutschen Kaiserreichs auf dem Gebiet der Wissenschaft Ausdruck verleihen. Wie die ganze Universität besaß auch das von 1879 bis 1883 als dreistöckiger Bau errichtete Physikinstitut Modellcharakter (s. S. 22, Abb. 2). Es zählte im ausgehenden 19. Jahrhundert zu den modernsten Physikinstiuten Deutschlands. Neben Dienstwohnungen für den Institutsdirektor und seine Assistenten, einem großen Hörsaal und Räumen für Praktika verfügte es über eine Institutswerkstatt im Untergeschoss und ein Laboratorium, das Gelegenheit zu verschiedensten Forschungsarbeiten bot. Einen Besucher aus Frankreich, der um 1870 an der Pariser Sorbonne Physik studiert hatte, überkam angesichts der schieren Größe des Straßburger Physikinstiutes ein »Gefühl der Erniedrigung«, als er sich demgegenüber die Verhältnisse an der Sorbonne in Erinnerung rief.⁶ Brauns Vorgänger in Straßburg hatte sogar die Elektrifizierung einer nahen Straßenbahnstrecke verhindert, um eine Störung der elektrischen Messgeräte im Institut zu vermeiden. »Die fortschrittliche Hochschule«, so stand danach in einer Straßburger Zeitung zu lesen, »stellte der Straßenbahn, der [sic] dieser Fortschrittsanlauf gewiss die allergrößte Mühe gekostet hat, ein Bein, sie hintertrieb die Anlage, weil sie eine Störung ihrer physikalischen Beobachtungen fürchtet und weil sie sich ihre Kreise nicht stören lassen will.«⁷ Braun und seine Assistenten hätten 1895 kaum eine bessere Stelle finden können, um die Physik nicht nur in der Lehre, sondern auch in der experimentellen Forschung voranzutreiben.⁸

⁵ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 78.

⁶ Cahon, *Revolution*, 1985, S. 25–33.

⁷ Zitiert in Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 110.

⁸ Zu der von August Kundt begründeten Tradition der Experimentalphysik an der Universität Straßburg siehe Wolff, August Kundt, 1992.

Braun muss Zenneck schon in Tübingen als einen talentierten Studenten mit einer Neigung zur Experimentalphysik wahrgenommen haben, sonst hätte er ihm kaum das Angebot einer Assistentenstelle gemacht. Dennoch war die Physik für den frisch gebackenen Zoologen noch weitgehend Neuland. Er musste sich eingestehen, dass ihm »eben doch eine handwerksmäßige physikalische Ausbildung fehlte« und er von der praktischen Labortätigkeit eines Experimentalphysikers »doch wenig Ahnung« hatte. Besondere Mühe bereitete ihm das physikalische Praktikum, das er als Assistent zu betreuen hatte. Um von den »Chikanen der einzelnen Apparate« nicht überrascht zu werden, verbrachte er viel Zeit damit, alle Praktikumsaufgaben zuerst für sich selbst zu bewältigen. Für eigene Forschung blieb ihm in den ersten beiden Jahren in Straßburg wenig Zeit. 1897 übernahm er auch noch eine Vertretungsstelle als Lehrer am protestantischen Gymnasium in Straßburg, die sein Assistentengehalt aufbesserte und es ihm erlaubte, auch den praktischen Teil der Lehramtsprüfung zu absolvieren.⁹

Obwohl Zenneck als Gymnasiallehrer annähernd das Doppelte verdient und eine sichere berufliche Zukunft vor Augen gehabt hätte, wollte er lieber seine Assistententätigkeit an der Kaiser-Wilhelm-Universität in Straßburg fortsetzen, um sich für eine Professorenstelle an einer Universität oder einer Technischen Hochschule zu qualifizieren. Das erste Thema, mit dem er sich als physikalischer Forscher profilierte, betraf die Schwingungslehre. Die Anregung dafür kam von Braun, der selbst mit einer Doktorarbeit über Saitenschwingungen den Auftakt für seine Forscherkarriere auf ebendiesem Gebiet gesetzt hatte.¹⁰ Zenneck sollte die Schwingungen von Platten untersuchen, die zum Beispiel durch Anstreichen mit einem Geigenbogen am Rand in Vibration versetzt wurden. Durch aufgestreuten feinen Sand auf einer derart vibrierenden Platte können die Schwingungsknoten stehender Wellen sichtbar gemacht werden, in denen die Sandkörner auf der Plattenoberfläche sich zu den sogenannten Chladni'schen Klangfiguren formieren. Die meist symmetrischen und damit auch ästhetischen Muster, die der Sand auf solch einfache Weise entlang der in der Platte erzeugten Knotenlinien bildet, machten diese Demonstration zu einem beliebten Vorlesungsversuch. Doch was dem Experimentator leicht von der Hand ging, war für den Theoretiker auch hundert Jahre nach der ersten Vorführung der Chladni'schen Klangfiguren noch eine große Herausforderung. 1898 veröffentlichte Zenneck in zwei kurzen Artikeln in den »Annalen der Physik«, was er über die Klangfiguren bei kreisrunden Platten herausgefunden hatte. Seine Untersuchung zielte darauf ab, den theoretischen Idealfall mit Experimenten zu vergleichen, die in der einen oder anderen Weise von diesem abwichen. Dabei ging es um Eigenschwingungen, die sich zu Schwebungen überlagern und im Experiment dadurch auffallen, dass die radialen Knotenlinien um ihre anfängliche Ruhelage oszillieren.¹¹ Zenneck untersuchte besonders die Abweichungen vom Idealfall vollkommener Kreissymmetrie.

⁹ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 95–101.

¹⁰ Braun, *Einfluss*, 1872; Hars, *Ferdinand Braun*, 1999, S. 25–27.

¹¹ Zenneck, *Versuch*, 1898, S. 171.

Seine Ergebnisse ließen sich auch auf andere axialsymmetrische Systeme übertragen.¹² Eine praktische Anwendung fanden diese Untersuchungen bei Kirchenglocken, wo solche Schwebungen gelegentlich zu einem unharmonischen Klang führten. Eines Tages, so erinnerte sich Zenneck, seien zwei Mitglieder einer Gemeinde im Elsass in das physikalische Institut gekommen und hätten darum gebeten, den Eigenton einer gerade fertiggestellten Kirchenglocke zu prüfen, der nicht ihren Erwartungen entsprach. In der Glockengießerei habe sich der von der Gemeinde gewünschte Eigenton eingestellt, aber beim Aufhängen ergab sich ein anderer Ton. Zenneck fand heraus, dass dabei die Glocke an anderer Stelle angeschlagen wurde als in der Gießerei, was bei einer vollkommen axialsymmetrischen Glocke keine Rolle gespielt hätte, aber bei gestörter axialer Symmetrie, wie sie in der Praxis unvermeidlich war, zu einer anderen Eigenschwingung führte. Zenneck empfahl daher, die Aufhängung der Glocke so zu ändern, dass der Klöppel an anderer Stelle anschlüge – »und es löste sich alles in Wohlgefallen auf«.¹³

Das theoretische Rüstzeug für seine ersten Publikationen in den »Annalen der Physik« bezog Zenneck auf Lord Rayleighs (1842–1919) »Theory of Sound«, die gerade um einen Band erweitert in zweiter Auflage erschienen war und weit über die Akustik hinaus als Standardwerk der Schwingungslehre galt.¹⁴ Die neue Auflage enthielt auch ein Kapitel über elektrische Schwingungen. Zenneck bezeichnete das zweibändige Werk Rayleighs als »eine hervorragende Schule für jeden Physiker, der auf dem Gebiet der Schwingungen, gleichgültig welcher Art, arbeiten will.«¹⁵ Das galt insbesondere für zwei russische Mitarbeiter von Braun, Nikolai Papalexi (1880–1947) und Leonid Mandelstam (1879–1944), die während Zennecks Straßburger Assistentenzeit ebenfalls ihre Karriere begannen und sich später selbst als Begründer einer »Schule« für die Theorie nichtlinearer Schwingungen einen Namen machten.¹⁶

Elektrische Schwingungen

Ferdinand Braun gab der Physik in Straßburg schon nach wenigen Jahren ein eigenes Profil. Er hatte zuvor in seiner eigenen Forschung eine Vielzahl von Themen behandelt, von der Mechanik über die Thermodynamik bis zur Elektrizitätsleitung. Die Übersiedlung von Tübingen nach Straßburg begriff er, wie sein Biograf treffend bemerkt, als einen »Aufbruch zu neuen Themen«.¹⁷ Dass auch seine Assistenten in ihren Dienstwohnungen unter demselben Dach jederzeit erreichbar waren, sorgte für eine gemeinsame Aufbruchstimmung. Da Cantor und Zenneck oft bis spät in die Nacht arbeiteten, waren sie morgens oft nicht in den Laboratorien anzutreffen, so dass Braun sie gelegentlich auch in

¹² Zenneck, *Schwingungen*, 1899, S. 166.

¹³ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 104.

¹⁴ Rayleigh, *Theory*, 1877; Rayleigh, *Theory*, 1896.

¹⁵ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 102.

¹⁶ Pechenkin, Mandelstam, 2019.

¹⁷ Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 109.

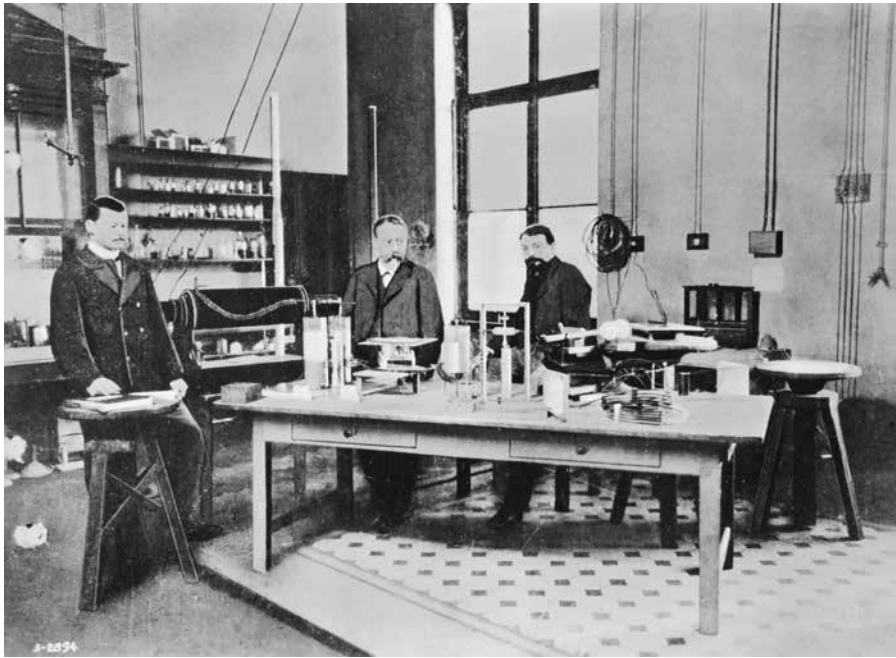


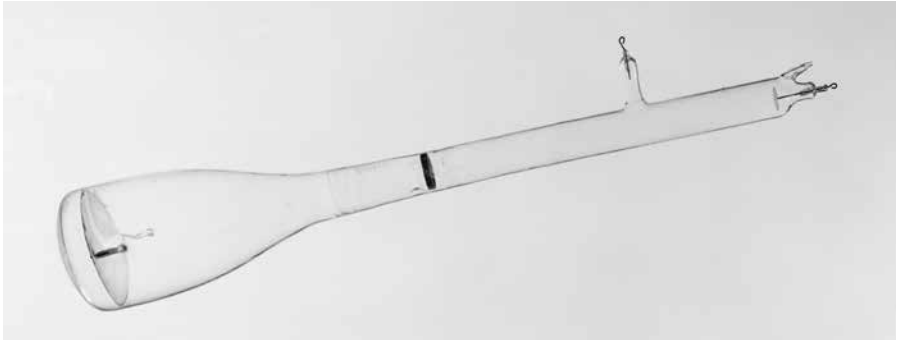
Abb. 3 Jonathan Zenneck (ganz links) und Matthias Cantor (ganz rechts) mit Ferdinand Braun beim Experimentieren im Physikalaboratorium der Universität Straßburg im Jahr 1899.

ihren Institutswohnungen aufsuchte und »in das Schlafzimmer kam, sich ans Bett setzte und dort die Sache besprach.«¹⁸

Kurz nach Brauns Übersiedlung nach Straßburg sorgte die 1895 von Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) entdeckte »neue Art von Strahlen« für Furore. Auch Braun hielt darüber Vorträge und benutzte für die Erzeugung der Röntgenstrahlen die im Institut vorhandenen Kathodenstrahlröhren. Statt sich an die Erforschung der Röntgenstrahlen zu machen, die Röntgen schon sehr weit vorangetrieben hatte, experimentierte Braun in der Folge mit der Kathodenstrahlröhre jedoch nicht, um damit Röntgenstrahlen zu erzeugen, sondern verwandelte sie in einen Oszillografen für die Demonstration von elektrischen Schwingungen. »Die im Folgenden beschriebene Methode benutzt die Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen durch magnetische Kräfte«, so stellte Braun 1897 in einem Aufsatz in den »Annalen der Physik« eine besondere Form der Kathodenstrahlröhre vor, die als Braun'sche Röhre in die Geschichte der Elektrizität einging. Für die Ablenkung des Kathodenstrahls sorgte das Magnetfeld einer senkrecht zur Rohrachse angebrachten »Indikatorspule«; wenn diese Spule von einem Wechselstrom durch-

¹⁸ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 82.

flossen wurde, erzeugte der sich auf und ab bewegend Kathodenstrahl auf dem Fluoreszenzschirm einen hellen Strich, der bei Betrachtung mit einem schnell rotierenden Spiegel den zeitlichen Verlauf der Ablenkung des Lichtflecks sichtbar werden ließ. Als



12. Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme; von Ferdinand Braun.

1. Die im Folgenden beschriebene Methode benutzt die Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen durch magnetische Kräfte. Diese Strahlen wurden in Röhren erzeugt, von deren einer ich die Maasse angebe, da mir diese die im allgemeinen günstigsten zu sein scheinen (Fig. 1). *K* ist die Kathode aus Aluminiumblech, *A* Anode, *C* ein Aluminiumdiaphragma; Oeffnung des Loches = 2 mm. *D* ein mit phosphorescirender Farbe überzogener Glimmerschirm. Die Glaswand *E* muss möglichst gleichmässig und ohne Knoten, der phosphorescirende Schirm

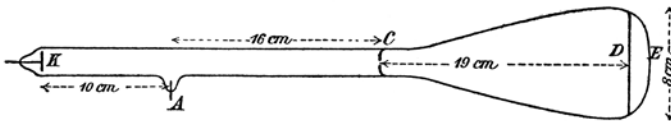


Fig. 1.

Abb. 4 Die Braun'sche Röhre für den Nachweis der Ablenkung von Kathodenstrahlen. 4a) (oben): Originalröhre aus dem Jahr 1898; 4b) (unten): Brauns Publikation darüber in den Annalen der Physik (Braun, Verfahren, 1897).

Erstes diente die Röhre zur Demonstration der Schwingungsform des Wechselstroms aus dem Straßburger Elektrizitätswerk. Da für diesen Nachweis keine mechanischen Teile benutzt wurden, war das Verfahren anderen Methoden überlegen, deren Einsatz durch die Trägheit von Induktionsschleifen oder schwingenden Membranen begrenzt wurde. Damit war die Braun'sche Röhre auch dazu geeignet, schnellere zeitliche Veränderungen als die 50-Hz-Schwingungen des Wechselstroms sichtbar zu machen. Sie wurde zum idealen Instrument für die Untersuchung elektrischer Schwingungen jedweder Art.¹⁹ Im September 1897 berichtete das britische Wissenschaftsmagazin »Science« über einen Vortrag Brauns beim Kongress der British Association for the Advancement of Science (BAAS) in Toronto, den Braun zu einer Demonstration seiner Röhre genutzt hatte.²⁰ Zenneck begann ebenfalls damit zu experimentieren. Er brachte an der Braun'schen Röhre senkrecht zur Indikatorspule eine zweite Spule für eine periodische horizontale Ablenkung des Kathodenstrahls an, so dass der rotierende Spiegel überflüssig wurde, mit dem zuerst die zeitliche Veränderung des durch die Indikatorspule geleiteten Stroms sichtbar gemacht worden war. 1899 beschrieb er mit einer Folge von Artikeln in den Annalen der Physik, wie sich die so verbesserte Braun'sche Röhre als Messinstrument in der Elektrotechnik verwenden ließ.²¹ Man konnte damit genauer als mit allen anderen Messapparaturen die Qualität der um 1900 benutzten Maschinen zur Wechselstromerzeugung überprüfen. »Ich führte die Methode unter anderem bei einem Vortrag vor«, erinnerte er sich später in seinem Aufsatz »Zum 50jährigen Jubiläum der Braunschen Röhre«. Dabei habe er gezeigt, dass der Strom aus dem Straßburger Elektrizitätswerk nicht genau die erwartete Frequenz aufwies. »In dem Vortrag waren Ingenieure der Drehstromzentrale: sie haben es mir übelgenommen, dass ich nicht nur selbst ihnen in die Karten gesehen, sondern auch andere habe hereinsehen lassen.«²²

Elektrische Schwingungen wurden im Braun'schen Institut aber nicht nur bei Wechsel- und Drehströmen untersucht. Cantor unternahm 1898 Versuche mit einer Gasentladungsröhre, um die schon von Heinrich Hertz (1857–1894) aufgeworfene Frage nach der »Entladungsform der Elektrizität« bei verdünnter Luft zu untersuchen: Fand die Entladung kontinuierlich oder in Gestalt »einer sehr großen Anzahl von Partialentladungen« statt? Cantor installierte parallel zur Entladungsröhre einen sogenannten »Cohärer«, eine Kapsel mit eingeschlossenem Metallpulver, die in einem Stromkreis mit Gleichstrom wie ein Isolator wirkte, aber bei elektrischen Schwingungen leitend wurde. Als der Cohärer auch bei Cantors Experiment einen Stromdurchfluss anzeigte, war klar, »dass die Gasentladung wohl ganz allgemein mit Oscillationen verknüpft ist.« Damit erwies sich der Cohärer einmal mehr als »ein ungemein feines Reagens auf elektrische

¹⁹ Braun, Verfahren, 1897.

²⁰ Science, VI: 143, 24. September 1897, S. 464–472, hier S. 470.

²¹ Zenneck, Controle, 1899; Zenneck, Transformation, 1899; Zenneck, Methode, 1899; Zenneck, Ermittlung, 1899.

²² Zenneck, Jubiläum, 1948, S. 36. Weitere Einzelheiten zur Braunschen Röhre in Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.1.2.2. Zu den um 1900 verwendeten Maschinen für die Erzeugung von Wechsel- und Drehstrom siehe Graetz, Elektrizität, 1897, Kap. X; Kapp, Kraftübertragung, 1898.

Schwingungen«.²³ 1895 war er auf ähnliche Weise dazu benutzt worden, um luftelektrische Entladungen in Blitzableitern zu registrieren. Kurz darauf zeigte Guglielmo Marconi mit einem Cohärer, dass sich elektromagnetische Wellen durch die Luft nicht nur wie bei den Experimenten von Heinrich Hertz im Labor über ganz kurze Entfernungen ausbreiten, sondern auch größere Distanzen von mehreren Kilometern überbrücken können – und damit eine drahtlose Telegrafie ermöglichen.²⁴ Danach begann ein Wettrennen darum, mit möglichst effektiven Sende- und Empfangsapparaten elektrische Schwingungen zu erzeugen und nachzuweisen.

Anfänge der drahtlosen Telegrafie

Ferdinand Braun stieg in das Wettrennen um die besten Apparate für eine drahtlose Telegrafie ein, als er 1898 Patente für ein »Telegraphiersystem ohne fortlaufende Leitung« und eine »Schaltungsweise des mit einer Luftleitung verbundenen Gebers für Funkentelegraphie« anmeldete, die sich in wesentlichen Teilen von dem Marconi'schen Sender unterschieden.²⁵

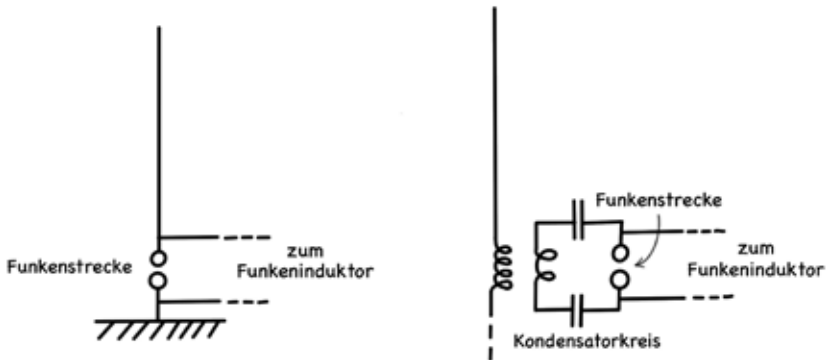


Abb. 5 Schemazeichnungen der ersten Sendeanlagen von Marconi, der die Leistung eines Funkeninduktors zur Erzeugung elektrischer Schwingungen direkt in eine Antenne einspeiste (links), und Braun, der einen Kondensatorkreis dazwischenschaltete (rechts). Zenneck verglich so den Marconi'schen und den Braun'schen Sender in einem Vortrag im Jahr 1942 über »Professor Ferdinand Braun und seine Tätigkeit an der Universität Strassburg«.

²³ Cantor, Entladungsform, 1899, S. 483.

²⁴ Hong, Wireless, 2001, Kap. 1.

²⁵ Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 133–135.

Der Braun'sche Sender sah einen primären Schwingkreis aus Kondensator, Spule und Funkenstrecke vor («Kondensatorkreis»), der nur für die Erzeugung der elektrischen Schwingungen verantwortlich war, und als Sekundärkreis die daran induktiv gekoppelte Antenne für die Ausstrahlung der erzeugten Schwingungen. Beim Marconi'schen Sender lag dagegen die ganze Spannung an der Antenne an, die deshalb durch Isolation vor einem Überschlag geschützt werden musste. Was sich im Nachhinein als Durchbruch zu einer weltumspannenden drahtlosen Telegrafie herausstellte, beruhte jedoch nicht auf einer planvollen, von physikalischen Erkenntnissen geleiteten Strategie. Braun hatte, wie er im Winter 1900 in Vorträgen über »Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft« erläuterte, zuerst mit verschiedenen Sender-Anordnungen für die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in Wasser experimentiert, weil eine »Hydrotelegraphie« gegenüber einer »Telegraphie durch den Luftraum hindurch« einige Vorteile versprach. Von der Ausbreitung von Wechselströmen durch dicke Metalldrähte war bekannt, dass sie bei der »üblichen Frequenz« von 50 Schwingungen pro Sekunde den ganzen Drahtquerschnitt ausfüllen, bei höheren Frequenzen jedoch aus dem Drahtinneren herausgedrängt werden und nur in einer dünnen Oberflächenschicht fließen. »Es gleitet, wie man sich ausdrückt, die Welle nur noch über die Oberfläche weg«. Diesen Effekt, den man später Skineneffekt nannte, wollte Braun auch für die Fortleitung elektromagnetischer Wellen durch Wasser ausnutzen. Hindernisse in der Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger, die bei den frühen Versuchen Marconis den Empfang gestört hatten, waren bei der Telegrafie durch Wasser kein Problem, solange es sich um eine zusammenhängende Wassermasse handelte. »Die erste Aufgabe war: schnelle electricische Oscillationen dem Wasser zuzuführen«. Die später für die drahtlose Telegrafie durch Luft benutzten Senderanordnungen erinnerten »durchaus an die Formen für Hydrotelegraphie«, so stellte Braun in seinen Wintervorträgen 1900 die Verbindung zu seinen frühen Experimenten her, die er aber nicht über den Sommer 1898 hinaus fortgesetzt hatte, obwohl er sie »vom wissenschaftlichen und praktischen Standpunkt aus« immer noch als »aussichtsvoll« bezeichnete.²⁶

Braun sah aber auch für die Telegrafie durch Luft eine Möglichkeit, Marconi zu übertreffen, was die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen über Hindernisse hinweg betrifft. Er nahm Zuflucht zu größeren Wellenlängen. Marconi erzeugte bei seinen ersten Versuchen die elektrischen Schwingungen mit einer von Augusto Righi (1850–1920) ersonnenen Anordnung, die Wellenlängen von etwa 25 cm ergab.²⁷ »Die Erwägung für mich war,« so führte Braun im Jahr 1900 in einem Bericht aus, »kurz gesagt, die folgende: Man sieht nicht um die Ecke herum, aber man hört um dieselbe herum. Der Grund liegt darin, dass Lichtwellen sehr klein, Schallwellen sehr groß sind. Es war zu erwarten, dass auch die electricischen Wellen sich ähnlich verhalten würden, dass die kurzen, schnellen und sonst unzweifelhaft günstigeren scharfe Schatten werfen würden, während die längeren [durch Beugung] weit in den geometrischen Schatten eindringen sollten.« Solche längeren Wellen ließen sich im Braun'schen Sender durch Kondensatoren mit einer ent-

²⁶ Braun, *Telegraphie*, 1901, S. 31.

²⁷ Leone/Robotti, *Marconi*, 2021.

sprechenden Kapazität erzeugen. »Nach einigem Tasten ergab sich, dass die seit über 50 Jahren bekannten oscillatorischen Entladungen von Leydener Flaschen mäßiger Größe den Bedingungen genügten.«²⁸

Marconi hatte 1897 in London mit der Gründung einer Firma, der Wireless Telegraph and Signal Co., die drahtlose Telegrafie auch zu einer geschäftlichen Unternehmung gemacht.²⁹ Im April 1900 sicherte er seiner Firma mit einer Patentanmeldung über »Improvements in Apparatus for Wireless Telegraphy« einen Vorsprung gegenüber Konkurrenten auf diesem neuen Technologiesektor, obwohl die entscheidenden »Verbesserungen« in diesem Patent weitgehend der von Braun zwei Jahre vorher patentierten Senderanordnung entsprachen. Danach ging es bei der weiteren Entwicklung der drahtlosen Telegrafie zunehmend um Firmeninteressen und damit assoziierte technische und wirtschaftliche Aspekte. Als Zenneck 1905 sein Lehrbuch »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie« publizierte (siehe dazu S. 38), schrieb er im Vorwort: »Ganz besondere Schwierigkeit machte die Literatur über drahtlose Telegraphie, die, soweit sie überhaupt ernst zu nehmen ist, sich zum großen Teil aus Patentschriften und tendenziösen Darstellungen zusammensetzt.«³⁰ Selbst hundert Jahre später herrscht unter Technikhistorikern keine Einigkeit darüber, wem die entscheidenden Verdienste um die Entwicklung der drahtlosen Telegrafie zuerkannt werden sollen.³¹

Intermezzo in Cuxhaven

Auch am physikalischen Institut der Universität Straßburg wurde die drahtlose Telegrafie nicht nur als akademische Forschung betrachtet, wie schon Brauns Patentanmeldungen aus dem Jahr 1898 zeigen. Den Anstoß dafür hatten Industrielle um den Schokoladenfabrikanten Ludwig Stollwerck (1857–1922) gegeben, die Braun erst als Gutachter und dann als Teilhaber einer im Dezember 1898 gegründeten »Funkentelegraphie G.m.b.H.« in ihre unternehmerischen Bemühungen einbezogen. Die mit Brauns Patenten abgesicherte Sendeapparatur lieferte die Grundlage für einen Konkurrenzkampf gegen das Marconisystem, das um diese Zeit bereits mit erfolgreichen kilometerweiten Funkverbindungen zwischen Küstenstationen und Schiffen von sich reden machte. Der Praxistest für das Braun'sche System sollte deshalb ebenfalls mit Sende- und Empfangsanlagen an der Küste und auf Schiffen stattfinden. Die Funkentelegraphie G.m.b.H. wählte dafür die Elbmündung bei Cuxhaven aus, wo ihr »alle denkbaren Facilitäten bei der Benutzung der dem Staat Hamburg gehörigen Ländereien und Gebäulichkeiten« eingeräumt wurden.³²

²⁸ Bericht von Ferdinand Braun, undatiert (ca. Januar 1900). DMA, NL 003/003. Siehe dazu auch Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 138.

²⁹ Raboy, Marconi, 2016.

³⁰ Zenneck, Schwingungen, 1905, S. IX.

³¹ Vgl. Aitken, Syntony, 1985; Hong, Wireless, 2001.

³² Undatierter Bericht (ca. 1902) in den Stollwerck-Akten, zitiert in Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 135.

Die Versuche begannen im April 1899. Für den Aufbau der Anlagen schickte Braun seinen ersten Assistenten Mathias Cantor nach Cuxhaven, der bereits bei seinen Cohärer-Versuchen einschlägige Erfahrungen mit dem Nachweis elektrischer Schwingungen gemacht hatte. Im Sommer 1899 wurden bereits zwischen einer Station auf einer Landzunge – und zwar in dem als »Kugelbake« bezeichneten Holz-Leuchtturm, der heute das Wahrzeichen Cuxhavens ist – und einem Leuchtturm auf einer Insel in der Elbmündung Morsezeichen über Entfernungen von mehreren Kilometern ausgetauscht. Dann gingen der Firma die Mittel für eine Fortsetzung der Versuche aus, so dass Stollwerck neue Teilhaber hinzuzog und die Firma als »Prof. Braun Telegraphie G.m.b.H.« mit Sitz in Hamburg neu aufstellte.³³ Als Zweck wurde angegeben, »einem von dem System Marconi in den technischen Grundlagen abweichenden System der drahtlosen Wellentelegraphie praktische Vollendung zu geben«. Anders als Marconi, der »kurze elektrische Funken« zur Wellenerzeugung benutze, verwende Braun »die oscillatorischen Entladungen von Kondensatoren, mit längeren Wellen von geringerer Schwingungszahl, die gleich Schallwellen um große Teile, um Häuser, Berge, Schiffe usw. herumgehen, während die Marconi'schen Wellen nach den bisher gemachten Erfahrungen von solchen Körpern fast vollständig aufgehalten werden.«³⁴

Ab November 1899 setzte die »Telebraun«, wie die neue Firma kurz genannt wurde, die Versuche in Cuxhaven fort – jetzt unter der Leitung von Zenneck, da Cantor bei den Versuchen oft seekrank wurde und vorzeitig nach Straßburg zurückkehrte, um dort seine Universitätskarriere fortzusetzen. »Die Versuche waren damals schon auf Entfernungen gelangt, zu deren Überwindung man schon einen Dampfer brauchte«, erinnerte sich Zenneck an seinen Auftakt als Repräsentant der Telebraun in Cuxhaven. »Der Sender bei diesen Versuchen stand damals auf dem Dampfer Silvana, einem besonders ranken Bäderdampfer, der nach Schluss der Badesaison zweimal in der Woche nach Helgoland fuhr. In seinem Rauchsalon war der Sender mit den Hilfsgeräten untergebracht. Der Empfänger befand sich auf der Kugelbake bei Cuxhaven und zwar in einer Bretterbude, die etwa 5 m über dem Boden in die Kugelbake eingebaut war. Die frühere, die man am Fuße der Kugelbake aufgestellt hatte, war bei einer Sturmflut mit allen Geräten weggespült worden.«³⁵ Am 29. November 1899 berichtete Zenneck nach Straßburg, dass gerade ein »Brief-Telegramm« von der Silvana »auf 18–19 km« übermittelt worden sei.³⁶ Doch von einer sicheren telegrafischen Nachrichtenübermittlung war man noch weit entfernt. »Die guten Resultate haben wir immer an schönen Tagen, die schlechten bei schlechtem Wetter bezw. am Tage nach schlechter Fahrt, wenn die Isolation nicht besonders gereinigt worden war, gehabt«, berichtete er am 9. Dezember. »Da die Seen bis in die Höhe der Kommandobrücke hinaufgehen und über die halbe Masthöhe hinaufspritzen«, müsse man den am Mast befestigten Sendedraht »durch Glasrohre bezw.

33 Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 135–136.

34 Notiz für eine Pressemitteilung über »Prof. Braun's Telegraphie, Ges. m. b. H. in Hamburg«, 20. Juni 1900. DMA, NL 003/066.

35 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 106–107.

36 Zenneck an Braun, 29. November 1899. DMA, NL 003/044.

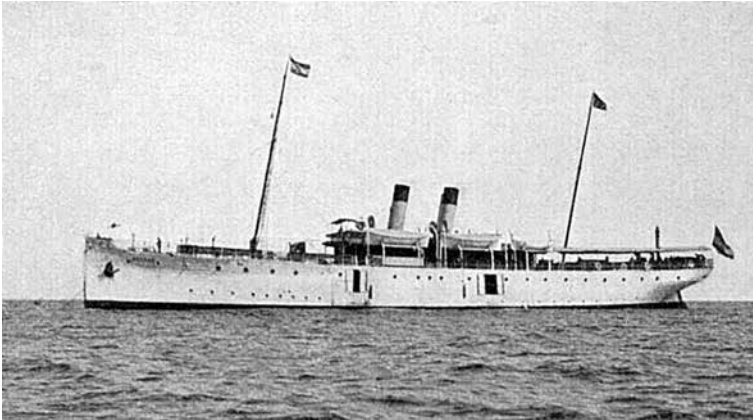


Abb. 6 Der Dampfer Silvana, auf dem Zenneck den Sender für die ersten Funkversuche in der Elbemündung installierte, bei einer Fahrt in der Nordsee. Aufnahme von 1902.

Para-Gummischläuche« isolieren, damit »keine Funken mehr herausgezogen werden können.« Auch der Empfang der Signale an der Kugelbake war »sehr unzuverlässig«, wofür er den »unempfindlichen Cohären« die Schuld gab.³⁷

Dennoch zeigte sich Zenneck zuversichtlich. »Die heutigen Versuche Silvana – Kugelbake«, schrieb er zehn Tage später, »haben ergeben bis 25 km gute Telegramme, 25–30 km teilweise verstümmelt.« Dann erwähnte er noch ein Gespräch mit einem »Pioniermajor«, der ihm von einem regen Interesse der Marine berichtet hatte, wenn eines Tages größere Entfernungen überbrückt würden. »Wenn wir einmal Versuche auf große konstante Entfernung machen wollen, dürfen wir es nur sagen. Er werde dafür sorgen, dass wir sofort Schiffe der Kriegsmarine dafür zur Verfügung bekommen.« Allerdings hatte der Major falsche Vorstellungen von den Versuchen in Cuxhaven, denn er glaubte, »wir hätten doch die Sache von Marconi.« Auf die Frage, wie er dazu käme, habe ihm der Major eine Schaltung aufgezeichnet, die zeigte, dass er von dem Braun'schen Sender keine Ahnung hatte. »Daraufhin habe ich ihm ein Licht aufgesteckt und die Vorteile Ihrer Methode ihm gehörig auseinandergesetzt.«³⁸

Als sich Braun ein Bild über den aktuellen Stand der Versuche Marconis gemacht hatte, nutzte er dies als Anlass für einen Bericht über den Stand der Versuche in Cuxhaven. »Bei unseren jetzt oft wiederholten, seit über zwei Monaten fortgesetzten Versuchen zwischen der fahrenden Silvana und dem Empfänger auf Kugelbake, waren die Höhen, insbesondere des niedrigen Mastes zufällig fast die gleichen [wie bei den Versuchen Marconis]. Auf der Silvana befand sich der 14 m hohe Geber, auf dem Lande der 20–33 m hohe Empfänger. Damit wurden lückenlose Telegramme mit Sicherheit auf

³⁷ Zenneck an Braun, 9. Dezember 1899. DMA, NL 003/044.

³⁸ Zenneck an Braun, 19. Dezember 1899. DMA, NL 003/044.

25 km, meist 30 km, bisweilen auch darüber versendet. [...] In Cuxhaven wurde die Überlegenheit der neuen Geberanordnung in ausgedehnten Versuchsreihen bestätigt und zwar sowohl für freihängende Geber, als auch, wenn er in unmittelbarer Nähe von Wänden hinaufgeführt war. [...] Erdleitung des Gebers ist gleichfalls unnötig.³⁹ Mit der letzten Bemerkung bestritt Braun die im Marconi'schen System als wesentlich betonte Notwendigkeit einer guten Erdung der Sendeantenne.⁴⁰

Danach wurden die Versuche in Cuxhaven erweitert, um gegenüber dem Marconi'schen System, das gerade mit einer telegrafischen Verbindung zwischen Borkum und einem Feuerschiff über eine Entfernung von 32 Kilometern hinweg von sich reden machte, zumindest ebenbürtig zu erscheinen. Die Telebraun holte mit der »Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert & Co« einen weiteren kapitalkräftigen Teilhaber ins Boot und beauftragte Zenneck damit, drei Feuerschiffe in der Elbemündung mit dem Braun'schen System auszustatten. Die Entfernung zur Kugelbake betrug 15 Kilometer, 21 Kilometer und 32 Kilometer. Telebraun erhoffte sich von der Elektrizitätsgesellschaft insbesondere auch eine bessere Ausstattung mit industriell hergestellten Kondensatoren und anderen elektrotechnischen Gerätschaften, sah sich darin jedoch bald enttäuscht. Im Gegenzug beschwerte sich die Elektrizitätsgesellschaft, dass ihr nicht das ganze Know-how über das Braun'sche System mitgeteilt worden sei.⁴¹ Die »Versuche mit Feuerschiffen«, wie Zenneck ein Kapitel in seinen »Erinnerungen« überschrieb, bescherten ihm bleibende Eindrücke über die Zusammenarbeit mit Industriefirmen. Bei einer Gelegenheit seien anstelle der Leidener Flaschen, »die bei unseren Sendern immer eine etwas unglückliche Figur abgegeben hatten«, industriell gefertigte Kondensatoren zum Einsatz gekommen. Damit sei »eine ziemlich genaue Regelung der Kapazität bei der Abstimmung zwischen Primär- und Sekundärkreis« ermöglicht worden – ohne dass sich die Wirkung des Senders verbesserte. Grund dafür waren die im industriell hergestellten Kondensator bei hoher Frequenz erzeugten Wirbelströme. Dadurch entstanden Verluste, die bei »Leidener Flaschen aus gutem Flintglas« nicht auftraten. »Es war also hier wie so manchmal, wenn Geräte, die zuerst unter den Bedingungen eines Versuchs-Laboratoriums gebaut wurden und entsprechend laboratoriumsmäßig aussehen, in die Hände eines Konstruktionsbüros kommen. Was aus dem Büro hervorgeht, sieht viel besser aus und ist viel bequemer in der Handhabung, wirkt aber oft weniger gut, als das ursprüngliche unvollkommene Gerät, weil eben die Konstruktionsingenieure die Bedingungen nicht genau genug kennen.«⁴²

Ein Jahr nach dem Beginn der Versuche an der Nordsee war Zenneck um einige Praxiserfahrungen reicher, aber der erhoffte Erfolg der Telebraun als Konkurrent von Marconis Wireless Telegraph and Signal Co. hatte sich nicht eingestellt. Dennoch gab sich Braun im November 1900 bei einem Vortrag in Straßburg zuversichtlich, was die

39 Bericht von Ferdinand Braun, undatiert (ca. Januar 1900), DMA, NL 003/003.

40 Hong, *Wireless*, 2001, S. 21.

41 Hars, *Ferdinand Braun*, 1999, S. 140–141.

42 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 115.

praktische Verwendung seines Systems anging. »Unter allen Bedingungen hat sich die Überlegenheit gegen die Marconischaltung herausgestellt«, berichtete die »Straßburger Post« nach dem Vortrag. »Während Marconi noch bei der im Frühjahr dieses Jahres eingerichteten Installation Borkum-Feuerschiff, um die mäßige Entfernung von 32 Kilometern zu überwinden, Masten von beziehentlich 38 und 40 Meter brauchte – welche bei stürmischem Wetter, z. B. auf den kleinen Feuerschiffen, doch ihre Bedenken haben –, so wurde auf dem fahrenden kleinen Dampfer Silvana von Professor Braun mit nur 15 Metern Masthöhe (und 29 Metern Empfänger) dieselbe Entfernung tadellos erreicht – bis auf mehr als 50 Kilometer wurden noch nach dem Braunschen System Zeichen aufgenommen.« Zum Feuerschiff »Elbe I« mit einer zehn Meter geringeren Masthöhe als dem Feuerschiff mit dem Marconi'schen System bei Borkum sei ebenfalls eine Entfernung von 32 Kilometern überbrückt worden. Zwischen der von Telebraun jüngst auf Helgoland eingerichteten Anlage und dem 63 Kilometer entfernten Cuxhaven sei mit dem Braun'schen System ebenfalls eine telegrafische Verbindung hergestellt worden. »Parallelversuche mit Marconischaltung, die von objektiv der Sache gegenüber stehenden Fachleuten ausgeführt wurden und bei denen schließlich die Energiezufuhr bis zur äußersten erreichbaren Grenze getrieben wurde, ließen indessen von etwa 450 abgegebenen Zeichen kein einziges an der Empfangsstation beobachten.«⁴³

Tatsächlich waren Marconi und seine Mitarbeiter um diese Zeit schon erheblich weiter. Im Jahr 1900 experimentierten sie bereits mit neuen Sende- und Empfängeranordnungen, die nach Marconis jüngstem Patent (mit der Nummer 7777) sowohl im Sender als auch im Empfänger die Antennen induktiv mit abstimmbaren Schwingkreisen koppelten. Was den Sender betraf, übernahmen sie damit weitgehend das Braun'sche System, doch durch die auch im Empfänger eingebaute Möglichkeit zur Abstimmung auf die Sendefrequenz erhöhte sich die Empfindlichkeit, und damit auch die Reichweite, erheblich. Als Braun im November 1900 noch von einem Vorsprung gegenüber Marconi ausging, plante der schon seit Monaten »The Great Thing« – die transatlantische kabellose Telegrafie zwischen England und Amerika. Ein Jahr später war »das große Ding« erreicht. Am 12. Dezember 1901 schickte sein Mitarbeiter John Ambrose Fleming (1849–1945) von einer Sendestation in Cornwall ein verabredetes Signal in den Äther, das von Marconi und seinen Assistenten im mehr als 3000 Kilometer entfernten Neufundland mit einer von einem Drachen in die Höhe gezogenen Antenne empfangen werden konnte. Geschäftlich hatte Marconi schon zwei Jahre zuvor mit der Gründung der »Marconi Wireless Telegraph Company of America« die Weichen dafür gestellt, dass sein Unternehmen auch auf der anderen Seite des Atlantiks florieren konnte.⁴⁴

In Deutschland gelang der Telebraun trotz der erfolgversprechenden Versuche bei Cuxhaven kein Durchbruch zu einem erfolgreichen Unternehmen. Am 12. Mai 1901 meldete die »Straßburger Post«, dass Marconi mit aufeinander abgestimmten Sende- und Empfangsanlagen an der Südküste Englands bereits »300 Kilometer drahtlos überbrückt«

⁴³ Straßburger Post, 18. November 1900.

⁴⁴ Hong, *Wireless*, 2001, Kap. 3; Raboy, *Marconi*, 2016, Kap. 5–7.

und dabei »ausschließlich mit dem Braunschens Sender« gearbeitet habe. »Geht man ohne Rücksicht auf Prioritätsfragen nur auf die Sache, so ist Marconi- und Braunsystem beim jetzigen Stande identisch.«⁴⁵ Auf eine gerichtliche Auseinandersetzung mit Marconi, der sich mit dem Patent 7777 die Idee des Braun'schen Senders an die eigene Fahne heftete, wollte es Braun aber nicht ankommen lassen. Am 27. Juli 1901 fusionierte die Telebraun mit der Siemens & Halske AG zu einem neuen Unternehmen, der »Gesellschaft für drahtlose Telegraphie System Prof. Braun und Siemens & Halske m.b.H.«, aus dem zwei Jahre später unter Beteiligung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft (AEG) die »Telefunken« hervorging. Damit bündelten die beiden führenden deutschen elektrotechnischen Konzerne, Siemens & Halske und AEG, ihre Interessen auf dem Gebiet der drahtlosen Telegrafie unter einem Dach. Auch die wissenschaftlichen Pioniere, die in Deutschland die drahtlose Telegrafie mit ihren Patenten aus der Taufe gehoben hatten – Ferdinand Braun als Repräsentant von Telebraun beziehungsweise Siemens & Halske und Adolf Slaby (1849–1913) auf Seiten der AEG – fanden sich damit in einem gemeinsamen Boot wieder, nachdem sie sich zuvor erbittert um die Priorität für den Braun'schen Sender gestritten hatten. Auch nach der Gründung von Telefunken versuchte Slaby, sich vor Braun die Pionierrolle bei der Entwicklung der drahtlosen Telegrafie zuzuschreiben.⁴⁶ Als Zenneck 1905 die Literatur zur Entwicklung der drahtlosen Telegrafie als tendenziös kritisierte, dürfte er nicht zuletzt an Slaby gedacht haben. Eine spätere Ehrung Slabys »für Verdienste auf dem Rundfunkgebiet« bezeichnete Zenneck als eine »grobe Geschmacklosigkeit und Unkenntnis«.⁴⁷

Zwischen Physik und Technik

Nach etwas mehr als einem Jahr in den Diensten von Telebraun kehrte Zenneck im November 1900 zurück nach Straßburg, um sich mit der Habilitation weiter für eine Hochschulkarriere zu qualifizieren. Allerdings war das Experimentieren mit Cohärenern und Leidener Flaschen, mit dem er sich in Cuxhaven herumgeschlagen hatte, dafür wenig geeignet. Die drahtlose Telegrafie war noch weit entfernt von einer befriedigenden physikalischen Erklärung, was die Erzeugung, Ausbreitung und den Empfang elektromagnetischer Wellen angeht. »Leider hört man von den Herren, die mit der Technik in Verbindung stehen, so viele verschiedene Ansichten über die Sache, als versch. Patente angemeldet sind«, fand Max Abraham (1875–1922), der sich in seiner Göttinger Habilitationsschrift über »Elektrische Schwingungen in einem frei endigenden Drahte« mit diesen Fragen als theoretischer Physiker beschäftigt hatte.⁴⁸ So war etwa die für große

⁴⁵ Straßburger Post, 12. Mai 1901.

⁴⁶ Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 167–181; Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.1.4.4.

⁴⁷ Zitiert in Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 140. Zu Slabys Erfindungen siehe Blumtritt, Slaby-Stäbe, 2003 und Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 128–131; er spielte vor allem für Wilhelm II. als Berater und Ansprechpartner in Fragen der Funktechnik eine bedeutende Rolle; siehe dazu König, Wilhelm II., 2007, S. 52–67.

⁴⁸ Abraham an Sommerfeld, 28. Mai 1900. DMA, HS 1977-28/A,1.

Reichweiten notwendige Höhe der Sende- und Empfangsantennen Gegenstand empirischer Formeln, für die es keine physikalische Erklärung gab. Marconi begründete 1899 die in seinen Patenten als wesentlich erachtete Erdung der Antennen damit, dass sich die elektrischen Schwingungen durch die Erdung der Antenne entlang der Erdoberfläche in alle Richtungen ausbreiten, bis sie von der geerdeten Antenne in einer Empfangsanlage aufgefangen werden.⁴⁹ Als mit an Schiffsmasten aufgehängten Antennen immer größere Reichweiten erzielt wurden, sah man darin einen Beleg für ein empirisches Gesetz: »Dem Product der Masthöhen soll ungefähr die erreichbare Entfernung proportional sein«, argumentierte Braun im November 1900 bei seinem Vortrag über die Versuche in der Elbemündung.⁵⁰ Eine solche Formel entbehrte jedoch einer theoretischen Begründung und hätte sich wie viele andere Probleme der drahtlosen Telegrafie um 1900 kaum für eine Habilitation im Fach Physik geeignet.

Zenneck knüpfte stattdessen lieber an seine frühen Arbeiten über Schwingungen an und machte das Kapitel über »Vibrating Systems in General« in Rayleighs »Theory of Sound« zum Ausgangspunkt für seine Habilitation.⁵¹ Anders als seine früheren Arbeiten erweckt Zennecks Habilitationsschrift auch den Eindruck, dass er sich damit als theoretischer Physiker profilieren wollte. Vielleicht fühlte er sich dazu gedrängt, weil der Karriereweg in der akademischen Physik im ausgehenden 19. Jahrhundert oft über die theoretische Physik führte. Als Cantor 1903 einen Ruf auf eine Professur erhielt, war dies ein Extraordinariat für theoretische Physik an der Universität Würzburg. Die theoretische Physik galt als Privatdozenten- und Extraordinarienfach und wurde von manchen Experimentalphysikern fast als ein notwendiges Übel betrachtet, dem sie im Konkurrenzkampf um eine Stelle als Direktor eines physikalischen Universitätsinstituts Tribut zollen mussten. Auch Ferdinand Braun hatte sich auf der untersten Stufe seiner Karriereleiter als Extraordinarius für theoretische Physik bewährt, bevor er in nachfolgenden Berufungen als Ordinarius seiner Neigung zur Experimentalphysik nachgehen durfte.⁵² Röntgen und andere, die sich als Koryphäen der Experimentalphysik einen Namen machten, mussten am Beginn ihrer Laufbahn ebenfalls der theoretischen Physik Tribut zollen.⁵³

In Straßburg wurde die theoretische Physik von Emil Cohn (1854–1944) repräsentiert, der sich ebenfalls mit einem Extraordinariat begnügen musste. Als Jude sah er sich angesichts eines weit verbreiteten Antisemitismus vom Aufstieg zu einer ordentlichen Professur ausgeschlossen.⁵⁴ Dessen ungeachtet erwarb sich Cohn mit seinen Vorlesungen über die Maxwell'sche Theorie der Elektrodynamik einen Ruf als Koryphäe auf diesem Gebiet. Sie bildeten die Grundlage für Cohns Lehrbuch über »Das elektromagnetische

49 »[...] electric oscillations are transmitted to the earth by the earth wire [...] and travel in all directions along the surface of the earth till they reach the earth wire of the receiving instrument.« Zitiert in Hong, *Wireless*, 2001, S. 59.

50 Straßburger Post, 18. November 1900.

51 Rayleigh, *Theory*, 1896, Kap. IV; Zenneck, *Interpretation*, 1901.

52 Hars, *Ferdinand Braun*, 1999, S. 38–42.

53 Fölsing, *Röntgen*, 1995, S. 73–74; Eckert, *Atomphysiker*, 1993, S. 17–19.

54 Wolff, *Physicists*, 2020.

Feld«.⁵⁵ »Seine Vorlesungen, die ich fleißig besuchte, haben mich mit der Maxwell'schen Behandlung elektromagnetischer Erscheinungen vollkommen vertraut gemacht«, so beschrieb Zenneck in seinen »Erinnerungen« Cohns Einfluss auf seine Karriere.⁵⁶

Da die theoretische Physik im Lehrangebot der Universität Straßburg durch Cohn hervorragend vertreten war, musste Zenneck, was seine Vorlesungen auf dem Weg zum Privatdozenten anging, sich dieses Fach nicht selbst zur Pflicht machen. Während seiner knapp zehnjährigen Assistentenzeit in Straßburg von 1896 bis 1905 zeigte er sich nur in seiner Habilitationsschrift als theoretischer Physiker; alle anderen Publikationen aus dieser Zeit haben eher experimentelle oder auf Messverfahren ausgerichtete Probleme zum Inhalt. Auch für seine Vorlesungen als frisch habilitierter Privatdozent wählte Zenneck seinen Lehrstoff nicht aus der theoretischen Physik, sondern aus der Elektrotechnik, wodurch er sie mit Demonstrationsversuchen anschaulich machen und wodurch er an seine praktischen Erfahrungen mit der drahtlosen Telegrafie anknüpfen konnte. Da er die dafür benötigten Geräte oft nicht zur Hand hatte, kosteten ihn die Vorlesungen, wie er in seinen »Erinnerungen« schrieb, sehr viel Zeit. »Sie waren, zum Teil auch von Ingenieuren, gut besucht. Ob meine Zuhörer viel dabei gelernt haben, weiß ich nicht, sicher aber ich.«⁵⁷

Bei diesen Vorlesungen reifte sein Entschluss, ein Lehrbuch über »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegrafie« zu schreiben. »Das Buch« war Zenneck auch in seinen »Erinnerungen« ein eigenes Kapitel wert, um seine Beweggründe und Ziele näher zu erläutern. Alles in allem habe er daran »angestrengt 3 Jahre lang gearbeitet«. In weiten Teilen spiegeln sich in ihm die Themen wider, an denen in dieser Zeit im Braun'schen Institut geforscht wurde und für die es noch keine lehrbuchartige Darstellung gab. »Mein Plan bei dem Buch war, das wichtigste von dem zusammenzufassen, was in der Literatur bekannt war, und es in einer für den Ingenieur und Experimental-Physiker verständlichen Form darzustellen.«⁵⁸ Er folgte damit dem Vorbild Cohns, dessen Lehrbuch ebenfalls die Frucht von Vorlesungen war. Der Einfluss des Straßburger Institutsbetriebs war unverkennbar, nicht nur was Braun betrifft, der Zenneck die Mittel des Instituts zur Verfügung stellte und ihn über die Fortschritte der drahtlosen Telegrafie auf dem Laufenden hielt. Bei Cohn bedankte sich Zenneck dafür, dass er von dem auf mehr als tausend Seiten angewachsenen Werk »eine ganze Korrektur gelesen« hatte, und bei Leonid Mandelstam, der 1903 Hilfsassistent am Braun'schen Institut geworden war, für die Durchsicht der Kapitel über drahtlose Telegrafie. Der Inhalt gliederte sich grob in zwei Teile: langsame und schnelle elektromagnetische Schwingungen. Die langsamen Schwingungen betrafen das Gebiet der technischen Wechselströme, die schnellen die drahtlose Telegrafie. Bei den langsamen Schwingungen galt es, sich von technischen Lehrbüchern abzugrenzen, die nur an die Adresse von Ingenieuren gerichtet waren. Zenneck wollte die langsamen Schwingungen so darstellen, dass er bei den schnell-

55 Cohn, Vorlesungen, 1900.

56 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 80.

57 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 131.

58 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 132–135.

len Schwingungen der drahtlosen Telegrafie daran anknüpfen konnte. Außerdem hoffte er, damit auch bei Physikern Interesse für die Anwendungen in der Elektrotechnik zu wecken. »Wenn ich auf die technischen Wechselströme näher eingegangen bin, als es der angegebene Zweck unbedingt erforderte, so war der Grund dafür der, dass dieser Teil der Elektrizitätslehre trotz seiner großen praktischen Bedeutung in den Lehrbüchern und, wie es scheint, auch in den Vorlesungen über Experimentalphysik nicht ausführlich genug behandelt werden kann.« Das Hauptaugenmerk des Buches war allerdings auf die drahtlose Telegrafie gerichtet, die bislang noch nicht Gegenstand eines Lehrbuchs gewesen war. »Hier war eine äußerst kritische Behandlung am Platze«, so spielte Zenneck auf die überwiegend »aus Patentschriften und tendenziösen Darstellungen« zusammengesetzte Literatur zu diesem Thema an. »Ich habe mir alle Mühe gegeben, auch dieser Literatur gerecht zu werden, dabei aber jede Polemik vermieden.«⁵⁹

Wie in seinem Buch machte Zenneck auch bei seiner Forschung das Gebiet zwischen Physik und Technik zu seinem bevorzugten Untersuchungsfeld. Er publizierte seine Forschungsergebnisse jedoch nicht in der »Elektrotechnischen Zeitschrift«, dem Organ des Verbands Deutscher Elektrotechniker, oder in der »Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure«, sondern in den »Annalen der Physik« und der »Physikalischen Zeitschrift«.⁶⁰ Den wesentlichen Einfluss für diese Orientierung hatte zweifellos Braun ausgeübt, dem es bei aller Nähe zur Technik doch »stets auf das Wesentliche« angekommen sei, wie Zenneck viele Jahre später in einem Vortrag ausführte. »Mit besonderem Interesse hat Braun verfolgt, welche neuen Hilfsmittel die Technik, insbesondere die Elektrotechnik dem Physiker zur Verfügung stelle; er versuchte deshalb immer das Institut möglichst neuzeitlich einzurichten.«⁶¹ Mit anderen Worten: die Technik sollte der Physik dienen, nicht umgekehrt. Einen ähnlichen Einfluss übte Braun auch auf Papalexii und Mandelstam aus, die beiden russischen Physiker in seinem Institut, die wie Zenneck die elektromagnetischen Schwingungen zu ihrem Hauptforschungsgebiet gemacht hatten. Obwohl sich Braun mit Patenten auch in der Welt der Ingenieure einen Namen gemacht hatte, fühlte er sich nicht als Techniker, sondern als Experimentalphysiker. »Braun war ein Voraussehen der Erscheinungen und ein Gefühl des Experimentierens eigen, die nicht erlernt werden können und die nur auserwählten Forschernaturen gegeben sind,« so charakterisierten ihn Papalexii und Mandelstam. »Diese Eigenschaften, denen er zum großen Teil seinen Forschererfolg verdankt, kamen auch seinen Schülern zugute.«⁶²

59 Zenneck, Schwingungen, 1905, S. V–IX.

60 Zenneck, Widerstand, 1902; Zenneck, Verfahren, 1902; Zenneck, Energieverhältnisse, 1903; Zenneck, Widerstand, 1903; Zenneck, Fortpflanzung, 1903; Zenneck, Nachtrag, 1903; Zenneck, Bedeutung, 1903; Zenneck, Permeabilität, 1903; Zenneck, Abnahme, 1904; Zenneck, Darstellung, 1904.

61 »Der Physiker Braun an der Universität Straßburg«, Rundfunkvortrag Zennecks am 18. November 1942. DMA, NL 053/0723.

62 Mandelstam/Papalexii, Ferdinand Braun, 1928, S. 626; siehe dazu auch Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 205–213.

Für Zenneck traf dies in besonderer Weise zu. »Eine gewisse Vorliebe für Technik hat Braun immer gehabt«, so Zenneck viele Jahre später, »nach der heutigen Benennung müsste man ihn vielleicht als Vertreter der technischen Physik bezeichnen.«⁶³

⁶³ »Der Physiker Braun an der Universität Straßburg«, Rundfunkvortrag Zennecks am 18. November 1942. DMA, NL 053/0723.

Die Karriere eines technischen Physikers

Die technische Physik erlangte erst nach dem Ersten Weltkrieg eine disziplinäre Eigenständigkeit, die durch ein spezifisches Herangehen an physikalische Probleme charakterisiert war und die auch institutionell, was Lehrstühle und Studienabschlüsse betraf, als der Experimentalphysik und theoretischen Physik ebenbürtig angesehen werden konnte.¹ Erneut zeigt sich auch nun wieder, anhand von Zennecks Laufbahn, dass von geradlinigen Wegen zum technischen Physiker keine Rede sein kann, sondern der Blick vielmehr auf die spezifischen Umstände gerichtet werden muss, die die jeweils individuellen Karrierewege ausmachten. In Zennecks Fall war dafür sein Lehrbuch »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie« besonders maßgeblich. Mit diesem präsentierte er sich als Vorreiter einer »technischen Physik«, noch bevor das Fach unter eben dieser Bezeichnung zur eigenständigen Disziplin wurde. »Durch seinen besonderen Entwicklungsgang ist Zenneck zum vornehmsten Vertreter der technischen Physik in Deutschland geworden«, mit dieser Empfehlung beantragten Arnold Sommerfeld (1868–1951) und Wilhelm Röntgen im Jahr 1917 die Wahl Zennecks zum außerordentlichen Mitglied der mathematisch-physikalischen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.² Mit der Bemerkung über den »besonderen Entwicklungsgang« spielten sie auf Zennecks Karrierestationen an Technischen Hochschulen (Danzig, Braunschweig und München) und eine kurze Industrietätigkeit, nämlich bei der Badischen Anilin & Sodafabrik (BASF) an. Anders als an den meisten Universitäten kam die Physik an den Technischen Hochschulen in engen Kontakt mit den Ingenieurfächern, ohne sich deshalb mit dem Status einer bloßen Hilfswissenschaft abfinden zu müssen. Sie behielt ihre Eigenständigkeit, da sie nicht in eine der ingenieurwissenschaftlichen Abteilungen eingegliedert war, sondern wie Mathematik oder Chemie der Allgemeinen Abteilung angehörte. Zennecks Annäherung an die Technik bedeutete daher keine Entfremdung von der Physik.

Dozent in Danzig

Als Schüler von Ferdinand Braun und Autor eines umfassenden Lehrbuchs auf dem Gebiet der Elektrotechnik durfte sich Zenneck sicher sein, dass er nicht lange Privatdozent bleiben würde. Ein Ruf als Extraordinarius an einer Universität oder als Dozent an einer technischen Hochschule würde ihn über kurz oder lang auf die nächsten Sprossen der akademischen Karriereleiter befördern. Seine Versuche über drahtlose Telegrafie in der Elbemündung hatten ihn auch als geschickten Experimentator bekannt gemacht. Es war daher kaum verwunderlich, dass ihn Anfang 1905, noch vor der Publikation

¹ Zur Herausbildung der technischen Physik in Deutschland siehe Schultrich, *Industriephysiker*, 1985; Hoffmann, *Etablierung*, 1987; Müller, *Knowledge*, 2020. Zu den Bestrebungen Felix Kleins um 1900 für eine Vervwissenschaftlichung technischer Fächer siehe Manegold, *Universität*, 1970.

² Sommerfeld und Röntgen an die Bayerische Akademie der Wissenschaften, 7. Juli 1917. Personalakte Zennecks, BAdW. Drei Jahre später erfolgte Zennecks Wahl zum ordentlichen Mitglied.

seines Buches, ein Ruf an die TH Danzig erreichte, die erst kurz zuvor mit großem Pomp als erste Technische Hochschule im Osten des deutschen Kaiserreichs eröffnet worden war. Es gehöre zu seinen »vornehmsten landesherrlichen Pflichten«, hatte der deutsche Kaiser und König von Preußen Wilhelm II. (1859–1941) in seiner Eröffnungsrede am 6. Oktober 1904 erklärt, »für die Verbreitung und Vertiefung der Technischen Wissenschaften einzutreten und auf die Vermehrung der Technischen Hochschulen hinzuwirken.«³

Als Zenneck zu Beginn des Sommersemesters 1905 seine Stelle in Danzig antrat, war dort noch alles neu. Er musste sich nicht an eingefahrene Gepflogenheiten anpassen und sich mit alten Gerätschaften abfinden, sondern begegnete einer Aufbruchstimmung, wie sie für Neugründungen nicht ungewöhnlich war – umso mehr, als man sich allerhöchster kaiserlicher Wertschätzung sicher sein durfte. Das Physikalische Institut, an dessen Planung Zennecks neuer Chef, Max Wien (1866–1938), schon vor Baubeginn mitgewirkt hatte, war im Hauptgebäude untergebracht und bis hin zu Dienstwohnungen bestens ausgestattet.⁴ Max Wien war nur fünf Jahre älter als Zenneck und hatte wenige Jahre vor seiner Berufung nach Danzig als Dozent an der Technischen Hochschule Aachen ebenfalls die drahtlose Telegrafie als ein für Physiker attraktives Forschungsfeld entdeckt.⁵ Als frisch gebackener Ordinarius und Institutsdirektor verschaffte er der TH Danzig schon kurz nach ihrer Eröffnung mit dem »Löschfunkensender« (siehe S. 49) einen Ruf als erste Adresse bei der Entwicklung der Funktechnik. Als dritter Physiker teilte sich Wiens Assistent Bruno Strasser (1879–1959) mit Zenneck die Dozentenpflichten und den Alltag im Physikalischen Institut. Zenneck hätte für seinen ersten Karriereschritt auf dem Weg zum technischen Physiker kaum einen besseren Ort finden können. Er schätzte Wien »als Physiker, als Lehrer und Institutsvorstand und als Freund.«⁶

Zu eigener Forschung ließ die Dozentenstelle Zenneck allerdings kaum Zeit. Anders als in Straßburg gab es in Danzig keinen Theoretiker, so dass er sich nicht nur auf die Betreuung des Praktikums und Vorlesungen über Spezialgebiete beschränken konnte, sondern auch Vorlesungen in theoretischer Physik halten musste. Außerdem gehörte zum Physikalischen Institut ein Laboratorium für Photophysik.⁷ Bei seiner Berufung hatte man Zenneck auch zum Vorstand dieses Laboratoriums ernannt, das mit verschiedensten Kameras, hochwertigen Objektiven und Dunkelkammern ausgestattet war. »Die Vorlesung und besonders auch die Übungen in Photographie haben mir und augenscheinlich auch den Teilnehmern Vergnügen gemacht«, schrieb Zenneck in seinen »Erinnerungen« über diese ihm ganz neue Dozententätigkeit. »Ich habe dabei Photographieren gelernt, eine Kunst, die der Physiker wie auch das Zeichnen unbedingt beherrschen sollte.«⁸

3 Zitiert nach Manegold, Hochschule, 1979, S. 19; siehe dazu auch Ruhнау, Hochschule, 1985, S. 14–16.

4 »Denkschrift betreffend die Begründung einer Technischen Hochschule in Danzig« in Gesellschaft der Freunde der TH Danzig, Beiträge, 1979, S. 33.

5 Wolff, Max Wien, 2016.

6 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 151.

7 Wangerin, Abteilung, 1979, S. 67.

8 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 147–148.

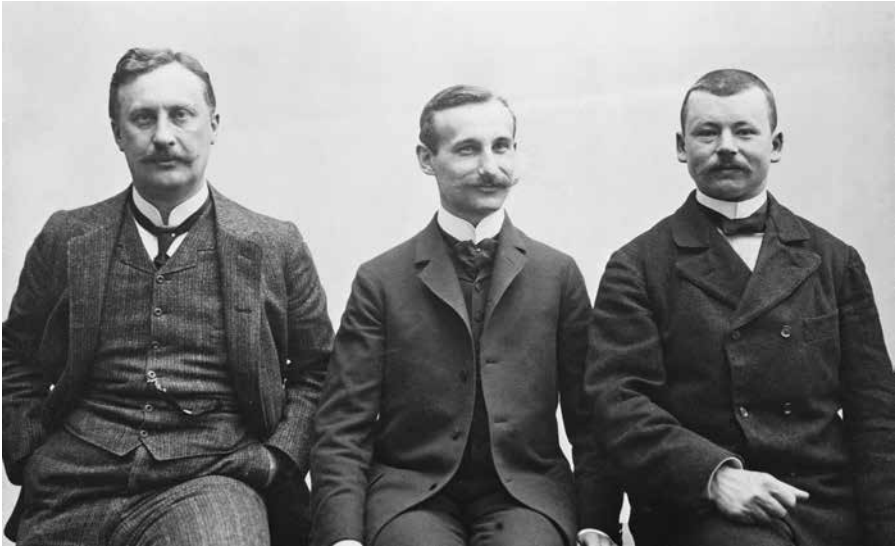


Abb. 1 Max Wien, Bruno Strasser und Jonathan Zenneck (von links nach rechts, um 1905).

Beinahe nebenher fielen dabei auch publikationswürdige Ergebnisse an. So kam Zenneck etwa auf die Idee, den Umstand, dass die für die Entwicklung der Fotoplatten benutzten Chemikalien bei niedrigen Temperaturen nur schwach wirken, zur Abbildung von Wärmestrahlen zu nutzen. »Badet man also eine belichtete Platte in einem solchen kalten Entwickler, so wird sie nicht geschwärzt. Nimmt man dann die Platte aus dem Entwickler heraus und lässt z.B. durch ein Diaphragma Wärmestrahlen auf die Platte fallen, so wirkt der Entwickler nur an denjenigen Stellen, an denen die Platte durch die Wärmestrahlen getroffen und erwärmt wird. Nur diese Stellen werden also geschwärzt, und man erhält eine Abbildung des Diaphragmas durch die Wärmestrahlen.« Das Verfahren erschien ihm so naheliegend, dass er fast »nicht gewagt hätte, an dieser Stelle darüber zu berichten«, so präsentierte Zenneck im September 1906 dieses Ergebnis seiner fotografischen Experimente bei der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in der Sektion Physik, zu der auch die »wissenschaftliche Instrumentenkunde« gehörte.⁹ In derselben Sektion berichtete er zusammen mit Max Wien auch noch über eine andere »Kleinigkeit«. Sie verdankte sich dem Vorhandensein eines hochwertigen Teleobjektivs, mit dem Zenneck die von Prismen erzeugten Spektren fotografiert hatte. Dabei hatte er festgestellt, dass sich mit ihm mehr Spektrallinien auflösen ließen, als bei der Abbildung mit den sonst verwendeten Objektiven kürzerer Brennweite.¹⁰ Während es sich dabei

⁹ Zenneck, Verfahren, 1906.

¹⁰ Wien/Zenneck, Spektralaufnahmen, 1906.

ehrer um die Auswertung zufälliger Beobachtungen im fotografischen Laboratorium handelte, verdankten sich zwei weitere Arbeiten seiner langjährigen Vertrautheit mit dem Einsatz der Braun'schen Kathodenstrahlröhre für die Untersuchung von elektrischen Schwingungen.¹¹

Trotz der guten Arbeitsbedingungen am Physikalischen Institut der TH Danzig war sich Zenneck darüber im Klaren, dass er sich dort nur in einem Wartestadium befand. Erst ein Ruf auf eine ordentliche Professur würde ihm die Gelegenheit bieten, sich als Institutsdirektor, Lehrer und Forscher nach seinen eigenen Vorstellungen weiterzuentwickeln und sich einen Namen zu machen. Dass es dazu schon recht bald kommen würde, erfuhr Zenneck im Dezember 1905 bei einem Besuch in Straßburg. »Braun teilte mir mit,« so Zenneck in seinen Erinnerungen, »er habe eben von der Technischen Hochschule Braunschweig ein Schreiben bekommen, wonach die ordentliche Physik-Professur durch Emeritierung des bisherigen Inhabers frei geworden sei. Man habe ein Auge auf mich geworfen. Braun riet mir, auf der Rückreise über Braunschweig zu fahren und mich dort vorzustellen.«¹² Mit der Empfehlung Brauns und dem guten Eindruck, den Zenneck bei seiner Vorstellung in Braunschweig offenbar hinterlassen hatte, wurde die Angelegenheit noch vor Jahresende zur Zufriedenheit aller Beteiligten erledigt. Zenneck wurde zum Sommersemester 1906 als ordentlicher Professor für Physik an die TH Braunschweig berufen.¹³

Braunschweig

Im Alter von 35 Jahren war Zenneck als ordentlicher Professor eigentlich am Ziel seiner Karrierewünsche. Die Herzogliche Technische Hochschule Carolo-Wilhelmina in Braunschweig besaß eine bis ins 18. Jahrhundert zurückreichende Geschichte.¹⁴

An eine so traditionsreiche Hochschule berufen worden zu sein, dürfte Zenneck als große Ehre betrachtet haben. Die Ernüchterung folgte aber auf dem Fuß, als er die Ausstattung des Physikalischen Instituts inspizierte. »Das Schlimmste war, dass das Institut nicht an die städtische Elektrizitäts-Zentrale angeschlossen war.« Zu seinen ersten Braunschweiger Aktivitäten gehörte deshalb die Elektrifizierung seines Instituts, die er aus den Sachmitteln bestritt, die ihm bei seiner Berufung bewilligt worden waren. An eine experimentelle Forschung, wie er sie bei Braun in Straßburg kennengelernt hatte, war unter diesen Umständen allerdings nicht zu denken.¹⁵

Was den physikalischen Unterricht anging, trat Zenneck nach seinem Amtsantritt am 1. April 1906 das Erbe seines Vorgängers Heinrich Weber (1839–1928) an, der seit 1866

11 Zenneck, Quecksilberstrahlunterbrecher, 1906; Strasser/Zenneck, Oberschwingungen, 1906.

12 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 154.

13 Berufungsvorschlag Zennecks, 22. Dezember 1905, UABS, A1, Nr. 100.

14 Albrecht, Bildung, 1987.

15 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 155–158.

Stunden lang »Referate über neuere Erscheinungen in der Physik« besprochen wurden.¹⁸ Im Wintersemester 1908/09 beteiligte er sich zudem an der Veranstaltung öffentlicher Vorträge »zum Besten des Stipendienfonds« der TH Braunschweig, und kurz darauf an einer Initiative des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI), die das Ziel verfolgte, »Ingenieure der Praxis und Lehrer technischer Mittelschulen« mit neuen Erkenntnissen an technischen Hochschulen vertraut zu machen.¹⁹

»Leitfaden der drahtlosen Telegraphie«

In einem dieser Vorträge behandelte Zenneck auch die physikalischen Grundlagen der drahtlosen Telegrafie. Kaum ein anderes Thema war von vergleichbarer Aktualität. »Die drahtlose Telegraphie hat in den wenigen Jahren ihres Bestehens einen derartigen Umfang und eine so vielseitige Ausbildung erreicht, dass deren Einrichtungen und Errungenschaften in einem verhältnismäßig kleinen Bande nicht alle dargestellt werden können.« So bereitete 1908 ein »Praktisches Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie« die Leser auf die zu diesem Thema vorhandene Materialfülle vor.²⁰ Was aus Zennecks Perspektive mit Blick auf die physikalischen Grundlagen eine besondere Herausforderung darstellte, war die Art der Ausbreitung und die große Reichweite der von einer Antenne abgestrahlten Wellen. Bei seinen Versuchen in der Elbmündung war er zu der Überzeugung gelangt, dass sich die Wellen der drahtlosen Telegrafie nicht wie die von einem Leuchtturm ausgesandten Lichtstrahlen geradlinig ausbreiten, was ihnen ja auch nur eine Reichweite bis zum sichtbaren Horizont erlaubt hätte. Deshalb sei es auch »nutzlos, Sender und Empfänger auf möglichst hoch gelegene Punkte aufzustellen«, so hatte er diese Erfahrung 1905 in seinem Buch über »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie« auf den Punkt gebracht. Nicht die Höhe der Antenne, sondern die Länge des Antennendrahtes sei entscheidend. Marconis Versuche hätten gezeigt, dass man weit über den Horizont hinaus Signale senden und empfangen kann und dass »die Entfernung, bis zu der unter sonst gleichen Umständen telegraphiert werden kann, bei gleicher Länge von Sender und Empfangsdraht, dem Quadrat dieser Länge ungefähr proportional« sei.²¹

Auch wenn es dafür keine theoretische Erklärung gab, zeigten diese empirischen Befunde doch, dass sich die Wellen der drahtlosen Telegrafie anders ausbreiten als Licht. Sie unterschieden sich in ihrem Ausbreitungsverhalten auch von den Hertz'schen Wellen, die sich wie Licht brechen und fokussieren ließen. Es war also naheliegend, dafür die unterschiedlichen Wellenlängen verantwortlich zu machen – bei Licht betrug die Wellenlänge weniger als ein Tausendstel Millimeter, bei den Hertz'schen Wellen einige Zen-

18 TH Braunschweig, Programm, 1907, S. 33.

19 TH Braunschweig, Programm, 1909, S. 90–91.

20 Zacharias/Heinicke, Handbuch, 1908, S. V.

21 Zenneck, Schwingungen, 1905, S. 812–820.

timeter, bei den Wellen der drahtlosen Telegrafie hunderte von Metern bis zu mehreren Kilometern. Die von Telefunken ausgestatteten mobilen Funkstationen arbeiteten bei einer Wellenlänge von 364 Metern und kamen auf eine Reichweite von 50 Kilometern. Die Telefunken-Großstation Nauen konnte bei einer Wellenlänge von circa zwei Kilometern im Jahr 1908 bereits die Erdkrümmung auf eine Entfernung von 2700 Kilometern überbrücken.²²

Hertz hatte bei seinen Versuchen aber auch gezeigt, dass sich elektromagnetische Wellen entlang von Metalldrähten ausbreiten und deren Krümmungen folgten. Drahtwellen wurden danach zu einem beliebten Forschungsgegenstand von experimentellen und theoretischen Untersuchungen. »Das Problem der Fortpflanzung Hertz'scher Wellen längs eines Drahtes ist ohne Frage für die moderne Physik so fundamental, dass eine exakte mathematische Behandlung desselben auf Grund der Maxwell'schen Gleichungen erwünscht sein dürfte.« So hatte Sommerfeld 1899 in den »Annalen der Physik« eine ausführliche Abhandlung über das Drahtwellenproblem eingeleitet, bei der vor allem der Einfluss des Drahtmaterials (Leitfähigkeit, Magnetisierungskonstante) im Zentrum stand. Danach nehmen bei einem gut leitenden Draht die elektrischen und magnetischen Kräfte im Drahtinneren rasch ab und die ganze Intensität spielt sich nur in einer dünnen Oberflächenschicht (bei Kupfer dünner als ein hundertstel Millimeter) ab. »Nach außen hin nehmen die Kräfte ziemlich langsam ab. Im Innern stehen die elektrischen Kraftlinien nahezu tangential, im Äußeren fast genau senkrecht zur Drahtoberfläche.«²³

»Hätte die Erde ein Leitvermögen wie etwa Metall, so würden die Verhältnisse klar liegen«, so übertrug Zenneck im Jahr 1905 die Vorstellung der Fortpflanzung von Wellen längs Drähten auf die drahtlose Telegrafie. »Wie dort die Wellen zwar in Luft, aber längs der Drähte fortschreiten, so würden auch bei der drahtlosen Telegraphie die Wellen längs der Erdoberfläche hingeleiten und allen Krümmungen derselben folgen, sich also durchaus nicht geradlinig ausbreiten.«²⁴ Mit Blick auf die Drahtwellen sei es »im höchsten Maße wahrscheinlich«, so setzte er im Juni 1907 in den »Annalen der Physik« diese Argumentationslinie fort, »dass die Wellen, welche die Sender der drahtlosen Telegraphie aussenden, jedenfalls in großer Entfernung vom Sender längs der leitenden Erdoberfläche in ähnlicher Weise hingeleiten«. Um die Rechnung ohne größere mathematische Komplikationen durchführen zu können, betrachtete er nur ebene Wellen an einer ebenen Fläche. Das theoretische Instrumentarium bezog er aus Cohns Buch und Sommerfelds Drahtwellenarbeit. Als Ergebnis fand er, dass bei einer geringen Leitfähigkeit die Absorption »einen ganz außerordentlich hohen Betrag« erreicht, was die »bekannte Tatsache« widerspiegelte, »dass die Reichweite von Stationen durch längere Strecken trockenen Bodens außerordentlich stark reduziert wird«. Ferner zeigten seine Formeln, »dass beim Telegraphieren über nicht zu trockenen festen Boden, in geringerem Maße auch über Süßwasser, die großen Stationen mit ihren langen Wellen bezüglich der Ab-

²² Zacharias/Heinicke, Handbuch, 1908, S. 109–118, 123–126.

²³ Sommerfeld, Fortpflanzung, 1899, S. 233, 288.

²⁴ Zenneck, Schwingungen, 1905, S. 812.

sorption erheblich günstiger sind als die kleinen Stationen mit den kürzeren Wellen«. Zenneck war sich aber darüber im Klaren, dass er damit das Rätsel um die große Reichweite der Wellen in der drahtlosen Telegrafie noch nicht gelöst hatte. So war bereits mehrfach festgestellt worden, dass die Reichweite bei Nacht größer war als am Tag, was Marconi auf die »Ionisation der Luft durch das Tageslicht« zurückführte.²⁵ Der schottische Pionier der drahtlosen Telegrafie James Erskine-Murray (1868–1927), der um 1900 auch mit Marconi zusammengearbeitet hatte, führte 1907 in einem »Handbook of wireless telegraphy« eine elektrisch leitende Schicht in der oberen Atmosphäre als Ursache für die große Reichweite ins Feld, wie sie im Jahr 1902 Oliver Heaviside (1850–1925) postuliert hatte. Dadurch würde die von einem Sender kugelförmig ausgestrahlte Wellenfront nach oben begrenzt und verformt, so dass sie sich schließlich zylinderförmig über die Erde ausbreitet. Beobachtungen von dänischen Meteorologen hätten gezeigt, dass Polarlichter auf eine Schicht in der Atmosphäre zwischen sechs und sechzig Meilen über der Erdoberfläche begrenzt sind, und dass deshalb diese Schicht leitend ist.²⁶ Zenneck zollte dem Handbuch großes Lob, obwohl die darin verbreitete Auffassung von einer leitenden Atmosphärenschicht als Ursache für die große Reichweite seiner eigenen Erklärung widersprach. Das Buch sei »wohl eines der besten« unter den zuletzt publizierten Büchern über drahtlose Telegrafie, schrieb er in einer Rezension im »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie«. Er kreierte es dem Autor auch nicht an, dass er die englischen und amerikanischen Arbeiten ausführlich behandelte und »die deutschen nur streift«; das war für ihn sogar »ein Grund mehr, das Buch gerade den deutschen Lesern besonders zu empfehlen.«²⁷

Mit den Fragen über die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen meldete sich die drahtlose Telegrafie als die große Herausforderung für Zennecks Physikerkarriere zurück. Das 1907 gegründete »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie« zählte Zenneck zu den Mitarbeitern der ersten Stunde. Der angesehene Pariser Verlag Gauthier-Villars publizierte 1908 eine französische Übersetzung seines Werks in zwei Bänden, von denen der zweite die Kapitel über drahtlose Telegrafie umfasste.²⁸ Zenneck hatte nach seiner Berufung nach Braunschweig keine Zeit für eine erweiterte Neuauflage seines »großen Buches« über »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie«. Der Verlag schlug ihm vor, einen kürzeren Auszug daraus zu publizieren, der nur die für die drahtlose Telegrafie wichtigen Teile enthielt. Seit 1905 hatte sich dieses Gebiet jedoch so rasant weiterentwickelt, dass der »Leitfaden der drahtlosen Telegraphie«, wie das neue Werk heißen sollte, bei einem bloßen Auszug »schon bei seinem Erscheinen veraltet gewesen« wäre und »Umarbeitungen ganzer Abschnitte nötig« wurden.²⁹ Als Zenneck das

25 Zenneck, Fortpflanzung, 1907, S. 856, 862, 864.

26 »[...] that aurorae are limited to the layer of the atmosphere between six and sixty miles above the earth's surface, and therefore that this layer is conductive.« Erskine-Murray, Handbook, 1907, S. 233.

27 Zenneck, Bücherbesprechung, 1907.

28 »Tome II. Les oscillateurs ouverts et les systèmes couplés. Les ondes électromagnétiques et la télégraphie sans fil«, Zenneck, Oscillations, 1908.

29 Zenneck, Leitfaden, 1909, S. VII.

Manuskript im Dezember 1908 seinem Verleger schickte, dürfte er schon gehant haben, dass ihm mit dem »Leitfaden« ähnliches wie mit seinem 1905 veröffentlichten »großen Buch« bevorstand, denn die drahtlose Telegrafie verlor nichts an Aktualität. Die Erzeugung elektromagnetischer Wellen mit immer neuen Techniken (Lichtbogen, Löschfunken, Elektronenröhren), die Wirkungsweise von Empfängern (Kohärer, Kristalldetektor), die weiterhin ungeklärten Ursachen für die große Reichweite und Fragen zur gerichteten Ausstrahlung sorgten für immer neue Diskussionen. Davon zeugen auch viele eng beschriebene Seiten mit Literaturangaben in Zennecks durchschossenem Exemplar der Erstauflage seines »Leitfadens«. Vom Erscheinen des »großen Buches« bis zum »Leitfaden« waren vier Jahre vergangen, die zweite Auflage des »Leitfadens« erschien nach weiteren vier Jahren – umbenannt als »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie«.³⁰ Und auch damit war die Arbeit nicht getan, denn auch für das »Lehrbuch« zeichnete sich schon bald der Wunsch nach einer neuen Auflage ab.

Der »Leitfaden« begleitete nicht nur Zennecks Karriere als Hochschullehrer, er spiegelte auch den jeweils aktuellen Stand des technischen Instrumentariums der drahtlosen Telegrafie wider. Zum Zeitpunkt der Erstauflage betraf dies vor allem die »Sender für Stoßerregung und ungedämpfte Schwingungen«, wie ein Kapitel im »Leitfaden« überschrieben war. Darin stellte Zenneck zwei Arten der Wellenerzeugung einander gegenüber, die mit den Namen von Max Wien und Valdemar Poulsen (1869–1942) verbunden waren. Sie lösten auf ganz unterschiedliche Weise die ersten, von Marconi und Braun benutzten Sender ab, bei denen die elektromagnetischen Schwingungen noch mit unkontrollierten Funkenentladungen erzeugt worden waren. Beim Poulsen-Sender sorgte anstelle von Funken ein Lichtbogen für die Erzeugung der Schwingungen. Im Wien'schen Sender wurden die Funken gebändigt, indem die Entladung durch eine Wechselspannung kontrolliert und in jedem Zyklus zu einem schnellen Abreißen gebracht wurde. Die Frequenz der Wechselspannung lag im hörbaren Bereich, so dass man von »tönenden Funken« sprach. »Das neue Telefunken-System«, so der Titel eines Vortrags des Telefunken-Ingenieurs Georg Graf von Arco (1869–1940) im Jahr 1909 auf der Jahresversammlung des Verbands Deutscher Elektrotechniker, arbeite mit dem Verfahren der »tönenden Funken«. Damit wurde es möglich, fast ungedämpfte Wellenzüge auszusenden und die Reichweite der Sender zu vergrößern.³¹ Zenneck regte darüber auch an seinem Institut in Braunschweig Forschungen an.³² Auch noch viele Jahre später, als längst andere Verfahren im Einsatz waren, widmete Zenneck in seinem »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie« dem Löschfunkensender ein eigenes Kapitel.³³

30 Zenneck, Lehrbuch, 1913.

31 Arco, Telefunken-System, 1909. Ausführlich dazu Friedewald, Funken, 1999; Mathis, Lepel, 2023.

32 Espinoza de los Monteros, Funkenstrecken, 1908.

33 Zenneck/Rukop, Lehrbuch, 1925, Kap. VII,3.

Zwei Jahre Industrietätigkeit bei der BASF

Zenneck sei für das Studienjahr 1909/1910 auf eigenen Wunsch beurlaubt worden, meldete das Vorlesungsverzeichnis der TH Braunschweig, »um einer ehrenden Aufforderung der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen nachzukommen behufs Übernahme der Leitung von Versuchen zur Salpetersäureherstellung aus der Luft.«³⁴ Seinen »Erinnerungen« zufolge war er zuvor um ein Gutachten über ein Löschfunken-system gebeten worden, das ein Elektroingenieur der BASF zum Patent anmelden wollte und zu dessen Erprobung Zenneck Versuche mit hohen Spannungen durchgeführt hatte. Danach habe ihm die BASF das Angebot unterbreitet, »ob ich nicht zu ihr zwecks Einrichtung und Leitung eines physikalischen, hauptsächlich Hochspannungs-Laboratoriums übertreten wolle.« Zenneck fand das Angebot zu verlockend, um es abzulehnen. Er erbat sich »vorerst einen einjährigen Urlaub« und ersuchte seinen Assistenten, so lange seine Vertretung zu übernehmen.³⁵ Tatsächlich wurden um diese Zeit auch bei anderen Unternehmen Industrielaboratorien eingerichtet und Physiker angestellt,³⁶ so dass Zennecks Wechsel von der Hochschule zur Industrie kein Einzelfall war. »Nun wird der tüchtige Zenneck von der Industrie eingefangen und geht vermutlich der Physik verloren«, so kommentierte Max Wien diesen Karriereschritt in einem Brief an Sommerfeld.³⁷

Nicht ganz zufällig fiel die Beurlaubung zusammen mit Zennecks Verlobung mit Olga Haeseler (1883–1964), der Tochter eines Kollegen von der TH Braunschweig, die er 1907 bei Skiausflügen in den Harz kennengelernt hatte.³⁸ Die Hochzeit fand im Juli 1909 nach dem Umzug zur BASF nach Ludwigshafen statt.³⁹ Offensichtlich sollte die Beurlaubung Zenneck im Fall eines unbefriedigenden Verlaufs der Industrietätigkeit die Möglichkeit zur Rückkehr an die TH Braunschweig sichern.

Die BASF versprach sich von Zennecks Anstellung ein neues Verfahren für die Erzeugung von Salpetersäure, dem Grundstoff für eine Vielzahl von großtechnisch hergestellten Produkten (vor allem Düngemittel und Sprengstoff).⁴⁰ 1903 hatte der norwegische Physiker Kristian Birkeland (1867–1917) eine Methode »für die Erzeugung elektrischer Entladungen mit maximalen Oberflächen für die Zersetzung oder Bindung von Gasen in der Atmosphäre« patentiert, die die Grundlage für ein industrielles Verfahren zur Stickstoffgewinnung aus Luft bildete. Zwei Jahre später gründete Birkeland mit dem norwegischen Unternehmer Sam Eyde (1866–1940) die Firma Norsk Hydro, die das Verfahren zur Herstellung von Düngemitteln nutzen sollte. Bis 1910 meldete Birkeland weitere 32 Patente an, drei davon mit Eyde, mit denen Norsk Hydro seine Stellung

³⁴ TH Braunschweig, Programm, 1909, S. 91.

³⁵ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 175–176.

³⁶ Schulrich, Industriephysiker, 1985; Schubert, Industrielaboratorien, 1987.

³⁷ Wien an Sommerfeld, 16. Februar 1909. DMA, HS 1977-28/A,368.

³⁸ Olga Haeseler an Zenneck, 31. Januar 1907. DMA, NL 053/0940.

³⁹ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 175.

⁴⁰ Travis, Nitrogen, 2018, Kap. 5.

als Düngemittelproduzent absichern wollte.⁴¹ Die BASF hatte sich 1906 an dem Unternehmen beteiligt. Norsk Hydro betrieb das Wasserkraftwerk, das mit mächtigen Turbinen den Strom für die Erzeugung der Lichtbogenentladung bereitstellte, mit der Stickstoff aus der Luft gewonnen wurde. Die BASF war für die Prozesse zuständig, die für die Herstellung der Salpetersäure mit dem Luftstickstoff nötig waren, begnügte sich jedoch nicht mit der chemischen Seite. Mit Zennecks Hilfe sollte neben Birkelands Methode ein wirkungsvollerer Elektrolichtbogenofen erprobt werden. Anfangs erschienen die BASF-Öfen den norwegischen überlegen, sowohl was die Ausbeute des Luftstickstoffs als auch was die Kosten anging. Doch im laufenden Betrieb ereigneten sich immer wieder Pannen. Zenneck begab sich für mehr als ein Jahr nach Norwegen, um die Probleme vor Ort zu untersuchen. Im September 1910 hielt er bei der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg einen Experimentalvortrag über »Die Verwertung des Luftstickstoffs mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens«, der einen authentischen Einblick in die »Detailsorgen des Physikers« gewährte, die Zenneck als BASF-Vertreter in Norwegen plagten.⁴² Nach einer Demonstration des Lichtbogenverfahrens im kleinen Modellmaßstab zeigte er Bilder von den gigantischen Wasserkraftanlagen und Stromgeneratoren in Norwegen, die Norsk Hydro dort errichtet hatte. Bei solchen Großanlagen kämen auf den Physiker besondere Herausforderungen zu. »Schon die Aufgabe, ein Messinstrument in eine Leitung einzuschalten, ist hier keineswegs eine einfache Sache, wenn die Leitung 200–300 Ampere Strom führt und einige tausend Volt Spannung gegen Erde besitzt. Die hohe Spannung aller Leitungen allein erschwert das Experimentieren außerordentlich: jede Berührung ist für den Messenden tödlich, und auch den eingeschalteten Messinstrumenten sind die Spannungen äußerst unsympathisch. Sie zeigen Störungen und Abweichungen, die erkannt werden mussten, ehe ein sicheres Messen möglich war.«⁴³ Die damit verbundenen Probleme beschäftigten Zenneck in einer ganzen Reihe von Publikationen, die er 1910 und 1911 in der »Physikalischen Zeitschrift« der Lichtbogenfrage widmete.⁴⁴ Physikalisch betrachtete er diese Phase seiner Karriere als Erfolg. Dennoch komme das Lichtbogenverfahren »wohl industriell nicht mehr in Frage«, schrieb er im Rückblick auf seine Zeit in Norwegen, obwohl es in der Elektrochemie kaum ein anderes Verfahren gegeben habe, das auch aus physikalischer Sicht so interessant war. Am Ende habe sich aber das zur selben Zeit aufgekommene Haber-Bosch-Verfahren »als das industriell günstigere« erwiesen.⁴⁵ In der Firmengeschichte der BASF fand Zennecks Beitrag nur eine kurze Erwähnung. Die Birkeland-Eyde-Öfen erschienen weniger störanfällig als die neueren BASF-Öfen. Außerdem kam es zu Spannungen zwischen den verschiedenen Partnern und Investoren der Norsk Hydro, so dass die BASF schließlich das Interesse an der Lichtbogenabscheidung verlor und im

41 Egeland/Burke, Birkeland, 2006, Kap. 7.

42 Kaufmann an Zenneck, 14. Februar 1910. DMA, NL 053/0963.

43 Zenneck, Verwertung, 1911, S. 26.

44 Zenneck, Verwertung, 1910; Zenneck, Energiemessung, 1911; Zenneck, Hochspannungsstörungen, 1911; Zenneck, Spektrographen, 1911.

45 »Erinnerungen an meine Tätigkeit in Norwegen« (undatiert). DMA, NL 053/0009.

September 1911 ihre Beteiligung an dem norwegischen Unternehmen aufgab.⁴⁶ Zenneck widmete seiner Tätigkeit für die BASF und seinem Aufenthalt in Norwegen auch noch viele Jahre später in seinen »Erinnerungen« viel Raum.⁴⁷ Obwohl das Lichtbogenverfahren aufgegeben wurde, habe ihm die BASF nach der Rückkehr aus Norwegen in Ludwigshafen eine glänzende Karriere in Aussicht gestellt – »mit einem nach meinen Begriffen hohen Einkommen und der Zuweisung eines hübschen Hauses in der Beamtenkolonie.« Das Hochspannungslaboratorium der BASF sollte unter Zennecks Leitung zu einer großen physikalischen Abteilung erweitert werden. Um die gleiche Zeit erreichte ihn jedoch auch ein Ruf an die TH Danzig, wo er 1905 als Dozent seine Hochschullaufbahn begonnen hatte. Nun sollte er als ordentlicher Professor die Nachfolge von Max Wien antreten, der einem Ruf an die Universität Jena folgte. Die Entscheidung sei ihm »außerordentlich schwer« gefallen, schließlich sei es nicht nur um die Frage eines erneuten Umzugs gegangen, sondern um eine grundsätzliche Entscheidung über die weitere Karriere: »Industrie oder akademische Laufbahn«, so Zenneck in seinen Erinnerungen. Er entschied sich für letzteres. Dass er als Industriephysiker finanziell besser gestellt sein würde, habe bei der Entscheidung keine Rolle gespielt. Bei den Berufungsverhandlungen im Preußischen Kultusministerium habe er sich mit der Hälfte dessen begnügt, was er bei der BASF verdient hätte.⁴⁸

Es gab aber einiges, was Zenneck die Minderung seines BASF-Gehalts hinnehmen ließ. Nach seiner eingehenden Beschäftigung mit dem Lichtbogenverfahren dürfte es ihn enttäuscht haben, dass die Direktion der BASF diese aus seiner Sicht erfolgreiche Technologie aufgab und Geschäftsinteressen einen höheren Stellenwert einnahmen. Außerdem wurden ihm die mit den verschiedenen Verfahren verknüpften Patentfragen lästig. Vielleicht dachte er dabei an Birkeland, der seine industriellen Aktivitäten bald wieder aufgegeben und seine zahlreichen Patente für die Düngemittelherstellung an Norsk Hydro verkauft hatte, um sich wieder als akademischer Physiker den interessanteren elektrischen Phänomenen im Sonnensystem und interstellaren Nebeln zuzuwenden.⁴⁹ Auch beim Formulieren von Patenten war wissenschaftliches und technisches Know-how gefragt, aber die Zielsetzung war eine andere als in der akademischen Wissenschaft. »Während man bei wissenschaftlichen Veröffentlichungen immer danach strebt, sie so klar wie möglich abzufassen, war es nach den Erfahrungen der Patentabteilung unter Umständen besser, sich nicht durch eine unnötig klare Darstellung zu einer bestimmten Auffassung zu bekennen«, so verglich Zenneck die unterschiedlichen Perspektiven eines akademischen Wissenschaftlers und eines Industriephysikers. »Über die ungeheure Bedeutung von Patenten und geschickten Patentanmeldungen kann kein Zweifel sein, aber angenehm war jedenfalls mir die Beschäftigung nicht.«⁵⁰

⁴⁶ Johnson, Power, 2003, S. 144–145.

⁴⁷ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 175–215; siehe dazu auch ausführlich Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.3.

⁴⁸ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 214–215.

⁴⁹ Egeland/Burke, Birkeland, 2006.

⁵⁰ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 184.

Rückkehr zur Hochschulphysik

Als Zenneck zum Sommersemester 1911 die Nachfolge von Max Wien an der TH Danzig antrat, bedeutete dies für ihn eine Rückkehr in vertraute Verhältnisse: »Danzig II« überschrieb er diesen Lebensabschnitt in seinen »Erinnerungen«. Obwohl er nicht müde wurde, das von Max Wien bestens ausgestattete physikalische Institut und die Reize der baltischen Ostseeküste zu loben, hielt es ihn auch jetzt nur für zwei Jahre in Danzig.⁵¹ 1913 folgte er einem Ruf an die TH München, die er dann auf Dauer zu seiner akademischen Heimat als Professor der Experimentalphysik machte.

Was von Zennecks zweitem Danziger Aufenthalt von 1911 bis 1913 besondere Erwähnung verdient, ist die erneute Beschäftigung mit Problemen der drahtlosen Telegrafie. Bei der BASF hatte er die Neuerungen in der Hochfrequenztechnik nur nebenher aus Publikationen in Fachzeitschriften verfolgt, in Danzig konnte er dazu eigene Experimente durchführen. Mit Hans Rukop (1883–1958) bekam er dafür einen Assistenten, der mit einer Anwendung der Schwingungserregung nach der Löschfunkenmethode an der Universität Greifswald promovierte – die Allgemeine Abteilung der TH Danzig, zu der Zennecks Lehrstuhl gehörte, besaß noch kein Promotionsrecht – und sich später bei Telefunken als Industriephysiker und Leiter der Abteilung für Elektronenröhren einen Namen machte. Einige seiner für die Dissertation nötigen Untersuchungen habe er im Physikinstitut an der TH Danzig durchgeführt, so bedankte sich Rukop bei Zenneck für die Förderung seiner Doktorarbeit.⁵² Bei Untersuchungen über die Schwingungserregung nach der Lichtbogenmethode bewies Rukop mit Zennecks Unterstützung auch einen virtuosen Umgang mit der Braun'schen Röhre, die eine fotografische Aufzeichnung von Schwingungsverläufen ermöglichte.⁵³ Die Zusammenarbeit setzte sich auch in München fort, wo sich Rukop als Zennecks Assistent weiter mit Untersuchungen zur Hochfrequenztechnik beschäftigte, was auch in gemeinsamen Publikationen zum Ausdruck kam.⁵⁴

Die Berufung nach München im Sommer 1913 dürfte Zenneck als eine Art Ritter Schlag zum technischen Physiker betrachtet haben. Neben der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg zählte die TH München zu den bedeutendsten und größten Deutschlands. Unter dem umtriebigen Mathematiker Walther von Dyck (1856–1934), der von 1900 bis 1906 als Direktor der TH München amtierte, war 1901 das Promotionsrecht für die Allgemeine Abteilung durchgesetzt worden, so dass Mathematik- und Physikstudenten nicht mehr an eine Universität wechseln mussten, wenn sie den Doktorgrad erwerben wollten. Auch die Lehramtsausbildung wurde den Universitäten angeglichen. Die meisten anderen deutschen Technischen Hochschulen erreichten diese Gleichberechtigung mit den Universitäten erst nach dem Ersten Weltkrieg. Dyck hatte

⁵¹ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 226–236.

⁵² Rukop, *Messungen*, 1913, S. 532.

⁵³ Zenneck, *Entstehung*, 1914.

⁵⁴ Rukop/Zenneck, *Lichtbogengenerator*, 1914; Rukop/Zenneck, *Transformation*, 1914.

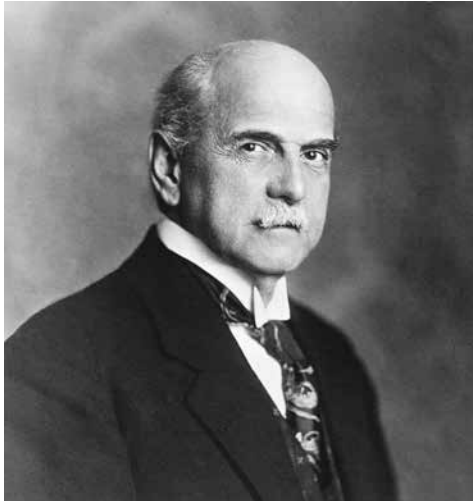


Abb. 3 Porträt von Walther von Dyck ca. 1920–1925.

auch einen Ausbau der Laboratorien forciert, darunter insbesondere ein der Allgemeinen Abteilung angegliedertes Laboratorium für technische Physik, das auf eine Initiative des Industriellen Carl von Linde (1842–1934) zurückging und von dem Physiker Oscar Knoblauch (1862–1946) als außerordentlicher Professor geleitet wurde. Es konzentrierte sich vor allem auf die technische Thermodynamik, so dass Zenneck davon keine Konkurrenz für seine eigenen Forschungen auf anderen Gebieten der technischen Physik befürchten musste.

Dyck hatte die Physik an der TH München unter dem Dach der Allgemeinen Abteilung zu einem, der Universitätsphysik ebenbürtigen Fach gemacht, das den Bedürfnissen der Technik gerecht wurde, statt als bloße Hilfswissenschaft für Ingenieure dienen zu müssen.⁵⁵ So war an der TH München als erster Technischer Hochschule in Deutschland eine zweigleisige Ausbildung für technische Physiker geschaffen worden: Die erste Studienrichtung betraf Ingenieure mit einem Hang zur Physik, die zweite Physiker mit einem Hang zur Technik. Die erste Richtung führte mit Studienarbeiten im Laboratorium für technische Physik zu einem Studienabschluss als Diplomingenieur, die zweite gleich eher dem Studium an einer Universität und führte zum Abschluss als Diplomphysiker.⁵⁶ Auch wenn diese Unterscheidung erst in den 1920er Jahren mit einer neuen Prüfungsordnung für Physikstudenten ein formales Gewand erhielt (siehe S. 95), hatte

⁵⁵ Hashagen, Dyck, 2003, Kap. 16.

⁵⁶ »Die Geschichte des Laboratoriums für technische Physik der Technischen Hochschule München 1902–1934, verfasst von Oscar Knoblauch 1941/42.« Maschinenschriftliches Manuskript. Akten betreffend Laboratorium für technische Physik, HATUM, C340.

Dyck schon zwei Jahrzehnte früher die Weichen dafür gestellt, dass die TH München nicht nur für angehende Ingenieure, sondern auch für technisch orientierte Physiker eine attraktive Studienstätte wurde.

Zenneck dürfte daher im Sommer 1913 mit hohen Erwartungen nach München geist sein, um im Bayerischen Kultusministerium Berufungsverhandlungen aufzunehmen und sich vor Ort einen Eindruck von seinem künftigen Arbeitsplatz zu verschaffen, wo Hermann Ebert (1861–1913) von 1898 bis zu seinem Tod im Februar 1913 den Lehrstuhl für Experimentalphysik bekleidet hatte. Ebert genoss als Lehrbuchautor großes Ansehen. Sommerfeld lobte Eberts Lehrbuch als »Niederschlag seiner mit besonderer Liebe ausgearbeiteten und mit größtem Erfolge durchgeführten Vorlesungen an der Münchener technischen Hochschule, in denen die technischen Interessen in besonderem Maße zur Geltung kamen und die Experimentierkunst in ihrer Richtung auf objektive Darstellung für einen großen Zuhörerkreis aufs Höchste gesteigert war.«⁵⁷ Auch Ernst von Angerer (1881–1951), der 1905 bei Röntgen promoviert hatte und 1912 von seiner Assistentenstelle am Röntgen'schen Institut der Universität München als Konservator zu Ebert an das Physikalische Institut der TH München gewechselt war, erinnerte sich an die bei den Studenten sehr beliebten Vorlesungen Eberts. »Aber sein Institut war klein, nur hie und da gab es einige Doktoranden. Vor allem waren die elektrotechnischen Hilfsmittel sehr dürftig.«⁵⁸ Zenneck hatte erwartet, dass er als Nachfolger Eberts seine Karriere als technischer Physiker und Hochschullehrer in München wie nirgendwo sonst verwirklichen könne – doch die Besichtigung des Physikalischen Instituts bereitete ihm einen Schock. »Selten habe ich eine solche Ernüchterung erlebt,« sollte er später in seinen »Erinnerungen« schreiben. Das Institut war »in einem ungewöhnlich dürftigen Zustand«, telegrafierte er nach der Besichtigung an seine Frau. Er war so enttäuscht, dass er gar keine Berufungsverhandlungen mehr führen und schon am nächsten Tag nach Danzig zurückkehren wollte.⁵⁹ Dann begab er sich aber doch ins Ministerium – und erhielt sofort die Mittel zugesichert für die »Einrichtung verschiedener Räume des physikalischen Instituts für wissenschaftliche Zwecke unter Vornahme kleiner baulicher Änderungen.«⁶⁰ Offenbar wollte man auch im Ministerium den »kümmerlichen Zustand des Instituts« nicht länger hinnehmen. »Die Restaurierungs- und Einrichtungsarbeiten wurden ausgeführt, bis ich im Oktober die Stelle antrat, so dass das Institut wenigstens einigermaßen im Stande war.«⁶¹

Auch danach war Zenneck noch eine ganze Weile damit beschäftigt, das Institut in eine seinen Vorstellungen entsprechende Forschungsstätte zu verwandeln. »In allen Zimmern klopfen Arbeitsleute und legen technisch einwandfreie Starkstromleitungen, mächtige Leydener Flaschen kamen an, Generatoren und Motore«, so erinnerte sich Ernst von Angerer an die Aufbruchstimmung im Wintersemester 1913/1914. »Die Devi-

57 Sommerfeld, Ebert, 1913, S. 73; Ebert, Lehrbuch, 1912.

58 Angerer, Geheimrat, 1941, S. 8.

59 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 241.

60 Berufungsurkunde, 24. Juli 1913. BayHStA, MK 43350.

61 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 242.

se hieß damals ›alle Mann an Deck‹, es war eine vorbildliche Arbeitsgemeinschaft. [...] In den Monaten der Reorganisation des Institutes tröstete Herr Zenneck manchmal seine Herren: ›Warten Sie nur, bis die ersten beiden Semester vorbei sind – dann soll wieder ein reges wissenschaftliches Leben beginnen!‹ Aber noch ehe dieses erste Jahr beendet war, kam der große Krieg.«⁶²

⁶² Angerer, Geheimrat, 1941, S. 8.

Probleme der drahtlosen Telegrafie

Zennecks Hauptinteresse als technischer Physiker galt der drahtlosen Telegrafie. Als er im Jahr 1913 an die TH München kam, war daraus im wahrsten Sinn des Wortes eine weltumspannende Technologie geworden. Um diese Zeit wurde zwischen der Telefunken-Großstation Nauen bei Berlin und ihrem Gegenstück in Sayville bei New York über 6000 Kilometer hinweg der Funkverkehr aufgenommen. Von Nauen aus stellte Telefunken auch die Funkverbindung mit den deutschen Kolonien in Afrika über Entfernungen von 5200 Kilometern (Togo) und 8000 Kilometern (Windhuk) her. Das Jahr 1913 ging in eine Telefunkenchronik als das Jahr ein, in dem die Firma die »Reichskonzession zum Bau und Betriebe von Großstationen in Afrika zur Verbindung der deutschen Kolonien mit der Heimat« erhielt. Telefunken widmete die Festschrift Zenneck »in dankbarer Anerkennung seiner Verdienste um die wissenschaftliche Durchdringung und Fortentwicklung der Funktechnik«.¹

Doch die »wissenschaftliche Durchdringung« ließ eine Reihe von Fragen offen, auch und gerade was die große Reichweite der ausgestrahlten Funksignale betraf. Die Ausbreitung der Wellen der drahtlosen Telegrafie wurde zur großen Herausforderung für die Physiker, die wie Zenneck die Grundlagen dieser Technologie erforschten.

Das Ausbreitungsproblem

Auch wenn für Zenneck nach seinem Wechsel an die TH München zum Wintersemester 1913/1914 die Ausstattung seines Instituts Priorität hatte, machte sich seine Anwesenheit bei den Physikern an der Münchner Universität sofort bemerkbar. Mit Sommerfeld konnte sich Zenneck wie mit sonst keinem theoretischen Physiker über Fragen der drahtlosen Telegrafie austauschen. Sommerfeld hatte 1909 Zennecks Idee der Oberflächenwellen aufgegriffen und zu einer mathematischen Theorie ausgearbeitet, die das Ausbreitungsproblem zu lösen schien.² Danach machte Sommerfeld das Problem zum Gegenstand von Doktorarbeiten, in denen die Erdkrümmung berücksichtigt wurde.³ Die Theorie erschien auch geeignet, um die Richtwirkung von Marconis »geknickter Antenne« zu erklären, bei der ein Teil des Antennendrahtes horizontal über dem Erdboden verlief. Die Wirkungsweise solcher Antennen war umstritten. »Graf Arco sagte mir, dass seiner Meinung nach Marconi die Antenne nur deshalb horizontal führe, weil er sonst die großen Drahtlängen nicht unterbringen könne«, so gab Sommerfeld die Meinung des leitenden Telefunkeningenieurs zu der Doktorarbeit seines Schülers Harald von Hirschelmann (1878–1941) wieder, der die Richtwirkung auf der Grundlage der

1 Telefunken, Festschrift, 1928; zur Einrichtung des deutschen Kolonialfunknetzes in Afrika siehe Friedewald, Funken, 1999, Kap. 5.

2 Zenneck, Fortpflanzung, 1907; Sommerfeld, Ausbreitung, 1909.

3 March, Ausbreitung, 1912; Rybczyński, Ausbreitung, 1913.

Zenneck-Sommerfeld'schen Theorie erklärte. »Der Richtungseffekt entsteht durch vertikale Erdströme in der Nähe des Senders; diese wirken wie zwei in der Vorzugsrichtung aufgestellte fingierte Antennen von entgegengesetzter Phase; der Richtungseffekt entsteht aus der Interferenz mit der wirklichen Antenne. Die Marconische Anordnung des geknickten Senders ist insofern nicht wesentlich verschieden von der Braunschen Anordnung zweier oder mehrere Antennen.«⁴ Damit bekräftigte Sommerfeld eine Auffassung, die Braun und Zenneck bereits früher entwickelt und mit Experimenten überprüft hatten.⁵

Auch international sorgten die offenen Fragen der drahtlosen Telegrafie für Diskussionen. Erskine-Murray bedachte Zennecks »Leitfaden« zwar mit größtem Lob (»It is quite the best book that has been published on Wireless«), störte sich aber an der darin vertretenen Ausbreitungstheorie. Nordlichter, die Ionisierung der höheren Atmosphäre durch die Sonne und andere Erscheinungen schienen für ihn darauf hinzudeuten, dass schon wenige Kilometer über der Erdoberfläche eine Schicht mit hoher elektrischer Leitfähigkeit existiere. Der Mechanismus für die Ausbreitung über die Erdkrümmung hinweg sei also nicht im Erdboden zu lokalisieren, sondern in der Atmosphäre.⁶ 1912 setzte die British Association for the Advancement of Science (BAAS) das Ausbreitungsproblem auf die Tagesordnung ihres Jahrestreffens in Dundee. John Ambrose Fleming, Marconis wissenschaftlicher Berater, benannte in seinem Einführungsvortrag die für die Wellenausbreitung maßgeblichen Einflüsse wie die Leitfähigkeit des Erdbodens und die Ionisation der Atmosphäre durch die Sonnenstrahlung. Was die Überwindung der Erdkrümmung anging, verwies er vor allem auf Arbeiten von Henri Poincaré (1854–1912), der sie auf einen Beugungseffekt von elektromagnetischen Wellen zurückführte.⁷ Doch mit Blick auf die Frage nach dem Einfluss der Leitfähigkeit gab Fleming der Zenneck-Sommerfeld'schen Theorie der Oberflächenwelle den Vorzug, die nicht nur eine Erklärung der rätselhaften Bodenhaftung der elektromagnetischen Wellen lieferte, sondern auch für die gerichtete Ausstrahlung. Was die unterschiedliche Reichweite bei Tag und bei Nacht anging, tappte man jedoch immer noch buchstäblich im Dunkeln.⁸

Auch Sommerfeld war zur BAAS-Tagung nach Dundee eingeladen worden, konnte jedoch nicht teilnehmen.⁹ Er schickte den Organisatoren der Tagung aber eine ausführliche schriftliche Stellungnahme, die im Anschluss zusammen mit Flemings Auflistung der kritischen Fragen im »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie« abge-

4 Sommerfeld an die philosophische Fakultät, Sektion II, der Ludwig-Maximilians-Universität, 7. Januar 1911. UAM, OC I 37p. Hoerschelmann, Wirkungsweise, 1911.

5 Braun, Telegraphie, 1907; Zenneck, Wirkungsweise, 1908.

6 Erskine-Murray an Zenneck, 19. Juni 1909. DMA, NL 053/0892 (»Do you not think that the frequent occurrence of Aurora Borealis, the well known ionizing effect of sunlight on air, the constant variation of the magnetic declination and finally the very rapid gradient of electric potential even at low elevations in the atmosphere all point to the existence of a layer of much higher conductivity at the height of a few kilometers?«).

7 Poincaré, Diffraction, 1910.

8 Fleming, Theory, 1912. Zu den verschiedenen Ausbreitungstheorien siehe Yeang, Sky, 2013, Kap. 2.

9 Porter an Sommerfeld, 21. Juni und 3. Juli 1912. DMA, HS 1977-28/A,269.

druckt wurde.¹⁰ Was die Erdkrümmung betraf, konnte er zwar keine quantitativen Ergebnisse liefern, gab sich aber davon überzeugt, »dass der Typus der Oberflächenwellen für ihre Überwindung günstig sein könne.« In die quantitativen Ergebnisse der verschiedenen Theorien setzte er kein großes Vertrauen, sie schienen ihm allesamt nicht gut mit einer empirisch aufgestellten Formel von Louis Winslow Austin (1867–1932) übereinzustimmen, der für das National Bureau of Standards und die U.S. Navy in ausgedehnten Messungen die Reichweite der Funksignale untersucht hatte.¹¹ »Für den Vergleich mit der Erfahrung kommt es auf das Numerische an, was sehr schwierig ist«, schrieb Sommerfeld ein Jahr später seinem Experimentalphysikkollegen Willy Wien (1864–1928), der wie sein Cousin Max Wien ein lebhaftes Interesse an der drahtlosen Telegrafie hatte. Die Theorie der Oberflächenwelle sei in dieser Hinsicht wie alle anderen Theorien unzureichend. »Möglicher Weise muss man doch die schon oft herangezogene Reflexion an gut leitenden höheren Schichten für die Möglichkeit der Telegraphie auf ganz große Entfernungen verantwortlich machen.«¹²

Die »Reflexion an gut leitenden höheren Schichten« war mehr als zehn Jahre zuvor von Arthur Edwin Kennelly (1861–1939) und Oliver Heaviside als Erklärung für die große Reichweite ins Spiel gebracht worden (siehe S. 48), doch für die Existenz solcher Atmosphärenschichten fehlte es an Nachweisen. Kurz vor der BAAS-Tagung in Dundee hatte William Henry Eccles (1875–1966) in den »Proceedings of the Royal Society« für »Heaviside's reflecting layer« – der Name Kennellys als Mitentdecker wurde erst später mitgenannt – konkrete Indizien zusammengestellt.¹³ Darüber berichtete er im Anschluss an Sommerfelds Referat auch im »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie«. Hinweise auf ionisierte höhere Atmosphärenschichten gab es nach Eccles zuhauf. Am auffälligsten waren die Tag-Nacht-Variationen, die auf eine unterschiedliche Ionisation der Atmosphäre durch die Sonnenstrahlung zurückgeführt wurden. Aber es gab noch deutlichere Indizien. So habe man bei einigen Stationen der amerikanischen Marconi-Gesellschaft in der Nähe des Polarkreises auch einen markanten Einfluss des Nordlichts auf die Signalausbreitung festgestellt, das nach jüngsten Messungen in einer Höhe von 40 Kilometern bis 370 Kilometern entstand und dort stark ionisierte Atmosphärenschichten vermuten ließ. »Zuweilen brachte, wenn die Signale für die Verständigung zu schlecht waren, ein Nordlicht augenblicklich eine gute Verständigung zuwege.«¹⁴

Derartige Einflüsse konnten mit der Zenneck-Sommerfeld'schen Oberflächenwelle nicht erklärt werden. Nach der Konferenz in Dundee erhoffte sich Eccles von Sommerfeld Unterstützung für den Plan, unter dem Dach der BAAS ein Committee of Radiotelegraphic Investigations mit der Aufgabe zu betrauen, aus allen Teilen der Welt Informationen darüber einzuholen, wie sich Naturphänomene auf die Praxis der drahtlosen

¹⁰ Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 5 (1912), S. 185–191.

¹¹ Yeang, Sky, 2013, Kap. 3.

¹² Sommerfeld an W. Wien, 29. November 1913. DMA, NL 056/010. Abgedruckt in Eckert/Märker, Briefwechsel, 2004, S. 481–482.

¹³ Eccles, Variations, 1912.

¹⁴ Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 5 (1912), S. 191–210, hier S. 208.

Telegrafie auswirken.¹⁵ Sommerfeld reichte die Anfrage an Max Dieckmann (1882–1960) weiter, der als Assistent von Zennecks Vorgänger Hermann Ebert Experimente über Luftelektrizität durchgeführt und 1908 in Gräfelfing bei München die Drahtlostelegraphische und Lufterlektrische Versuchsstation aufgebaut hatte. Dieckmann schrieb Sommerfeld, dass die in seiner Station durchgeführten Messungen »denen ähnlich sind und teilweise weiter führen wie die, welche die British Association verlangt«, und erklärte sich gerne bereit, an der Aktion des Committee of Radiotelegraphic Investigations mitzuwirken.¹⁶ Mit dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs wurden diese Pläne jedoch ad acta gelegt. Als Fleming im Jahr 1916 seinem Lehrbuch »The Principles of Electric Wave Telegraphy and Telephony« eine dritte Auflage folgen ließ (die erste und zweite Auflage war 1906 beziehungsweise 1910 erschienen), sah er sich zwar genötigt, ein neues Kapitel über die Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen hinzuzufügen; was die Diskussionen in Dundee vier Jahre zuvor über dieses Thema anging, konnte er jedoch keine Fortschritte mitteilen. Das BAAS-Komitee habe zwar systematische Untersuchungen über das Ausbreitungsproblem auf den Weg gebracht, doch bis zur Auswertung der Ergebnisse werde noch viel Zeit vergehen.¹⁷ Wie auch der Blick in die verschiedenen Auflagen von Zennecks »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie« zeigt – 1916 erschien die vierte Auflage als Nachdruck der Auflage von 1913; die fünfte Auflage wurde 1925 von Zenneck und Rukop gemeinsam herausgegeben – war selbst zehn Jahre später das Ausbreitungsproblem noch nicht reif für eine neue Lehrbuchdarstellung. Das Kapitel über »Die Ausbreitung der Wellen längs der Erdoberfläche« wurde fast unverändert aus der 1913 erschienenen Vorgängerauflage übernommen, mit Fokus auf die Zenneck-Sommerfeld'sche Oberflächenwelle.¹⁸

Sender und Empfänger

Das Ausbreitungsproblem betraf grundlegende Fragen über die Fortpflanzung elektromagnetischer Wellen in und zwischen Medien mit unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeit. Damit wurden Fragen nach den Ursachen für die Ionisierung der Atmosphäre und ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung aufgeworfen, die die drahtlose Telegrafie zum Instrument für die Ionosphärenforschung machten und die Erschließung neuer Teilgebiete der Geo-, Sonnen- und Astrophysik ermöglichten (siehe S. 101).

Es gab jedoch neben dem Ausbreitungsproblem noch weitere ungelöste Fragen, vor allem was die Erzeugung der Funkwellen und ihre Ausstrahlung von Sendeantennen betraf. Das Attribut »Funk« stammte aus einer Ära, als die Wellen durch den Überschlag

¹⁵ Eccles an Sommerfeld, 22. Dezember 1913. DMA, NL 089/007 (»You will probably be aware that the British Association is desirous of collecting information from all parts of the globe concerning certain natural phenomena which have come to view in the practice of wireless telegraphy«).

¹⁶ Dieckmann an Sommerfeld, 11. Januar 1914. DMA, NL 089/007.

¹⁷ Fleming, Principles, 1916, S. 860.

¹⁸ Zenneck/Rukop, Lehrbuch, 1925, Kap. X.



Abb. 1 Maschinensender einer 1924 erbauten schwedischen Sendestation.

von Funken erzeugt wurden. Bei den ersten Versuchen Marconis war die Sendeantenne an ihrem unteren Ende durch eine Funkenstrecke unterbrochen, zwischen deren Enden von einem angeschlossenen »Funkeninduktor« (eine Spule zur Erzeugung hoher Spannung) die Überschläge erzeugt wurden. Ferdinand Braun trennte die Ausstrahlung der Wellen von ihrer Erzeugung, indem er die Funkenerzeugung mit einem Kondensator zu einem eigenen Schwingkreis verband, der induktiv an die Antenne ankoppelte. Dadurch erfolgte die Energiezufuhr im Primärkreis mit Funkenstrecke und, getrennt davon, die Wellenausstrahlung in einem sekundären Antennenkreis ohne Funkenstrecke. Auch Marconi benutzte bei seinen späteren Versuchen dieses System. Weitere Erfindungen wie das Löschfunkenprinzip ermöglichten die Erzeugung von nahezu ungedämpften Wellenzügen. Dabei wurden im Primärkreis in kurzer Folge Funken erzeugt und wieder abgebrochen, was bei einer Funkenzahl von etwa 500 pro Sekunde auch als Ton hörbar war (nicht zu verwechseln mit der Frequenz der elektromagnetischen Schwingungen, die durch den Kondensator im primären Schwingkreis bestimmt wurde und mehr als tausendmal höher war) und zur Bezeichnung »Tonsender« oder »System der tönenden Funken« führte.¹⁹ Möglichst ungedämpfte Wellen wurden auch von Lichtbogensendern erzeugt, bei denen die Entladung über eine Funkenstrecke durch eine kontinuierliche Lichtbogenentladung in einem Wasserstoffgas ersetzt wurde. Als die erfolgreichste Art der Erzeugung ungedämpfter Wellen erwies sich das auch für die Erzeugung von Wechselstrom eingesetzte Prinzip schnell rotierender Spulen. Es wurde bei General Electric in den USA für höhere Frequenzen weiterentwickelt und führte zur Entwicklung von Maschinensendern, mit denen ab 1912 Großstationen wie Nauen ausgestattet wurden.²⁰

¹⁹ Friedewald, Funken, 1999.

²⁰ Telefunken-Gesellschaft, Festschrift, 1928, S. 289; Meißner, Maschinensender, 1953.

Die rasante Entwicklung dieser Technologie war von zahllosen Patentstreitigkeiten begleitet. Obwohl Zenneck an diesen wenig Gefallen fand, beschrieb er in seinem »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie« sehr detailliert die verschiedenen Erfindungen, von Sendern bis hin zu Schaltbildern und Abbildungen einzelner Sendeanlagen.²¹ Doch nicht nur aus einer technischen Perspektive, sondern auch mit Blick auf die Physik bot diese Technologie einen Anlass für die eine oder andere eingehendere Untersuchung, wie Zenneck schon kurz nach Antritt seiner Professur an der TH München zeigte. Im Januar 1914 stellte sein Assistent Rukop in den »Annalen der Physik« seine jüngste Publikation über eine Anwendung des Löschfunkenprinzips im gemeinsamen Kolloquium der Münchner Physiker vor.²² Im Juni referierten Zenneck und Sommerfeld über die »Transformation der Frequenz durch den Lichtbogen«.²³ Zenneck zeigte an diesem Problem auch auf, wie die Braun'sche Röhre für die Schwingungsanalyse eingesetzt werden konnte.²⁴ »Viel mehr als dass die Strom- oder Spannungskurve noch bei Frequenzen von vielen Millionen/sec automatisch auf dem Schirm sich zeigt, kann man wirklich nicht verlangen«, schrieb Zenneck später anlässlich des fünfzigsten Geburtstags der Braun'schen Röhre. »Es ist deshalb kein Wunder, wenn die Braunsche Röhre das Hauptwerkzeug des Hochfrequenzphysikers und -ingenieurs geworden ist.«²⁵

Auch der Empfang von Funksignalen war Gegenstand einer stürmischen Entwicklung. Im »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie« trug Zenneck dieser Entwicklung Rechnung, indem er in Abschnitten über »Thermische Detektoren«, »Magnetische Detektoren«, »Unvollkommene Kontakte«, »Elektrolytische und andere Detektoren« zuerst die verschiedenen physikalischen Mechanismen ins Zentrum stellte, auf denen der Nachweis elektromagnetischer Wellen beruhte, um anschließend an ihnen die technischen Empfängeranordnungen zu beschreiben, in denen diese Detektoren eingesetzt wurden.²⁶ Später bezeichnete Zenneck die beiden Jahrzehnte vor dem Ersten Weltkrieg als »die interessante romantische Zeit der drahtlosen Telegraphie, in der man besonders im Empfänger aus der ganzen Physik alles zusammenholte und ausprobierte, was dem neuen Nachrichtenmittel dienen konnte.«²⁷

Elektronenröhren

Zu den Dingen, die dem neuen Nachrichtenmittel »drahtlose Telegraphie« dienen konnten, zählten auch Elektronenröhren. In ihrer Frühgeschichte im ersten Jahrzehnt des zwanzigsten Jahrhunderts tauchen in diesem Zusammenhang vor allem die Namen von

21 Zenneck, Lehrbuch, 1913, Kap. VII–IX.

22 Rukop, Messungen, 1913.

23 Vorträge am 14. Januar und 22. Juni 1914. Physikalisches Mittwochs-kolloquium. DMA, 1997-5115.

24 Zenneck, Transformation, 1913; Zenneck, Momentaufnahmen, 1913; Zenneck, Entstehung, 1914.

25 Zenneck, Jubiläum, 1948, S. 34–35.

26 Zenneck, Lehrbuch, 1913, Kap. XI, XII.

27 Zenneck, Zeit, 1953, S. 158.

John Ambrose Fleming und Lee de Forest (1873–1961) auf, doch deren Erfindungen (»Fleming valve« beziehungsweise »Audion«) repräsentieren nur den Auftakt einer Technologie, die in den 1920er Jahren unter dem Begriff der Elektronen- oder Vakuumröhren Konturen annahm. Fleming und de Forest lieferten sich, sowohl gegenseitig als auch mit anderen Röhrenerfindern, heftige Patentstreitigkeiten, die bis in die historische Erforschung dieser Technologie für kontroverse Darstellungen sorgten.²⁸ In der »romantischen Ära« vor dem Ersten Weltkrieg erscheinen Elektronenröhren jedenfalls noch nicht als die neue Schlüsseltechnologie, mit der die drahtlose Telegrafie in ein neues Zeitalter katapultiert wurde. Dennoch wurden viele damit verbundene Fragen und Probleme erkannt und diskutiert. In der 1913 publizierte Ausgabe von Zennecks Lehrbuch werden die Röhren von Fleming und de Forest unter der Überschrift »Glühlampendetektoren, Gasdetektoren« behandelt.²⁹ Erst in der von Zenneck und Rukop 1925 veröffentlichten fünften Auflage wurde mit einem eigenen Kapitel über »Vakuumröhren« deutlich, in welchem Umfang diese Technologie die gesamte drahtlose Telegrafie verändert hat. Das Kapitel wurde von Rukop verfasst, der 1914 seine Hochschullaufbahn beendete und als Leiter einer neuen Röhrenabteilung bei Telefunken als Industriephysiker seine Karriere fortsetzte. Rukop könne »wohl in Deutschland als der beste Kenner der Elektronenröhren gelten«, schrieb Zenneck im Vorwort. »Schon im Jahre 1919 hatte ich es übernommen, das Kapitel ›Vakuumröhren‹ für die fünfte Auflage des vorliegenden Buches zu schreiben«, ergänzte Rukop. Er habe diese Arbeit »um so lieber übernommen, als ich weit über das sachliche Interesse der Darstellung und Veröffentlichung dieser Materie hinaus die Mitarbeit an J. Zennecks Lehrbüchern, die ich schon während meiner Doktorarbeit als Bibel der elektrischen Schwingungen handhaben lernte, mir zur hohen Ehre anrechnen konnte.« Die rasante Entwicklung des Gebietes habe dann noch ein »dreimaliges Umarbeiten und Erweitern auf einen Umfang von etwa 350 Druckseiten« nötig gemacht.³⁰

Gegen Ende der 1920er Jahre sah Zenneck in den Elektronenröhren das Paradebeispiel dafür, dass »die drahtlose Telegraphie ein besonders repräsentatives Glied der technischen Physik« ist. Elektronenröhren seien als Gleichrichter, Verstärker und Schwingungsgeneratoren überall in Physik und Technik zum Einsatz gekommen »und haben dort zum Teil eine ebenso stürmische Entwicklung hervorgerufen wie in der drahtlosen Telegraphie selbst.«³¹ Dieselbe Botschaft vermittelte er auch in den USA, wo ihn das Institute of Radio Engineers als ersten Nichtamerikaner mit der »Medal of Honor for 1928« auszeichnete. »Fleming valves, De Forest audions, and all those methods known as tube am-meters and voltmeters«, so sprach er die im Kontext der drahtlosen Telegrafie erfundenen Elektronenröhren an, hätten das Messen von Wechselströmen und -spannungen zu einem Vergnügen gemacht. An diesen und anderen Beispielen habe sich gezeigt, wieviel die Wissenschaft der »radiotelegraphy« verdankt.³² Diese Botschaft war ihm

28 Aitken, Syntony, 1985; Hong, Wireless, 2001, Kap. 5, 6.

29 Zenneck, Lehrbuch, 1913, Abschn. 161.

30 Zenneck/Rukop, Lehrbuch, 1925, S. V–VI.

31 Zenneck, Technische Physik, 1930, S. 325.

32 Zenneck, Importance, 1929, S. 101.

so wichtig, dass er die Rede auch in deutscher Sprache bei Ingenieuren und Physiklehrern verbreitete.³³ Auch noch zwei Jahrzehnte später zählte er »die Elektronenröhre von de Forest« zu den »Delikatessen«, die die Experimentalphysik der drahtlosen Telegrafie verdankte. Was die »Vielseitigkeit der Anwendung« betraf, rangierte für ihn »an erster Stelle die Elektronenröhre, an zweiter aber wohl die Braunsche Röhre.«³⁴

Mit den Elektronenröhren hielt auch ein neues Verständnis über die Grundlagen der drahtlosen Telegrafie Einzug, das in der Frühphase vor allem durch den »Funken« geprägt war. In Begriffen wie »Funktechnik«, »Telefunken«, »Funker« etc. blieb der Funke bis heute als zentrales Element dieser Technologie erhalten, obwohl es mit der Einführung der Elektronenröhren in den Send- und Empfangsanlagen keine Funken mehr gab. »Viel verbreitet war damals die Vorstellung, dass sowohl im Kondensatorkreis, als in der Antenne der Funke das sei, was die Schwingungen erzeuge, während er in Wirklichkeit einfach eine Art automatischer Ein- und Ausschalter ist«, bemerkte Zenneck in seinen Erinnerungen. Schon Ferdinand Braun habe sich immer an diesem Begriff gestört. Sein Ideal sei eine »funkelose Telegraphie« gewesen. »Den Ausdruck ›Funkentelegraphie‹, der auch nach dem Ersten Weltkrieg in Deutschland eingeführt wurde, also ausgerechnet zu einem Zeitpunkt, als man die Funken glücklich losgeworden war, und für den als Entschuldigung höchstens seine Kürze geltend gemacht werden kann, würde er sicher energisch abgelehnt haben.«³⁵

³³ Zenneck, Bedeutung, 1929 (VDI); Zenneck, Bedeutung, 1929 (Schul-Physik).

³⁴ Zenneck, Jubiläum, 1948, S. 33.

³⁵ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 93.

Der Erste Weltkrieg

Mit der Anordnung zur Generalmobilmachung am 1. August 1914 begann für Zenneck der Erste Weltkrieg. Am Tag darauf trat er seinen Kriegsdienst beim V. Seebataillon in Kiel an, wo er als Hauptmann mit der Führung einer Marineinfanterie-Kompanie betraut wurde. Sein Militärdienst dauerte nur vier Monate – im Dezember 1914 schickte man ihn als Zivilist nach Nordamerika, wo er »zur Wahrung der deutschen Interessen auf dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie« als Gutachter in Patentprozessen auftreten sollte.¹ Nach dem Kriegseintritt der USA wurde er als »feindlicher Ausländer« inhaftiert und bis Mai 1919 in einem Internierungslager festgehalten.

In seinen »Erinnerungen« berichtete Zenneck ausführlich über diese fünf Jahre, die seine Karriere schon kurz nach Antritt seiner Professur an der TH München in ein ganz anderes Fahrwasser brachten. Seine vier Monate dauernde militärische Tätigkeit nimmt davon knapp 50 von insgesamt 400 Seiten ein. In Zennecks Nachlass ist jedoch zudem ein noch umfangreicheres Manuskript erhalten, das er bereits vor 1919, also deutlich früher als die »Erinnerungen«, zu Papier brachte und das aufgrund der zeitlichen Nähe noch ein in mancher Hinsicht anderes Bild von den Kriegserlebnissen zeichnet.²

Auf den Kriegsschauplätzen in Belgien

Die eigene Rückschau auf Erlebtes vermittelt immer ein von persönlichen Erfahrungen und Absichten gefärbtes Abbild – und dies im Allgemeinen desto mehr, je stärker die geschilderten Ereignisse bereits zu kontroversen Darstellungen geführt hatten. Die Schilderung von Kriegserfahrungen in Belgien, wo der Einmarsch deutscher Truppen von Gräueltaten begleitet war und für große Erbitterung auf beiden Seiten sorgte, mahnt zu besonderer Skepsis.³

Bevor Zennecks Kriegserfahrungen in Belgien zur Sprache kommen, sollen zuerst die Stationen seiner militärischen Karriere resümiert werden. Er war als Einjährig Freiwilliger (1. Oktober 1894 bis 30. September 1895) zum I. Seebataillon nach Kiel einberufen worden und hatte sich mit jeweils mehrwöchigen Militärübungen von 1896 bis 1913 in den Semesterferien die militärischen Rangstufen hochgearbeitet bis zum Hauptmann der Reserve. »Er wird für würdig und geeignet gehalten zum Offizier der Reserve befördert zu werden«, hieß es zum Beispiel 1896 nach Ableistung seiner diesjährigen Militärübung in einem Bericht über den »Vize-Feldwebel der Reserve Zenneck«.⁴ 1908 vermerkte der Qualifikationsbericht über den inzwischen zum »Oberleutnant der Reserve« avancierten

¹ Personalakte, BayHStA, MK 43350.

² Zenneck, »Kriegsbericht«, 97 Seiten Typoskript, undatiert. DMA, NL 053/0044; auf amerikanischer Schreibmaschine getippt, nach eigener Aussage (Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 389) während der Internierung in USA. Siehe dazu Landes, Pflichterfüllung, 2017, Kap. 3.

³ Horne/Kramer, Atrocities, 2001.

⁴ Qualifikations-Bericht zum 13. September 1896. BayHStA, Abt. IV, Kriegsarchiv, Offizier-Personalakte OP 18786.

Zenneck: »Mit großer Passion Soldat, leistete er bei großer Pflichttreue gutes. Auftreten vor der Front ist ruhig und bestimmt. Den Untergebenen gegenüber besitzt er volle Autorität. Bescheiden und taktvoll im Verkehr war er im Offizierkorps allgemein beliebt.«⁵ 1913 bescheinigte man ihm die Eignung zur Beförderung zum Hauptmann der Reserve: »Von guter, strammer militärischer Erscheinung besitzt er gute Befähigung für den Dienst, dem er reges Interesse entgegenbringt. [...] Sicher in der Kommandosprache, besitzt er eine gute Kenntnis des Reglements. [...] Er hat öfter eine Kompanie geführt und sie gut in der Hand gehabt. [...] Er ist ein schneidiger Reiter [...] Im Mo[bilmachungs] falle geeignet zur Verwendung bei Feldtruppen.«⁶

Damit waren für Zenneck bei der Mobilmachung im August 1914 die Weichen gestellt. Er wurde nach Kiel beordert, wo man ihm die Führung der 2. Kompanie des V. Seebataillons überantwortete, die das Fort Röbsdorf nordöstlich von Kiel gegen einen Angriff englischer Kriegsschiffe verteidigen sollte. Da es dazu nicht kam, hatte die »Dorfidylle in Roebdsdorf«, wie Zenneck in seinem Kriegsbericht schrieb, noch wenig Kriegerisches an sich. »Morgens wurde Exerzieren oder Felddienstübungen abgehalten, nachmittags wurde vielfach gebadet [...] Abends saßen wir Offiziere gewöhnlich mit den Offizieren des Forts Roebdsdorf im Garten der Dorfwirtschaft gemütlich zusammen.«⁷ Am 19. August berichtete er auf einer Feldpostkarte nach München, dass immer noch »alles im tiefsten Frieden« sei, »die Ernte wird eingebracht, man fühlt sich wie bei der Übung.«⁸

Ende August fand dieses Idyll ein Ende. Zennecks Kompanie wurde mit einem Eisenbahntransport nach Belgien in Marsch gesetzt – und schon kurz nach Überqueren der Grenze mit der Kriegsrealität konfrontiert. »Dass hier ernste Dinge vor sich gegangen waren, erzählten die zerschossenen Häuser und die kleinen Hügel mit Holzkreuzen, die wir da und dort in der Nähe der Bahn sahen.«⁹ Beim Weitertransport passierten sie Tirlémont, wo am 18. August das belgische Heer zum Rückzug gezwungen worden war. »Von dort sollten wir über Loewen nach Brüssel fahren«, so Zenneck in seinem Kriegsbericht. Brüssel stand seit 20. August »unter deutscher Verwaltung«, doch man rechnete mit belgischen Gegenvorstößen. Bei der Ankunft in Löwen sah Zenneck die Zerstörungen, die dort von deutschen Truppen angerichtet worden waren – nach deutscher Lesart als Bestrafung für Angriffe belgischer Freischärler (Franc-tireurs). Zenneck übernahm in seinem Kriegsbericht diese Lesart: »Im Vollmond lagen die Trümmer des zerstörten Stadtteils, durch den wir lautlos und in dem Gefühle, vielleicht schon in wenigen Stunden dem Feind gegenüberzustehen, marschierten. Noch die Reste der Häuser ließen ahnen, wie viel architektonische Schönheit hier wallonischer Hinterlist und ihrer gerechten Bestrafung zum Opfer gefallen war. Es lag eine Stimmung über diesem Nachtmarsch, die ich nie vergessen werde.«¹⁰

5 Qualifikations-Bericht zum 1. Oktober 1908. BayHStA, Abt. IV, Kriegsarchiv, Offizier-Personalakte OP 18786.

6 Qualifikations-Bericht vom 6. Mai 1913. BayHStA, Abt. IV, Kriegsarchiv, Offizier-Personalakte OP 18786.

7 Zenneck, »Kriegsbericht«, S. 2. DMA, NL 053/0044.

8 Zenneck an Sommerfeld, 19. August 1914. DMA, NL 089/059.

9 Zenneck, »Kriegsbericht«, S. 4. DMA, NL 053/0044. Zur Invasion Belgiens siehe Horne/Kramer, *Atrocities*, 2001, Kap. 1 und Lipkes, *Rehearsals*, 2007.

10 Zenneck, »Kriegsbericht«, S. 5. DMA, NL 053/0044.



Abb. 1 Die zerstörte Bibliothek der Universität von Löwen in einer Fotografie von 1915.

Die deutschen Truppen waren am 19. August 1914 in Löwen einmarschiert. Die Stadt diente als Hauptquartier beim Vormarsch durch Belgien und wurde binnen weniger Tage von 15 000 deutschen Soldaten besetzt. Als nach einem angeblichen Angriff aus dem Hinterhalt gegen deutsche Soldaten das Feuer eröffnet wurde, nahmen die deutschen Truppen an der Zivilbevölkerung grausame Rache und steckten einen Großteil der Stadt in Brand, darunter auch die wegen ihrer wertvollen Bücher international renommierte Universitätsbibliothek von Löwen. Sie brannte in der Nacht vom 25. auf den 26. August bis auf die Grundmauern nieder. Die Brandschatzung und Zerstörung Löwens zählt zu den schlimmsten Kriegsverbrechen deutscher Truppen im Ersten Weltkrieg und hatte eine beispiellose Propagandaschlacht gegenseitiger Beschuldigungen zur Folge, die weit über das Kriegsende hinaus fortgesetzt wurde.¹¹

Zenneck war mit seiner Kompanie erst mehr als eine Woche nach diesen Ereignissen in Löwen und konnte über die Ursachen der Kriegsgräueltaten nicht aus eigenem Erleben berichten. Er teilte aber die in Deutschland verbreitete Version von einem heimtückischen Angriff belgischer Freischärler und gab »wallonischer Hinterlist« die Schuld, die zu einer »gerechten Bestrafung« Anlass gegeben habe. Vielleicht kamen ihm später Zweifel, denn in seinen »Erinnerungen« fehlt diese Rechtfertigung. Nach der von ihm vertretenen, allerdings umstrittenen Auffassung habe ein versehentlicher Beschuss durch ihre eigenen Truppen die wilden Schießereien der Deutschen ausgelöst, die in der Folge eskalierten und schließlich die Brandschatzungen sowie Gräueltaten an der belgischen Zivilbevölkerung nach sich zogen.¹²

¹¹ Horne/Kramer, *Atrocities*, 2001, Kap. 3.

¹² Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 255. Siehe dazu auch Landes, *Pflichterfüllung*, 2017, S. 15–16. Zur Schuldfrage siehe Horne/Kramer, *Atrocities*, 2001, und kritisch dazu Keller, *Schuldfragen*, 2017.

Nach kurzem Aufenthalt in Löwen wurde Zennecks Kompanie in Richtung Antwerpen in Marsch gesetzt. Auf dem Weg dahin kam es zu schweren Kämpfen. »Wir sind gesund und munter in Antwerpen einmarschiert nach einigen schweren Tagen, für die ich aber jetzt das eiserne Kreuz bekommen habe«, schrieb er nach München.¹³ Auf diese frühe Kriegsauszeichnung war er zeitlebens sehr stolz, auch wenn er sie nicht zuletzt dem Umstand zuschrieb, »dass ich der älteste Kompagnieführer des Bataillons war.«¹⁴

Die nächste Station des Seebataillons war Brügge, wo Zenneck sich zunächst »wie im Frieden fühlte«, da Geschäfte, Restaurants und Hotels geöffnet waren – bis wie aus heiterem Himmel eine Granate in der Nähe des Hauses einschlug, wo er sich einquartiert hatte, gefolgt von einer kurzen Schießerei. »Ich rechnete im ersten Moment mit der Möglichkeit, dass es sich mit einem Aufstand der Eingeborenen ähnlich wie in Loewen handle«, schrieb Zenneck in seinem Kriegsbericht, der einmal mehr jegliches Unrechtsbewusstsein gegenüber der einheimischen Zivilbevölkerung vermissen ließ. Der Granateneinschlag habe sich aber »als ziemlich harmlos« herausgestellt und »wahrscheinlich der drahtlosen Station in unserer Nähe« gegolten, wo er »leider 2 Seesoldaten, die zufällig in einer Entfernung von ca. 60 m daran vorbeigegangen waren, getötet hatte.«¹⁵

Der letzte Einsatzort, von dem Zenneck berichtete, lag nahe der belgischen Nordseeküste bei Nieuwpoort, wo das Seebataillon einen Sturmangriff auf den östlich gelegenen Ort Lombardzijde unternahm. »Ich bekam den Befehl, zu diesem Zweck am nächsten Morgen noch bei Dunkelheit alle Teile des Bataillons [...] zusammenzuziehen. [...] Die feindliche Artillerie hatte an diesem Tage schon sehr früh ihr Feuer begonnen, das sich gegen die verschiedensten Teile unserer Stellung, gegen unsere Artillerie und auch gegen mein Stabsquartier und seine Umgebung richtete.« Zennecks Kompanie sei »rücksichtslos vorwärts gestürmt«, hatte aber große Verluste zu beklagen. »Ich war stolz auf meine Kompanie, aber als ich sie sah, krampfte sich mir doch das Herz zusammen: ein Drittel fehlte, mit ihm der stellvertretende Kompagnieführer, 3 Vicefeldwebel und eine Reihe von Unteroffizieren.«¹⁶ Auf einer Postkarte nach München ergänzte Zenneck das abgebildete »Panorama vers la mer« bei Lombardzijde mit dem Zusatz: »So soll es hier ausgesehen haben; jetzt sieht hier fürchterlich aus.« Auf der Rückseite schrieb er: »Wir haben ein schreckliches Gefecht hinter uns. Siegreich – 1000 Gefangene, außerordentl. Verluste der Franz. – Ich habe das Bataillon geführt, aber 1/3 meiner Komp. verloren.«¹⁷

Das Gefecht bei Lombardzijde fand am 11. November 1914 statt. Es war Teil der ersten Flandernschlacht, die besonders durch die heftigen Kämpfe 30 Kilometer südlich bei Langemarck in die Geschichte des Ersten Weltkriegs einging. Dort waren einen Tag zuvor, am 10. November 1914, etwa 2000 Soldaten einem erfolglosen deutschen Durchbruchversuch zum Opfer gefallen. Sie gingen, so berichtete die Oberste Heeresleitung, »unter dem Gesange ›Deutschland, Deutschland über alles‹ gegen die erste Linie der

13 Zenneck an Sommerfeld, undatiert (ca. 10. Oktober 1914). DMA, NL 089/059.

14 Zenneck, »Kriegsbericht«, S. 45. DMA, NL 053/0044.

15 Zenneck, »Kriegsbericht«, S. 50. DMA, NL 053/0044.

16 Zenneck, »Kriegsbericht«, S. 69–75. DMA, NL 053/0044.

17 Zenneck an Sommerfeld, undatiert, (ca. 11. November 1914). DMA, NL 089/059.

feindlichen Stellungen vor und nahmen sie.« Der »Langemarck-Mythos« wurde nach dem Ersten Weltkrieg zu einem wesentlichen Element nationalistischer Propaganda.¹⁸

Am Verlauf der Front änderte das Gemetzel wenig. Auf den letzten Seiten seines Kriegsberichts vermittelte Zenneck einen Eindruck vom Alltag in den Schützengräben. »Da uns gesagt worden war, dass wir voraussichtlich in dieser Stellung längere Zeit bleiben würden, so hatten die Leute sich schöne Unterstände gebaut, wozu die zerschossenen Häuser von Lombaertzyde genügend Material lieferten.« Seinen eigenen Unterstand beschrieb er als »eine freundliche Wohnung, deren Annehmlichkeiten durch einen in Lombaertzyde requirierten Petroleumkocher, der zum Heizen und Kochen diente, noch erhöht wurden.« Doch »so richtig froh werden« konnte man auch in den bequem eingerichteten Unterständen nicht, denn »wir standen täglich in heftigem Schrapnell- und Granatfeuer.« Zu den positiven Aspekten des Lebens in den Schützengräben zählte Zenneck den »Verkehr mit der Mannschaft«. Entgegen der Ansicht, »dass das Kriegsleben zu einer allmählichen Verrohung führen müsse«, habe er bei seinen Soldaten nie einen »nachteiligen Einfluss des Kriegenslebens [sic] auf ihren Charakter« bemerkt. Auch ihre Disziplin gegenüber den Offizieren habe keinen Grund zur Klage gegeben, was ihn besonders deswegen freute, »weil sicher zwei Drittel meiner Leute Industriearbeiter, politisch also Sozialdemokraten, waren.« Der Verkehr der Offiziere untereinander scheint nicht ganz ohne Spannungen gewesen zu sein. »Im Anfang war einem wohl mancher Kamerad nicht ganz sympathisch gewesen«. Vor allem zwischen Reserveoffizieren und Berufsoffizieren bemerkte er »einen kleinen Unterschied«. Letztere »fühlten sich wohl mehr als Sieger im eroberten Land, während bei uns das Mitgefühl mit der Bevölkerung überwog. Mir gegenüber versuchte im Anfang wohl der eine oder andere aktive Offizier, seiner Kompanie auf Kosten der meinigen irgend einen Vorteil zu verschaffen.« Doch im Lauf der Zeit sei es gelungen, »die Unterschiede, die in der Lebensanschauung zwischen den verschiedenen Berufen bestehen, zu verringern.«¹⁹

Insgesamt zeichnete Zenneck in seinem Kriegsbericht von sich das Bild eines pflichtbewussten Kompanieführers, der auch in Extremsituationen der ihm zugewiesenen Aufgabe gewachsen war. Das Kriegsgeschehen stellte er als schicksalhaft gegeben dar. Offizielle Verlautbarungen wie über die Zerstörung von Löwen zog er nicht in Zweifel, obwohl er gelegentlich zwischen den Zeilen erkennen ließ, dass ihm Übergriffe gegen die belgische Zivilbevölkerung (»während bei uns das Mitgefühl mit der Bevölkerung überwog«) durchaus bekannt waren.²⁰

Ein längerer Kriegseinsatz an der Front in Flandern blieb Zenneck aber erspart, denn am 2. Dezember 1914 wurde er per Telegramm nach Berlin beordert, wo man für ihn einen zivilen Einsatz in den USA plante – als Sachverständiger für drahtlose Telegrafie in einem Patentprozess. »Hauptmann d. R. Zenneck sofort nach Berlin senden als Zeuge im

18 Zitiert in Hüppauf, Schlachtenmythen, 1993, S. 45. Siehe dazu auch Unruh, Langemarck, 1997.

19 Zenneck, »Kriegsbericht«, S. 81–93. DMA, NL 053/0044.

20 Dies zeigt auch ein Vergleich von Zennecks »Kriegsbericht« mit der Schilderung der Kriegsevents in seinen späteren »Erinnerungen«. Siehe dazu Landes, Pflichterfüllung, 2017, Kap. 3.3.

Prozess bezüglich Sayville-Station«, so gab er den Wortlaut des Telegramms wieder. »Da Besitz von Sayville angefochten wird, kommt Reise Zenneck nach Nordamerika in Frage«. Beim Admiralstab in Berlin erfuhr er, dass seine Abreise in die USA bereits »beschlossene Sache« sei.²¹ Seine neue Mission sollte auch nicht als militärischer Kriegseinsatz betrachtet werden, so dass damit auch der Abschied aus dem Militärdienst einherging: »Dem Hauptmann d. R. Zenneck ist durch A. K. O. [Allerhöchste Kabinetts-Ordre] vom 9.12.14 der Abschied bewilligt worden. Er hat vom Beginn der Mobilmachung an beim Regiment Dienst getan und den Feldzug in Belgien mitgemacht bis zum 2.12.15 [sic]. Als Kompagnieführer hat er sich in jeder Weise sehr gut bewährt.«²²

Sayville

In Sayville auf Long Island betrieb die Atlantic Communication Company, eine Tochtergesellschaft von Telefunken, seit Oktober 1912 eine Sende- und Empfangsstation für den drahtlosen Funkverkehr mit der Telefunkenstation Nauen bei Berlin.²³ Im Januar 1913 waren auf diesem Weg zwischen New York und Berlin erstmals »funkentelegraphische Mitteilungen« über den Atlantik geschickt worden. »Die hierbei überbrückte Entfernung beträgt ca. 6500 km, während die Distanz zwischen Irland und Kanada, wo bereits seit Jahren eine Marconiverbindung in Betrieb ist, ca. 3200 km beträgt«, so wurde dieser »erste funkentelegraphische Erfolg zwischen Deutschland und Amerika« im »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie« gefeiert.²⁴ »The wireless station never sleeps«, berichtete im März 1913 ein amerikanischer Zeitungsreporter über Sayville. Die Station war rund um die Uhr für den Empfang von Funksignalen in Alarmbereitschaft. Die Funker arbeiten in drei Schichten zu je acht Stunden, wobei immer zwei erfahrene Funker im Dienst und ein vorgesetzter Funker in Reichweite war. »Wenn ein Funkpruch von einem beliebigen Punkt des weiten Atlantiks gesendet wird, findet er sicher einen aufmerksamen Zuhörer am Fuß des großen Turms.«²⁵

Bei Kriegsausbruch erlangte die Station Sayville nach dem Kappen deutscher Seekabel durch Großbritannien eine strategische Bedeutung für den Nachrichtenaustausch zwischen Deutschland und USA. Um diese Verbindung auf eine sichere Grundlage zu stellen, plante Telefunken eine Vergrößerung der Station. Das Kriegsministerium erklärte sich zur Übernahme der Kosten bereit: »Nach der Unterbrechung des deutsch-amerika-

²¹ Zenneck, »Kriegsberichte«, S. 94–97. DMA, NL 053/0044.

²² Lessing (Oberst und Kommandeur des I. Seebataillons), 9. Februar 1915. BayHStA, Abt. IV, Kriegsarchiv, Offizier-Personalakte OP 18786.

²³ Telefunkenzeitung, Nr. 8, 1912, S. 46; Van Der Woude/Seelig, Radio Station Sayville, 1913; Naumann, Festschrift, 1928.

²⁴ Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 7 (1913), S. 237.

²⁵ »There are always two expert wireless men on duty, while a superior operator is within reach. Let a wireless message be flashed from any point of the broad Atlantic and it is sure to find an attentive listener at the base of the great tower.« Zitiert in Currie, Radio Station Sayville, 1996.

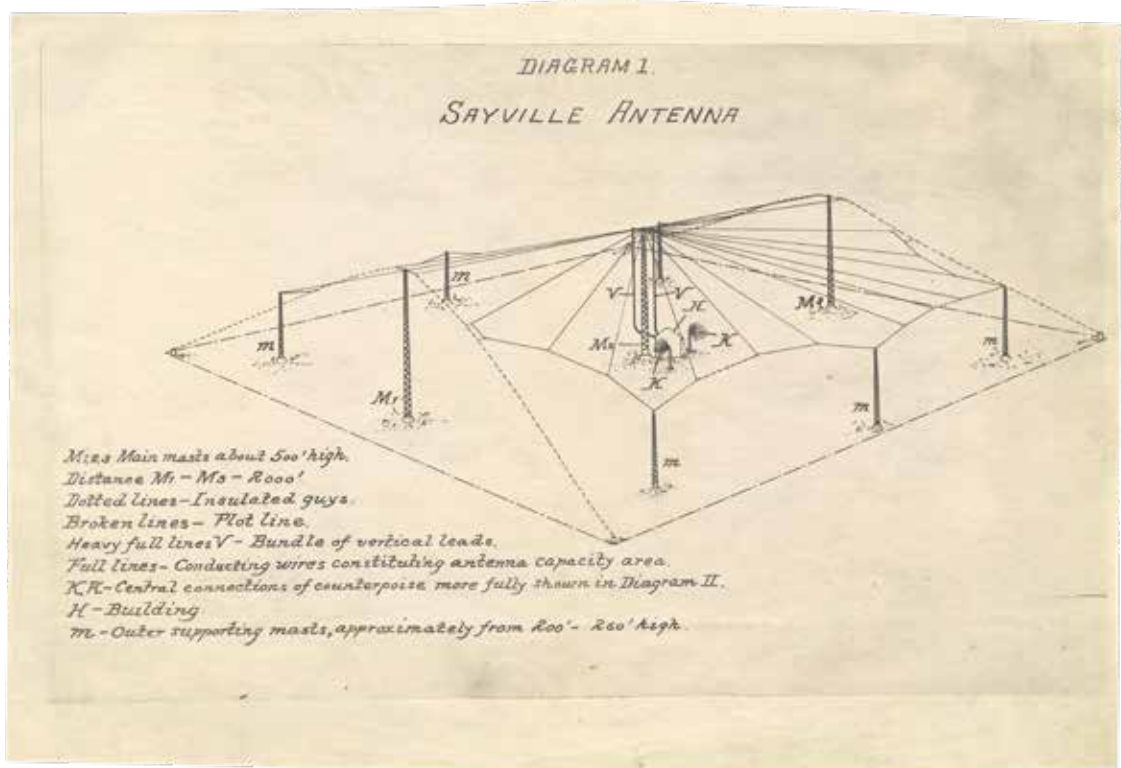


Abb. 2 Die Antennenanlage der Funkstation Sayville, ca. 1915.

nischen Kabels«, so schrieb der stellvertretende Kriegsminister am 30. September 1914 an das Auswärtige Amt, »ist eine zuverlässige F.T.-Verbindung für den amtlichen Nachrichtenaustausch zwischen Deutschland und Nordamerika ein unbedingtes Erfordernis.« Kurz darauf informierte der deutsche Botschafter in Washington das Auswärtige Amt, dass die englische Marconi-Gesellschaft über ihre amerikanische Tochtergesellschaft mit einem Patentprozess die Schließung der Sayville-Station anstrebte – unter Berufung auf eine Verletzung des Marconi-Patents Nr. 7777. Bei Telefunken setzte man im Gegenzug auf die Priorität des Braun'schen Senders, der schon vor dem Marconi'schen Patent realisiert worden war. Dazu sollten, wie der Telefunkenvertreter in New York nach Berlin telegraphierte, Braun und Zenneck »vor hiesigem Gericht« und unter »Vorlage der vor 1900 benutzten Apparate« aussagen, »sonst größte Gefahr unmittelbaren Verlustes des Prozesses und Schließung von Sayville.«²⁶

26 Zitiert in Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 293, 301 nach Akten in BArch, R 85, Band 825.

Am 14. Dezember 1914 traten Braun und Zenneck an Bord eines norwegischen Dampfers von Bergen aus die Reise nach New York an. Mit an Bord befanden sich Teile für den Ausbau des Senders in Sayville, weshalb der Kapitän zur Umgehung der englischen Seeblockade gegen Deutschland weit nach Norden von der üblichen Route abwich. »Dieser Kurs hing zweifellos mittelbar damit zusammen,« so Zenneck in seinen Erinnerungen, »dass das Schiff die beiden 150 m hohen Eisentürme für die neue Antenne der Station Sayville, die Hochfrequenz-Maschine und die Stromkreise für den Maschinen-Sender, der in Sayville eingebaut werden sollte, enthielt, für einen englischen Kreuzer also ein fetter Brocken gewesen wäre.«²⁷

Die Reise verlief ohne Zwischenfälle. Braun und Zenneck kamen nach zehn Tagen am 24. Dezember 1914 in New York an. Der für Januar 1915 vorgesehene Patentprozess wurde jedoch auf Ende März, und dann noch einmal auf Mai vertagt, so dass sich beide auf einen längeren Aufenthalt in den USA einrichten mussten.²⁸ Braun nahm sich in Brooklyn eine Wohnung, wo er zusammen mit einer Pflegerin (er litt an den Nachwirkungen einer Darmkrebsoperation) und seinem nach New York ausgewanderten Sohn lebte. Er starb am 20. April 1918, ohne noch einmal eine Gelegenheit zur Rückkehr nach Deutschland bekommen zu haben.

Zenneck lebte zuerst ebenfalls in einem Hotel in New York, bevor er im Sommer 1915 nach Sayville auf Long Island umzog, wo er sich eine kleine Wohnung mietete. Es wurde ihm bald klar, dass sich das Patentverfahren in die Länge ziehen würde. Der Anwalt der Marconi-Gesellschaft hatte anfangs Einspruch gegen die Einbeziehung von Braun und Zenneck erhoben, weil das, was sie bezeugen konnten, außerhalb der USA stattgefunden habe und in einem amerikanischen Patentprozess keine Rolle spiele. »Der Richter hat diesem Einspruch Recht gegeben. Wir waren damit ausgeschaltet, unsere Reise schien umsonst«, so schilderte Zenneck in seinen »Erinnerungen« den Prozessauftakt. Er sei aber dennoch »als Sachverständiger« weiter hinzugezogen worden.²⁹ Als die Militärbehörden in Deutschland wissen wollten, wann mit Zennecks Rückkehr nach Deutschland zu rechnen sei, antwortete seine Frau, dass dies »ganz unbestimmt« sei, da der Prozess, bei dem Zenneck anwesend sein müsse, »von der Gegenpartei immer wieder verschoben wird und kaum vor Mai stattfinden dürfte.« Als Adresse, unter der Zenneck erreichbar sei, gab sie die Adresse des Telefunken-Vertreters in New York City an.³⁰ »Leider bin ich vorerst noch hier festgehalten«, schrieb Zenneck an Sommerfeld nach München. »Der Prozess findet erst Anfang Mai statt. Hoffentlich gelingt mir dann hinüberzukommen.«³¹

27 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 302.

28 Hars, Ferdinand Braun, 1999, S. 224–227.

29 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 304. Zu den Patentverfahren siehe ausführlich ebd., S. 303–312, und Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.6.5.

30 Olga Zenneck an das Königliche Bezirkskommando II in München, 19. März 1915. BayHStA, Abt. IV, Kriegsarchiv, Offizier-Personalakte OP 18786.

31 Zenneck an Sommerfeld, 20. März 1915. DMA, NL 89/059.

Beim nächsten Gerichtstermin am 20. Mai 1915, zu dem alle Sachverständigen nach Sayville geladen wurden, unterstrich Zenneck mit Demonstrationsversuchen, dass die Prinzipien, auf denen der Betrieb der Sayville-Station beruhte, schon vor dem Marconi-Patent 7777 bekannt waren. Die Marconi-Gesellschaft beantragte eine weitere Vertagung des Prozesses, was einem Sieg der amerikanischen Telefunken-Gesellschaft gleichkam, weil sie über die Sayville-Station den telegrafischen Verkehr mit Deutschland weiter aufrechterhalten konnte. Eine Woche nach dem Gerichtstermin in Sayville berichtete der Direktor der amerikanischen Telefunkenochter nach Berlin, »dass die Aussagen von Prof. Zenneck die allerwichtigsten während der Verhandlungen« gewesen seien und »die Angelegenheit gut für uns« stehe. »Wahrscheinlich wird Herr Prof. Zenneck bis zum Herbst hier bleiben müssen, da er ja ohnehin nicht hinüber kann.«³²

Er habe »eine böse Zeit« gehabt und »oft die halben Nächte Messungen gemacht hier in Sayville«, schrieb Zenneck nach der Gerichtsverhandlung in Sayville nach München. »Es lag mir besonders viel daran, und ich habe mich manchmal ordentlich gefreut, wieder einmal wissenschaftlich tätig zu sein. In der Verhandlung hat sich das Verfahren sehr gut bewährt.« Doch die Aussicht, bis zu der auf Herbst vertagten Prozessaufnahme – und vermutlich darüber hinaus – in Sayville zu bleiben, bereitete ihm weniger Freude. Es sei »ein scheußliches Gefühl, hier sitzen zu müssen, während die anderen im Felde stehen«. Andererseits betrachtete er sein Auftreten in den Patentprozessen als eine Pflichterfüllung im Dienst des Vaterlands, »und ich rede mir vor, ich dürfe die Sache, wegen der ich hierher geschickt worden sei, nicht verlassen, ehe sie zu Ende geführt sei.«³³

Der für Oktober 1915 vorgesehene Prozess wurde noch einmal auf Februar 1916 verschoben – und dann auf unbestimmte Zeit vertagt. Es kam bis zum Kriegseintritt der USA zu keiner Verhandlung, und nach dem Krieg machte das Auslaufen des Marconi-Patents im Jahr 1921 eine Fortsetzung dieses Patentstreits obsolet. Zenneck wurde aber auch als Sachverständiger in drei weiteren Prozessen gehört, die bei ungünstigem Ausgang Auswirkungen auf den Betrieb von Sayville hätten haben können.³⁴ Sie hinterließen bei Zenneck seinen »Erinnerungen« zufolge bleibende Eindrücke über den Verlauf gerichtlicher Auseinandersetzungen in den USA. »Die sachlichen Gegensätze der Parteien wurden nie ins persönliche übertragen. Ehe der Prozess begann, lud man unter Umständen die Gegenpartei zu einem Lunch ein und besprach im Anschluss daran bei einer Tasse Kaffee und einer Zigarre die Auffassungen der beiden Parteien«. Bei einem Prozess in Seattle, wo Zenneck und die Vertreter der gegnerischen Partei im selben Hotel untergebracht waren, »gingen wir meist alle zusammen nach dem Ende der Gerichtsverhandlung in das übrige wundervolle Schwimmbad mit Seewasser. Wir aßen stets zusammen und machten nachher Spaziergänge.«³⁵

³² Zitiert in Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 308, nach Akten in BArch, R 85, Band 826.

³³ Zitiert in Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 309–310, aus einem Brief Zennecks an den Rektor der TH München vom 6. Juni 1915 aus HATUM, Personalakte Zennecks (Diese Akte ist nicht mehr auffindbar).

³⁴ Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.6.6–4.6.8.

³⁵ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 309.

Zennecks Aufenthalt in Sayville wurde jedoch weniger durch den ungewissen Ausgang der Patentprozesse als durch die zunehmende Überwachung der Station bestimmt. Bis zum Sommer 1915 war Sayville wie vorgesehen für den Sendebetrieb nach Nauen ausgebaut und genutzt worden: »Vergrößerung der Station Sayville und Ausrüstung mit einem Hochfrequenzmaschinensender für 100 Kilowatt«, vermerkte die Telefunkenchronik für das Jahr 1915.³⁶ Doch der Austausch von Telegrammen mit Deutschland erfolgte ab Juli 1915 vollständig unter der Regie der USA: »Die Regierung der Vereinigten Staaten hat am 9. d. M. die drahtlose Station in Sayville übernommen und lässt sie durch das Marine Department für die Eigentümer verwalten«, berichtete das deutsche Generalkonsulat in New York im Juli 1915 nach Berlin. Gerade die Anwesenheit Zennecks habe das State Department zur Übernahme der Station bewegt, wurde dem Telefunkenvertreter in New York auf die Bitte beschieden, Zenneck auch danach wegen der Patentprozesse noch die Durchführung von Versuchen in Sayville zu ermöglichen. Dies wurde abgelehnt. Zennecks militärischer Rang als Hauptmann der deutschen Kriegsmarine hatte den Verdacht der Spionage genährt. Offiziell wurde die Übernahme der Station als Maßnahme zur Wahrung der Neutralität der USA begründet. Nach einem Memorandum der US-Regierung hegte man den Verdacht, dass Sayville für die Übermittlung militärischer Informationen über Munitionstransporte benutzt werde, was die Neutralität der Vereinigten Staaten hätte gefährden können. Der deutsche Generalkonsul wertete dies als eine fadenscheinige Ausrede: »Das Memorandum ist so abgefasst, dass es die öffentliche Meinung befriedigt. Es enthält Feststellungen, deren Anfechtbarkeit keinem Zweifel unterliegt. Das gilt insbesondere für die Mitteilungen über Prof. Zenneck.«³⁷

Schon vor der Übernahme durch die US-Navy im Juli 1915 sah sich Zenneck in Sayville misstrauisch beäugt – nicht so sehr von den mit der Zensur der Telegramme beauftragten Offizieren der US-Navy, wie von Zeitungsreportern, die nach Sayville kamen und alles Mögliche über seine Kriegserlebnisse und seine Tätigkeit in der Station wissen wollten. »German Expert at Radio Plant Mystery to U.S.«, lautete eine Schlagzeile in der »New York Tribune«. Man vermutete, dass Zenneck auf irgendeine Weise geheime Nachrichten nach Deutschland sende. Auch im State Department sei man über »Captain Zenneck's presence« in Sayville besorgt und halte ihn für einen Chiffriercode-Experten, der Nachrichten so verfälschen könne, »dass selbst wachsame Zensoren getäuscht« würden.³⁸ Die Zeitungsreporter seien »meist sehr unerfreuliche Typen« gewesen, schrieb Zenneck in seinen Erinnerungen. Sie wunderten sich darüber, »dass man auf der Station Sayville einen deutschen Captain of submarines dulde.«³⁹ Die Gerüchte über Zennecks angebliche Spionage verbreiteten sich bis nach Deutschland. Paul Ewald (1888–1985), ein Schüler Sommerfelds, hatte von seinem Onkel aus Straßburg, der mit Ferdinand Braun in Kontakt stand, gehört, »dass Zenneck angeklagt worden sei wegen Verrats mili-

36 Telefunken-Gesellschaft, Festschrift, 1928, S. 290.

37 Zitiert in Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 329–336.

38 »[...] that he might be a cipher code expert, and his activities might result in messages being so framed as to deceive even vigilant censors.« New York Tribune, 12. Juni 1915. DMA, NL 053/0015.

39 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 318–319.

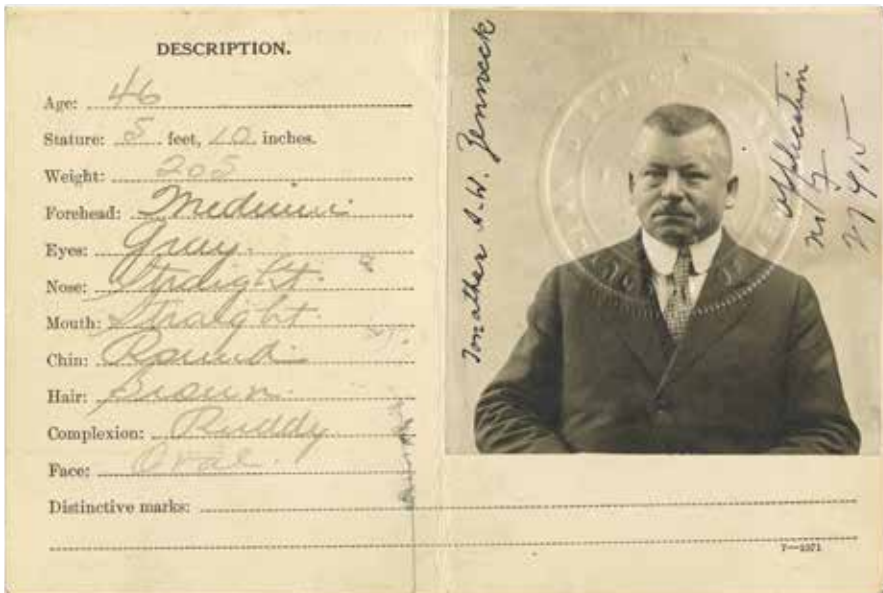


Abb. 3 Zertifikat zur Bewilligung von Jennecks Aufenthalt in Boonton.

tärischen Geheimnisses (via Funkspruch) an Deutschland. Ich würde mich nun gern beruhigen lassen, dass die Anklage schlimmer klingt, als ihre voraussichtlichen Folgen sein werden«. ⁴⁰

Als Jenneck kurz darauf der Zutritt zur Station Sayville endgültig verwehrt wurde, verließ er Long Island und bezog eine kleine Wohnung in Boonton, einem Ort in New Jersey etwa 50 Kilometer westlich von New York City, wo er sich bis zum Kriegseintritt der USA im April 1917 weitgehend frei bewegen durfte (»except from engaging in any maritime occupation and from entry any and all piers, wharves and water fronts«). ⁴¹ In seinen »Erinnerungen« schwärmte er von der hügeligen Umgebung mit »hübschen Waldseen«, die ihm an den Wochenenden Gelegenheit zu vielen Touren bot, »im Sommer zu Fuß im Winter auf Skiern, von denen ich mir ein Paar angeschafft hatte.« Er erwarb auch eine Anglerlizenz, die ihm das Fischen in allen Gewässern New Jerseys erlaubte, und liebte sich in einem nahe gelegenen Pferdeverleih ein Pferd namens »Pathfinder«, das »sehr gelehrig und gutwillig war« und sich fast alles beibringen ließ, »was man bei uns von einem Reitpferd erwarten kann«. ⁴² Wochentags benutzte er von Boonton nach New York City den Vorortzug zum Sitz der amerikanischen Telefunken-Vertretung, für die er die

⁴⁰ Ewald an Sommerfeld, 5. Oktober 1915. DMA, NL 89/059.

⁴¹ Aufenthaltsbescheinigung für Wohnsitz in Boonton, NJ. DMA, NL 053/0014.

⁴² Jenneck, Erinnerungen, 1961, S. 321–322.

Expertengutachten in den Patentprozessen erarbeitete. Außerdem besuchte er regelmäßig die Vorträge des Institute of Radio Engineers (IRE), das ihn und Ferdinand Braun gleich nach ihrer Ankunft in New York zu »fellows« ernannt hatte. Er hielt auch selbst in diesem Kreis einen Vortrag, der in den »Proceedings of the Institute of Radio Engineers« publiziert wurde.⁴³ Später wurde er Mitglied im Committee on Standardization des IRE, das großen Einfluss auf die weitere Entwicklung der Elektronik hatte.⁴⁴ Die Leistungen amerikanischer Ingenieure auf dem Gebiet der Funktechnik hatten Zenneck schon sehr früh beeindruckt; jetzt konnte er sich vor Ort davon überzeugen, welche Fortschritte in den USA auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik gemacht wurden.⁴⁵

Der vom Krieg erzwungene und sich immer länger hinziehende Aufenthalt in der Nähe von New York prägte Zennecks Amerikabild nachhaltig – nicht nur was sein Spezialgebiet, die drahtlose Telegrafie, betraf. Bis auf seine schlechten Erfahrungen mit amerikanischen Zeitungsreportern in Sayville erscheinen die USA in Zennecks »Erinnerungen« fast durchweg in einem positiven Licht. In den Briefen, die er 1916 nach Deutschland schickte, war davon allerdings noch wenig zu sehen. Auch der Spionageverdacht scheint nicht so unbegründet gewesen zu sein, wie Zenneck glauben machen wollte, wenn auch nicht als »cipher code expert«, wie die amerikanischen Zeitungsreporter vermutet hatten. Er gab sich jedenfalls auch einige Mühe, seine Berichte über die Patentprozesse ohne Kenntnis der amerikanischen Behörden nach Deutschland zu übermitteln. »Ich habe in der letzten Zeit keine ernsthaften Unannehmlichkeiten gehabt«, schrieb er im Januar 1916 an Sommerfeld, »nur meiner Correspondenz scheint man großes Interesse entgegenzubringen.« Er kündigte Sommerfeld eine Briefsendung an und bat ihn, diese an den »Admiralstab der kaiserlichen Marine« weiterzuschicken, auch »wenn in dem Begleitschreiben etwas anderes angegeben sein sollte.«⁴⁶ Vermutlich wollte er damit dem Admiralstab den aktuellen Stand im Patentstreit mitteilen, ohne den Zensoren den wahren Adressaten zu verraten. Im nächsten Brief bedankte sich Zenneck »für die freundliche Weiterbeförderung des Schriftstücks«. Was das amerikanische Patentwesen anging, nahm er kein Blatt vor den Mund: »Die Zustände im Patentwesen hier sind so schlimm wie in allen öffentlichen Einrichtungen in America«, schrieb er an Sommerfeld. »Es sind keine erquicklichen Zustände.« Er bereitete sich gerade intensiv auf den nächsten Patentprozess im Juni 1916 vor. »Ich kann mir keine unerfreulichere Arbeit als das denken.« Sommerfeld hatte ihm zuvor über die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet der Atomtheorie und seine Erweiterung des Bohr'schen Atommodells berichtet, was Zenneck »wie aus einer anderen Welt« vorkam. »Wenn man sich fast 2 Jahre mit Belgiern, Franzosen, Patentanwälten und Amerikanern herumgeschlagen hat, ist einem das Bewusstsein, dass es etwas wie Wissenschaft gibt, beinahe abhanden gekommen.«⁴⁷ Als ihm Sommerfeld im September 1916 die bevorstehende Publikation seiner Arbeit in den »Annalen der

43 Zenneck, Measurements, 1916.

44 IRE an Zenneck, 15. Februar 1927. DMA, NL 053/0963.

45 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 344.

46 Zenneck an Sommerfeld, 6. Januar 1916. DMA, HS 1977-28/A,382.

47 Zenneck an Sommerfeld, 30. Mai 1916. DMA, HS 1977-28/A,382.

Physik« ankündigte, gratulierte ihm Zenneck fast wehmütig: Er habe »schon beinahe vergessen, dass es noch Plätze gibt, wo man vor Granatsplittern und patent experts sicher ist.« Den zuletzt beendeten Patentprozess bezeichnete er als »ein Schulbeispiel für amerikanische Systemlosigkeit.«⁴⁸

Internierung

Am 1. Februar 1917 erklärte das deutsche Kaiserreich den »uneingeschränkten U-Boot-Krieg«, der auch die Torpedierung von zivilen Schiffen aus neutralen Staaten vorsah. Danach brachen die USA die diplomatischen Beziehungen zu Deutschland ab. Die offizielle Kriegserklärung folgte am 6. April 1917.⁴⁹ Zenneck sah sich, als er eines Abends von New York nach Boonton zurückkehrte, »3 Herren« gegenüber, die ihm ein Schreiben des Justizministeriums überreichten, wonach er als »dangerous alien enemy« interniert werden sollte.⁵⁰ Zenneck rückte dies in einen Zusammenhang mit dem Verdacht auf Spionage, der wie früher in Sayville auch jetzt wieder gegen ihn erhoben worden sei. Die Nachricht wurde von der Presse in die ganze Welt verbreitet. »Jonathan Zenneck, der deutsche Sachverständige für Telegraphie und Leiter der Station Sayville, wurde heute von föderalen Beamten verhaftet und gefangen gesetzt«, berichtete eine argentinische Zeitung am 7. April 1917. »Man versichert, dass Zenneck der gefährlichste Deutsche in den Vereinigten Staaten ist. Man berichtet, dass er am Einfall in Belgien teilnahm und später mit falschen Pässen hierher kam.«⁵¹ Den Beamten des Justizministeriums habe er leicht davon überzeugen können, dass der Verdacht unbegründet war, so Zenneck in seinen »Erinnerungen«, aber für die zu seiner Überwachung in Boonton aufgestellte Bürgerwehr sei er »the German spy« gewesen. Dass die Bürgerwehr-Patrouillen in Boonton ihm gegolten hätten, sah er dadurch bestätigt, dass sie »einen Tag nach meiner Internierung abgestellt« worden seien. Mit Verweis auf »mehrere Fälle von Lynch-Justiz und zwar nicht nur an Negern« unterstrich er, dass die Situation für ihn »nicht sehr behaglich« gewesen sei. Daher sei er über seine Internierung »nicht so sehr unglücklich« gewesen.⁵²

Tatsächlich war für Zennecks Internierung kein besonderer Grund, wie etwa ein Spionageverdacht, nötig. Es genügte, ein erwachsener männlicher Staatsangehöriger einer feindlichen Nation zu sein. Die Anordnung von Präsident Woodrow Wilson (1856–1924) lautete im Originalwortlaut: »All natives, citizens, denizens, or subjects of a hostile nation or government, being males of the age of fourteen years and upwards, who

⁴⁸ Zenneck an Sommerfeld, 16. November 1916. DMA, HS 1977-28/A,382. Vgl. dazu ausführlich Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.6.6.

⁴⁹ Fiebig-von Hase, Anfang, 1994.

⁵⁰ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 368.

⁵¹ Richard Gans an Zenneck, 20. Januar 1922. DMA, NL 053/1189. Gans, ein befreundeter Kollege Zennecks in La Plata, hatte den Zeitungsausschnitt über »Importantes arrestos de alemanes« vom 7. April 1917 beim »Aufräumen« gefunden und ins Deutsche übersetzt.

⁵² Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 371.



Abb. 4 Eingang zum Kriegsgefangenenlager Fort Oglethorpe, Mai 1919.

shall be within the United States, and not actually naturalized, shall be liable to be apprehended, restrained, secured, and removed as alien enemies.«⁵³ Für Zenneck begann die Internierung wie für viele andere »alien enemies« an der amerikanischen Ostküste mit der Überführung nach Ellis Island, der Aufnahmestation für die Einwanderung in die USA auf einer Insel im Hudson River vor New York City.⁵⁴ Zenneck schilderte dies in seinen »Erinnerungen« sehr eindrücklich. Er sei in einer Baracke zusammen mit etwa 50 anderen Gefangenen untergebracht worden, »darunter Verbrecher, Zuhälter (white slavers), Matrosen, die in die Bude spuckten etc., außerdem eine Anzahl von Männern, die ungefähr in derselben Lage waren wie ich.« Sie seien von den Wärtern wie die Insassen von Gefängnissen mit »boys« angeredet und von Wachen, die oft einschlieften, mit entsichertem Gewehr bewacht worden. »Als einer aus seinem Schlaf aufschreckte, kam er an den Abzug und das Geschoss schlug im Abstand von ungefähr 5 cm vom Kopf eines unserer Mitgefangenen in die Wand. Da nicht sicher war, ob dieser Abstand immer eingehalten werden würde, klingelte ich jedesmal, wenn einer der Wachen mit entsichertem Gewehr eingeschlafen war, dem Wärter.«⁵⁵

Ellis Island war nicht für eine dauerhafte Unterbringung der Internierten gedacht. Für eine solche wurden größere Internierungslager für Kriegsgefangene und »feindliche Ausländer« eingerichtet. Sie unterstanden der Aufsicht der US Army. Für die »feindlichen Ausländer« waren zwei große Lager vorgesehen, das eine bei Fort Douglas in Utah für Internierte westlich des Mississippi, das andere bei Fort Oglethorpe in Georgia für Internierte wie Zenneck aus dem Osten der USA.⁵⁶

⁵³ Zitiert in Doyle, *Enemy*, 2010, S. 171. Siehe dazu ausführlich Nagler, *Minoritäten*, 2000.

⁵⁴ Ebd., S. 198.

⁵⁵ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 371–374.

⁵⁶ Glidden, *Camps*, 1973.

Oglethorpe bestand aus Baracken und erstreckte sich über eine weite Fläche, umgrenzt von zwei mehr als drei Meter hohen Stacheldrahtzäunen mit Wachtürmen, auf denen Maschinengewehre und Suchscheinwerfer montiert waren. Das Lager umfasste zuletzt ca. 3600 Internierte und war in drei Lager mit unterschiedlich strenger Bewachung unterteilt: Lager A nannte man das »Millionärslager«; es beherbergte ungefähr 90 Internierte, überwiegend wohlhabende Geschäftsleute, Professoren und andere Bessergestellte, die für ihren Unterhalt selbst aufkommen konnten. Die Baracken, in denen sie untergebracht waren, waren in einzelne Privaträume unterteilt. Es gab ein eigenes Waschhaus und eine Kantine, in der deutsche Köche, die aus einem anderen Lager angeheuert wurden, das Essen zubereiteten. Im Speisesaal stand ein Klavier für musikalische Unterhaltung zur Verfügung. Im Lager B waren wesentlich mehr Internierte in Baracken untergebracht, die nicht unterteilt waren. Außerdem bestand anders als in Lager A Arbeitspflicht. Lager C war ein Straflager für Internierte, die einen Fluchtversuch unternommen hatten.⁵⁷

Als Zenneck 1917 von Ellis Island in das Lager bei Fort Oglethorpe gebracht wurde, waren dort auch Kriegsgefangene interniert. Lager A war für die Offiziere reserviert, Lager B für die unteren Dienstgrade und die Zivilinternierten. »Ich war zuerst auch dort, wurde aber bald dem Offizierslager übergeben«, so schilderte er seine Ankunft in Oglethorpe. Unter den Offizieren habe er sich »so wohl wie bei einer militärischen Übung in Kiel« gefühlt. Als die Kriegsgefangenen in ein anderes Lager überführt wurden, blieb es bei der Unterteilung in Lager A und B, wobei nun nicht mehr der Rang, sondern die Möglichkeit, für den eigenen Unterhalt aufzukommen, zum Unterscheidungsmerkmal wurde. Im Lager A leisteten sich Zenneck und seine Mit-Internierten sogar »eine Art ›Burschen‹, die gegen eine vereinbarte monatliche Bezahlung eine Anzahl Buden zu betreuen hatten, die Betten machten, Stiefel reinigten und die Wäsche wuschen. Eine Zeit lang war der Bursche, zu dem ich gehörte, ein Apotheker aus Passau oder Regensburg, der sich auf diese Weise für den Anfang in Deutschland etwas Geld ersparen und die Zeit nutzbringend anwenden wollte.«⁵⁸

Obwohl die Lager durch Stacheldrahtzäune voneinander getrennt waren, stand tagsüber das Tor zwischen Lager A und B offen. Für Abendveranstaltungen – in Lager B gab es einen großen Raum für Aktivitäten aller Art, eine Messehalle und eine Kantine – wurden die Internierten aus Lager A von Wachsoldaten hin- und her eskortiert. Im Aktivitätsraum gab es eine Bühne für Theateraufführungen, eine Bibliothek, Billiard-Tische und ein Piano. Um dem Lagerkoller vorzubeugen, organisierten die Internierten Fußball- und Volleyball-Wettkämpfe. Manche übten sich im Schnitzen, Malen und Schreiben. Unter den Internierten befanden sich auch die Mitglieder einer Musikkapelle, die der Krieg nach China in die deutsche Kolonie Tsingtau verschlagen hatte. Zusammen mit weiteren Musikern wurde daraus ein komplettes Symphonieorchester. Mit Ernst Kunwald (1868–1939), der vor seiner Internierung das Cincinnati Symphony Orchestra geleitet hatte, brachte es dieses Lager-Orchester zu bemerkenswerten Musikdarbietungen. Bei einer

⁵⁷ Cross/Myers, Eulenspiegel, 2012.

⁵⁸ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 375–376.

besonders denkwürdigen Aufführung, zu der mehr als zweitausend Internierte in der Messehalle zusammenkamen, stand Beethovens Eroica auf dem Programm. Dirigent war Karl Muck (1859–1940), der vor seiner Internierung das Boston Symphony Orchestra geleitet hatte. Da sich unter den Internierten Spezialisten aller Fachrichtungen befanden, kam es auch zur Gründung einer Lageruniversität, wo neben Sprachen wie Russisch, Hebräisch und Chinesisch auch Vorlesungen in den Naturwissenschaften und im Ingenieurwesen angeboten wurden. Der Biologe Richard Goldschmidt (1878–1958), bis zu seiner Internierung Gastprofessor an der Yale University, lehrte in Oglethorpe vor vierhundert Internierten. Literarisch interessierte Lagerinsassen gaben ein Literaturmagazin heraus, den »Orgelsdorfer Eulenspiegel«, der es mit viel Improvisation zwischen Oktober 1918 und Mai 1919 auf zehn Ausgaben brachte.⁵⁹

Zenneck blieben die Erlebnisse in Oglethorpe sehr lebhaft im Gedächtnis. Sein Aufenthalt in Lager A verschaffte ihm gegenüber den Insassen des Lagers B (ganz zu schweigen von Lager C) eine bevorzugte Stellung, so dass der Bericht darüber in seinen »Erinnerungen« kein repräsentatives Bild vermittelt. Bisweilen entsteht fast der Eindruck eines Ferienaufenthalts. So durfte er im Lager A ein Stück »jungfräulichen« Bodens mit dem Mist von vier Mauleseln und einem Pferd in ein fruchtbares Stück Garten verwandeln, was ihm den Ruf als »Mistprofessor« eintrug. »Wenn Besuche ins Lager kamen, wurde ihnen stets »professor's garden« als Sehenswürdigkeit gezeigt und ich bei dieser Gelegenheit vorgestellt.« Die Pflanzen in seinem Garten seien so prächtig gediehen, dass es ihm bei der Entlassung »beinahe leid getan« habe, dass er ihn zurücklassen musste. Der Garten sei für ihn ein dauernder Anlass gewesen, sich sinnvoll zu betätigen und nicht der »Stacheldrahtitis« zu verfallen. Die Wirkung der Internierung auf das Gemüt sei bei den Einzelnen sehr verschieden gewesen. »Manche fühlten sich unglücklich, einige mussten sogar ins Irrenhaus gebracht werden.« Lagerinsassen, die sich dagegen dauernd mit einer interessanten Aufgabe beschäftigten, wie er selbst mit dem »Gärtnern«, seien »meist vergnügt« gewesen. So habe er sich auch für die Lageruniversität engagiert und Vorlesungen über Experimentalphysik und drahtlose Telegrafie abgehalten. Auch medizinisch gab es für Zenneck keinen Grund zur Klage. Die Krankenversorgung lag in den Händen von Militärärzten. Dank der Anwesenheit eines deutsch-amerikanischen Chirurgen, der zusammen mit den Militärärzten im Lagerlazarett operierte, hätten sich einige Internierte kostenlos Operationen unterzogen, die sie sich sonst vielleicht nicht geleistet hätten. »Ich weiß nicht, wie viele Kröpfe und Brüche operiert und Blinddärme entfernt wurden. Ich erinnere mich aber sehr gut, dass mir der Chirurg erzählte, er habe jetzt die ganze Ätheraufteilung verbraucht und müsse von jetzt an lokal anästhesieren. Sämtliche Operationen sind gut verlaufen, die Operierten kamen vielfach nach geradezu unglaublich kurzer Zeit zurück.« Weniger glimpflich verlief die Influenza-Pandemie (»Spanische Grippe«), die sich zwischen 1918 und 1920 in Wellen über die ganze Welt ausbreitete. Von den rund dreitausend Lagerinsassen erkrankten etwa tausend, von denen nach Zennecks Bericht »ungefähr 90« starben. »Es ist verständlich, dass allmählich auf dem ganzen Lager

59 Cross/Myers, Eulenspiegel, 2012.

ein dumpfer Druck lag, als immer wieder einer unserer Kameraden aus seiner Baracke in das Lazarett gebracht wurde und immer wieder einer aus der Lagerliste gestrichen wurde.« Ein anderer Grund für gedrückte Stimmung war die Kriegssituation in Europa. »Solange die Nachrichten über Deutschland günstig lauteten, hatten die meisten das Gefühl, sich in einem Country Club als Mitglieder einer GmbH zu befinden. Als man dann aber aus den Nachrichten entnehmen musste, dass die Niederlage Deutschlands unvermeidlich sei, war die Niedergeschlagenheit allgemein.«⁶⁰

Mit dem Kriegsende und der Unterzeichnung des Waffenstillstands am 11. November 1918 entfiel der Grund für eine Fortsetzung der Internierung. Auf diplomatischem Weg hatte die Schweizer Regierung in Bern im Krieg bei Streitigkeiten zwischen den Vereinigten Staaten und Deutschland vermittelt und über ihre Gesandtschaft in Washington die deutschen Interessen vertreten. Sie übernahm auch die Funktion als internationale Aufsichtsbehörde für die amerikanischen Internierungslager und die Entlassung der Internierten nach Kriegsende.⁶¹ Mit einem Hin- und Her von Briefen im März und April 1919 zwischen dem Rektorat der TH München, dem Auswärtigen Amt, der deutschen Gesandtschaft in Bern und Zennecks Frau kündigte sich an, dass die Entlassung nicht mehr lange auf sich warten lassen würde.⁶² Im Mai 1919 wurde Zenneck »vorläufig« nach seinem letzten Wohnort vor der Internierung in Boonton entlassen, mit der Weisung, sich »alle drei Tage in New York beim Amt des Department of Justice zu melden«. In Boonton begegnete ihm einige Bekannte anfangs noch mit großer Zurückhaltung, die sie erst ablegten, als »einige angesehene Bürger ›shake hands‹ mit mir machten«. Er musste sich aber noch einige Wochen gedulden, bis ihm die Erlaubnis erteilt wurde, sich einem Gefangenentransport nach Europa anzuschließen. »In Charleston lagen wir bei mächtiger Hitze 5 Tage an Bord der ›Martha Washington‹. Schließlich fuhr sie aber doch ab, nachdem wir die Hoffnung schon beinahe aufgegeben hatten«, so schilderte er die letzten Tage vor der Abreise in seinen »Erinnerungen«. Dann ging es über den Atlantik nach Rotterdam, wo der Transport vom Roten Kreuz in Empfang genommen wurde und von wo aus Zenneck schließlich die Heimreise antreten konnte.⁶³ »Eintritt in den Zivildienst nach Heeresentlassung: Juli 1919«, so wurde in einem »Formblatt zur Feststellung der Verwendungen im 1. Weltkrieg« festgehalten, dass nun für Zenneck der Krieg zu Ende war.⁶⁴

60 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 375–387.

61 Glidden, *Camps*, 1973.

62 Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.6.12.

63 Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 390.

64 Personalakte, BayHstA, MK 43350.

Physik für Ingenieure

»Am Morgen nach meiner Rückkehr aus USA ging ich sofort in die Hochschule, wo sich eben der Physik-Hörsaal füllte«, so schilderte Zenneck in seinen »Erinnerungen« die Rückkehr an die TH München im Juli 1919.¹ Die lapidare Mitteilung täuscht darüber hinweg, dass von einer gewöhnlichen Wiederaufnahme seiner vom Krieg unterbrochenen Professorentätigkeit keine Rede sein kann. Die Verhältnisse in München hatten sich seit Zennecks Berufung im Jahr 1913 radikal geändert. Bayern war kein Königreich mehr. Revolution, Räterepublik, »roter« und »weißer« Terror hatten in den Monaten vor Zennecks Rückkehr auch an Universitäten und Hochschulen für eine ungewisse Zukunft gesorgt. Zwar übernahm mit Walther von Dyck, der am 25. Juni 1919 zum Rektor gewählt worden war, ein erfahrener Wissenschaftsorganisator die Leitung der TH München, doch an einen ungebrochenen Anschluss an die Vorkriegsverhältnisse war nicht zu denken.

Ein schwieriger Neubeginn

Den ersten Anstoß für notwendige Erneuerungen gab die explodierende Zahl der Studierenden. 1919 kehrten viele von der Front an die Universitäten und Technischen Hochschulen zurück, um ihr durch den Krieg unterbrochenes Studium wiederaufzunehmen. Unabhängig davon stieg auch die Zahl der Erstsemester. An der TH München wurde ihre Zahl 1919 gegenüber 1914 fast verdoppelt. Im Wintersemester 1920/1921 betrug die Zahl der Studierenden 4330.² Das Gros entfiel dabei auf die Ingenieurabteilungen. Fächer wie Mathematik und Physik gehörten der Allgemeinen Abteilung an, waren jedoch mindestens ebenso betroffen, da sie für die Studierenden der Ingenieurfächer und des Lehramts auch zum Pflichtprogramm gehörten.³ Der Physikhörsaal erwies sich als völlig unzureichend. Nach Zennecks Erinnerung wurden die Sitzplätze vor dem Vorlesungsbeginn von »Kriegsbeschädigten« und anderen, die zuerst kamen, in Beschlag genommen, es drängten sich aber viel mehr in seine Vorlesung. Man wollte das Problem dadurch lösen, »dass man die ganze Grundfläche des Saales, soweit er nicht durch Experimentiertisch und Sitzreihen eingenommen war, für Stehplätze benützte. Trotzdem dabei die Kompressibilität des menschlichen Körpers stark beansprucht wurde, gelang es längst nicht allen Zuhörern, auch nur einen Stehplatz zu ergattern, viele mussten vor dem Hörsaal wieder umkehren.« Zenneck wandte sich an Dyck, dem in seinen Jahren als Rektor der TH die Lösung des Raumproblems zu einer seiner vordringlichsten Aufgaben wurde. Man könne das Problem nur dadurch lösen, so Zenneck, »dass man entweder die

1 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 396.

2 Hashagen, Dyck, 2003, S. 546.

3 Technischen Hochschule München: Programm der für das Studienjahr 1912ff. Bibliothek der Technischen Universität München, ZA 2062 und 21740.

Zahl der Zuhörer verkleinere oder den Raum vergrößere. Das erstere sei nicht gangbar, da die Industrie Ingenieure, Physiker und Chemiker dringend brauche; es bleibe also nur das letztere.«⁴

Dyck nutzte im Dezember 1920 die Feier zum fünfzigjährigen Bestehen der TH München, um den versammelten Honoratioren und Ministern die Nöte seiner Hochschule vor Augen zu führen. »Wir alle stehen unter dem Druck des Elends, das von außen und von innen auf uns einströmt«, schrieb er danach an seinen ehemaligen Lehrer Felix Klein (1849–1925), der ihm auch als Wissenschaftsorganisator ein Vorbild war, »die Rektoratsführung ist schwierig, Neues muss geschaffen werden und es fehlen dazu die Mittel«.⁵ Zenneck hatte ihn dringend gebeten, sich beim Landtag für den Bau eines neuen großen Hörsaals einzusetzen, was Dyck angesichts der Inflation für »durchaus aussichtslos« gehalten habe. Auch nach einem Besuch von Dyck im Kultusministerium sei die Aussicht für einen Hörsaalneubau »ebenso schlecht« beurteilt worden.⁶

Unterdessen stieg die Zahl der Studierenden an der TH München weiter. Im Wintersemester 1922/1923 erreichte sie mit 5488 einen Höhepunkt, um sich danach bei etwa 4000 einzupendeln – immer noch rund tausend mehr als vor dem Krieg. Dyck wurde 1921 und 1923 jeweils für zwei weitere Jahre zum Rektor gewählt, und angesichts des schier unlösbaren Problems der Raumnot war er nahe daran, die Wahl nicht anzunehmen. Das Professorenkollegium bat ihn jedoch, das Rektorenamt doch noch einmal auf sich zu nehmen, da man sich von keinem anderen eine Lösung erhoffen konnte. Im März 1922 unterbreitete Dyck dem Kultusminister in einem zehn Seiten umfassenden Schreiben noch einmal die Gründe, warum die TH dringend Erweiterungsbauten benötige. Dies sei »zu einer Lebensnotwendigkeit« geworden. Andernfalls drohe die Abwanderung ihrer bedeutendsten Professoren.⁷ Zenneck hatte zuvor einen Ruf an die Universität Würzburg erhalten und abgelehnt, da man ihm Verbesserungen in Aussicht gestellt hatte. Ein Jahr später erhielt er einen Ruf auf den Lehrstuhl für Experimentalphysik an der Universität Freiburg, und Dyck bat den Kultusminister erneut »auf das Dringlichste, alles aufzubieten, um Professor Zenneck für unsere technische Hochschule zu erhalten. Wir haben es dankbarst empfunden, dass es möglich gewesen ist, den Fortgang Zennecks nach Würzburg abzuwenden und hoffen zuversichtlich, dass er auch diesmal uns erhalten werden kann.«⁸

Zenneck forderte für seinen Verbleib in München vor allem den Bau eines großen Physikhörsaals. Außerdem wollte er die mündliche Vorprüfung in Physik, die bei mehreren hundert Kandidaten »eine unsinnige Beanspruchung des Prüfers« darstellte, durch eine schriftliche Prüfung ersetzen. Die Prüfungsfrage konnte er hochschulintern in seinem Sinne regeln, aber für den Neubau eines großen Hörsaals musste der Bayerische Landtag zuerst die Mittel bewilligen. Einmal sei »vor Beginn einer Vorlesung unangesagt

4 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 397.

5 Zitiert in Hashagen, Dyck, 2003, S. 551.

6 Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 398.

7 Hashagen, Dyck, 2003, S. 560.

8 Rektorat der TH an das Bayerische Kultusministerium, 6. August 1923. BayHStA, MK 43350.



Abb. 1 Der von Bestelmeyer errichtete südliche Erweiterungsbau der TH München, in dem das Physikinstitut und der große Physikhörsaal (heute Carl Linde Hörsaal) untergebracht wurden, vor der Fertigstellung in einer Aufnahme von ca. 1925.

eine Kommission des Landtags« erschienen, erinnerte sich Zenneck. Er habe den Kommissionsmitgliedern aber die räumliche Notlage leicht vor Augen führen können, weil sie im Hörsaal gar keinen Platz gefunden hätten, wenn er nicht zuvor die auf Stehplätzen im Eingangsbereich zusammengedrängten Studierenden aus dem Saal gebeten hätte, damit der Zugang frei wurde.⁹

Im Herbst 1922 rückte mit der Berufung des Architekten German Bestelmeyer (1874–1942) an die TH München, der zu seinem Amtsantritt gleich einen Entwurf für die Erweiterungsbauten mitbrachte, deren Realisierung in greifbare Nähe. Ein Jahr später sah sich Zenneck schon am Ziel seiner Wünsche. Im Ministerium sagte man ihm nicht nur die Mittel für die Ausstattung seines Instituts zu, sondern belohnte ihn für die Absage der Rufe nach Würzburg und Freiburg auch noch mit der Verleihung des Titels eines Geheimen Regierungsrats.¹⁰ Doch mit der sich zu einer Hyperinflation auswachsenden Geldentwertung kam es beim Bau des Gebäudeteils, in dem das neue physikalische Institut mit einem großen Hörsaal untergebracht werden sollte, immer wieder zu Unterbrechungen.

Dyck war bis zum Ende seiner Amtszeit als Rektor unermüdlich damit beschäftigt, die Erweiterungsbauten der TH wenigstens im Rohbau fertigstellen zu lassen. Zu seinem Nachfolger wählte das Professorenkollegium 1925 Zenneck als neuen Rektor, aber Dyck fühlte sich auch danach für die Baumaßnahmen zuständig. Als am 10. Dezember 1926 der Erweiterungsbau mit dem neuen Physikhörsaal eingeweiht wurde, sprach Zenneck als neuer Rektor seinem Vorgänger und den anwesenden Ministern im Namen der ganzen

⁹ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 399.

¹⁰ Zenneck an das Bayerische Kultusministerium, 29. November 1923. BayHStA, MK 43350.

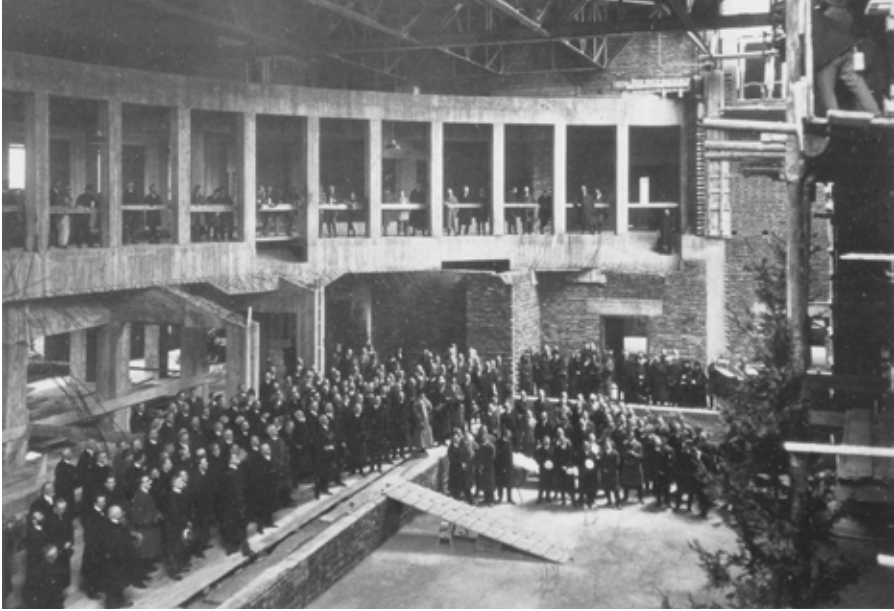


Abb. 2 Richtfest des neuen Physikhörsaals der TH München im Jahr 1925.

Hochschule seinen Dank aus: »Ich glaube, ich darf es, ohne jemandem nahe zu treten, aussprechen, dass der Bau in jener Zeit des schlimmsten finanziellen Tiefstandes niemals bewilligt worden wäre, wenn nicht Herr von Dyck alles daran gesetzt hätte, um überall Verständnis und Interesse für die Not, in der wir uns befunden haben, zu erwecken.« Bei dieser Gelegenheit überreichte Zenneck auch dem Bayerischen Ministerpräsidenten Heinrich Held (1868–1938) und den Ministern für Kultur und Finanzen, Franz Matt (1860–1929) und Wilhelm Krausneck (1875–1927), Ehrendoktorurkunden. Rektor und Senat hatten sie kurz zuvor – unbeschadet ihrer Qualifikation als Juristen – »zu Dr.-Ingenieuren ehrenhalber unserer Hochschule ernannt«. Sie hätten, so Zenneck, »in einer Zeit zahlloser finanzieller Schwierigkeiten die unbedingte Notwendigkeit der Erweiterung der Hochschule erkannt und sich für sie eingesetzt«. Um die Notlage noch einmal zu verdeutlichen, erinnerte Zenneck seine Zuhörer mit einigen Zahlen aus seinem eigenen Fach daran, dass seit 1920 »im Mittel 830« Studierende seine Vorlesung über Experimentalphysik besuchten, obwohl im alten Physikhörsaal nur »etwa 450« Sitzplätze vorhanden waren. Dieser unhaltbare Zustand habe über sechs Jahre lang gedauert. Man habe es auch der Industrie nicht verdenken können, »wenn sie es übel vermerkte, dass gerade ihr Nachwuchs seine Ausbildung unter so wenig erfreulichen Verhältnissen bekam.«¹¹

Die Geldnöte betrafen auch andere Hochschulen. Die Finanzierung der Wissenschaft in Deutschland wurde als nationale Aufgabe verstanden, – umso mehr, als nach der militärischen Niederlage im Ersten Weltkrieg der Wissenschaft eine Rolle als Machtersatz zukam. »Zu den vitalen Notwendigkeiten des Staates gehört auch die Erhaltung derjenigen großen Aktivposten, die er noch besitzt. Unter diesen Aktivposten kommt der

¹¹ Ansprache bei der Akademischen Jahresfeier am 10. Dezember 1926 gehalten vom derzeitigen Rektor Geh. Regierungsrat Professor Dr. Zenneck. DMA, NL 053/0086.

deutschen Wissenschaft eine hervorragende Stelle zu.« So wurde im Februar 1920 ein Antrag an die Nationalversammlung in Weimar begründet, der eine Wissenschaftsfinanzierung durch das Reichsinnenministerium forderte. Die Wissenschaft sei »die wichtigste Voraussetzung nicht nur für die Erhaltung der Bildung im Lande sowie für die Technik und Industrie Deutschlands, sondern auch für sein Ansehen und seine Weltstellung, von der wiederum Geltung und Kredit abhängen.«¹² Aus dieser Initiative ging die Gründung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft (später Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG) hervor, die länder- und fächerübergreifend zur wichtigsten Förderinstanz der Universitäten und Technischen Hochschulen in Deutschland wurde.¹³ Als Präsident der Notgemeinschaft amtierte Friedrich Schmidt-Ott (1860–1956), der letzte preußische Kultusminister im Kaiserreich, als Vizepräsident Walther von Dyck. Im fünfköpfigen Fachausschuss für Physik, dem für das ganze Spektrum physikalischer Teildisziplinen die Forschungsförderung überantwortet wurde, repräsentierte Zenneck die technische Physik.¹⁴ Die TH München war mit ihren beiden »Geheimräten«, Dyck und Zenneck, also auch auf Reichsebene in Sachen Wissenschaftsförderung prominent vertreten.

Die Experimentalvorlesung

Bereits lange vor der Einweihung des neuen Physikhörsaals hatte es sich Zenneck zur Aufgabe gemacht, die Physik in seinen Vorlesungen im besten Sinn des Wortes anschaulich zu machen. Schon als Assistent von Ferdinand Braun an der Universität Straßburg hatte er seine Vorlesungen nicht als lästige Privatdozenten-Pflicht betrachtet, sondern sie »durch möglichst zahlreiche und übersichtliche Versuche unterstützt«, wie er im Vorwort seines Buches über »Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie« schrieb. »Die Zuhörer bestanden zum größten Teil aus Studenten der Mathematik und Naturwissenschaften, zum kleineren Teil aus Oberlehrern, Technikern und Chemikern. Für denselben Kreis ist auch das Buch bestimmt.« Mit seinen zahlreichen Abbildungen vermittelt es einen ersten Eindruck davon, welche Bedeutung Zenneck den Vorlesungsexperimenten beimaß. Die Versuche sollten »mit möglichst einfachen Mitteln auszuführen« sein. Dem Techniker mochten sie »zum Teil etwas primitiv erscheinen«, doch wer nicht über teure technische Gerätschaften verfügte, dem sollten sie zeigen, »dass man auch ohne diese Apparate die hauptsächlichsten Gesetze der Wechselströme in befriedigender Weise experimentell illustrieren kann.« Er habe sich »überhaupt bemüht, stets den physikalischen Grund der Erscheinung klar hervortreten zu lassen« und »Anschaulichkeit angestrebt.«¹⁵

¹² Zitiert in Zierold, Forschungsförderung, 1968, S. 4–5. Zur »Machtersatz«-Rhetorik siehe auch Forman, Internationalism, 1973.

¹³ Marsch, Notgemeinschaft, 1994; Wagner, Notgemeinschaften, 2021.

¹⁴ Richter, Forschungsförderung, 1972, S. 16–18.

¹⁵ Zenneck, Schwingungen, 1905, S. VI–VIII.

Auch bei seinen späteren Professuren hatte Zenneck immer großen Wert daraufgelegt, seine Vorlesungen mit Experimenten anzureichern. Versuche, die ihm besonders originell erschienen, machte er auch des Öfteren zum Gegenstand von Publikationen. Seine erste Münchner Veröffentlichung war aus einem Experimentalvortrag hervorgegangen, den er im Sommer 1913 noch an der TH Danzig gehalten hatte.¹⁶ Besonders eindrucksvoll erschien ihm ein Versuch, bei dem ohne Elektroden in einer mit Stickstoff gefüllten Glaskugel ein leuchtender Ringstrom erzeugt wurde. Der Versuch gab »ein sehr anschauliches Bild von dem induzierten elektrischen Feld im Innern der Kugel« und zeigte nach Abschalten des Speisestroms ein intensives und langsam abklingendes Leuchten, das von orange-gelb in grünlich-gelb überging und mit einem »Taschenspektroskop« analysiert werden konnte. Der Versuch sei geeignet, den »aktiven Stickstoff« in einer Experimentalvorlesung vorzuführen, der seit 1911 Gegenstand der Forschung war.¹⁷

Im Mai 1922 bot sich für Zenneck bei der Jahresversammlung des Verbands Deutscher Elektrotechniker (VDE) eine besondere Gelegenheit, mit einem Experimentalvortrag die Physik hinter den Erscheinungen hervorzukehren, mit denen sich die in München versammelten Elektroingenieure in ihrem Beruf beschäftigten. »Zur Ausbildung des Elektrotechnikers gehört die physikalische Kinderstube«, erinnerte er seine Zuhörer an ihre Studienzzeit. »Lang, lang ist's her für viele von Ihnen, seit Sie diese Kinderstube besucht oder geschwänzt haben,« so begann er seine Vorlesung über »die Elektronen und Ionen« wie eine Märchenstunde, bei der aber nicht der mündliche Vortrag, sondern das Experiment im Zentrum stehen sollte. Als die Ingenieure danach etwas Gedrucktes zum Nachlesen haben wollten, sei er diesem Wunsch nur ungern nachgekommen, denn »ein Experimentalvortrag auf Papier verhält sich zu dem im Hörsaal wie eine Opernpartitur zur Oper.«¹⁸ Doch selbst in der »Partitur« war noch zu erkennen, mit welcher Begeisterung Zenneck das Experiment zur Demonstration physikalischer Erscheinungen einsetzte. Der Versuch über den »elektrodenlosen Ringstrom« in der mit Stickstoffgas gefüllten Glaskugel diente ihm als Überleitung von Elektronen- zu Ionenströmen.¹⁹ Danach demonstrierte er das Phänomen der Stoßionisation mit Elektronenröhren, wie sie den Elektroingenieuren als »Elektronenrelais« vertraut waren, die aber im Unterschied zu diesen nicht vollständig evakuiert waren, sondern ein Restgas enthielten. Durch den Stoß der Elektronen mit den neutralen Gasatomen entstanden positive Ionen, die sich als Strom zwischen Gitter und Elektrode, der in den evakuierten Elektronenröhren nicht auftrat, nachweisen ließen. »Dieser Strom ist also ein Beweis für die Existenz positiver Ionen und damit für eine Stoßionisierung des Gases.«²⁰ Besonders gerne griff Zenneck Erscheinungen auf, die den Ingenieuren bei der drahtlosen Telegrafie begegneten, wie den »Korona«-Effekt, den er als Ausweis einer hohen Ionisierungsfeldstärke charakterisierte und mit

¹⁶ Zenneck, Demonstration, 1914.

¹⁷ Zenneck, Demonstration, 1921. Bei dem durch Gasentladung erzeugten »aktiven Stickstoff« sorgen metastabile Stickstoffmoleküle für ein anhaltendes Nachleuchten, siehe dazu Finkelburg, Einführung, 1962, S. 116.

¹⁸ Zenneck, Elektronen- und Ionenströme, 1923, Vorwort.

¹⁹ Ebd., S. 14.

²⁰ Ebd., S. 20–21.

einem Demonstrationsversuch augenfällig machte, bei dem er mit einem Schwingkreis zwischen einer Spule und einem dünnen Draht hohe Spannungen erzeugte. Dabei wurde die Luft in der unmittelbaren Umgebung des Drahtes ionisiert, und der Draht erschien von einem leuchtenden Strahlenkranz umgeben, »ein Bild, wie man es früher bei den Antennen der drahtlosen Telegraphie bei Nacht häufig beobachtete – sog. ›Sprühen‹ der Antennen –, als man diese Antennen noch erheblich zu überlasten pflegte.«²¹ Am Schluss des Vortrags ging er auf die bei Ingenieuren weit verbreitete Aversion gegenüber physikalischen Theorien ein. »Sie sind falsch daran, wenn Sie glauben, dass es sich dabei nur um mehr oder weniger unbestimmte qualitative Anschauungen handle. Es sind Vorstellungen, deren Folgerungen quantitativ geprüft werden können und deren quantitative Prüfung eine der Hauptaufgaben der Physik in den letzten 20 Jahren war.« So sei etwa das Verhältnis der Ladung des Elektrons zu seiner Masse »aus rein elektrischen, aus radioaktiven und aus optischen Erscheinungen« zuverlässig bestimmt worden, und »so werden Sie mir wohl zugeben, dass diese ›Theorie‹ ein gutes Fundament besitzt.«²² Damit wurde Zennecks Experimentalvortrag auch zu einer Werbung für die Physik als Grundlagenfach für Ingenieure. »Die Lektüre des ganz elementar abgefassten, meisterhaftgeschriebenen Büchleins, das eine Fülle schöner Demonstrationsversuche enthält,« so fand ein Physikerkollege Zennecks von der Universität München, »wird sowohl dem für die Physik und ihre Anwendungen interessierten Laien als auch dem Fachmann einen großen Genuss bereiten.«²³

Die »Experimentierkunst und Vorführungstechnik im neuzeitlichen physikalischen Unterricht«, wie Zenneck einen Aufsatz über dieses Thema überschrieb, bestimmte auch die Planung des neuen Physikhörsaals. Die in der Experimentalvorlesung vorgeführten Versuche mussten von allen Plätzen aus zu sehen sein, und die Erklärung dazu sollte von der ersten bis zur letzten Sitzreihe verstanden werden. Für eine gute Sichtbarkeit sorgten sechs über dem Experimentiertisch angebrachte und nach unten gerichtete Strahler, die den jeweiligen Versuch in ein helles Licht tauchten. »Es ist erstaunlich, wie gut man bei dieser Beleuchtung selbst auf die Hörsaaltiefe von ungefähr 30 m Apparate bescheidener Größe auf dem Tisch erkennen kann.« Um Versuchsergebnisse, die zum Beispiel durch einen Zeiger auf der Skala eines Messgeräts angezeigt wurden, für alle sichtbar zu machen, bediente sich Zenneck einer ausgefeilten Projektionstechnik. Besonders hob er den Einsatz von Elektronenröhren hervor, die in Verbindung mit Lautsprechern etwa den von einem Geigerzähler registrierten radioaktiven Zerfall für alle hörbar machen konnten. Auch als Generator zur Erzeugung von Schwingungen maß er den Elektronenröhren große Bedeutung zu. Um Schwingungen sichtbar zu machen, empfahl er »Oszillographen« wie die Braun'sche Röhre, auch wenn deren Bildschirm im großen Hörsaal nicht für alle sichtbar war. »Man kann und muss sich unter Umständen helfen, indem man mit der Braunschen Röhre oder einem guten technischen Oszillographen das Bild

21 Ebd., S. 30–33.

22 Ebd., S. 48.

23 Rezension von Eduard Rüchardt in *Physikalische Zeitschrift*, 25 (1924), S. 416.

photographisch aufnimmt und dann das Diapositiv in der Vorlesung projiziert.« Insgesamt plädierte er dafür, anschaulichen Darstellungen größeres Gewicht beizumessen. Die angehenden Ingenieure und technischen Physiker, aber auch Nichtingenieure würden es sehr schätzen, »wenn der Physikunterricht sich etwas mehr auf die Anschauung und dafür etwas weniger auf die Formel stützte, wenn er also in diesem Sinn etwas technischer würde.«²⁴

Im September 1928 erhielt Zenneck in New York die höchste, jährlich verliehene Auszeichnung des Institute of Radio Engineers, die Golden Medal of Honors. Dies bot ihm die Gelegenheit, seine Auffassung von technischer Physik, »the mother of wireless telegraphy«, auch international zur Geltung zu bringen. Als Thema seiner Festrede wählte er »The Importance of Radiotelegraphy in Science«. Die drahtlose Telegrafie habe in den drei Jahrzehnten seit der Erfindung Marconis eine beispiellose Entwicklung durchgemacht (»unrivaled in the history of natural and technical science«), so leitete er seinen Vortrag ein, um dann die Auswirkungen auf die Wissenschaft, insbesondere die Physik, ins Zentrum zu rücken. Eine deutsche Fassung seines Vortrags publizierte er in einem Organ der Physiklehrer und in der »Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure«.²⁵ Neben den mit der Erzeugung und dem Empfang elektromagnetischer Wellen verbundenen Problemen, die nicht nur technisch, sondern auch physikalisch von Interesse seien, verdanke die Physik der drahtlosen Telegrafie vor allem ein reichhaltiges für Versuche nutzbares Instrumentarium, das der Experimentalphysik eine Fülle von neuen Möglichkeiten eröffne. Mit der Braun'schen Röhre, Kristallgleichrichtern und vor allem der Elektronenröhre als Verstärker und als Schwingungsgenerator biete sich dem Experimentalphysiker eine Fülle von bislang ungekannten Anwendungen. Die drahtlose Telegrafie habe auch zu einer Wiederbelebung der Akustikforschung geführt, so kam Zenneck auf Experimente zu sprechen, mit denen er die Akustik des neuen Physikhörsaals an der TH München optimiert hatte. Dazu habe er einen »shock test« durchgeführt, bei dem er an verschiedenen Stellen im Hörsaal den zeitlichen Verlauf des Schallpegels eines vorne am Experimentiertisch abgegebenen Pistolenschusses aufzeichnete. Als Ergänzung dazu diene ein »tone test«, bei dem ein Tongenerator in regelmäßigen Intervallen Gruppen von Tönen aussandte, die wiederum an verschiedenen Stellen im Raum mit dem Oszillografen aufgezeichnet wurden. Bei der Genauigkeit, mit der im Oszillogramm alle Details im Hörsaal wiedergegeben werden, könnte man es fast als »akustisches Foto« bezeichnen, so hob er die Bedeutung solcher Untersuchungen für die Raumakustik hervor. Ähnliche Anwendungen seien auch in anderen Bereichen möglich, etwa in der Medizin bei der Aufzeichnung von Herztönen. Erst in jüngster Zeit beginne die medizinische Wissenschaft, die in der drahtlosen Telegrafie und in der modernen Akustik entwickelten Geräte zu nutzen.²⁶

24 Zenneck, Experimentierkunst, 1929.

25 Zenneck, Bedeutung, 1929 (VDI); Zenneck, Bedeutung, 1929 (Schul-Physik).

26 Zenneck, Importance, 1929, S. 107–113.

Ein Jahr später präsentierte Zenneck auch einer deutschen Leserschaft seine »Untersuchungen zur Raumakustik«, die er inzwischen nicht nur beim neuen Physikhörsaal, sondern auch im Ehrensaal des Deutschen Museums und anderen Räumen angewandt und verfeinert hatte, »vom Rundfunkaufnahme-raum mit fast vollkommener Dämpfung bis zum Wasserschloss am Walchenseekraftwerk mit extrem geringer Dämpfung der Reflexion, in dem die von einer Person hintereinander gesungenen Töne eines Dreiklangs etwa 15 Sekunden lang gemeinsam wie ein Akkord eines Männergesangsvereins weitertönen«. ²⁷

Zennecks Vorliebe für anschauliche Demonstrationen machten seine Vorlesungen zu eindrucksvollen Veranstaltungen. »Er scheute sich auch nicht vor allerhand Knalleffekten«, erinnerte sich einer seiner Assistenten. »So zeigte er die Bestimmung der Geschwindigkeit einer abgefeuerten Gewehrkugel und den berühmten Schuss in eine (oben offene) mit Wasser gefüllte Kiste, die dadurch zu kleinen Spänen zerfetzt wird.« Seine Vorlesung sei nicht selten »eine Art wissenschaftlicher Varieté-Vorstellung« gewesen. ²⁸ Die Größe des neuen Physikhörsaals machte auch die Demonstrationstechnik für die Präsentation von Vorlesungsversuchen zu einer besonderen Herausforderung. ²⁹ Der Hörsaal war wie ein Amphitheater angelegt und mit 866 Sitzplätzen der größte Hörsaal der ganzen Hochschule. Ein angrenzender Demonstrationsraum, in dem die Vorlesungsversuche vorbereitet wurden, konnte mit riesigen Schiebetüren abgetrennt werden, so dass der Hörsaal auch für andere Vorlesungen oder Vorträge genutzt werden konnte, bei denen die für die Physikvorlesung vorbereiteten Versuche stören würden. »Für die nichtphysikalischen Vorlesungen und für die sehr häufigen Abendvorträge aller Art, die bei geschlossenen Schiebetüren abgehalten werden, kann vor den Schiebetüren eine Doppeltafel mit darüber befindlicher Projektionsfläche vorgezogen werden«, so erläuterte Zenneck die doppelte Verwendbarkeit des Hörsaals. Dadurch konnte schon Tage vor der nächsten Physikvorlesung im Demonstrationsraum und auf dem Experimentiertisch alles aufgebaut werden, was bei dieser benötigt wurde.

Zenneck hatte das neue Physikinstitut im Wintersemester 1926/1927 in Betrieb genommen. Es wurde 1927 in der »Bauzeitung« ausführlich beschrieben, was die architektonischen Aspekte anging, denn es stellte einen wesentlichen Teil der Erweiterungsbauten der TH aus den 1920er Jahren dar, mit denen sich German Bestelmeyer als Architekt in München einen Namen machte. ³⁰ »Vom Standpunkt des Physikers« berichtete Zenneck über sein neues Institut erst zwei Jahre später, denn er wollte erst »abwarten, welche Erfahrungen wir mit den Einrichtungen machen würden.« ³¹ Seine Beschreibung des Hörsaals und der verschiedenen technischen Einrichtungen für die Experimentalvorlesungen oder das physikalische Praktikum ließ keinen Zweifel daran, dass er sich damit bestens für

²⁷ Zenneck, Untersuchungen, 1929, S. 285. Zenneck an Oskar von Miller (Betr.: Akustische Versuche im Ehrensaal des Deutschen Museums), 12. Januar 1929; Zenneck an Menge (Bayernwerk), 22. Juni 1929. DMA, NL 053/1008.

²⁸ Angerer, Geheimrat, 1941, S. 16.

²⁹ Zenneck, Demonstration, 1928; Zenneck, Abbildung, 1928; Zenneck, Lichtstrahlen, 1928.

³⁰ Nerdinger, Kunststadt, 1979, S. 341.

³¹ Zenneck, Institut, 1929, S. 433.

einen modernen Hochschulunterricht der Experimentalphysik ausgerüstet sah. Mit ihr unterstrich er noch einmal sein Selbstverständnis als Physiker, der wie wenige andere die Experimentalvorlesung ins Zentrum seiner Lehrtätigkeit rückte.³²

Reiten, Jagen, Fischen

Angesichts aller Mühen mit der Ausarbeitung seiner Experimentalvorlesungen und sonstigen Aufgaben, die er sich als Rektor der Hochschule und darüber hinaus mit dem Aufbau des neuen Physikinstituts aufbürdete, blieb Jonathan Zenneck wenig Zeit für Familie – nach dem 1911 geborenen Sohn Rolf und der 1915 geborenen Tochter Ilse war 1920 sein jüngster Sohn Erwin zur Welt gekommen – und private Vorlieben wie das Reiten, Jagen und Fischen. Vor allem das Rektorat ließ ihn nicht zur Ruhe kommen. »Wenn ich einen ganz bösen Feind hätte, dem ich das Schlimmste wünschen würde, was es gibt«, schrieb er schon kurz nach der Übernahme dieses Amtes seinem ehemaligen Schüler Georg Joos (1894–1959), der von 1921 bis 1924 sein Assistent war, »so würde ich ihm sagen, Dich sollen deine Kollegen zum Rektor wählen.«³³ Seinen Schilderungen nach forderte das neue Physikinstitut seine ganze Arbeitskraft. »Natürlich hat mir der neue Hörsaal ziemlich viel Arbeit gemacht, da ich einen großen Teil meiner Vorlesungsversuche ihm anpassen musste«, schrieb er im Februar 1929 an Max Wien. Aber die Zeit für das tägliche Ausreiten ließ er sich nicht nehmen. »Ich bin den ganzen Winter von 7–8 morgens geritten. Es bekommt mir ausgezeichnet.«³⁴ Seinem Neffen schrieb er ein Jahr später nach dem anstrengenden Sommersemester 1930: »Ich habe immer unheimlich viel zu tun und komme deshalb fast nie weder zum Fischen noch zur Jagd. Nur meine morgendlichen Ritte im Englischen Garten versäume ich nie. Kürzlich bin ich dabei ordentlich gebadet worden. Ich war mit dem Pferd ins Wasser geritten, das Pferd stürzte und wir lagen beide in dem ziemlich tiefen Wasser.«³⁵

Von einem anderen Pferde-Erlebnis berichtete er ein paar Jahre später, da es ihm eine »verbundene Pfote« bescherte (siehe S. 158, Abb. 3). »Sie kommt daher, dass ich einen Hengst aus purer Gutmütigkeit mit Rüben fütterte und dieser Hengst mit oder ohne Absicht Zoologie und Botanik verwechselte und statt der Rübe meinen Finger nahm. Dabei musste ich mich leider von dem guten Zustand seines Gebisses unangenehm überzeugen.«³⁶

Um seiner Fischereileidenschaft nachzugehen, hatte Zenneck 1925 in seiner alten Heimat in der Nähe von Satteldorf einen Pachtvertrag für ein »Fischwasser« auf zehn Jahre abgeschlossen, wo er sich in den Semesterferien vom Trubel während der Vor-

³² Der andere zu Berühmtheit gelangte Virtuose physikalischer Experimentalvorlesungen war Robert W. Pohl; siehe dazu Teichmann, Musik, 2009, und Wittje, Simplex, 2011. Zu Pohls Würdigung Zennecks siehe S. 183.

³³ Zenneck an Joos, 24. November 1925. DMA, NL 053/0968.

³⁴ Zenneck an Max Wien, 25. Februar 1929. DMA, NL 053/1173.

³⁵ Zenneck an seinen Neffen Hans, 31. Juli 1930. DMA, NL 053/0045.

³⁶ Zenneck an Rukop, 10. Februar 1936. DMA, NL 053/1092.



Abb. 3 Zenneck zu Pferd, um 1930.



Abb. 4 Zenneck mit Jagdfreunden nach einer Fuchsjagd, um 1930.

lesungszeit erholen konnte.³⁷ Kurz darauf schloss er auch mit einem Gutsbesitzer in Althegenberg, einem Dorf zwischen München und Augsburg, einen Pachtvertrag, der ihm für die Dauer von sechs Jahren die Gelegenheit zur Jagd bot.³⁸

Danach zeugte der Austausch von Nachrichten über »ein ziemlich mäßiges Hasenjahr« oder ein »Petri Heil für Forellen« davon, dass ihm die Jagd und das Fischen zu einer wenn nicht regelmäßig so doch gern wahrgenommenen Beschäftigung wurden, wann

³⁷ Pachtvertrag, 4. Oktober 1925. DMA, NL 053/0010.

³⁸ Pschorr an Zenneck, 20. Januar 1926. DMA, NL 053/0033.

immer sich die Gelegenheit dazu bot.³⁹ Das sorgte auch unter seinen Schülern und Kollegen für so manche Anekdote. »Unerschöpflich waren die Jagdgeschichten, die er erzählen konnte, und es ist keine Sage, dass er manche Prüfungsarbeit auf dem Ansitz korrigierte«, erinnerte sich Walter Dieminger (1907–2000), einer seiner engsten Schüler, der 1926 sein Studium an der TH München begonnen und 1931 mit dem Diplom abgeschlossen hatte. Einmal sei Zenneck »mit einem Stück Wild im Rucksack, am Münchener Hauptbahnhof als vermeintlicher Wilderer festgenommen« worden.⁴⁰

Technische Physik

Für fast alle Studierenden an der TH München gehörte die große Experimentalphysikvorlesung zum Pflichtprogramm, sei es als Grundlage für ein Lehramtsstudium der Fächerverbindung Mathematik und Physik oder für ein Studium in der Chemie-, Bauingenieur-, Kulturingenieur-, Maschineningenieur- oder Elektroingenieurabteilung. Zenneck hatte dafür in den 1920er Jahren ein festes, sich über zwei Semester erstreckendes Programm entwickelt, das sich in jedem Studienjahr bis auf kleine Änderungen wiederholte. Im Studienjahr 1929/1930 zum Beispiel umfasste die Experimentalphysikvorlesung im Wintersemester in sechs Wochenstunden (von Montag bis Samstag jeweils von 9 bis 10 Uhr) die Gebiete Mechanik, Akustik, Wärme, Optik, Magnetostatik und Elektrostatik, im darauffolgenden Sommersemester in vier Wochenstunden (von Dienstag bis Freitag von 9 bis 10 Uhr) das elektromagnetische Feld, elektromagnetische Schwingungen, Ionen und Elektronen, sowie Elektrooptik. Zusätzlich zu den Vorlesungen gab es noch ein von Zenneck selbst angeleitetes physikalisches Praktikum im Umfang von vier beziehungsweise acht Wochenstunden im Winter- beziehungsweise Sommersemester, sowie ein zusammen mit einem Assistenten angeleitetes halbtägiges Fortgeschrittenen-Praktikum. Hinzu kamen Vorlesungen der Extraordinarien und Privatdozenten. Zennecks Institut vermittelte damit eine solide physikalische Grundausbildung für das weitergehende Studium in den technischen Abteilungen, wo mit Spezialvorlesungen der Stoff des jeweiligen Ingenieurfachs gelehrt wurde.

Die Geschichte der technischen Physik reicht weit zurück.⁴¹ Sie erfuhr jedoch erst mit den zahlreichen Anwendungen physikalischer Technik im Ersten Weltkrieg, von Röntgenstrahlen bis zur Ballistik, jenen Bedeutungsaufschwung, der sie zu einem weit verbreiteten Beruf werden ließ. Deutschlandweit kam der Bedeutungszuwachs im Jahr 1919 durch die Gründung einer eigenen Deutschen Gesellschaft für Technische Physik zum Ausdruck – nicht als Unterorganisation der älteren Deutschen Physikalischen Gesellschaft, sondern neben ihr mit dem Anspruch auf Gleichberechtigung. 1913 gab es an der TH München nur zwei Studierende der technischen Physik, so erinnerte sich Zenneck an

³⁹ Korrespondenz in NL 053/0026, NL 053/0033, NL 053/0035, NL 053/0058, NL 053/0869, u. a.

⁴⁰ Dieminger, Jonathan Zenneck, 1961, S. 34–35.

⁴¹ Schultrich, Industriephysiker, 1985; Hoffmann, Etablierung, 1987; Müller, Knowledge, 2020.

die Zeit seiner Berufung vor dem Ersten Weltkrieg, »im Wintersemester 1929/30 waren an derselben Hochschule 127 technische Physiker eingeschrieben.«⁴² Die 1924 eingeführte neue Prüfungsordnung sah dafür eine Richtung »A mit Betonung der Ausbildung als Ingenieur« und »B mit Betonung der Ausbildung als Physiker« vor. Die Richtung A wurde mit dem Grad eines Diplomingenieurs abgeschlossen, die Richtung B mit dem eines Diplomphysikers. In beiden Fällen war ein mindestens vierjähriges Studium die Voraussetzung für die Zulassung zur Diplomprüfung. Für die Ingenieurrichtung war zusätzlich ein mindestens sechsmonatiges Praktikum »in einem maschinentechnischen Betrieb« erforderlich. Beide Richtungen sahen im dritten und vierten Studienjahr auch Praktika im Laboratorium für technische Physik und eine selbständige wissenschaftliche Experimentalarbeit vor.⁴³

Im Großen und Ganzen entsprach die Studienrichtung A, wie es Zenneck in den 1930er Jahren auf den Punkt brachte, »etwa der allgemeinen Ausbildung eines Maschinen- resp. Elektroingenieurs (nach Wahl) unter besonderer Betonung der physikalischen Ausbildung«, während die Studienrichtung B »in der Hauptsache eine physikalische Ausbildung (ohne technische Fächer wie Maschinenteile, Maschinenzeichnen, Theoretische Maschinenlehre und zugehörige Praktika)« vorsah. Zusätzlich sollten die angehenden Diplomphysiker aber »in Fächern der angewandten Physik« Vorlesungen hören, worunter Zenneck Fächer wie »Hochfrequenztechnik, Elektrische Messtechnik, Hochspannungstechnik, Fernmeldetechnik, Thermodynamik, Physikalische Chemie, Hydrodynamik usw.« zählte. »In zweien von diesen Fächern nach Wahl wird geprüft.« Auch wer das Studium der technischen Physik in der Richtung B als Diplomphysiker abschloss, musste also dem einen oder anderen Ingenieurfach Tribut zollen, wenn auch nicht in einem so hohen Grad wie in der Richtung A. Von 1920 bis 1934 legten insgesamt 99 Studierende die Diplom-Hauptprüfung für technische Physik an der TH München ab, darunter 37 in der Studienrichtung A als Diplomingenieure und 62 in der Richtung B als Diplomphysiker.⁴⁴ »Was das Studium der technischen Physik, Richtung B an unserer Hochschule betrifft, so war die Idee die, wirkliche Physiker auszubilden und nicht Amphibien, die ein Zwischending zwischen Physiker und Techniker darstellen.« So erklärte Zenneck die Unterscheidung der beiden Richtungen einem Vorstandsmitglied des Vereins deutscher Eisenhüttenleute. »Für den Physiker, der nicht daran denkt, in die Technik zu gehen, ist es meiner Ansicht nach gleichgültig, ob er an der Technischen Hochschule hier oder an einer Universität ausgebildet ist.«⁴⁵

Deutschlandweit gab es im Jahr 1930, wie Zenneck als Vertreter der technischen Physik in der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft berichtete, 1370 Mitglieder in der Deutschen Gesellschaft für technische Physik – mehr als in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft mit »ungefähr 1320« Mitgliedern. Inzwischen gebe es »kaum irgend-

⁴² Zenneck, Physik, 1930, S. 323.

⁴³ Technische Hochschule München: Programm für das Studienjahr 1929/1930. Bibliothek der Technischen Universität München, Signatur: 21740.

⁴⁴ Übersicht in NL 053/0075.

⁴⁵ Zenneck an Otto Petersen, 16. Januar 1926. DMA, NL 053/1061.

ein Gebiet der produzierenden Technik«, das keine technischen Physiker beschäftige. Zenneck gab bewusst keine Definition von technischer Physik, denn er wollte sie »weder gegen die reine Physik noch gegen die Technik abgrenzen«, aber er sparte nicht an Beispielen, allen voran aus der drahtlosen Telegrafie, seinem bevorzugten Forschungsgebiet, »dessen Entwicklung in der Geschichte der Technik und Naturwissenschaften wohl unerreicht dasteht«. Die Vielfalt auf diesem Gebiet unterscheide sich, was die damit einhergehenden physikalischen Erscheinungen angeht, von vielen anderen technischen Entwicklungen, etwa im Elektro-Maschinenbau, wo sich seit der Jahrhundertwende an den grundlegenden Anordnungen kaum noch Wesentliches geändert hätte. Am nächsten komme der drahtlosen Telegrafie noch die Röntgentechnik, mit ihren Auswirkungen auf Atomphysik, Kristallografie und Materialforschung, ganz zu schweigen von deren Anwendungen in der Medizin, die »beinahe zur Selbstverständlichkeit geworden« seien. Als ein »eigentümliches Beispiel« für technische Physik erschien Zenneck die Akustik, ein uraltes physikalisches Teilgebiet der Physik, »das jahrzehntelang abgeschlossen zu sein schien«, bevor es, »plötzlich wieder durch neue Bedürfnisse und neue Hilfsmittel zum Leben erweckt« worden sei. Man könne jetzt Probleme wie Raumakustik oder physiologische Akustik ganz neu angehen. Ein technisches Anwendungsgebiet habe sich auch »im Anschluss an das bekannte Schallmessverfahren im Kriege durch die Echolotung erschlossen, bei der man die Tiefe des Meeres von einem Schiff aus bestimmen kann, indem man die Zeit misst, die ein vom Schiff ausgesandter Schall braucht, um nach Reflexion am Meeresboden an die Meeresoberfläche zurückzukommen.« Als letztes Beispiel nannte er »das Gebiet der Elektronen- und Ionenströme«, dem er bereits 1922 einen Experimentalvortrag vor Elektroingenieuren gewidmet hatte (siehe S. 88); jetzt wollte er besonders die Nützlichkeit für die Technik herausstreichen. Elektronenröhren seien zu Massenprodukten geworden, Ionenströme fänden bei der Leuchtreklame breite Anwendung, und die Braun'sche Röhre, die sich zuerst in der Hochfrequenztechnik bewährt hatte, fände jetzt in der ganzen Elektrotechnik Anwendung. »Die angegebenen Beispiele genügen wohl, um einige Richtungen zu zeigen, in denen sich die technische Physik entwickelt hat, und um einen Begriff davon zu geben, welche Bedeutung ihr heute zukommt.«⁴⁶

Zennecks Aufsatz über technische Physik war ein Beitrag in einer 1930 herausgegebenen Festschrift zum siebzigsten Geburtstag von Friedrich Schmidt-Ott, dem Hauptinitiator der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, in der Zenneck dieses Fach repräsentierte. Die Festschrift mit dem Titel »Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft« gab einen Überblick über die Entwicklung der von der Notgemeinschaft geförderten Wissenschaftsdisziplinen in Deutschland.⁴⁷ Dass die technische Physik darin gleichrangig neben der von James Franck (1882–1964) und Max Planck (1858–1947) vorgestellten Experimentalphysik beziehungsweise theoretischen Physik rangierte, illustriert sowohl ihren hohen Stellenwert, als auch die Anerkennung des Verfassers Zenneck als führender Vertreter dieser Disziplin.

⁴⁶ Zenneck, Physik, 1930, S. 328.

⁴⁷ Abb, Wissenschaft, 1930.

Um der von Zenneck geförderten technischen Physik aber nicht nur aus einer Festschrift-Perspektive näher zu kommen, ist es notwendig, den Fokus auf die in seinem Institut betriebene Forschung zu richten. Ein Großteil lässt sich der drahtlosen Telegrafie zuordnen und dort verorten, wo Physiker und Ingenieure gemeinsame Interessen verfolgten. »Ihre Darbietungen werden stets so gehalten sein, dass Physiker und Ingenieure einander verstehen und sich in die beiderseitigen Gedankenkreise immer mehr einleben.« So hatten die Herausgeber der »Zeitschrift für technische Physik« 1920 im ersten Heft ihrer Zeitschrift umschrieben, was technische Physiker idealerweise auszeichnen sollte.⁴⁸ Hans Rukop, der zu den Herausgebern der »Zeitschrift für technische Physik« gehörte, verkörperte diesen Idealtyp eines technischen Physikers schon mit seinen ersten Arbeiten. Als Zenneck und Rukop als sein Assistent im Herbst 1913 an der TH München ihr Amt antraten, beschäftigten sie sich als Erstes mit dem Lichtbogengenerator, einem Bestandteil von Sendeanlagen in der drahtlosen Telegrafie, dessen Wirkungsweise jedoch noch viele Fragen aufwarf. Im Jahr darauf publizierten sie in den »Annalen der Physik« die Ergebnisse umfangreicher experimenteller Untersuchungen dazu, um die Art der Schwingungserregung im Lichtbogen aufzuklären. Mit Hilfe der Braun'schen Röhre konnten sie den zeitlichen Stromverlauf im Schwingkreis unter verschiedenen Bedingungen sichtbar machen.⁴⁹ Mit dieser Publikation illustrierten sie gleichzeitig den Nutzen der Braun'schen Röhre für die Analyse von elektrischen Schwingungen. Kurz darauf wechselte Rukop zu Telefunken, wo er als Industriephysiker Karriere machte und die Entwicklung von Elektronenröhren maßgeblich bestimmte.⁵⁰ Von seinem Beitrag über »Elektronenröhren« in der Neuauflage des »Lehrbuchs der drahtlosen Telegraphie«, die Zenneck 1925 unter ihrer beider Namen erscheinen ließ, war bereits die Rede (siehe S. 63). »Auf dem Gebiet, das er behandelt, überstürzten sich in den Jahren nach dem Kriege die Veröffentlichungen in einer Weise, wie es kaum auf irgend einem Gebiet der Physik und Technik der Fall gewesen ist,« so stellte Zenneck den Beitrag seines ehemaligen Schülers heraus. »Herr Dr. Rukop, der wohl in Deutschland als der beste Kenner der Elektronenröhren gelten kann, hat es verstanden, dieser schwierigen Materie Herr zu werden und in dem von ihm bearbeiteten Teil eine umfassende Darstellung alles dessen zu geben, was wir heute über Elektronenröhren wissen.«⁵¹ Rukops Beitrag diente Physikern und Ingenieuren gleichermaßen als Einführung in das neue Gebiet, das damit zu einem Paradebeispiel technischer Physik wurde.

Auch Georg Joos begann seine Karriere als technischer Physiker mit einer Arbeit über Elektronenröhren. Er machte die »Theorie des Elektronenröhrengenerators« zum Gegenstand seiner Habilitation und referierte darüber am 16. Juni 1922 auch im Kolloquium der Münchner Physiker, wo sich die Physiker der Ludwig-Maximilians-Universität mit ihren Kollegen von der TH München allwöchentlich trafen und aktuelle Forschungen

48 Zeitschrift für technische Physik 1 (1920), S. 4.

49 Rukop/Zenneck, Lichtbogengenerator, 1914.

50 Rukop, Telefunkenröhren, 1928.

51 Zenneck/Rukop, Lehrbuch, 1925, S. V.

besprochen.⁵² Die Elektronenröhre sei »zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel nicht nur der drahtlosen Telegraphie, sondern auch in den verschiedensten Zweigen der Experimentalphysik geworden«, verwies Joos 1922 schon in der Einleitung seines Aufsatzes in den »Annalen der Physik« auf das breite Anwendungsgebiet seiner Theorie.⁵³ Seine weitere Karriere brachte Joos nach Jena, wo er als Kollege von Max Wien der drahtlosen Telegrafie wieder nahekam, jedoch als Extraordinarius für theoretische Physik ein viel breiteres Themengebiet bearbeitete. Doch seine Wurzeln in der technischen Physik ließen sich nicht verleugnen. Das zeigte sich vor allem bei seinen Arbeiten zur Optik, die ihm später (ab 1941) als Chefphysiker der Firma Carl Zeiss in Jena auch zum Hauptberuf wurde.⁵⁴

Ähnliches lässt sich auch für andere Schüler Zennecks aus den 1920er Jahren konstatieren. Eine Reihe von Doktoranden promovierten zum Beispiel über Schwingkreise, bei denen Eisenkernspulen zum Einsatz kamen.⁵⁵ Auszüge aus diesen Dissertationen wurden im »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie« veröffentlicht und erleichterten den Absolventen eine Karriere als Industriephysiker. Hans Plendl (1900–1991), der 1925 mit einer experimentellen Arbeit über Frequenzwandler promoviert hatte, publizierte mit Zenneck und einem anderen Doktoranden im Jahrbuch ausführliche Untersuchungen zu diesem Themenkomplex. Noch im gleichen Jahr trat er als frisch gebackener Dr. Ing. in die Dienste von Telefunken, wo er für die Entwicklung von Kurzwellenfunkgeräten zuständig war, bevor er 1927 eine Stelle bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Berlin-Adlershof antrat und dort das Gebiet des Flugfunks bearbeitete.⁵⁶

Für Zenneck war die technische Physik, die mit Elektronenröhren aus der drahtlosen Telegrafie den Rundfunk hervorgebracht hatte, auch Nobelpreis-würdig. »Unter den Erfindungen, die in der letzten Jahrzehnt [sic] gemacht wurden, ist wohl keine, die so große Bedeutung in Physik und Technik gewonnen hat, als die Erfindung des Röhrengenerators«, so begründete er 1929 die Nominierung von Alexander Meißner (1883–1958) und Edward Howard Armstrong (1890–1954) für den Physiknobelpreis. Beide hätten unabhängig voneinander mit ihren Patenten im Jahr 1913 »das Gebiet der sehr kurzen elektromagnetischen Wellen zugänglich gemacht« und verdienten es, gemeinsam mit dem Nobelpreis in Physik ausgezeichnet zu werden.⁵⁷

⁵² Physikalisches Mittwochs-kolloquium. DMA, 1997-5115.

⁵³ Joos, Theorie, 1922, S. 505.

⁵⁴ Gerlach, Joos, 1974.

⁵⁵ Schunck/Zenneck, Schwingungskreise, 1921; für weitere Arbeiten dazu siehe Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 4.8.1.2.

⁵⁶ Seiler, Kommandosache, 2007, S. 54.

⁵⁷ Zenneck an das Nobel-Komitee für Physik, 29. Januar 1929. DMA, NL 053/1050. Zenneck hatte auch in anderen Jahren Nominierungen abgegeben: 1922 für Friedrich Paschen, 1926 für Carl von Linde, 1935 für James Chadwick und 1955 für Walther Meißner. Erfolgreich war nur die Nominierung von Chadwick, der 1935 den Nobelpreis für die Entdeckung des Neutrons erhielt, <https://www.nobelprize.org/nomination/archive/> (9. Februar 2025).

Zenneck wurde zudem nicht müde, seinen Studenten und Kollegen die technische Physik mit Beispielen aus dem Umfeld der drahtlosen Telegrafie nahezubringen. Er war ein regelmäßiger Teilnehmer am Kolloquium der Münchner Physiker – mit Vortragsthemen wie »Transformation von Wechselzahlen in der drahtlosen Telegraphie« (19. August 1919), »Transformation von Niederfrequenz in Hochfrequenz für die Zwecke der drahtlosen Telephonie« (10. Februar 1922), »Drahtlose Telegraphie um die Ecke herum, störende Einflüsse« (14. Dezember 1923), »Atmosphärische Einflüsse in der drahtlosen Telegraphie« (15. Februar 1924), »1. Über Schwingungskreise mit Eisenkernspulen. 2. Die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie« (6. Februar 1925), »Ausbreitung von Wellen in der drahtlosen Telegraphie. Allgemeine Schwingungsfragen« (29. Januar 1926), »Ausbreitung von Wellen in der drahtlosen Telegraphie. Photographisches« (4. Februar 1927), »Über Schwunderscheinungen in der drahtlosen Telegrafie« (9. Februar 1928), »Doppelzeichen in der drahtlosen Telegraphie« (19. Juli 1929), »Echoerscheinungen in der drahtlosen Telegrafie. Bemerkungen hierzu« (30. Mai 1930), »Messungen über die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegrafie« (14. November 1930).⁵⁸

Beim Kolloquium der Münchner Physiker zeigte sich auch, dass sich zwischen Zennecks technischer Physik und der von Sommerfeld und seinen Schülern repräsentierten theoretischen Physik gegen Ende der 1920er Jahre ein Graben auftat. Walther Gerlach (1889–1979), Sommerfelds Experimentalphysik-Kollege an der Münchner Universität, erinnerte sich an »lebhafteste Zusammenstöße zwischen Zenneck und Sommerfeld«, beide »Meister der sarkastischen Formulierung«, die sich dann bei »einigen Halben« nach dem Kolloquium in einem Schwabinger Lokal »in zwar gelockerter, aber nicht weniger ironischer Form fortsetzten.«⁵⁹ Ein Lehrbuch über Elektrodynamik aus der Feder eines theoretischen Physikers fand Zenneck für Experimentalphysiker weitgehend unbrauchbar, »obwohl es zweifellos gut ist«, wie er Joos als seinem theoretisch wie experimentell versierten Schüler schrieb. »Aber es ist unendlich schwer, irgend etwas daraus zu entnehmen, was man wirklich brauchen kann. Ich will nicht so weit gehen zu behaupten, dass ein *brauchbares* [Hervorhebung im Original] Lehrbuch der theoretischen Physik nur von einem Experimentalphysiker geschrieben werden kann. Aber ganz ungefähr ist es so. Mindestens sollte es polizeilich verboten werden, ein Lehrbuch der theoretischen Physik zu schreiben, ehe der Betreffende seine experimentelle Befähigung nachgewiesen hat.«⁶⁰ Zenneck sah die jüngste Entwicklung der theoretischen Physik »in immer abstrakterer Richtung« sehr kritisch. »Es ist ja tatsächlich so,« schrieb er einem Kollegen, dessen Arbeiten seinen eigenen Themen näher standen, »dass es manchen Theoretikern vollkommen gleichgültig ist, ob ihre Ergebnisse mit dem experimentellen Befund übereinstimmen oder nicht.«⁶¹

58 Physikalisches Mittwochskolloquium. DMA, 1997-5115.

59 Gerlach, Jonathan Zenneck, 1959, S. 176.

60 Zenneck an Joos, 28. Juli 1928. DMA, NL 053/0968. Bei dem so kritisierten Theoretiker handelte es sich um Jakob Frenkel und dessen Lehrbuch (Frenkel, Elektrodynamik, 1928).

61 Zenneck an Försterling, 14. Mai 1936. DMA, NL 053/0908.

Auch bei den Patentstreitigkeiten, zu denen Zenneck als Experte hinzugezogen worden war, handelte es sich um technische Physik. Vor dem Hintergrund seiner Erfahrungen bei den Patentprozessen in den USA während des Ersten Weltkriegs reichte er 1923 zusammen mit einem amerikanischen Partner beim Patentamt in New York selbst ein Patent ein, bei dem es um die Erzeugung von Schwebungen hochfrequenter Schwingungen und deren Umwandlung in hörbare niederfrequente Schwingungen ging. Da es sich nicht um ein völlig neues Verfahren handelte, verweigerte das Patentamt Zenneck jahrelang die Erteilung des Patents, bis ihm sein Patentanwalt im Juni 1928 mitteilte: »The unexpected has happened. This morning we received the allowance of your application.«⁶² Zenneck machte sich jedoch keine Illusionen darüber, was die Verwertung anging. »Ob mit dem Patent irgend etwas anzufangen ist, ist mir zweifelhaft«, schrieb er seinem Patentanwalt in New York. »Vielleicht besteht aber doch von irgendwelcher Seite ein, wenn auch nur patentrechtliches Interesse daran.«⁶³ Die in dem Patent beschriebene Schaltung betraf eine mehr als zehn Jahre zurückliegende Phase in der Entwicklung der Funktechnik. Man müsse sich darüber im Klaren sein, dass die Angelegenheit inzwischen »etwas überholt« sei, schrieb er seinen amerikanischen Partnern noch einmal.⁶⁴ Damit endete für Zenneck dieser Ausflug in die technische Physik über das Patentwesen, das im Übrigen auch in den USA in einer Umbruchphase war. »Mit Radio Anmeldungen habe ich im letzten Jahre fast garnichts zu tun gehabt«, schrieb ihm sein Patentanwalt einige Jahre später. »Alles ist beinahe in den Händen der größeren Corporationen, die ihre eigenen Patentbureaus haben.«⁶⁵

Gegen Ende der 1920er Jahre konzentrierte sich Zennecks Forscherinteresse wieder stärker auf die grundsätzliche Frage nach der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen und ihrer experimentellen Untersuchung. Dabei war die von Zenneck und seinen Schülern praktizierte technische Physik nicht in erster Linie auf technologische Ziele ausgerichtet, sondern auf die Erschließung eines neuen Untersuchungsfeldes, die Ionosphärenforschung, bei der die drahtlose Telegrafie mehr Mittel als Zweck war. Dies soll im Folgenden genauer betrachtet werden.

⁶² Janke an Zenneck, 15. Juni 1928. DMA, NL 053/0171. Zur jahrelangen Auseinandersetzung darüber siehe auch die Korrespondenz mit Janke in DMA, NL 053/0966. Das Patent wurde erteilt unter dem Titel »Tone Receiver for Undamped Oscillations«, Patentnr.: US1690918A. <https://patents.google.com/patent/US1690918A/en> (9. Februar 2025).

⁶³ Zenneck an Janke, 10. November 1928. DMA, NL 053/0966.

⁶⁴ Zenneck an Boehme, 16. April 1929. DMA, NL 053/0827.

⁶⁵ Janke an Zenneck, 15. Januar 1936. DMA, NL 053/0966.

Von der drahtlosen Telegrafie zur Ionosphärenforschung

Für Jonathan Zenneck war bei einem Rückblick auf fünfzig Jahre Telefunkengeschichte die Ära vor dem Ersten Weltkrieg die »romantische Zeit der drahtlosen Telegraphie«, als man mit Funkensendern noch mühsam in »das gelobte Land der ungedämpften Schwingungen« vordrang und beim Empfänger »aus der ganzen Physik alles zusammenholte und ausprobierte, was dem neuen Nachrichtenmittel dienen konnte.«¹ Diese Ära ging spätestens in den 1920er Jahren mit den rasanten Fortschritten der Elektrotechnik unwiederbringlich zu Ende. »Röhren, Rundfunk und kurze Wellen«, mit diesen drei Begriffen charakterisierten Hans Rukop und zwei seiner Telefunkenkollegen die neue Zeit.² Mit Hilfe von Elektronenröhren konnte man nun hochfrequente Trägerwellen mit niederfrequenten Schwingungen im akustischen Frequenzbereich modulieren, so dass Sprache und Musik durch den Äther übertragen und von empfindlichen, ebenfalls mit Röhren versehenen Empfängern und Lautsprechern wieder hörbar gemacht wurden. Damit wurde das Zeitalter des Rundfunks eingeläutet. Als Trägerwellen kamen vor allem kurze Wellen in Betracht, die sich zudem mit geringerer Leistung als lange Wellen über große Entfernungen ausbreiteten. Damit stellten sich aber auch auf eine neue Weise die Fragen nach den physikalischen Ursachen für die große Reichweite der Radiowellen, die man bislang nur mit Blick auf Langwellen betrachtet hatte.

Kurze Wellen

»Die erfolgreiche Anwendung der kurzen Wellen durch die englischen und amerikanischen Amateure und durch die Großfirmen, in Deutschland Telefunken, haben das schwache Gebäude, auf dem unsere Vorstellungen über die Strahlungsausbreitung aufgebaut waren, erschüttert.« So begann Alexander Meißner im September 1924 einen Vortrag über »Die Ausbreitung der elektrischen Wellen über die Erde.«³ Meißner hatte 1913 mit einer nach ihm benannten Schaltung die Erzeugung ungedämpfter Schwingungen möglich gemacht. Sie eigneten sich als Trägerwellen für die Übertragung von Sprache. »Im Meißnerpatent und seinen Zusätzen ist bereits klar zum Ausdruck gebracht,« so der Telefunkengründer Georg Graf von Arco, »dass der Röhre sender zwei Vorzüge vor allen bisherigen Sendern besitzt: Die Möglichkeit, sehr kurze Wellen herzustellen, und eine unerreichte Konstanz der Frequenz.« Vor dem Ersten Weltkrieg kam der Kurzwellen keine Bedeutung zu, da man glaubte, große Entfernungen nur mit möglichst langen Wellen überbrücken zu können, die durch leistungsstarke Maschinensender und riesige Antennenanlagen erzeugt wurden. Im Ersten Weltkrieg kamen Kurzwellen wegen der Kompaktheit der zu ihrer Herstellung verwendeten Sende- und Empfangsgeräte als

1 Zenneck, Funkensender, 1953, S. 158.

2 Rukop/Steimel/Rothe, Röhren, 1953.

3 Meißner, Ausbreitung, 1924, S. 85.

Nachrichtenmittel für kurze Entfernungen zwischen Bodentruppen, Kriegsschiffen und Flugzeugen zum Einsatz. Nach dem Krieg wurde »das Phänomen der Kurzwellen« auch für große Entfernungen zum Hobby von Amateurbastlern. »Versuche von Radioamateuren in Amerika offenbarten die überseeische Reichweite des Wellenbandes zwischen 10 und 50 Meter.«⁴

Dem trug Telefunken umgehend Rechnung, indem es die für den transatlantischen Funkverkehr bestimmte Großstation Nauen zusätzlich zu ihrem Maschinensender für Wellen von mehreren Kilometern Wellenlänge mit einem Kurzwellen-Röhrensender für 70 Meter Wellenlänge ausstattete. Verglichen mit der Leistung von mehreren hundert Kilowatt für die langen Wellen war der Energieaufwand für die kurzen Wellen fast vernachlässigbar, so dass auch »vom wirtschaftlichen Standpunkte aus ihre Bedeutung klar zutage« trat, wie Abraham Esau (1884–1955), der Leiter des Empfangslaboratoriums von Telefunken, kurz nach der Installation des Kurzwellensenders von Nauen im Oktober 1924 konstatierte. Doch die Kurzwellen erwiesen sich als launisch. Sie konnten »z. Zt. nur während der Nachtzeit benutzt werden«, so dass sie vorläufig nur als Ergänzung des Langwellenfunks betrachtet wurden.⁵ Doch für den neuen Geschäftsbereich, die Fernübertragung von Sprache, die sich noch weitgehend im Versuchsstadium befand, erschienen die kurzen Wellen konkurrenzlos, denn, so Esau, die »mit Wellenlängen von 5000 bis 7000 m durchgeführten Versuche haben befriedigende Resultate nicht ergeben«. Auch für die noch in den Kinderschuhen steckende »drahtlose Bildtelegraphie« schienen »die kurzen elektrischen Wellen das Hilfsmittel zu sein, um zu einer anderen Größenordnung der Vollkommenheit zu gelangen.« Das große Hindernis auf diesem Weg war die Abhängigkeit des Kurzwellenfunks »von der Beschaffenheit der Atmosphäre, und infolgedessen erscheint es aussichtsreich, diese Abhängigkeiten näher zu untersuchen«.⁶

Auch der große Konkurrent von Telefunken, die Marconi-Gesellschaft, setzte auf kurze Wellen. Im Juni 1922 stellte Marconi bei einem Vortrag in New York die Ergebnisse von Versuchen vor, die vor allem die mit Reflektoren an den Antennen hergestellte Richtwirkung von kurzen Wellen betraf. Bereits drei Jahre zuvor hätten seine Mitarbeiter in England und Irland Versuche durchgeführt, bei denen bis zu einer Entfernung von 97 Meilen mit Kurzwellen Sprache klar übertragen worden war. Mit sehr kurzen Wellen und rotierenden Antennen mit parabolischen Reflektoren könnten auch Reflektionen an metallischen Flächen nachgewiesen werden. Man könne von einem Schiff sehr kurze Wellen in alle Richtungen ausstrahlen, die von anderen Schiffen zurückreflektiert würden und so bei Nebel deren Anwesenheit und Richtung verraten würden.⁷ Was wie die Vorausahnung des Radars anmutet, war 1922 jedoch kaum mehr als die Feststellung, dass

4 Arco, Wege, 1928, S. 42–44. Zur Rolle der Radioamateure in den USA siehe Yeang, Sky, 2013, Kap. 5.

5 Esau, Wellen, 1924, S. 5.

6 Esau, Eigentümlichkeiten, 1925, S. 9.

7 »It seems to me that it should be possible to design apparatus by means of which a ship could radiate or project a divergent beam of these rays in any desired direction, which rays, if coming across a metallic object, such as another steamer or ship, would be reflected back to a receiver screened from the local transmitter on the sending ship, and thereby immediately reveal the presence and bearing of the other ship in fog or thick weather.« Marconi, Radio, 1922, S. 569–570.

kurze Wellen auch mit Blick auf ihre Richtwirkung neue Anwendungen versprochen und nicht nur als Trägerwellen für die Übertragung von Sprache und für den Rundfunk von Interesse waren.

Allerdings zeigten die kurzen Wellen, was ihre Ausbreitung über sehr weite Entfernungen betraf, ein anderes Verhalten als die langen Wellen. Man habe sich »mehr oder weniger schon damit abgefunden, alles, was man nicht erklären konnte, auf die Heavisideschicht zu schieben«, so spielte Meißner 1924 in seinem Vortrag über die Wellenausbreitung auf die Diskussionsbeiträge von John Ambrose Fleming und William Eccles beim Treffen der British Association for the Advancement of Science 1912 in Dundee an (siehe S. 58–60), die einer ionisierten Schicht in der Atmosphäre die Hauptrolle für die Wellenausbreitung zuerkannt hatten. »Sie beugte, interferierte und reflektierte, wie man es gerade brauchte«, spottete Meißner vor allem mit Blick auf »die Engländer« als Hauptvertreter der Theorien zur Heavisideschicht.⁸ Thomas Eckersley (1886–1959), ein Mitarbeiter der Marconi-Gesellschaft, hatte 1923 der Vorstellung von der Heavisideschicht anhand neuer Messungen im Wellenlängenbereich von 300 Metern bis fünf Kilometern zu neuer Plausibilität verholfen.⁹ Eine von der Marconi-Gesellschaft 1922 bis 1923 unternommene Expedition, die von England bis Australien die Ausstrahlung von Großfunkstationen im Wellenlängenbereich von 7,8 bis 28,45 Kilometern untersuchte, sah in den Messergebnissen weitere Indizien für die Heavisideschicht. Die Beobachtungen stimmten gut mit dieser Theorie überein, wobei jedoch von Ort zu Ort auf der Erdoberfläche eine unterschiedliche Leitfähigkeit und Höhe der Schicht zu berücksichtigen sei. Die errechnete Höhe der Heavisideschicht schwankte allerdings in weiten Grenzen zwischen 337 und 2600 Kilometern.¹⁰ Meißner sah indessen die Diskrepanzen zwischen der Ausstrahlung langer und kurzer Wellen eher als Indiz gegen die Heavisideschicht. Der von Louis Winslow Austin empirisch für lange Wellen ermittelte Zusammenhang von Wellenlänge und Reichweite galt nicht für kurze Wellen. Außerdem verschwanden bei langen Wellen die plötzlichen Schwankungen, die bei kurzen Wellen beobachtet wurden. Im Gegensatz zu den Forschern der Marconi-Gesellschaft kam der Telefunkenpionier Meißner zu dem Schluss: »es gibt keine Heavisideschicht«.¹¹

Zenneck ließ zuerst durch seine Referate im »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie« erkennen, dass er das Aufkommen der Kurzwelle aufmerksam verfolgte. Dabei handelte es sich um zusammenfassende Berichte von Publikationen in anderen Zeitschriften, denen Zenneck auf diese Weise die Aufmerksamkeit der Jahrbuch-Leser verschaffen wollte. In diesen Referaten über die aktuelle Forschungsliteratur bot er jeweils eine Übersicht über neue, vor allem englischsprachige Arbeiten, wie etwa einen 1924 in den »Proceedings of the Institute of Radio Engineers« erschienenen Artikel von

⁸ Meißner, Ausbreitung, 1924, S. 85.

⁹ Eckersley, Einfluß, 1923.

¹⁰ »The observations are in good agreement with this theory if we assume that the nature of the layer, i.e. height, conductivity, or gradient of conductivity, varies from place to place on the earth's surface.« Round u. a., Report, 1925, S. 981–982. Siehe dazu auch Yeang, Sky, 2013, Kap. 4.

¹¹ Meißner, Ausbreitung, 1924, S. 92.

Greenleaf Whittier Pickard (1877–1956), beratender Ingenieur bei einem Hersteller von kommerziellen und militärischen Funkgeräten in Boston (The Wireless Specialty Apparatus Company), über »short period variations in radio reception«,¹² Darin wurden »die bekannten starken Schwankungen« beim Kurzwellenempfang näher untersucht, für die Pickard Absorption und Reflexion durch mehr oder weniger stark ionisierte Wolken in der Atmosphäre verantwortlich machte. Zenneck schloss das Referat mit der Auffassung des Autors Pickard, ohne sie zu kommentieren. Danach sei »eine enge Beziehung zwischen der Empfangsintensität und den Wetterbedingungen zu erwarten.«¹³

Ein anderes Kurzwellen-Referat widmete Zenneck der Publikation des britischen Elektroingenieurs George William Osborn Howe (1875–1960), der im »Electrician« »A review of wireless in 1924 – short wave progress« publiziert hatte.¹⁴ Howe leitete am National Physical Laboratory das Department of Electrical Standards and Measurements und war Professor of Electrical Engineering an der Universität Glasgow. »Professor Howe ist der Ansicht, dass die früher vielfach verbreitete Ansicht, wonach bei der Ausbreitung der Wellen die Reflexion an einer sehr stark leitenden hohen Schicht eine wesentliche Rolle spiele, unhaltbar geworden ist.« So machte Zenneck in seinem Referat gleich deutlich, dass die Auffassung von Eccles, Fleming, Eckersley und anderen Verfechtern der Heavisideschicht nicht von allen britischen Fachleuten der drahtlosen Telegrafie geteilt wurde. Umso mehr sei, so Zenneck, durch die von Howe dargestellten Fortschritte auf dem Gebiet des Kurzwellenfunks »die Frage, wie man sich die Ausbreitung auf große Entfernungen zu denken hat, brennend geworden.«¹⁵

Die Entdeckung der Ionosphäre

Im Wesentlichen standen sich bei der Frage der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen über die Erdoberfläche zwei Auffassungen gegenüber, die entweder in der Fortpflanzung im mehr oder weniger leitenden Erdboden oder in einer ionisierten Atmosphärenschicht den Grund für die große Reichweite sahen. Die erste Auffassung kam in der von Zenneck und Sommerfeld theoretisch analysierten Bodenwelle zum Ausdruck, die zweite wurde meist mit dem Namen von Oliver Heaviside verknüpft. Sommerfeld schien selbst nicht so recht an die Bodenwelle als den allein maßgeblichen Mechanismus zu glauben, wie er 1913 in einem Brief an einen Kollegen eingeräumt hatte (siehe S. 59): »Möglicher Weise muss man doch die schon oft herangezogene Reflexion an gut leitenden höheren Schichten für die Möglichkeit der Telegrafie auf ganz große Entfernungen verantwortlich machen.«¹⁶ Auch Zenneck sah, wie sein Referat über den Kurzwellenbericht von Howe erkennen lässt, die Ionisierung der Atmosphäre als entscheidend für die Überwindung

¹² Pickard, Variations, 1924.

¹³ Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 23, 1924, S. 90–91.

¹⁴ Howe, Review, 1925.

¹⁵ Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 25, 1925, S. 110.

¹⁶ Sommerfeld an Willy Wien, 29. November 1913. DMA, NL 56/010.

der Erdkrümmung an. Er verwies dazu auf eine Theorie von Joseph Larmor (1857–1942), über die er im Jahrbuch noch berichten werde.¹⁷

Sir Joseph Larmor war einer der prominentesten theoretischen Physiker in Großbritannien. Er hatte 1924 im »Philosophical Magazine« die Frage, warum elektromagnetische Wellen die Erdkrümmung überwinden können, mit einer Berechnung der Ausbreitungsverhältnisse in der oberen Atmosphäre beantwortet, wo die von der UV-Strahlung der Sonne ionisierten Atome den elektromagnetischen Wellen eine größere Geschwindigkeit als in den dichteren Atmosphärenschichten darunter erteilen würden und diese ohne merkliche Absorption entlang der gekrümmten Erdoberfläche herumbiegen würden.¹⁸ Zennecks Referat über Larmors Artikel erstreckte sich über zwei Druckseiten und brachte durch die bis in die Einzelheiten und mit Formeln wiedergegebenen Argumente zum Ausdruck, dass Zenneck Larmors Theorie für einen bedeutenden Beitrag zum Ausbreitungsproblem hielt. Zennecks Referat vermittelt den Eindruck, dass auch er nun der Wellenausbreitung entlang der leitenden Erdoberfläche keine wesentliche Rolle für die Überwindung großer Entfernungen mehr beimaß und die entgegengesetzte Auffassung teilte, »dass vielmehr die Krümmung der Strahlen um die Erde herum nur durch die Schichtung der Atmosphäre zu erklären sei. Wenn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen mit der Höhe über dem Erdboden zunimmt, so erhält man bekanntlich eine Krümmung der Strahlen.«¹⁹ Zenneck erkannte damit der mit seinem Namen assoziierten Bodenwelle keine Bedeutung mehr zu, was die Ausbreitung über große Entfernungen betraf. Einen Artikel im »Electrician« über »Wireless theories«, der die Ionisierung der Atmosphäre als irrelevant betrachtete und stattdessen »die Führung der Wellen durch die leitende Erdoberfläche« als maßgeblichen Mechanismus herausstellte, und zwar »auch für die ganz kurzen Wellen«, kommentierte Zenneck folgendermaßen: »Ich vermute, dass der Verfasser von seiner radikalen Anschauung selbst abkommen wird, wenn er die Folgerungen derselben mit sicher festgestellten Tatsachen vergleicht.«²⁰

Die Ionisierung der Atmosphäre war seit den ersten transatlantischen Versuchen Marconis immer wieder als Grund für die Fortleitung der elektromagnetischen Wellen um die Erde angegeben worden, – sie war aber letztlich nur eine mehr oder weniger überzeugende Hypothese. Die von Heaviside postulierte ionisierte Atmosphärenschicht würde die elektromagnetischen Wellen auf ähnliche Weise um die Erde herumleiten wie dies in der »Whispering Gallery« unter der Kuppel der St. Paul's Cathedral mit Schallwellen geschehe – mit diesem Vergleich eröffnete William Eccles im Februar 1925 eine Diskussion der Londoner Physical Society über den Einfluss der Atmosphäre auf die Wellenausbreitung.²¹ Dreizehn Jahre nach den Diskussionen beim BAAS-Treffen in Dundee war die Zeit reif für eine Neubewertung der Ausbreitungsfrage. Für Zenneck war

17 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 25, 1925, S. 110.

18 Larmor, Rays, 1924.

19 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 25, 1925, S. 140–141.

20 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 27, 1926, S. 26.

21 Eccles, Address, 1925.

bei einem Vortrag im März 1925 im Elektrotechnischen Verein in Wien die Ionisierung der Atmosphäre ebenfalls entscheidend für die Wellenausbreitung, allerdings nicht im Sinn eines reflektierenden Spiegels sondern einer geschichteten Atmosphäre, die sich je nach Ionisierungsgrad ganz unterschiedlich auf Wellen mit langer, mittlerer und kurzer Wellenlänge auswirkt. Was die theoretischen Grundlagen dazu anging, verwies er wieder auf die im Jahr zuvor veröffentlichte Abhandlung Larmors. Daraus gehe hervor, dass für eine merkbare Krümmung der Strahlen gar keine besonders hohe Ionen- beziehungsweise Elektronenzahl erforderlich sei. Schon bei schwacher Ionisierung könne ein Strahl mit einer Wellenlänge von 1000 Metern in einer Höhe von 100 Kilometern entlang der Erdoberfläche gebeugt werden. In dieser Höhe seien nur »etwa 1015 Gasmolekeln in 1 cm³ vorhanden«, es brauche »also nur ein ganz geringer Bruchteil der Gasmolekeln ionisiert zu sein, um eine genügende Krümmung zu liefern.« Bei kürzeren Wellen spiele jedoch auf große Entfernungen die Fortpflanzung der Wellen entlang des Erdbodens »gar keine Rolle«, ihre große Reichweite sei auf die geringe Absorption auf ihrem Weg durch die Atmosphäre zurückzuführen. Nachts könnten die kurzen Wellen die unteren Luftschichten leichter durchdringen (wo sie tagsüber wegen der Ionisierung durch das Sonnenlicht stark absorbiert werden) und in hohe Atmosphärenschichten geringerer Dichte gelangen, wo sie nur schwach absorbiert und als Folge der dort vorhandenen Ionisierung in Richtung der Erdoberfläche gebeugt würden. Außerdem sei für Kurzwellen bei gleicher Stromstärke und Antennenhöhe die ausgestrahlte Energie erheblich größer als bei langen Wellen.²²

In England widmete sich diesen Fragen vor allem Edward Victor Appleton (1892–1965), der seine Karriere 1920 als Experimentalphysiker am Cavendish Laboratory in Cambridge begonnen hatte und 1924 Physikprofessor am University College in London wurde. In diesem Jahr lieferte er dazu einen maßgeblichen Beitrag, in dem er die Ausbreitung von Kurzwellen (»e. g. of the order of 300 metres«) und Langwellen (»e. g. of the order of 10,000 metres«) über kleine und große Entfernungen bei Tag und bei Nacht untersuchte und die jeweiligen Unterschiede dabei herausarbeitete. Am auffälligsten war der Tag-Nacht-Unterschied bei Kurzwellen, wie Appleton beim Empfang von Signalen in Cambridge feststellte, die von einem Sender in London in 55 Meilen Entfernung ausgestrahlt wurden. Er erklärte den Effekt durch die Überlagerung des direkt vom Sender zum Empfänger gelangten Strahls mit einem an der ionisierten höheren Atmosphäre reflektierten indirekten Strahl.²³

Im März 1925 veröffentlichten Appleton und Miles Barnett (1901–1979), sein Assistent am University College in London, die Ergebnisse weiterer Untersuchungen. Dabei stellten sie auch für andere Entfernungen zwischen Sender und Empfänger deutliche tageszeitliche Unterschiede fest, die sich nur aus einer Interferenz zwischen direkten und indirekten Strahlen, die an höheren Atmosphärenschichten reflektiert wurden, deuten ließen. In zwei Versuchsreihen am 11. Dezember 1924 und 17. Februar 1925 konnten sie

²² Zenneck, Ausbreitung, 1925, S. 593, 613.

²³ Appleton, Influences, 1924.

zeigen, wie sich bei Änderung der Wellenlänge auch die Interferenzbereiche im Einklang mit den gegebenen Abständen verschoben. Im Einzelnen gab es zwar noch viele offene Fragen, zum Beispiel, warum der indirekte aus der ionisierten Atmosphäre kommende Strahl elliptisch polarisiert war; dennoch erschien die Interferenzerscheinung zwischen dem direkten und indirekten Strahl als »definitely established«.²⁴ Appleton und Barnett deuteten auch an, wie Larmors Theorie mit Berücksichtigung des erdmagnetischen Feldes zu einer »magneto-ionic theory« erweitert werden konnte, sie berücksichtigten Messungen während einer Sonnenfinsternis und erklärten das bei Kurzwellenfunkern und Radioingenieuren als »fading« bekannte Phänomen, ein Auf- und Abschwellen der Empfangsstärke, als Interferenzerscheinung. Im Oktober 1925 präsentierten sie der Royal Society die Auswertung und Schlussfolgerung aus ihren Experimenten – mit einem weiteren direkten Nachweis für die in der höheren Atmosphäre nach unten abgelenkten Radiowellen. Durch eine kontinuierliche Änderung der vom Sender ausgestrahlten Wellenlänge variierten sie den Gangunterschied zwischen dem auf direktem Weg zum Empfänger gelangten Strahl (»ground ray«) und der aus der Atmosphäre nach unten abgelenkten Welle (»atmospheric ray«). Im Empfänger interferierten dann die ankommenden Wellen bei einem ungeraden beziehungsweise geraden Vielfachen der halben Wellenlänge zu Minima und Maxima – woraus sich die Höhe der reflektierenden Atmosphärenschicht zu 80 bis 90 Kilometer ergab.²⁵

Zennecks Referate im »Jahrbuch« zeigen, dass er die Untersuchungen von Appleton und Barnett aufmerksam verfolgte und ihre Schlussfolgerungen teilte.²⁶ Neben dem »Fadingeffekt« war auch die elliptische Polarisation der empfangenen Wellen bei Nacht ein deutliches Indiz für die Mitwirkung einer ionisierten Atmosphärenschicht. Wenn eine linear polarisierte Welle, die man sich durch eine Überlagerung von zwei zirkular polarisierten Wellen ersetzt denken kann, sich in Richtung eines Magnetfelds ausbreitet, dann beschleunigt das Magnetfeld die Kreisbewegung in der einen Richtung und verzögert sie in der anderen, so dass eine elliptisch polarisierte Welle entsteht. »Eine solche elliptische Polarisation ist nach der Theorie der Verfasser zu erwarten infolge der Wirkung des magnetischen Erdfeldes auf eine Welle, die sich durch eine elektronenhaltige Atmosphäre fortpflanzt«, so verwies Zenneck auf diesen Aspekt der Theorie, der vor Appleton und Barnett auch schon von zwei Radioingenieuren der Bell Telephone Laboratories in New York festgestellt worden war.²⁷ Er betonte auch die praktische Bedeutung dieses Befunds für die Funkpeilung: Durch die elliptische Polarisation komme es zu »Missweisungen«, wie sie besonders bei Nacht auftraten. Die Ursache dafür sei also »in der Wirkung der aus der Atmosphäre zurückreflektierten Welle zu suchen«.²⁸

24 Appleton/Barnett, Reflection, 1925, S. 333.

25 Appleton/Barnett, Note, 1925; Appleton/Barnett, Reflection, 1925; Appleton/Barnett, Evidence, 1925; Appleton/Barnett, Propagation, 1925. Siehe dazu auch Anduaga, Wireless, 2009, und Yeang, Sky, 2013, Kap. 7.

26 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 27, 1926, S. 25–26 und S. 123–124.

27 Nichols/Schelleng, Propagation, 1925.

28 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 27, 1926, S. 124.

Die Funkpeilung war schon im Ersten Weltkrieg zu einer militärisch bedeutenden Anwendung der drahtlosen Telegrafie geworden, da man mit geeigneten Empfangsantennen aufgrund der Polarisation die Richtung feststellen konnte, aus der von einem feindlichen Sender ausgestrahlte Signale kamen.²⁹ Die oft festgestellten Abweichungen von der tatsächlichen Richtung sorgten nach dem Krieg für eine intensive Erforschung der Ursachen, an der sich auch Zenneck beteiligte. Im August 1924 hatte er beim Telegraphentechnischen Reichsamt Experimente dazu angeregt, mit denen vor allem eine mögliche Richtungsänderung der elektromagnetischen Wellen beim Übergang vom Meer zum Land untersucht werden sollte. Die Auswertung der danach in der Elbemündung durchgeführten Peilversuche bei Wellenlängen von 500 Meter und 1500 Metern bereitete jedoch Schwierigkeiten. Der mit den Messungen betraute Experte des Telegraphentechnischen Reichsamts fasste im Oktober 1924 die Ergebnisse einer ersten Serie von Versuchen in einem Bericht zusammen, der mehr Rätsel als Lösungen enthielt. Es zeigten sich »große Unterschiede von Tag zu Tag, besonders bei der kleinen Welle« heißt es darin. »Es scheint, als wenn unterwegs bei der kleinen Welle eine Veränderung in der einen Messanordnung vor sich gegangen ist, wenn man die Ergebnisse chronologisch betrachtet.«³⁰ Auch Zenneck konnte sich keinen Reim darauf machen. »Ich habe die Ausarbeitung schon zweimal begonnen und jedesmal nach 2 Tagen wieder in gelinder Verzweiflung aufgesteckt, weil es so schwer ist, aus den Versuchen Schlüsse zu ziehen«, schrieb er im August 1925 dem Postrat, der im Telegraphentechnischen Reichsamt die Versuche leitete.³¹

Auch die Marine zeigte großes Interesse an den Peilversuchen.³² Im März 1926 reiste Zenneck nach Kiel zu Besprechungen mit der Inspektion des Torpedo- und Minenwesens über »Probleme der Funkpeilung«. Die dabei erörterten »Hauptfragen« betrafen die Ausbreitung der Funkwellen beim Übertritt von Wasser auf Land, einen möglichen Einfluss der Wassertiefe sowie die Rolle von Reflexionen an der Küste oder an Inseln. »Die Inspektion legt größten Wert darauf, mit Ew. Magnifizenz in dieser Angelegenheit in ständiger Föhlung zu bleiben«, bedankte sich der Chef der Inspektion bei Zenneck, dass er sich trotz des Rektorenamtes an der TH München für die Funkpeilung Zeit nahm, die »militärisch von größter Wichtigkeit« sei.³³ Auch für ihn sei es »außerordentlich interessant« gewesen, schrieb Zenneck zurück, »die Erfahrungen kennen zu lernen, die bei den bisherigen Funkpeilungen gemacht« worden seien. Er hoffe, dass es mit den Versuchen gelingen werde, »die Ursache der Funkfehlweisung, über die bisher so gut wie nichts sicheres bekannt ist, aufzudecken.«³⁴ Was die geplante Veröffentlichung über die Peilversuche mit dem Telegraphentechnischen Reichsamt in der Elbemündung anging, sah er sich in einem Dilemma. Er hätte am liebsten die Untersuchung ohne eine Veröffentlichung eingestellt, sah sich aber doch zu einer abschließenden Publikation gedrängt, da

29 Nebeker, Dawn, 2009, Kap. 1.

30 Harbich an Zenneck, 28. Oktober 1924. DMA, NL 053/1190.

31 Zenneck an Bäumler, 26. August 1925. DMA, NL 053/0206.

32 Inspektion des Torpedo- und Minenwesens an Zenneck, 8. Februar 1926. DMA, NL 053/0964.

33 Inspektion des Torpedo- und Minenwesens an Zenneck, 1. April 1926. DMA, NL 053/0219.

34 Zenneck an die Inspektion des Torpedo- und Minenwesens, 12. April 1926. DMA, NL 053/0219.

er dafür eine Förderung durch die Notgemeinschaft erwirkt und erhalten hatte. Dementsprechend vage war das 1926 in der »Elektrischen Nachrichtentechnik« publizierte Ergebnis. Die Messungen seien »zu wenig genau gewesen«, doch sie schienen anzudeuten, dass beim Übergang vom Wasser aufs Land eine »Verdrehung der Wellenfront« stattfindet. Bemerkenswert sei aber »der Einfluss des Wetters (Gewitterböen)«. Im Licht der Arbeiten von Appleton und Barnett dürfte Zenneck auch an einen Einfluss der Reflexion an der Ionosphäre gedacht haben, doch die gemessenen Richtungsabweichungen waren nicht in Abhängigkeit von der Tageszeit registriert worden, so dass er dafür keine Belege anführen konnte. Auftretende Schwankungen wurden nur als »störend« wahrgenommen und blieben meist unberücksichtigt. »Besonders schlimm machten sich diese Schwankungen bei der Wellenlänge 500 m bemerkbar. Die Feldstärkemessungen bei dieser Wellenlänge sind deshalb im folgenden kaum berücksichtigt.«³⁵

Zu den »störenden« Richtungsabweichungen bei den Peilversuchen und dem als Interferenz erklärten »Fadingeffekt« kam 1926 noch ein weiteres Indiz für die Mitwirkung einer ionisierten Atmosphärensicht bei der Ausbreitung von Radiosignalen. Im Septemberheft der »Physical Review« erschien unter der Überschrift »A Test of the Existence of the Conducting Layer« ein Artikel, in dem Gregory Breit (1899–1981) und Merle Tuve (1901–1982) vom Department of Terrestrial Magnetism der Carnegie Institution of Washington »a definite proof« für die Existenz einer Radiowellen reflektierenden Schicht in der oberen Atmosphäre erbrachten. Der Beweis bestand im Nachweis der Echos von senkrecht nach oben abgestrahlten Kurzwellensignalen mit einer Wellenlänge von 70 Metern an einer Empfangsstation, die in einer Entfernung von acht Meilen vom Sender aufgestellt war. Die Echos ließen auf eine Höhe der reflektierenden Schicht von 50 bis 130 Meilen schließen.³⁶

Wie die Interferenzmethode von Appleton und Barnett stieß auch die Echolotung von Breit und Tuve bei Zenneck auf großes Interesse. »Über die direkte Wellengruppe, die sich längs des Erdbodens fortgepflanzt hat, superponiert sich die mit Verspätung aus der Atmosphäre zurückkommende Gruppe«, so fasste er in einem Referat für das »Jahrbuch« diese Methode zusammen. »Aus der Verspätung dieser zweiten Gruppe kann die Höhe der »reflektierenden« Schicht berechnet werden.« Er gab auch die von Breit und Tuve aufgezeichneten Messkurven wieder, in denen die Übereinstimmung des Echos mit dem jeweils ausgestrahlten Signal zum Ausdruck kam.³⁷

Sowohl mit der Interferenzmethode als auch durch die Echolotung wurde deutlich, dass die aus der Atmosphäre kommenden Radiowellen nicht wie von einem Spiegel an der scharfen Unterkante einer ionisierten Schicht zum Erdboden zurückreflektiert wurden. Radiowellen unterschiedlicher Wellenlänge wurden in verschiedener Höhe unterschiedlich gestreut. Selbst für die genau definierte Wellenlänge von 70 Metern konnten Breit und Tuve nur eine »effective height« von 50 bis 130 Meilen angeben. Zenneck be-

³⁵ Bäumler/Zenneck, Versuche, 1926, S. 140, 141.

³⁶ Breit/Tuve, Test, 1926.

³⁷ Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 29, 1927, S. 164–165.

nutzte in seinem Referat nicht von ungefähr Anführungszeichen, als er von der »reflektierenden« Schicht sprach. Das Bild von einer scharf begrenzten Kennelly-Heaviside-Schicht³⁸ wandelte sich nach 1926 zur Vorstellung einer Ionosphäre mit einer noch unbekanntem Struktur. 1927 berichtete Appleton in »Nature« von Hinweisen darauf, dass es über der früher festgestellten Kennelly-Heaviside-Schicht in einer Höhe von 90 bis 130 Kilometern, die künftig als E-Schicht bezeichnet wurde, eine weitere ionisierte Schicht in einer Höhe von 250 bis 350 Kilometern gab, die F-Schicht, die in den Stunden der Morgendämmerung zum Vorschein käme.³⁹ Auch darüber berichtete Zenneck im Jahrbuch. »Es scheint,« so erklärte er Appletons Befund, »dass in der Zeit vor der Morgendämmerung die Ionisation der K.-H.-Schicht durch die Rekombination so stark abgenommen hat, dass die verwendeten Wellen durch dieselbe hindurchdringen können, um dann an einer viel höheren Schicht »reflektiert« bzw. zur Erde zurückgekrümmt zu werden.«⁴⁰

Mit Appletons jüngsten Untersuchungen erhielt die obere Atmosphäre eine Struktur. In einem Brief an seinen Mitarbeiter John Ashworth Ratcliffe (1902–1987) vom 2. November 1926 machte sich Appleton Gedanken darüber, wie man das neue Untersuchungsfeld benennen sollte. Darin brachte er den Ausdruck »ionosphere or electrosphere« für die ionisierte obere Atmosphäre ins Spiel, in Anlehnung an die Bezeichnungen »Stratosphere & Troposphere« für die unteren Atmosphärenschichten.⁴¹ Aus der »electrosphere« wurde ein Jahr später das »Layer E«, während unter dem Begriff »ionosphere« auch die weiteren ionisierten Schichten in der oberen Atmosphäre verstanden wurden. Im Deutschen wurde der Begriff »Ionosphäre« erstmals in einer Arbeit von Zennecks Schüler Hans Plendl im Jahr 1931 verwendet.⁴² In allgemeinen Gebrauch kam der Begriff 1932 mit einem Übersichtsartikel Appletons über »Wireless Studies of the Ionosphere«.⁴³

Spätestens seit 1927 stand Zenneck mit Appleton auch in direktem Briefkontakt. »I always admire very much the abstracts you make of British articles for the Jahrbuch«, freute sich Appleton in einem Brief an Zenneck über dessen Referate im »Jahrbuch«.⁴⁴ Einige Jahre später gestand er Zenneck, dass er sein Interesse an der drahtlosen Telegrafie Zennecks Lehrbuch verdankte: »I did my early work in wireless telegraphy from your book«.⁴⁵

38 1925 machte ein schottischer Radioingenieur mit einer kurzen Notiz in »Nature« darauf aufmerksam, dass auch der Harvard-Professor A. E. Kennelly zeitgleich mit Heaviside 1902 »the hypothesis of an electrically conducting stratum in the upper air« aufgestellt hatte und man deshalb von »Kennelly-Heaviside« layer sprechen sollte, »a name which is beginning to be used in America.«, Russell, Layer, 1925.

39 Appleton, Existence, 1927.

40 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 30, 1927, S. 198–199.

41 Zitiert in Gillmor, History, 1976, S. 347.

42 Plendl, Einfluß, 1931.

43 Appleton, Studies, 1932.

44 Appleton an Zenneck, 18. Mai 1927. DMA, NL 053/0822.

45 Appleton an Zenneck, 1. März 1933. DMA, NL 053/0822.

Echolotungen am Herzogstand

Als Zenneck im September 1928 in New York mit der »Medal of Honor« des Institute of Radio Engineers geehrt wurde, bezeichnete er in seiner Festrede die Physik der oberen Atmosphäre als jüngstes Beispiel für eine Wissenschaft, die von der drahtlosen Telegrafie profitiere. Er habe den Eindruck, am Beginn einer interessanten Entwicklung zu stehen, bei der man aber auf die besondere Schwierigkeit stößt, dass die wichtigste Voraussetzung für Experimente fehlt, nämlich die beliebige Änderung der Bedingungen.⁴⁶ Bis zu diesem Zeitpunkt hatte Zenneck nur mit seinen Referaten im »Jahrbuch« zu erkennen gegeben, dass er diese »interessante Entwicklung«, mit der sich die drahtlose Telegrafie zum Schlüssel für die Ionosphärenforschung entwickelte, aufmerksam verfolgte. Das Amt als Rektor der TH München (1925–1927) und die Einrichtung des physikalischen Instituts mit dem neuen Hörsaal (1926–1928) ließen ihn kaum zu eigener Forschung kommen, doch ab 1929 fühlte er sich von beiden Aufgaben weitgehend befreit und offen für neue Herausforderungen. Die ersten, 1929 in Zennecks Institut konzipierten Experimente zur Ionosphärenforschung orientierten sich an der von Breit und Tuve eingeführten Methode der Echolotung von Pulsen. Die von Appleton und seinen Mitarbeitern ausgearbeitete Methode der Interferenzzeugung durch kontinuierliche Frequenzänderung »kam wegen der Unübersichtlichkeit ihrer Ergebnisse nicht in Frage«, schrieb Zenneck in einem Bericht über den Beginn der Versuche in seinem Institut. Auch an der Methode der Echolotung, wie sie von Breit und Tuve benutzt wurde, hatte er etwas zu bemängeln. Ihre Registrierung der Echos sei für so schnell ablaufende Vorgänge nicht sehr zuverlässig und man sah das Ergebnis erst, wenn der Registrierstreifen entwickelt war, sodass man »bei der Aufnahme selbst nie wusste, was man aufnahm.« Zenneck hingegen brachte bei seinen Echolotungen die Braun'sche Röhre zum Einsatz, mit der er seit seinen Straßburger Lehrjahren vielfältige Erfahrungen gesammelt hatte. Wenn es galt, extrem kurze Zeitabstände zu registrieren und unmittelbar sichtbar zu machen, war die Braun'sche Röhre das Mittel der Wahl. Insbesondere konnte man mit ihr durch Synchronisierung mit den ausgestrahlten Signalen »stehende Bilder« erhalten, »an denen man die Form der Echos (reflektierte Wellengruppen) unmittelbar sehen konnte.«⁴⁷

Die Schwierigkeit bei der Echolotung bestand darin, Zeiten von weit weniger als einer tausendstel Sekunde – in dieser Zeit legen die Signale 300 Kilometer zurück – sicher aufzulösen. Zenneck sah in den Echolotungen einen geeigneten Gegenstand für eine Diplomarbeit und betraute damit seinen Studenten Georg Goubau (1906–1980). »Die Arbeit ist der vorbereitende Schritt zu einer ausgedehnten Untersuchung«, erklärte Zenneck in seinem Gutachten, in dem er Goubau bescheinigte, dass er »das Gebiet aus-

⁴⁶ »It seems to me that we are only at the beginning of an interesting development which, however, is encountering special difficulties since it lacks the main requirement of experiments, the modification of conditions at will.«, Zenneck, Importance, 1929, S. 114.

⁴⁷ Erforschung der Ionosphäre und ihres Einflusses auf die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie. Typoskript, 17. Januar 1935. DMA, NL 053/0400.

gezeichnet beherrscht und ein ganz klarer Kopf ist.«⁴⁸ Im Juni 1928 hatten Merle Tuve und Odd Dahl (1898–1994), ein neuer Mitarbeiter im Department of Terrestrial Magnetism der Carnegie Institution of Washington, eine Schaltung vorgestellt, mit der sie den von ihnen benutzten Sender zum Ausstrahlen extrem kurzer Pulse von etwa 1/4000 Sekunde bringen konnten.⁴⁹ Zenneck machte in einem »Jahrbuch«-Referat darauf aufmerksam und gab ein Messprotokoll wieder, anhand dessen man »auf eine Kennelly-Heaviside-Schicht in der Höhe von 137 Meilen (250 km) schließen« könne.⁵⁰ Auch Goubau sah sich als Erstes mit der Herausforderung konfrontiert, die von einem Sender ausgestrahlte Frequenz mit extrem kurzen Pulsen zu modulieren. »Wir haben hier am Institut eine sehr hübsche Methode ausgearbeitet, um einem Sender Impulse von ungefähr 1/10000 sec. aufzudrücken,« schrieb Zenneck im Mai 1929 an Louis Winslow Austin vom Bureau of Standards in Washington, mit dem er schon seit vielen Jahren in freundschaftlich-kollegialem Kontakt stand.⁵¹ »Die Methode, die wir ausgearbeitet haben, um sehr kurze Zeichen zu geben und zu empfangen, soll in kürzerer Zeit in der Physikalischen Zeitschrift veröffentlicht werden«, schrieb er einige Wochen später nach Washington. »Der Herr, der die Sache bearbeitet, ist eben dabei, die Empfangs-Apparatur leicht transportabel einzurichten«, man könne »den normalen Rundfunksender für die Aussendung sehr kurzer Zeichen durch eine kleine Zusatz-Apparatur« einrichten. »Ich werde Sie über die weitere Entwicklung der Sache immer auf dem laufenden halten.«⁵² Die geplante Echolotung ging »gut voran«, berichtete Zenneck kurz vor Weihnachten 1929, die Methode bewähre sich »so gut als man es mit einer so einfachen Anordnung irgend erwarten« könne.⁵³

Im Januar 1930 beschrieb Goubau in einer kurzen Mitteilung von eineinhalb Druckseiten in der »Physikalischen Zeitschrift« die von ihm konstruierte Schaltung. Die ausgestrahlten Pulse »von weniger als 1/10.000 Sek. bei einer Wellenlänge von ungefähr 500 m« erzeugten mit einer geeigneten Empfängerschaltung auf dem Fluoreszenzschirm einer Braun'schen Röhre ein stehendes Bild. Wenn die in regelmäßigen Intervallen abgestrahlten Signale des Senders ohne Echo ankamen, entsprach das Bild einem Kreis, der an einer Stelle zackenförmig ausgebuchtet war. Falls die abgestrahlten Pulse als Echo zurückgestrahlt wurden, erzeugten sie einen zweiten Zacken, aus dessen Abstand vom ersten Zacken die Laufzeit des Echosignals und damit die Höhe der reflektierenden Ionosphärenschicht ermittelt werden konnte. »Die Methode ist auf Veranlassung von Herrn Prof. Zenneck mit gütiger Unterstützung der Notgemeinschaft ausgearbeitet worden, um die im Norden der Alpen auftretenden Echos zu messen«, verriet Goubau über den

48 Gutachten zu Goubaus Diplomarbeit über »Eine Methode zur Untersuchung von Echoerscheinungen bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in der drahtlosen Telegraphie«, undatiert (1929). DMA, NL 053/0100. Siehe dazu auch Goubau, Methode, 1930.

49 Tuve/Dahl, Transmitter, 1928.

50 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 34, 1929, S. 37.

51 Zenneck an Austin, 6. Mai 1929. DMA, NL 053/0826.

52 Zenneck an Austin, 10. Juli 1929. DMA, NL 053/0826.

53 Zenneck an Austin, 23. Dezember 1929. DMA, NL 053/0826.

Zweck der Untersuchung; die Messungen würden »unter freundlicher Mitarbeit des Telegraphentechnischen Reichsamts (TRA) München ausgeführt«. ⁵⁴

Das dem Reichspostministerium unterstellte Telegraphentechnische Reichsamt war für den Betrieb der Münchner Rundfunkanlage zuständig, die 1926 neben der Haftanstalt Stadelheim mit einer an zwei hundert Meter hohen Stahlmasten angebrachten Antenne errichtet worden war und auf Mittelwelle (532,9 Meter) ein Rundfunkprogramm ausstrahlte. Zenneck hatte bereits Mitte der 1920er Jahre die in der Elbemündung unternommenen Peilversuche des TRA als Berater begleitet und zählte zum Kreis der Experten, die zu regelmäßigen Besprechungen geladen wurden. ⁵⁵ Von Seiten des TRA bestanden deshalb »nicht die geringsten Bedenken« dagegen, so bescheinigte man Zenneck, dass Goubau den Münchner Rundfunksender in den sendefreien Nachtstunden für die Ausstrahlung von Pulsen auf Mittelwelle nutzte, »denn die deutsche Reichspost selbst hat ja großes Interesse am Ausfall der Versuche«. Auch der zuständige Referent des Münchner Senders dachte nicht daran, »irgendwelche Schwierigkeiten zu machen.« ⁵⁶

Nach diesem Auftakt mit dem Münchner Rundfunksender rückte eine aufgegebene Funkanlage am Herzogstand als Sender für die geplanten Echowerteilungen in den Fokus. Ursprünglich war die Funkstation am Herzogstand für den telegrafischen Verkehr nach Ostasien geplant worden, in Ergänzung zur Station Nauen für den Funkverkehr nach Afrika und Amerika. Die »Radio Gross-Station Herzogstand« sollte mit einer »Bergantenne«, die vom Gipfel des Herzogstands freihängend über eine Entfernung von drei Kilometern zu einem Hügel im Tal gespannt wurde, Signale bei einer Wellenlänge von 12 Kilometern ausstrahlen. Der Trend zu kürzeren Wellenlängen machte diese Pläne jedoch obsolet. 1926 ging die zuvor von der Lorenz AG betriebene Anlage in den Besitz der Deutschen Reichspost über, die sich danach in der Pflicht sah, »etwas Brauchbares daraus zu machen.« ⁵⁷ Ein Jahr später wurde die Anlage Telefunken für Kurzwellenversuche zur Verfügung gestellt. »Die Versuche sollen ergeben, ob bei einer hohen Lage des Kurzwellensenders bessere Konstanz der Strahlung und größere Reichweiten erzielt werden als bei Aufstellung des Senders in der Ebene«, vermerkte die Münchner Abteilung des TRA nach einer Besprechung von Beamten der Reichspost mit Telefunken, an der auch Zenneck teilnahm, über den ursprünglichen Verwendungszweck. ⁵⁸ Danach unternahm Abraham Esau am Herzogstand Versuche mit Ultrakurzwellen mit Wellenlängen von drei und sechs Metern. Damit wurde gezeigt, dass sich diese Wellen geradlinig ausbreiten und nicht über den Horizont hinaus der Erdkrümmung folgen. Nach oben abgestrahlte Ultrakurzwellen wurden nicht zur Erde zurückreflektiert. 1930 führte eine Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen mit der Bergantenne am Herzogstand Versuche zur Gewitterforschung durch. ⁵⁹

⁵⁴ Goubau, Methode, 1930.

⁵⁵ Unterlagen zu Aktivitäten des TRA. DMA, NL 053/0204.

⁵⁶ Baumgartner an Zenneck, 31. März 1930. DMA, NL 053/0841.

⁵⁷ Zitiert aus einem Aktenvermerk vom 17. August 1926 in Renner/Rothe, Funkstation, 2014, S. 38–52.

⁵⁸ Besprechung über Kurzwellenversuche am Herzogstand, 15. März 1927. DMA, NL 053/0204.

⁵⁹ Renner/Rothe, Funkstation, 2014, S. 51.

Zenneck war also nicht der erste Forscher, der die Anlagen am Herzogstand für wissenschaftliche Funkexperimente nutzte, doch er war der Erste, der dort Echolotungen an der Ionosphäre plante. Zusammen mit Goubau, der nach der Diplomarbeit die »Echomessungen in der drahtlosen Telegraphie« zum Gegenstand seiner Doktorarbeit machte, berichtete Zenneck darüber auch im Kolloquium der Münchner Physiker.⁶⁰ Im April 1931 schickte Goubau eine gekürzte Fassung seiner Dissertation zur Veröffentlichung an die »Annalen der Physik«.⁶¹ Die Arbeit habe »ausgezeichnete Resultate« erbracht und verdiene »besondere Aufmerksamkeit«, so bedankte sich Zenneck beim TRA für die Genehmigung der Versuche mit dem Münchner Sender und am Herzogstand, »weil es wohl die einzige Arbeit ist, die in Deutschland auf diesem Gebiet gemacht wurde. Alle bisherigen Untersuchungen über Reflexionen an der Heavisideschicht sind ja in Amerika oder England ausgeführt worden.«⁶² Um diesen ersten Echolotungen in Deutschland zu einer breiteren Bekanntheit zu verhelfen, publizierten Goubau und Zenneck die wichtigsten Ergebnisse auch im »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie«, das nun als »Zeitschrift für Hochfrequenztechnik« beziehungsweise ein Jahr später unter dem neuen Obertitel »Hochfrequenztechnik und Elektroakustik« erschien.⁶³ Darin wurde über eine Vielzahl von Echolotungen von September 1929 bis Juli 1930 berichtet, die Goubau mit dem Münchner Rundfunksender und mit einem auf die gleiche Wellenlänge (530 Meter) eingestellten Sender am Herzogstand durchgeführt hatte. Die Echos aus der Atmosphäre schienen aus einer Höhe von etwa hundert Kilometern zu kommen, manche auch aus etwa zweihundert Kilometern Höhe, was Goubau jedoch nicht als Hinweis auf eine zweite reflektierende Schicht deutete, sondern als »zweimalige Reflexion an der Kennelly-Heaviside-Schicht«. Im Einzelnen gaben die in verschiedener Entfernung vom Sender und zu verschiedenen Nachtzeiten bis in die Morgendämmerung vorgenommenen Echolotungen – tagsüber wurden keine Echos registriert – noch manche Rätsel auf, aber die Annahme einer zweiten reflektierenden Schicht erklärte Goubau als nicht zwingend. »Alle beobachteten Erscheinungen können durch eine Schicht, die zwischen 90 und 150 km Höhe liegt, erklärt werden.«⁶⁴

Als nächstes plante Zenneck am Herzogstand mit einem neuen Sender Versuche mit kürzeren Wellenlängen »etwa zwischen 30 und 400 m«, wofür er den TRA-Vertreter in München wieder um die Erlaubnis bat. Damit werde »die Herzogstandanlage jedenfalls für einige Monate einem für die Wissenschaft sehr günstigen Zweck dienstbar gemacht«.⁶⁵ Das Reichspostzentralamt sei »sehr erfreut« darüber, antwortete ihm der Vertreter des TRA, das darin eine weitere nützliche Verwendung ihrer obsolet gewordenen Anlage sah. »Selbstverständlich stellen wir die Einrichtungen am Herzogstandsender sowie das Per-

60 Vortrag am 30. Mai 1930 über »Echoerscheinungen in der drahtlosen Telegraphie«, Physikalisches Mittwochkolloquium. DMA, 1997-5115.

61 Goubau, Echomessungen, 1931.

62 Zenneck an Baumgartner, 19. Juli 1930. DMA, NL 053/0841.

63 Goubau/Zenneck, Messung, 1931.

64 Goubau, Echomessungen, 1931, S. 347, 371.

65 Zenneck an Baumgartner, 19. Juli 1930. DMA, NL 053/0841.

sonal gerne zur Verfügung.«⁶⁶ Die Mittel für den Bau des neuen Senders stellte die Notgemeinschaft zur Verfügung.⁶⁷ Die Versuche sollten klären, wie sich die Echos bei einem raschen Umschalten auf eine andere Wellenlänge verändern. »Wir hätten dann die Möglichkeit, die Reflexionen an der Heavisideschicht für ganz verschiedene Wellenlängen, aber unter genau denselben Bedingungen der Heavisideschicht zu untersuchen«, so begründete Zenneck dieses Versuchsprogramm.⁶⁸

Für Zenneck wurden Goubaus Echolotungen der Ionosphäre am Herzogstand zum Auftakt für ein neues Forschungsprogramm. »Die Goubau'sche Arbeit ist großartig«, fand auch Joos.⁶⁹ »Die bei der Untersuchung verwendete neue Methode hat sich so gut bewährt und die Untersuchung hat zu so interessanten Ergebnissen geführt, dass beabsichtigt ist, die Untersuchungen weiter fortzusetzen«, teilte Zenneck der Verwaltung seiner Hochschule mit.⁷⁰ Im Juli 1931 schickte er Appleton einen Sonderdruck seiner gemeinsamen Publikation mit Goubau und informierte ihn über die geplanten Untersuchungen am Herzogstand: »Wir sind eben dabei, einen Sender und Empfänger für fünf verschiedene Wellenlängen fertig zu stellen. Die neue Anordnung gestattet in wenigen Sekunden von einer auf die andere Wellenlänge umzuschalten, so dass es möglich sein wird, die Echos mit fünf verschiedenen Wellenlängen zu nahezu derselben Zeit und damit – wenigstens in ruhigen Nächten – merklich denselben Zustand der Atmosphäre zu messen.«⁷¹ Zenneck sorgte auch dafür, dass Goubau nach seiner Doktorarbeit ab November 1931 als »ordentlicher Assistent« an seinem Institut bleiben und die weiteren Versuche am Herzogstand vorbereiten konnte.⁷²

Im Juli 1932 stellten Zenneck und Goubau die neue Sende- und Empfangsanordnung vor, mit der künftig Echolotungen zwischen dem Sender am Herzogstand und dem Empfänger im fünf Kilometer entfernten Kochel bei sechs verschiedenen Wellenlängen (1000, 500, 250, 150, 80 und 40 Meter) durchgeführt werden sollten. Der neue Sender konnte binnen weniger Sekunden von einer Wellenlänge auf eine andere umgeschaltet werden und war »möglichst einfach« zu bedienen. Die Empfangsstation war auf dem Dachboden des Verstärkeramts Kochel untergebracht, das für den Telefondienst der Post gebaut worden war, und bestand aus einer Rahmenantenne und einer auf die jeweilige Wellenlänge abstimmbaren Empfangsschaltung. »Alle Umschaltungen [...] können ähnlich wie beim Sender in der einfachsten Weise durch eine gemeinsame Schaltwelle ausgeführt werden.« Walter Dieminger, ein frisch gebackener Diplomphysiker im Zenneck'schen Institut, beteiligte sich an dem Forschungsprogramm, indem er zu den Messzeiten mit einem 200 Kilometer entfernten Hilfssender auf denselben Wellenlängen

66 Baumgartner an Zenneck, 22. Juli 1930. DMA, NL 053/0841.

67 Leihschein der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft für »Empfängeranordnung für Echos mit 6 Wellenlängen«, 18. Februar 1932. DMA, NL 053/0681.

68 Zenneck an Baumgartner, 19. Juli 1930. DMA, NL 053/0841.

69 Joos an Zenneck, 7. Oktober 1930. DMA, NL 053/0968.

70 Zenneck an die TH München, 12. November 1930. DMA, NL 053/0399.

71 Zenneck an Appleton, 30. Juli 1931. DMA, NL 053/0822.

72 Personalakt Georg Goubau, HATUM.

Signale ausstrahlte, die in Kochel empfangen wurden. Damit sollte festgestellt werden, ob der lokale Zustand der Ionosphäre den Empfang aus größerer Entfernung beeinflusst.⁷³ Außerdem modifizierten Goubau und Zenneck die Aufzeichnung der Echos mit der Braun'schen Röhre so, dass auch zeitliche Veränderungen der Höhe der reflektierenden Ionosphärenschichten direkt sichtbar gemacht und auf einem gleichförmig darüber bewegten Streifen Fotopapier festgehalten werden konnten.⁷⁴

Im September 1932 begannen die ersten Echolotungen mit der neuen Anlage. »Bei diesen Versuchen wurde besonderer Wert gelegt auf die Beobachtung und Analyse von Störungen, die sich gelegentlich in der Ionosphäre zeigen«, schrieben Dieminger, Goubau und Zenneck in einem zusammenfassenden Bericht darüber im März 1934.⁷⁵ Appleton hatte 1931 das Augenmerk auf die Frequenzabhängigkeit der Ionosphärenmessungen gelegt⁷⁶ und, wie es Zenneck in seinem »Jahrbuch«-Referat darüber formulierte, gezeigt, »dass sich in der Atmosphäre zwei elektronenhaltige Schichten befinden, die untere, die Kennelly-Heaviside-Schicht und darüber eine zweite mit sehr großer Elektronendichte. Wenn man also Wellen nach oben ausstrahlt und ihre Frequenz allmählich steigert, so gelangt man zu einer kritischen Frequenz, bei der eben die untere Schicht durchdrungen wird und die Reflexion an der oberen Schicht einsetzt. Diese kritische Frequenz ist, wie die Versuche ergeben haben, sehr scharf definiert.«⁷⁷ Mit seinem Mitarbeiter Robert Naismith (1901–1973) hatte Appleton kurz darauf einige Ergebnisse vorgestellt, die keinen Zweifel daran ließen, dass man mit solchen Messungen die Struktur der Ionosphäre aufklären konnte: Bei einer stetigen Erhöhung der Frequenz der nach oben ausgesandten Wellen werde schließlich die Kennelly-Heaviside-Schicht (Region E) durchdrungen und eine Reflexion an der oberen Region (Region F) beobachtet. Die kritische Durchdringungsfrequenz, bei der die Reflexion in Region E aufhört und die Reflexion in Region F beginnt, sei tageszeitlich und jahreszeitlich variabel.⁷⁸

Zennecks Referat über diese Arbeit im »Jahrbuch« erstreckte sich über drei Druckseiten und zog auch die jüngsten theoretischen Arbeiten von Sydney Chapman (1888–1970) über den Einfluss des Erdmagnetfeldes in die Betrachtung mit ein, so dass sich daran bereits die Ionosphäre als geophysikalischer Forschungsgegenstand zu erkennen gab.⁷⁹ Nach einer, aus der magneto-ionischen Theorie abgeleiteten Formel ergab sich ein einfacher Zusammenhang zwischen der Grenzfrequenz und der Elektronendichte in der reflektierenden Ionosphärenschicht, woraus Appleton eine zeit- und ortsabhängige

73 Goubau/Zenneck, Anordnung, 1932.

74 Goubau/Zenneck, Methode, 1933.

75 Dieminger/Goubau/Zenneck, Störungen, 1934, S. 2.

76 Appleton, Method, 1931.

77 Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 38, 1931, S. 162.

78 »Experimental work on the reflection of wireless waves by the upper atmosphere has shown that if the frequency of waves, projected vertically upwards, is steadily increased, the Kennelly-Heaviside layer (Region E) is ultimately penetrated and reflection takes place at the upper region (Region F). The critical penetration frequency, for which reflection at Region E ceases and reflection at Region F begins, is found to vary diurnally and seasonally.«, Appleton/Naismith, Measurements, 1932, S. 54.

79 Hochfrequenztechnik und Elektroakustik, Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 41, 1933, S. 185–187.

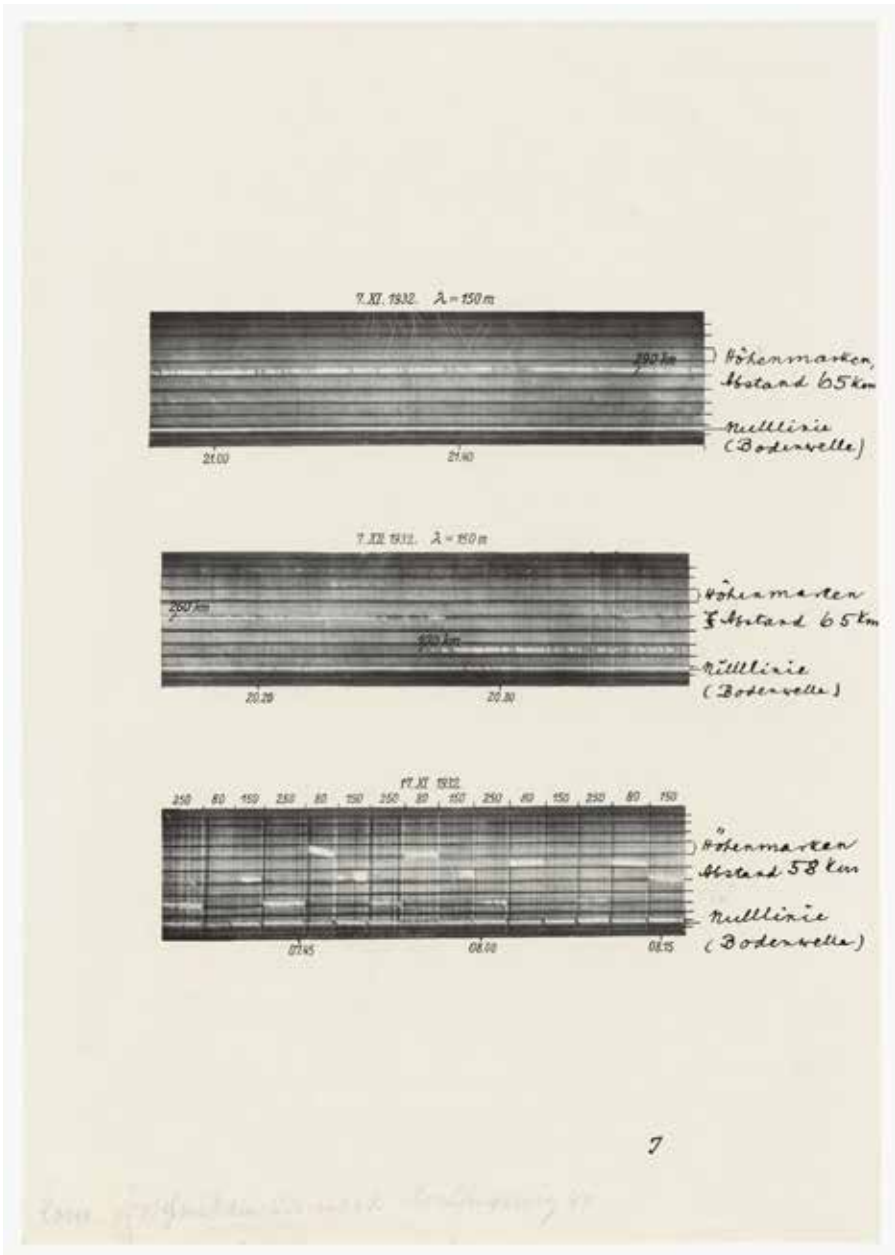


Abb. 1 Goubaus und Zennecks Echolotungen am Herzogstand im Jahr 1932 bei verschiedenen Wellenlängen führten zu Reflexionen an Ionosphärensichten in verschiedener Höhe.

- 14 -

magnetische Aufspaltung: es handelt sich nicht um eine Aufspaltung der Schicht, sondern der Welle. Diese magnetische Aufspaltung ist in Abb. 10 auch sehr schön in der doppelten Reflexion zu sehen.

II. Die Ergebnisse.

a) Normale Erscheinungen.

In Abb. 8 war die Trägerkonzentration in Abhängigkeit von der Höhe aufgetragen: sie besitzt ein Maximum in der Höhe 100 km und ein zweites in einer Höhe von 250 km. Man drückt diese Tatsache meist in der Weise aus, daß man sagt, es sei hier eine Schicht vorhanden in 100 km Höhe und eine zweite Schicht in 250 km Höhe. Es ist herkömmlich geworden, die untere Schicht als E-Schicht und die obere als F-Schicht zu bezeichnen. Was Abb. 8 ausdrückt, ist der normale Fall bei Nacht: Wir haben es hier mit zwei Schichten zu tun, einer E-Schicht in Höhe von 100 km und

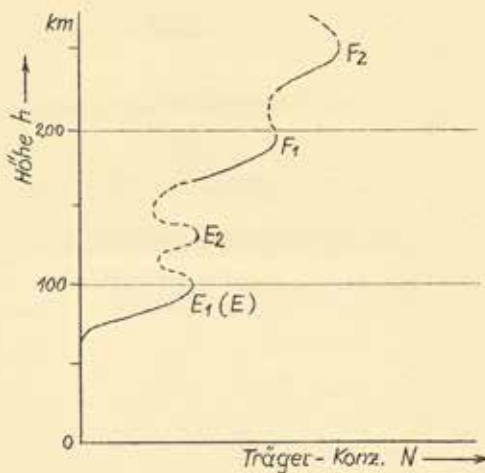


Abb. 11

einer zweiten F-Schicht in Höhe von 250 km. Bei Tage sind die Verhältnisse etwas komplizierter. Die Abhängigkeit der Trägerkonzentration von der Höhe ist für den Tag in Abb. 11 dargestellt.

Abb. 2 Bei einem Vortrag am 10. März 1936 im Haus der Technik in Essen skizzierte Zenneck den Zusammenhang von Ladungsträgerkonzentration und Höhe über der Erdoberfläche.

Feinstruktur der Ionosphäre ermittelte.⁸⁰ Ein noch komplexeres Bild ergab sich aus den Echolotungen am Herzogstand, die den zeitlichen Verlauf der Höhe der reflektierenden Ionosphärenschichten bei verschiedenen Wellenlängen aufzeigten und damit auch Fragen nach den verschiedenen Ursachen der Ionisierung in der oberen Atmosphäre nahelegten. »Seit über einem Jahr haben wir mit unserem selbstregistrierenden Apparat Messungen an den hohen Atmosphärenschichten gemacht und vom 27.–29. Nov. 1933 sehr starke Störungen dort oben gefunden«, schrieb Zenneck an einen Astronomen von der Sternwarte in München, von dem er sich nähere Auskunft über den Durchgang der Erde durch den »Rest von irgend einem Kometen« als Ursache der Störung erhoffte, von dem er in der Zeitung gelesen hatte.⁸¹ »Bei den Untersuchungen in der Versuchsstation am Herzogstand haben wir mit der Schwierigkeit zu kämpfen, dass wir öfters nicht wissen, wenn irgendwo im Weltall was los ist. Wir erfahren es dann häufig erst nachträglich durch die Zeitung; hätten wir es vorher gewusst, so würden wir beobachtet haben«, so bat er ein paar Wochen später noch einmal um entsprechende Auskünfte.⁸² Die am Herzogstand benutzte Registriermethode erlaubte eine zeitliche Auflösung der Höhenveränderung der Ionosphärenschichten binnen weniger Sekunden, was angesichts der ständigen Veränderungen der Ionosphäre die Frage aufwarf, wann man diese als Störungen bezeichnen sollte. Zenneck und seine Mitarbeiter definierten Störungen als Vorgänge, bei denen sich die Höhe der Ionosphäre »in verhältnismäßig kurzer Zeit, z. B. in 10 sec« ändert und sich als »eine erhebliche prozentuale Änderung der Trägerkonzentration« der Ionen manifestiert; langsamere Veränderungen klassifizierten sie hingegen nicht als Störungen, sondern als »abnormale Ionisation«, die sie einer künftigen Untersuchung vorbehielten. Die Ursachen der Störungen vermuteten sie in der »Sonnentätigkeit«, in »erdmagnetischen Störungen« sowie in Einflüssen von »Meteoren und kosmischen Staubmassen«. Nur selten fanden sie die gesamte Ionosphäre in ihrer vertikalen Ausdehnung nach oben betroffen, was sich an einem gleichzeitigen Auftreten der Störungen bei allen Wellenlängen zeigte. »Meist waren die Störungen auf die untere (E-) oder die obere (F-)Schicht, vielleicht sogar auf noch schmalere Höhenschichten beschränkt.« In horizontaler Richtung machten sie Veränderungen »bis zu ungefähr 1 km und darunter« aus, die sich mit einer horizontalen Geschwindigkeit »in der Größenordnung von 1 km/sec« ausbreiteten. Ein Teil der Störungen bestehe in »einer mechanischen Durchmischung der Ionosphäre«, die von »kometarischen Staubmassen« verursacht sei, »die teils im Zusammenhang mit Meteorschwärmen, teils ohne einen solchen Zusammenhang in die Atmosphäre eindringen können.«⁸³

Mit der Registrierung der Störungen stellte sich auch die Frage nach den Folgen für die Ausbreitung der Wellen, die nicht in vertikaler Richtung nach oben abgestrahlt wur-

⁸⁰ Appleton, *Fine-Structure*, 1933. Siehe dazu auch Zennecks Beitrag in *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik*, Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, 43, 1934, S. 105.

⁸¹ Zenneck an Lutz, 3. Januar 1934. DAM, NL 053/1006.

⁸² Zenneck an Lutz, 19. Februar 1934. DAM, NL 053/1006.

⁸³ Dieminger/Goubau/Zenneck, *Störungen*, 1934, S. 12; Hoffmeister, *Einwirkung*, 1934. Siehe dazu auch Zennecks Korrespondenz mit Hoffmeister in DMA, NL 053/0958.

den und für den praktischen Funkverkehr die Hauptrolle spielten. Der »Zusammenhang zwischen dem Zustand der Ionosphäre und den Ausbreitungserscheinungen elektrischer Wellen« wurde in Diemingers Dissertation näher untersucht, indem neben den Vertikalechos auch der Empfang von Signalen registriert wurde, die in ca. 200 Kilometer Entfernung ausgesandt wurden. Einen Einfluss der nur Sekunden dauernden Störungen konnte Dieminger nicht feststellen, wohl aber von den »abnormalen Erscheinungen« der E-Schicht, die bei Verwendung einer Wellenlänge von 80 Metern zu gelegentlichen Unterbrechungen des Empfangs führten. Es sei deshalb »unmöglich, 24 Stunden mit der gleichen Welle sichere Verbindung aufrecht zu erhalten.«⁸⁴

Danach lag es nahe, durch gleichzeitige Echolotungen an weit voneinander entfernten Orten auch das großräumige Verhalten der Ionosphäre zu bestimmen. Dazu wurde neben der Versuchsstation Herzogstand auch bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Adlershof bei Berlin eine Echolotungsstation gleichen Typs eingerichtet. Was die kurzdauernden Störungen betraf, konnten keine großräumigen Zusammenhänge festgestellt werden. Auch die »abnormale E-Ionisierung« konnte nicht gleichzeitig über den beiden Stationen registriert werden. Was die Fernübertragung der Signale zwischen Berlin und dem Herzogstand betraf, so legten die Messergebnisse eine gleichzeitige Ausbreitung auf mehreren Wegen mit einfachen und doppelten Reflexionen an den E- und F-Schichten (die zum Teil noch in verschiedene Komponenten unterteilt wurden) nahe. Man habe dies »schon längst« als Ursache für die damit verbundenen »Schwunderscheinungen« vermutet, so die Experimentatoren, jetzt zeige sich, »welche Wege tatsächlich in Frage kommen.«⁸⁵

Am 19. Juni 1936 nutzten Zenneck und seine Mitarbeiter am Herzogstand die Gelegenheit einer partiellen Sonnenfinsternis, um den vermuteten solaren Einfluss auf die Ionisierung der oberen Atmosphäre zu untersuchen. Die Echolotungen zeigten, dass ungefähr 15 Minuten nach dem Maximum der Verdunklung die Elektronenkonzentration der F-Schicht deutlich abnahm. Allerdings lag dieser Zeitpunkt nahe beim Sonnenaufgang, »wo stets die Verhältnisse etwas labil sind. Ungünstig war auch, dass in der Beobachtungszeit ganz unabhängig von der Sonnenfinsternis die mittlere Elektronenkonzentration von Tag zu Tag abnahm.«⁸⁶

Auch wenn von den Vorgängen in der Ionosphäre noch vieles im Unklaren blieb, ging mit diesen Echolotungen doch eine klare Botschaft einher: Die aus der Ionosphäre zur Erde zurückgestreuten Wellen, mit denen zuerst nur die Bedingungen für ihre Ausbreitung über die Erdkrümmung hinweg untersucht wurden, erwiesen sich als Hilfsmittel geo- und astrophysikalischer Forschung. »Einen ganz unerwarteten Dienst hat die Funkentelegraphie der Geophysik erwiesen als Mittel zur Erforschung der höchsten Atmosphärenschichten, die auf keine andere Weise erreichbar sind und von denen man

⁸⁴ Dieminger, *Zusammenhang*, 1935, S. 119. Vgl. auch Zennecks Gutachten über Diemingers Doktorarbeit vom 6. Juni 1935 in DMA, NL 053/0100.

⁸⁵ Crone/Krüger/Goubau/Zenneck, *Echomessungen*, 1936, S. 6.

⁸⁶ Aschenbrenner/Goubau/Petersen/Zenneck, *Einfluß*, 1936, S. 182.

bisher nur durch Nordlichter und Meteore ganz indirekte Kenntnis hatte.« Diese Quintessenz zog Zenneck zwei Jahre später in einem Aufsatz über »Die Entwicklung der Funkentelegraphie«. Mit den Echolotungen sei es jetzt möglich, die Verteilung der ionisierten Schichten in der Atmosphäre und die Elektronenkonzentration in den verschiedenen Höhen zu bestimmen. So sei »eine ganze Wissenschaft der ›Ionosphäre‹ entstanden. Ganz uneigennützig ist dabei die Funkentelegraphie, die die experimentellen Methoden geliefert hat, nicht. Sie hat aus den Untersuchungen selbst großen Nutzen gezogen: die Ionosphäre ist ja das Gebiet, in dem die Fortpflanzung der Wellen gerade bei dem Verkehr auf ganz große Entfernungen sich abspielt.«⁸⁷

Die Physik der Ionosphäre

Warum ist drahtlose Telegrafie über große Distanzen überhaupt möglich? Warum sind die Signale nachts stärker als tagsüber? Warum gibt es nachts so große Fehler bei der Funkpeilung, während sie tagsüber praktisch vernachlässigbar sind? Wie kommt es zu dem An- und Abschwellen beim Rundfunkempfang (»fading«)? Mit diesen Fragen leitete Harry Rowe Mimno (1900–1981), ein Physikprofessor an der Harvard Universität, einen Übersichtsartikel über »The Physics of the Ionosphere« ein, der im Januar 1937 in »Reviews of Modern Physics« erschien. Lange waren dies ungelöste Fragen von Radioingenieuren. Erst die Echolotungen an der Ionosphäre gaben darauf befriedigende Antworten. Darüber hinaus eröffneten sie eine neue physikalische Teildisziplin. »New and interesting experimental and theoretical problems confront the physicist«, so reklamierte Mimno die Ionosphäre nun zum Forschungsgegenstand der Physiker. Die neuen Probleme der Ionosphäre stünden in engem Zusammenhang mit einer Reihe geophysikalischer, lunarer und solarer Fragen, die seit einigen Jahren die Physiker beschäftigten. Dazu gehörte die Erforschung des Erdmagnetismus, der Sonnenaktivität, der kosmischen Strahlung, des Polarlichts und anderer physikalischer Phänomene. Der Artikel legte nach einem historischen Überblick das Hauptgewicht auf die in den letzten Jahren erzielten Ergebnisse – ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Eine Aufzählung aller einschlägigen Publikationen würde Bände füllen.⁸⁸

Auch Zenneck sah 1938 nach mehreren Jahren Erfahrung mit Echolotungen die Zeit für einen Überblicksartikel über die »Physik der hohen Atmosphäre« gekommen. Als Organ wählte er die »Ergebnisse der kosmischen Physik«, ein mehrbändiges Standardwerk der Geophysik. Zu diesem Thema sei inzwischen so viel publiziert worden, so Zenneck, »dass schon eine vollständige Aufzählung des Schrifttums den mir zu Verfügung stehenden Raum ungefähr ausfüllen würde.«⁸⁹ In demselben Jahr wurde die Ionosphäre Gegenstand weiterer Übersichtsdarstellungen in den »Ergebnissen der exak-

⁸⁷ Zenneck, Entwicklung, 1936, S. 170–171.

⁸⁸ Mimno, Physics, 1937, S. 1–2.

⁸⁹ Zenneck, Physik, 1938, S. 1.

ten Naturwissenschaften«. Der norwegische Physiker Lars Vegard (1880–1963), ein Experte auf dem Gebiet der Polarlichtforschung, widmete sich aus diesem Blickwinkel der Ionosphäre, die er in denselben oberen Atmosphärenschichten lokalisierte, in denen auch das Nordlicht entstand.⁹⁰ Im Anschluss daran beleuchtete Walter Dieminger, der inzwischen zusammen mit Hans Plendl bei der Erprobungsstelle der Luftwaffe in Rechlin die Ionosphäre erforschte (siehe S. 162), die Physik der Wellenausbreitung in einem ionisierten Medium.⁹¹ Die für die Echolotung verwendeten Wellen drangen in dieses Medium ein und wurden dort wie Licht beim Durchgang durch Glas je nach Wellenlänge und Brechungsindex absorbiert und gebrochen. Den für verschiedene Wellenlängen beziehungsweise Frequenzen maßgeblichen Brechungsindex in einem Medium zu bestimmen, das aus freien Elektronen, Ionen unterschiedlicher Atomsorten und neutralen Atomen zusammengesetzt und von einem Magnetfeld durchsetzt war, stellte das zentrale Problem der Theorie der Ionosphäre dar. Das Erdmagnetfeld sorgte dabei für ein Phänomen, das in der Optik als Doppelbrechung bekannt war. Eine in die Ionosphäre eingestrahlte »ordentliche Welle« wurde in zwei »außerordentliche Wellen« aufgespalten. Die von der Theorie bereitgestellten Formeln lieferten Zusammenhänge zwischen Frequenz, Ausbreitungsrichtung der Wellen, »Trägerdichte« (von Elektronen und Ionen) und Stärke des Magnetfelds, aus denen die Höhe bestimmt werden konnte, bei der eine Reflexion der Wellen erfolgte. Da sich die Trägerdichte von Elektronen und Ionen um mehrere Größenordnungen unterschied, konnte man insbesondere klären, ob es sich bei den maßgebenden Ladungsträgern um Elektronen oder Ionen handelte, wobei in letzterem Fall auch die Ionenart bestimmt werden konnte.⁹² Für die E-Schicht ergaben die Echolotungen, dass die reflektierten Wellen keine oder nur eine sehr geringe magnetische Aufspaltung zeigten, »niemals eine so große, wie man sie erwarten müsste, wenn Elektronen die maßgebenden Träger wären.« Ganz anders in der höher gelegenen F-Schicht, wo Elektronen als die maßgebenden Ladungsträger ermittelt wurden. »Das folgt eindeutig aus der Größe der magnetischen Aufspaltung.«⁹³

Was die Ursachen der Ionisierung betraf, konnte die Theorie der Wellenausbreitung keine Antwort liefern. Aus den Tag-Nacht-Unterschieden beim Kurzwellenempfang und bei den Echolotungen schloss man, dass der UV-Anteil des Sonnenlichts für die Ionisierung verantwortlich sei. Die Teilchenstrahlung der Sonne, die im Vergleich zur UV-Strahlung mit zeitlicher Verzögerung auf der Erde eintraf und deshalb keine direkte Kopplung mit einem Tag-Nacht-Rhythmus aufwies, schien nur für abnormale Phänomene in der E-Schicht in Frage zu kommen.⁹⁴ Allerdings wurden solche Beobachtungen »ungefähr in 1/3 der Beobachtungszeit« gemacht, wie Zenneck mit Bezug auf die Echolotungen am Herzogstand feststellte. »Die Berechtigung, unter diesen Umständen noch von »abnormal« zu sprechen, liegt hauptsächlich in der Tatsache, dass ihr Auftreten

90 Vegard, Deutung, 1938.

91 Dieminger, Ionosphäre, 1938.

92 Zenneck, Physik, 1938, S. 11. Vgl. dazu auch Dieminger, Ionosphäre, 1938, S. 290–293.

93 Zenneck, Physik, 1938, S. 14.

94 Zenneck, Physik, 1938, S. 28–29; Mimno, Physics, 1937, S. 22; Dieminger, Ionosphäre, 1938, S. 308.

durchaus unregelmäßig, ohne Abhängigkeit von Tages- oder Jahreszeit ist.« Auch die Dauer der abnormalen Ionisierung war sehr unterschiedlich, sie konnte »wenige Minuten, aber auch viele Stunden betragen« und schien von einer Zone in der E-Schicht herzurühren, die »sehr dünn« war. Das schloss man aus der Beobachtung von so genannten »M-Reflexionen«, bei denen der nach oben gerichtete Strahl die E-Schicht durchdrang, an der Unterseite der F-Schicht reflektiert und von der Oberseite der E-Schicht erneut nach oben reflektiert wurde, um dann nach einer erneuten Reflexion an der F-Schicht die E-Schicht zu durchdringen und am Erdboden als Echo nachgewiesen zu werden. Für Zenneck stand »außer Zweifel«, dass die abnormale Ionisierung der E-Schicht durch »eine geladene Korpuskular-Strahlung« verursacht werde. Aus der geringen Dicke der abnormalen E-Schicht folge auch, »dass die ionisierenden Korpuskel merklich dieselbe Reichweite und demnach wohl dieselbe Geschwindigkeit besitzen und derselben Art sind.« Im Übrigen zeigten auch die Erfahrungen mit Nordlichtern, die man auf geladene Teilchen von der Sonne zurückführte und deren Entstehung man in der Höhe der E-Schicht vermutete, dass die Teilchenstrahlung der Sonne in dieser Schicht Ionisierung hervorrufen konnte.⁹⁵

Damit rückten einmal mehr Polarlichter und andere, von solarer Teilchenstrahlung oder von Meteoriten in der Erdatmosphäre hervorgerufene Phänomene in den Fokus der Ionosphärenphysik. Dieminger fasste sie unter der Überschrift »Abnormale Erscheinungen« zusammen,⁹⁶ Mimnos Übersichtsartikel enthielt ausführlichere Abschnitte über »Sunspots, Magnetic Indices, and Auroral Displays« und »Magnetic Storms and Meteoric Showers«,⁹⁷ und auch für Zenneck waren »Besondere Erscheinungen der hohen Atmosphäre (Nordlicht, Meteore usw.)« Gegenstand eines eigenen Abschnitts mit drei Unterkapiteln über »Das Nordlicht und das Licht des Nachthimmels«, »Abnormale Leuchteerscheinungen des Nachthimmels« und »Meteore«.⁹⁸

Die Übersichtsartikel zur Physik der Ionosphäre zeigen, dass sich die Ionosphärenforschung in den 1930er Jahren zu einer Wissenschaft mit einem Janusgesicht entwickelte. Je nach Bedarf konnten Untersuchungen zur Ionosphäre entweder mit der Bedeutung für den Funkverkehr als angewandte Forschung oder mit Blick auf Polarlichter und andere geophysikalische Phänomene als grundlagenorientierte Wissenschaft präsentiert werden. Viele, die sich wie Zenneck zuerst auf dem Gebiet der drahtlosen Telegrafie einen Namen gemacht hatten, gewannen damit als Ionosphärenphysiker und Pioniere der Geophysik ein neues Forscherprofil.

⁹⁵ Zenneck, Physik, 1938, S. 18–27.

⁹⁶ Dieminger, Ionosphäre, 1938, S. 309–313.

⁹⁷ Mimno, Physics, 1937, S. 32–37.

⁹⁸ Zenneck, Physik, 1938, S. 34–35.

Aktivitäten und Funktionen jenseits der Hochschule

Für Zenneck fiel der Profilwandel vom Experten für drahtlose Telegrafie zum Ionosphärenphysiker und Pionier der Geophysik zusammen mit der »Machtübernahme« der Nationalsozialisten, die der Ionosphärenforschung mit Blick auf ihre strategische Bedeutung für die Nachrichtenübermittlung über große Entfernungen ein gesteigertes Interesse entgegenbrachten. Die Ionosphäre wurde für Zenneck in den 1930er Jahren zum wichtigsten Gegenstand seiner Forschung. Daneben engagierte er sich zunehmend auch für Anliegen, die ihm eher Repräsentations- und Organisationsaufgaben abverlangten. Um nur die wichtigsten zu nennen: 1930 ließ er sich in den Vorstand des Deutschen Museums wählen, 1935 amtierte er für zwei Jahre als Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG), 1936 übernahm er verschiedene Funktionen im Dienst des Reichsluftfahrtministeriums (Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung und Lilienthal Gesellschaft) und den Vorsitz des Deutschen Landesausschusses in der Union Radio-Scientifique Internationale (URSI).

Dieses Engagement war ehrenamtlich und brachte Zenneck außer gelegentlichen Aufwandsentschädigungen und Reisekostenerstattungen keinen finanziellen Gewinn. Aus seiner Korrespondenz lässt sich auch ablesen, dass er diese Ämter nicht nur als passives Mitglied übernahm, sondern sich unter erheblichem Zeitaufwand und mit großer Anteilnahme um die jeweils anfallenden Belange kümmerte. Er wurde damit zu einem Teil der »Funktionselite des NS-Staates«¹ – ohne selbst der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei (NSDAP) anzugehören. Die Motivation dafür kam aus seiner weit rechts im politischen Lager angesiedelten Einstellung, die er ab 1929 auch durch seine Mitgliedschaft in der Deutschnationalen Volkspartei (DNVP) bekundete.

»Nichts für die Partei – alles fürs Vaterland«

Mit diesem Wahlspruch teilte die Deutschnationale Front, wie sich die DNVP zuletzt nannte, im Juli 1933 ihre Selbstauflösung mit.² »Mit dem Ende des Parlamentarismus und dem Beginn des auch von uns von jeher erstrebten ständischen Reiches ist eine völlige Umgruppierung der volksbejahenden Kräfte nötig geworden«, so wurde den Münchner DNVP-Mitgliedern, zu denen Zenneck zählte, nahegelegt, »an neuer Stelle weiterhin mitzuwirken am schweren heiligen Ringen um Deutschlands Befreiung und Wiederaufstieg.«³ Zenneck war seit dem 25. Juni 1929 eingeschriebenes Mitglied der DNVP.⁴ Was ihn zu diesem Schritt bewogen hatte, ist nicht bekannt; aber es dürfte kein Zufall sein, dass er sich dieser Partei in einer Zeit anschloss, als sie unter Alfred Hugen-

1 Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 85.

2 Deutschnationale Front an die Mitglieder des bisherigen Kreisvereins München, 26. Juli 1933. DMA, NL 053/0137.

3 Deutschnationale Front an die Mitglieder des bisherigen Kreisvereins München, 26. Juli 1933. DMA, NL 053/0137.

4 Deutschnationale Front an Zenneck, 18. Juli 1933. DMA, NL 053/0137. Siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 82.

berg (1865–1951) einen dezidiert rechtsradikalen Kurs einschlug.⁵ In den Unterlagen, die Zennecks Mitgliedschaft in der DNVP betreffen, befindet sich ein hektografiertes Schreiben, in dem Hugenberg seinen politischen Freunden für ihre »Mitarbeit an der gemeinsamen Sache« seinen Dank bekundet. »Stets hat für meine Freunde und mich das Vaterland über der Partei gestanden. In diesem Sinne gilt auch im Augenblick der Auflösung der Deutschnationalen Front der Wahlspruch Heil Deutschland!«⁶ Zenneck hätte diesen »Dank Dr. Hugenbergs« kaum aufbewahrt, wenn er sich nicht zu dessen politischen Freunden gezählt hätte.

Zenneck schloss sich nicht wie andere Mitglieder der DNVP nach deren Auflösung der NSDAP an, doch er stand »der Umwälzung in diesem Frühjahr« positiv gegenüber, wie er dem Terramare Office schrieb, einer Propaganda-Organisation, die sich mit englischsprachigen Schriften im Ausland »für die kulturelle Weltgeltung Deutschlands« einsetzte.⁷ Als sie Zenneck 1933 einige Publikationen zusandte und ihn um die Nennung von weiteren Adressaten bat, zeigte sich Zenneck an den Terramare-Schriften »außerordentlich interessiert« und legte seinem Antwortschreiben eine Liste von Adressen bei. Er habe vor kurzem bei einem Aufenthalt in England erfahren, »wie wenig günstig dort die Stimmung gegen Deutschland ist. Ich begrüße deshalb jeden Schritt außerordentlich, der in geschickter Weise, wie das Ihre Schriften tun, das Verständnis für Deutschland im Auslande fördert.« Eine Broschüre mit dem Titel »German Youth in a Changing World« illustrierte mit Bildern von Hitlerjungen mit Hakenkreuzfahnen und beim Hitlergruß, dass der Nationalsozialismus »a movement of youth« sei. Damit werde man »vermutlich in der angelsächsischen Welt kein großes Aufsehen erregen«, fand Zenneck, man werde sagen, »was hier beschrieben und abgebildet ist, machen unsere boyscouts und pathfinders genau ebenso.« Er empfahl mit Blick auf England, das Schwergewicht eher auf »eine Darlegung der Verhältnisse vor der Umwälzung in diesem Frühjahr« zu legen. »Ich habe z. B. in England, wenn man mir Maßnahmen gegen Nichtarier vorwarf, den Leuten immer einige Beispiele erzählt von einem Institut, wo alle Assistenten, von Fakultäten, in denen die Mehrzahl der Professoren und von Firmen, in denen die größte Zahl der Direktoren und Ingenieure Juden waren.« Man sei dann erstaunt gewesen, dass dies möglich gewesen sei, und habe »viel mehr Verständnis für die Aktion in dieser Richtung« gezeigt. »Das ist natürlich nur ein Beispiel, aber ich bin überzeugt, dass der beste Weg, um Verständnis für die Umänderungen in Deutschland zu schaffen, der ist, dass man zeigt, wie die Verhältnisse vor diesen Änderungen waren.«⁸ Bei seinem Besuch in England betrachtete sich Zenneck nicht nur als Wissenschaftler, der sich mit britischen Kollegen über gemeinsame Forschungsfragen austauschte, sondern er warb auch um Ver-

5 Mergel, Scheitern, 2003.

6 »Dank Dr. Hugenbergs«, undatiert. DMA, NL 053/0137. Hervorhebung im Original.

7 »Bericht und Programm des Terramare Office, Frühjahr 1933«, DMA, NL 053/1210; Zenneck an Karl Kiesel, 16. August 1933. DMA, NL 053/0137. Das Terramare Office wurde 1923 als »kulturpolitisches Institut« gegründet und vom Auswärtigen Amt finanziert. Ab März 1933 war es dem Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda zugeordnet. https://de.wikipedia.org/wiki/Richard_M%C3%B6nning (9. Februar 2025).

8 Zenneck an Karl Kiesel, 16. August 1933. DMA, NL 053/0137. Siehe dazu auch Wolff, Ausgrenzung, 2007, S. 94.

verständnis für die Maßnahmen der Nazi-Regierung. »I think the opinion of this country concerning Herr Hitler is changing«, schrieb ihm Appleton, bei dem er auch zuhause eingeladen war, nach dem Besuch. »The only thing I do not understand is the opposition to the Jewish religion, but if I were in Germany perhaps I should understand even this!«⁹

Zenneck bekundete sein Einverständnis mit den Maßnahmen des NS-Regimes noch auf andere Weise. Im März 1934 erkundigte sich Hans Draeger (1896–1945), Abteilungsleiter beim Wehrpolitischen Amt der NSDAP-Reichsleitung und Vizepräsident des Arbeitsausschusses Deutscher Verbände, einer 1921 gegründeten Dachorganisation völkischer Verbände zur Bekämpfung des Versailler Vertrags, bei Zenneck, ob er sich an einer Aktion beteiligen wolle, mit der die in englischer Übersetzung vorliegende Reichstagsrede Adolf Hitlers (1889–1945) vom 30. Januar 1934 im Ausland verbreitet werden sollte. Zenneck erklärte sich dazu »sehr gerne bereit« und ließ sich sechs Exemplare der mit dem Titel »One Year of National Socialism in Germany« versehenen Hitlerrede zuschicken. »Ich werde sie an Herren des englischsprechenden Auslandes weitergeben.«¹⁰

Zenneck förderte auch eine »Ostlandfahrt« der SA an die polnische Grenze bei Posen, bei der es darum ging »die widersinnige Grenzziehung und den deutschen Volkstums-kampf im Osten aus eigener Anschauung kennen zu lernen.« Er überwies dem mit der Organisation betrauten SA-Obersturmbannführer dafür 50 Reichsmark. »Als alter Grenzlandsdeutscher – ich war 10 Jahre im Elsass, 3½ Jahre in Danzig – freue ich mich besonders, dass die Fahrt in das Grenzland geht, in dem ja heute die Verhältnisse viel schwieriger geworden sind als früher.« Die Reise »zu den kämpfenden Brüdern Oberschlesiens« habe bei den Teilnehmern »volksdeutsches Schicksal verlebendigt«, bedankte sich der SA-Mann, »und das Versprechen, diesen volksdeutschen Ruf in unsere Heimat und in unsere Arbeit zu tragen.«¹¹ Ein Spendenaufruf der »1. SS-Standarte München« an »Fördernde Mitglieder und Freunde der SS« lässt darauf schließen, dass sich Zenneck – wenn auch nur mit einem bescheidenen Beitrag von zehn Reichsmark – auch als Fördermitglied der SS bekannte. Er mag darin nur ein schwaches Bekenntnis zur SS gesehen haben, das nicht mit einer aktiven SS-Mitgliedschaft verwechselt werden darf; dennoch machte er sich damit zu deren Komplizen, wie der Spendenaufruf deutlich macht: »Allezeit einsatzbereit ist die aktive SS für Deutschlands Zukunft – allezeit hilfsbereit für ihre Kameraden im schwarzen Rock sind die FM und Freunde der SS.«¹²

⁹ Appleton an Zenneck, 3. Juni 1933. DMA, NL 053/0822.

¹⁰ Draeger an Zenneck, 19. März 1934. Zenneck an Draeger, 29. März und 19. April 1934. DMA, NL 053/0137. Zu Draeger siehe <https://ns-reichsministerien.de/2020/04/29/hans-draeger/> (9. Februar 2025).

¹¹ SA-Sportschule Dambritsch an Zenneck, 11. September 1934; Zenneck an SA-Sportschule Dambritsch, 15. September 1934; SA-Sportschule Dambritsch an Zenneck, 30. September 1934. DMA, NL 053/0137.

¹² 1. SS-Standarte München an »Fördernde Mitglieder und Freunde der SS«, 1. Adventssonntag 1934, mit Zennecks aufgeklebtem »Lastschriftenzettel« vom 11. Dezember 1934 über zehn Reichsmark. DMA, NL 053/0137.

Technische Bildung

Im Dezember 1934 richtete der Deutsche Ausschuss für Technisches Schulwesen e. V. (DATSCH) an Zenneck die Bitte, in ihrer Fachgruppe für Hochschulfragen einer neu gebildeten Kommission für Mathematik und Naturwissenschaften beizutreten. DATSCH war 1908 vom Verein Deutscher Ingenieure gegründet worden und fungierte als Forum und Beratungsorgan für alle Fragen technischer Bildung. Der Anlass für die Bildung der Kommission für Mathematik und Naturwissenschaften war eine Anfrage aus dem neuen Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung (REM) mit dem Ziel, »einmal grundsätzlich zur Frage einer Arbeitsteilung in der Gestaltung und dem Ausbau der Lehr- und Forschungseinrichtungen zwischen den einzelnen Technischen Hochschulen des Reichs und von Danzig Stellung zu nehmen.« Im Hintergrund stand die Absicht des Ministeriums, »auch bei der Bewirtschaftung der Technischen Hochschulen im Hinblick auf die Bedeutung ihrer Höchstleistung für Volk und Staat planmäßig den Einsatz der Mittel zu regeln.«¹³ Erich Trefftz (1888–1937), Professor für Mechanik von der TH Dresden und Leiter der Kommission, erläuterte Zenneck die ihm zugedachte Aufgabe: Als Erstes sollte er ein Verzeichnis der Lehrstühle und Institute der TH München erstellen, dann aber insbesondere mit Blick auf die an die Kommission gestellten Fragen aus dem Ministerium »das Lehrgebiet der Physik, dem ich selbst ferner stehe« zusammenfassend behandeln.¹⁴ Zenneck erklärte sich zu dieser ehrenamtlichen Mitarbeit an der Kommission sofort bereit und übersandte Trefftz gleich die gewünschte Zusammenstellung der Lehrstühle und Institute. Alles Weitere werde er ihm »nach Neujahr« schicken.¹⁵

Als Zennecks Bilanz über die Physik auf sich warten ließ, schickte ihm Trefftz einen eigenen Entwurf dazu und bat Zenneck nur noch um seine Stellungnahme dazu. Der entschuldigte sich, Grund für seine Verspätung sei »nicht nur Bummelei« gewesen, er habe sich »in letzter Zeit manchmal vor Arbeit nicht zu helfen gewusst.« Er nahm aber Stellung zu verschiedenen Aspekten, bei denen sich die Frage möglicher Einsparungen stellen konnte und bei denen er sich weitgehend einig mit Trefftz wusste. So sei es »unter keinen Umständen« ratsam, dem theoretischen Physiker lediglich eine Arbeitsmöglichkeit im Institut für Experimentalphysik zu verschaffen. »Ein Forschungsinstitut mit besonderem Laboratorium für theoretische Physik ist dringend erwünscht«. Unter der Überschrift »Ausbildung von technischen und reinen Physikern« erläuterte er, dass an seiner Hochschule »nur technische Physiker« ausgebildet würden, was einem befürchteten Einspruch der Münchner Universität geschuldet gewesen sei, die Konkurrenz gewittert hätte, wenn man an der TH auch das Diplom in der »reinen Physik« angeboten hätte. »Unsere technischen Physiker ›Richtung B‹ sind aber in Wirklichkeit so ziemlich dasselbe wie die reinen Physiker der Universität.«¹⁶

13 DATSCH an Zenneck, 10. Dezember 1934. DMA, NL 053/0144.

14 Trefftz an Zenneck, 18. Dezember 1934. DMA, NL 053/0144.

15 Zenneck an Trefftz, 29. Dezember 1934. DMA, NL 053/0144.

16 Zenneck an Trefftz, 8. März 1935. DMA, NL 053/0144. Zum Studienplan der Physik an der TH München mit der Unterteilung in die Fachrichtungen A und B siehe S. 95.

Im abschließenden Bericht der Trefftz-Kommission für »Die Lehrgebiete der Fachrichtung Mathematik und Naturwissenschaften an den Technischen Hochschulen« wurde dementsprechend der Tendenz zu Einsparungen oder Zusammenlegungen ein Riegel vorgeschoben. Diese Fächer müssten »in freierer Weise behandelt werden« als Ingenieurfächer, »deren Forschungsaufgaben unmittelbar aus den Erfordernissen der technischen Praxis erwachsen.« Es sei »in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern notwendig und möglich, in der Förderung der Forschung von Fall zu Fall zu entscheiden, d. h. die Persönlichkeit des Forschers in den Vordergrund zu stellen und damit gleichzeitig den fruchtbaren Bestrebungen der neuen Zeit Rechnung zu tragen und mit der historischen Entwicklung deutschen Hochschulwesens in Einklang zu bleiben.«¹⁷

Insgesamt plädierte DATSCH mit den Voten der Fachkommissionen für eine Beibehaltung des bisherigen technischen Hochschulwesens – im Gegensatz zu den Reformvorschlägen des Verbands Deutscher Diplom-Ingenieure (VDDI), der eine Kopplung der Studiengänge von Technischen Hochschulen und Höheren Technischen Lehranstalten befürwortete, wo Ingenieure ohne Hochschulreife ausgebildet wurden. Er habe sich über das DATSCH-Votum »aufrichtig gefreut«, so Zenneck, dies sei »die einzige richtige Antwort« auf die Pläne des VDDI.¹⁸ Auch andere Stellen im NS-Apparat gaben DATSCH den Vorzug als Beratungsinstanz für technische Bildungsfragen. DATSCH habe »durch Verfügung des Reichswirtschaftsministeriums eine halbamtliche Stellung als Berater dieses Ministeriums und Vermittler zu dem Ministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung für das technisch-wissenschaftliche Ausbildungswesen erhalten,« teilte der Rektor der TH München den Professoren seiner Hochschule mit. »Auch das Amt für Technik der NSDAP beabsichtigt, sich des Datsch in entsprechenden Fragen zu bedienen.« Mit Verweis auf diese »halbamtliche Stellung« bat er um Mitteilung an das Rektorat, »wer von den Herren Kollegen der Hochschule München im Datsch oder seinen Ausschüssen vertreten ist.«¹⁹ Zennecks DATSCH-Mitgliedschaft bescherte ihm damit für das technische Bildungswesen eine herausgehobene Stellung. Auch das Deutsche Institut für technische Arbeitsschulung (DINTA), das sich vor allem die Ausbildung von Führungskräften für die Industrie zum Ziel setzte und nach 1933 in die Deutsche Arbeitsfront (DAF) eingegliedert wurde, zählte Zenneck zu seinen Förderern.²⁰ Vermutlich erschöpfte sich sein Engagement für diese Organisation aber nur in der Zahlung von Mitgliedsbeiträgen; jedenfalls finden sich in seinem Nachlass keine Hinweise auf weitergehende Aktivitäten.

¹⁷ Trefftz an die Kommissionsmitglieder, 22. März 1935. DMA, NL 053/0144.

¹⁸ Zenneck an DATSCH, 2. Mai 1935. DMA, NL 053/0144. Die Vorschläge des VDDI sind abgedruckt in deren Verbandsorgan »Technik und Kultur«, 26:1, 1935, S. 9–11.

¹⁹ Der Rektor (A. W. Schmidt) an den gesamten Lehrkörper der TH München, 20. März 1936. Zenneck an den Rektor, 9. April 1936. DMA, NL 053/0144.

²⁰ Gesellschaft der Freunde des DINTA e.V. an Zenneck, 25. Juli 1934. DMA, NL 053/0105.

Leiter des Deutschen Museums

Um technische und naturwissenschaftliche Bildung ging es auch im Deutschen Museum, in dessen Ausschuss Zenneck bereits 1921 gewählt worden war, ein Beratungsgremium von Persönlichkeiten aus Politik, Industrie und Wissenschaft, von dem sich der Museumsgründer Oskar von Miller neben Ratschlägen vor allem Unterstützung beim Einwerben von Ausstellungsstücken und Kontakte zu finanzkräftigen Förderern seines Museums versprach. 1926 amtierte Zenneck als Schriftführer des Vorstandsrats, der dem dreiköpfigen Vorstand als eigentlichem Leitungsgremium bei wichtigen, die Führung des Museums betreffenden Entscheidungen zur Seite stand. Am 7. Mai 1930 berief Oskar von Miller, der an diesem Tag seinen 75. Geburtstag feierte, Zenneck in den Vorstand und erklärte ihn zu seinem designierten Nachfolger. Zenneck trat damit in die Fußstapfen Walther von Dycks, der mit dem Museumsgründer eine langjährige Beziehung zwischen dem Museum und der TH München verkörperte. 1933 trat Oskar von Miller vom Vorstand zurück und überließ die Museumsleitung Zenneck und Conrad Matschoß (1871–1942), der als Direktor des VDI schon zuvor für gute Beziehungen zwischen München und Berlin gesorgt hatte, wo der VDI sein Hauptquartier hatte. Für den Museumsgründer bürgten Zenneck und Matschoß, »die der ganzen wissenschaftlichen und technischen Welt nicht nur durch hervorragende Berufsleistung, sondern auch durch ihr bewährtes Organisationstalent bekannt sind«, für eine Fortsetzung der Museumsleitung in seinem Sinne.²¹ Als drittes Vorstandsmitglied zog Miller den Münchner Verleger Hugo Bruckmann (1863–1941) hinzu, dessen Nähe zu Hitler dem Museum das Wohlwollen der nationalsozialistischen Regierung sichern sollte. Miller erklärte Bruckmanns Einbeziehung in das Vorstandstriumvirat ausdrücklich damit, dass Bruckmann »gute Beziehungen zu den regierenden Kreisen hat« und »wir in der nächsten Zeit viele Arbeiten haben, die mit Wissenschaft und Literatur, mit Belehrung durch Wort und Schrift zu tun haben, und weil wir wussten, dass Hugo Bruckmann in diesen Kreisen einen besonders guten Namen besitzt.«²² Damit war auch die Aufgabenteilung im neuen Vorstand klar: Matschoß würde den Kontakt zur Berliner Geschäftsstelle des VDI aufrechterhalten, Bruckmann für reibungsfreie Beziehungen zur Naziregierung sorgen, während Zenneck für das tägliche Museumsgeschäft zuständig war. Zenneck fühlte sich in dieser Funktion auch verantwortlich für die »Bildung und Belehrung aller Schichten unseres Volkes«.²³ Die Arbeit für das Museum habe er »auf zwei bis drei Vormittage in der Woche eingrenzen« können, so bilanzierte er später den Zeitaufwand für dieses Ehrenamt.²⁴

21 Oskar von Miller an den Vorstand des Deutschen Museums, 31. März 1933. DMA, NL 053/0806.

22 Zitiert nach Duffy, *Anpassung*, 2010, S. 56–57. Siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 78–80. Die Rolle von Matschoß und Bruckmann wird ausführlich dargestellt in König, *Distanz*, 2010, und Stöppel, *Hugo Bruckmann*, 2010. Allgemein zur Geschichte des Deutschen Museums siehe Füßl/Trischler, *Geschichte*, 2003.

23 Aus einem Brief an Metzner, 27. April 1934. DMA, VA 0733/2. Zitiert in Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 80.

24 Zenneck an Blohm, 15. Mai 1942. DMA, VA 0722/2. Zitiert in Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 93.

Auch wenn das Deutsche Museum anders als Hochschulen, Ministerien oder Parteiorganisationen nicht unmittelbar an Weisungen aus dem NS-Machtapparat gebunden war, bestand schon von der Organisation her eine enge Verbindung mit staatlichen Stellen. Hitler selbst hatte die vom Museumsvorstand ausgesprochene Berufung zum Ehrenpräsidenten des Deutschen Museums abgelehnt, »weil er grundsätzlich den überaus zahlreichen Gesuchen um Übernahme des Ehrenvorsitzes in Vereinen und Verbänden nicht nachkommen« könne, so der Museumsvorstand am 7. Mai 1933. Auch ohne Hitler bürgte das Ehrenpräsidium, bestehend aus dem Bayerischen Ministerpräsidenten Ludwig Siebert (1874–1942), dem Bayerischen Kultusminister Hans Schemm (1891–1935) und dem Reichsinnenminister Wilhelm Frick (1877–1946) für eine enge Bindung an den NS-Staat.²⁵ Unabhängig davon gab es zahlreiche Verbindungen zu Politik und Wirtschaft. Fritz Todt (1891–1942), der als Generalinspektor für das deutsche Straßenbauwesen den Ausbau der Reichsautobahnen vorantrieb und daneben in Personalunion den Nationalsozialistischen Bund deutscher Technik (NSBDT) und das Amt für Technik leitete, war dem Museum als Schriftführer des Vorstandsrats verbunden. Auf Zennecks Anfrage hin bot er seine Hilfe für die Neugestaltung der Abteilung Straßenbau im Museum an.²⁶ Nach einem Museumsbesuch Hitlers im März 1935 verkündete Zenneck, dass auch die geplante Erweiterung des Museums um eine neue Autohalle »vom Führer persönlich gewünscht« worden sei.²⁷ Die Industriellen Albert Pietzsch (1874–1957) und Hermann Röchling (1872–1955), beide Mitglieder im Vorstandsrat des Museums, hatten sich schon im Vorfeld bemüht, »das Interesse des Führers für die Ausgestaltung der Abteilung Autoindustrie zu gewinnen«.²⁸ Pietzsch hatte sich nicht nur als Unternehmer sondern auch als Präsident der Industrie- und Handelskammer in München und als Wirtschaftsexperte der NSDAP einen Namen gemacht. Röchling war als Vorsteher der Völklinger Hütte vor allem mit der Stahlproduktion im Saarland verbunden und hatte sich 1933 für die »Deutsche Front« engagiert, die der DNVP nahestand und für die Wiedereingliederung des Saarlandes in das Deutsche Reich kämpfte. »Wir Deutschen dürfen dankbar und stolz sein,« schrieb Zenneck 1934 in einem Brief an Röchling, »dass an der Saar Männer wirken, die Stahl nicht nur in ihren Fabriken, sondern auch im Rückgrat haben.«²⁹

Röchling übernahm es auch, am 7. Mai 1935 in seiner Eröffnungsrede bei der Einweihung des Kongress-Saals, diesem »Schlussstein« der Museumsbauten auf der Isarinsel, dem NS-Staat seinen Dank auszusprechen. »Mit tief empfundener Freude verzeichnen wir es, dass der Führer bei seinem Besuch im Museum seiner Zustimmung und seiner Freude über den Saalbau Ausdruck gegeben hat und dass er der Weiterentwicklung des Deutschen Museums seine Förderung zuteilwerden lassen will.« Nach weiteren Reden des Reichserziehungsministers Bernhard Rust (1883–1945) und des Reichsarbeitsminis-

²⁵ Verwaltungsbericht über das 29. Geschäftsjahr 1932/1933, S. 3.

²⁶ Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 105; Gundler, Kraftfahrzeughalle, 2010.

²⁷ Niederschrift über Vorstandssitzung des Deutschen Museums, 7. Januar 1936. DMA, VA 3971. Zitiert in Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 96.

²⁸ Zenneck an Röchling, 15. März 1935. DMA, VA 1643. Zitiert in Duffy, Anpassung, 2010, S. 67.

²⁹ Zenneck an Röchling, 8. September 1934. DMA, VA 0995/1. Zitiert in Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 97.



Abb. 1 Zenneck bei seinem Experimentalvortrag am 7. Mai 1935 zur Einweihung des Kongress-Saals des Deutschen Museums.

ters Franz Seldte (1882–1947), die laut Protokoll mit stürmischem Beifall quittiert wurden, hielt Zenneck einen Experimentalvortrag, in dem er mit den schon im neuen Physikhörsaal der TH bewährten Einrichtungen eine große Show präsentierte.

Mit einer »neuen Tonfilmanlage« führte Zenneck »besonders schöne Zeitraffer- Zeitlupen- und Farbaufnahmen« vor. Auch die »Vorfürungen einer Schattenprojektion von Apparaten und physikalischen Vorgängen« sorgten für Aufsehen. Den Abschluss bildete »ein mächtiges bis zur Decke reichendes Feuerwerk bei der Verbrennung eines Gemenges von Kohlenstaub und flüssiger Luft«. Der Vortrag sollte auch die Absicht des Museums demonstrieren, »Interesse für Naturwissenschaft und Technik und Ehrfurcht vor ihren Errungenschaften und ihren großen Männern im ganzen Volke zu erwecken.«³⁰ Der Kongress-Saal wurde aber nicht nur zu Experimentalvorträgen (siehe S. 186) genutzt. Hitler soll ihn als »schönste Halle in Deutschland« bezeichnet haben, und die NSDAP sah ihn als attraktive Versammlungsstätte für Parteiveranstaltungen an. Am 16. Januar 1938 traf sich hier das Nationalsozialistische Kraftfahrerkorps (NSKK), am 9. Juli desselben Jahres veranstaltete die Reichskulturkammer im Kongress-Saal ihre jährliche Fest-sitzung, um nur zwei Beispiele zu nennen, bei denen im Kongressbau mit üppiger Hakenkreuzbeflagung und der Anwesenheit von Nazi-Größen die Nähe des Deutschen Museums zum NS-Staat zum Ausdruck gebracht wurde.³¹

³⁰ Verwaltungsbericht über das 31. Geschäftsjahr 1934/1935, S. 26–32.

³¹ Petzold, German Bestelmeyer, 2010.

Zenneck griff auch bereitwillig eine Anregung von Todt auf, das Deutsche Museum als »Volksbildungsstätte« dem »neuen Geist« anzupassen, es dürfe nicht nur wie in einer »technischen Rumpelkammer« auf die Vergangenheit blicken.³² »Wir wollen jetzt regelmäßig in zwangloser Folge Sonderausstellungen veranstalten«, – so kündigte Zenneck am 7. Mai 1935 an, wie diese Anpassung erfolgen werde. »Diese Sonderausstellungen sollen sich auf aktuelle Fragen der Naturwissenschaft und Technik beziehen.« Als Erstes werde man »die neuen Werkstoffe behandeln, die heute auf allen Gebieten in Aufnahme gekommen sind.«³³ Damit zollte das Deutsche Museum einem höchst aktuellen Ziel nationalsozialistischer Wirtschaftspolitik Tribut, dem Streben nach Autarkie.³⁴ Deutschland sollte möglichst unabhängig von Rohstoffen werden, die aus dem Ausland eingeführt werden mussten, und stattdessen auf neue Werkstoffe setzen, die in Deutschland hergestellt werden konnten. Zu den »neuen deutschen Werkstoffen« zählten zum Beispiel der Synthesekautschuk Buna, synthetische Treibstoffe und Leichtmetall-Legierungen. Die Ausstellung wurde am 15. Juli 1935 eröffnet und erfreute sich besonders bei technisch interessierten Verbänden, Firmen und Fachschulen großer Beliebtheit. Aber auch Laien, die mit SA-Gruppen oder als »Kraft durch Freude«-Touristen das Deutsche Museum besuchten, das bei einer Reise in die »Hauptstadt der Bewegung« auf dem Programm stand, konnten der Sonderausstellung etwas abgewinnen, da ihnen bei Gruppenführungen der spröde Inhalt mit Experimenten auf unterhaltsame Weise nahegebracht wurde und eine dazu erstellte Broschüre mit dem Titel »Neue Werkstoffe – Neue Wege« sie zum Nachlesen einlud.³⁵

Mit den Sonderausstellungen sorgte Zenneck dafür, dass sich das Museum als eine dem »neuen Geist« aufgeschlossene Volksbildungseinrichtung präsentieren konnte, ohne an der von Oskar von Miller vorgegebenen Grundausrichtung allzu viel zu ändern, die ohne Rücksicht auf die Tagespolitik Meisterwerke von Naturwissenschaft und Technik zur Geltung bringen wollte. Nach den neuen Werkstoffen widmeten sich die folgenden Sonderausstellungen im Jahr 1936 der Hochvakuumtechnik und 1937 dem Fernsehen. »Selbstverständlich hätten wir eine solche Sonderausstellung über das Fernsehen niemals allein machen können«, so kam Zenneck bei seinem Geschäftsbericht auf die Förderer dieser Ausstellung zu sprechen, zu denen vor allem der Reichspostminister Wilhelm Ohnesorge (1872–1962) gehörte.³⁶ Stand bei den neuen Werkstoffen die NS-Autarkiepolitik im Fokus, so handelte es sich beim Fernsehen um ein Prestigeprojekt nationalsozialistischer Propaganda. Das Fernsehen sollte fortsetzen und verstärken, was mit dem Rundfunk schon begonnen hatte. »Man denke«, so verhiess der »Völkische Beobachter« seinen Lesern, »wie sehr die Volksverbundenheit gefördert wird, wenn wir den Führer bei seinen Ansprachen an die Nation nicht nur hören, sondern auch sehen, wenn wir nicht

32 Todt an Zenneck, 18. Januar 1935; Zenneck an Todt, 25. Januar 1935. DMA, VA 0292/4. Zitiert in Vaupel, Anpassung, 2010, S. 546.

33 Verwaltungsbericht über das 31. Geschäftsjahr 1934/1935, S. 19.

34 Petzina, Autarkiepolitik, 1968.

35 Vaupel, Anpassung, 2010.

36 Verwaltungsbericht über das 33. Geschäftsjahr 1936/1937, S. 20.



Abb. 2 Besucherandrang bei der Sonderschau »Der ewige Jude« in der Bibliothek des Deutschen Museums im November 1937.

nur mithören, sondern auch mitsehen und damit richtig miterleben, was an großen politischen Ereignissen vor sich geht. Sei es der Reichsparteitag, ein Aufmarsch im Lustgarten in Berlin oder auf dem königlichen Platz in München – stets wird uns der Fernsehsender das alles übertragen und wir brauchen zu Hause in unserem Heim nur unseren Empfänger einzuschalten und wir erleben mit.«³⁷

Das Deutsche Museum stellte seine Räumlichkeiten auch für Sonderausstellungen zur Verfügung, die nicht von den eigenen Mitarbeitern kuratiert wurden und nichts mit Naturwissenschaft und Technik zu tun hatten. Am 7. November 1936 wurde im Bibliotheksbau eine »Grosse antibolschewistische Schau« eröffnet. Sie diente als Muster für die im darauffolgenden Jahr am selben Ort veranstaltete Sonderausstellung »Der ewige Jude«, die dem Judenhass mit dem Nimbus des Museums eine scheinbar wissenschaftliche Rechtfertigung verschaffte. Diese Ausstellung sei »die erste in Art und Umfang auf der Welt überhaupt«, so weckte der »Völkische Beobachter« in einem Vorbericht das Interesse daran. Sie liefere, so das Nazi-Blatt am Tag vor der Eröffnung, »eine Rechtfertigung des deutschen Standpunktes in der Judenfrage, wie sie eindringlicher und wirksamer nicht gedacht werden kann.«³⁸

³⁷ Völkischer Beobachter, 12. Mai 1937. Hervorhebungen im Original. Zitiert in Steiner, Sonderschau, 2010, S. 612.

³⁸ Völkischer Beobachter, 30. Oktober und 7. November 1937. Zitiert in Benz, Ausstellung, 2010, S. 657–661.

Trotz der mit den Sonderausstellungen gezeigten Übereinstimmung mit den Zielen des NS-Staates geriet Zenneck gegen Ende der 1930er Jahre in Konflikt mit Todt, der das Museum in viel größerem Ausmaß als Zenneck für den Nationalsozialismus instrumentalisieren wollte. »Die Situation ist die, dass Herr Todt schon längere Zeit die Absicht hat, das Deutsche Museum dem Amt für Technik zu unterstellen«, schrieb Zenneck an den Vorsitzenden des Vorstandsrats.³⁹ Das von Todt geleitete »Hauptamt für Technik« war eine Institution der NSDAP und plante ein eigenes Technikmuseum, ein »Haus der deutschen Technik«. Zenneck und seine Kollegen im Museumsvorstand befürchteten nicht nur die drohende Konkurrenz, sondern auch die vollständige Vereinnahmung durch das, am anderen Isarufer in monströsen Ausmaßen geplante Haus der deutschen Technik als einer direkt der NSDAP unterstehenden Einrichtung. »Das Deutsche Museum ist doch keine politische, sondern eine naturwissenschaftlich-technische Einrichtung, die dem Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung bzw. dem bayerischen Ministerium für Unterricht und Kultus untersteht und von diesem seine Anweisungen erhält,« argumentierte Zenneck im Entwurf eines Antwortschreibens an Todt.⁴⁰ Zennecks Ablehnung der Pläne von Todt war jedoch kein Widerstand gegen den Nationalsozialismus, sondern ein Beharren auf der eigenen Autorität in Sachen Wissenschaft und Technik. Wie die Korrespondenz mit seinem Vorstandskollegen Hugo Bruckmann zeigt, durfte sich das Deutsche Museum gegenüber rivalisierenden Instanzen im NS-Staat durchaus der Gunst des Regimes sicher sein. »Der Führer« unterstütze die Pläne des Deutschen Museums, schrieb Bruckmann an Zenneck im Dezember 1936, und »Dr. Todt und sein Stab« werde ein anderes Gelände zugewiesen. »Wir können also mit »geschwelltem« Busen ins Neue Jahr treten.«⁴¹ Es kam darüber auch nicht zum Bruch mit Todt, der Zenneck in einem Glückwunschschreiben zu dessen 70. Geburtstag bescheinigte, dass er sich um gute Beziehungen zwischen dem Museum und der NSDAP bemüht habe. Zenneck wollte seinen Protest auch nicht zum Streit hochstilisieren. Stattdessen verlieh er Todt gegenüber seiner Hoffnung Ausdruck, dass es »ganz von selbst zu einer gesunden, wirklichen Zusammenarbeit kommt, sobald das Haus der Technik einmal steht. Es werden dann beide Einrichtungen, die ja demselben Zweck, wenn auch in verschiedener Weise dienen wollen, sich in ausgezeichneter Weise ergänzen.«⁴² Im Krieg verlor diese Angelegenheit jedoch an Dringlichkeit. Das »Haus der deutschen Technik« blieb wie andere monströse Bauvorhaben der Nationalsozialisten in der Planung stecken.⁴³

39 Zenneck an Hess, 10. Februar 1939. DMA, VA 4005. Zitiert in Uekötter, *Expansionsgelüste*, 2010, S. 222.

40 Zenneck an Todt, undatierter Entwurf. DMA, NL 053/0815.

41 Bruckmann an Zenneck, 27. Dezember 1936. DMA, NL 053/0827.

42 Todt an Zenneck, 8. April 1941; Zenneck an Todt, 15. Mai 1941. DMA, VA 4005. Zitiert in Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 110–113.

43 Uekötter, *Expansionsgelüste*, 2010, S. 229–234.

Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Anders als bei den Ehrenämtern im Deutschen Ausschuss für Technisches Schulwesen und im Deutschen Museum ging es beim Vorsitz der Deutschen Physikalischen Gesellschaft nicht um technische Bildung, sondern um die Physik und ihre Repräsentanz in Deutschland. Die DPG sollte als Standsvertretung der Physiker laut ihrer Satzung »der Förderung der physikalischen Wissenschaften und ihrer Verbreitung dienen« – was vor allem das physikalische Publikationswesen und die Organisation von Physikertagungen betraf. Der DPG-Vorsitz wurde in der Regel alle zwei Jahre einem Physiker anvertraut, der als Ordinarius an einer Universität oder technischen Hochschule und als Forscher breites Ansehen unter seinen Physikerkollegen genoss. Die Liste der DPG-Vorsitzenden seit dem Ersten Weltkrieg spricht für sich: Max Planck, Albert Einstein (1879–1955), Arnold Sommerfeld, Willy Wien, Franz Himstedt (1852–1933), Max Wien, Friedrich Paschen (1865–1947), Heinrich Konen (1874–1948), Egon von Schweidler (1873–1948), Max von Laue (1879–1960) – um nur die Vorsitzenden vor der Zeitenwende 1933 anzuführen, die jeweils für zwei Jahre dieses Amt ausübten. Wann auch Zenneck an die Reihe kommen würde war nur eine Frage der Zeit. Er gehörte seit 1929 dem Vorstand der DPG an. Am Ende wurde er dreimal mit dem DPG-Vorsitz betraut: 1935, 1939 und 1950.⁴⁴

Schon bei der Wahl des DPG-Vorsitzenden im Jahr 1933 zeigte sich in der Person von Johannes Stark (1874–1957), dass der Nationalsozialismus auch in der Physik an die Macht drängte. Zusammen mit Philipp Lenard (1862–1947) vertrat Stark eine ideologisch mit dem Nationalsozialismus verknüpfte »Deutsche Physik«.⁴⁵ Relativitäts- und Quantentheorie galten ihnen als Auswüchse »jüdischer Physik«. Beide besaßen als Nobelpreisträger einiges Ansehen als herausragende Experimentalphysiker. Am 1. Mai 1933 wurde Stark vom Reichsinnenminister Wilhelm Frick zum Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt berufen, die höchste staatliche Stellung für einen Physiker in Deutschland. Danach wollte sich Stark auch zum DPG-Vorsitzenden wählen lassen, was ihm jedoch nicht gelang, nachdem er sich durch aggressive Ausfälle nach dem Muster »Und seid ihr nicht willig, so brauch' ich Gewalt« unbeliebt gemacht hatte.⁴⁶ Der noch amtierende Vorsitzende Max von Laue schrieb nach der im September 1933 abgehaltenen Physikertagung in Würzburg, bei der die Wahl des DPG-Vorsitzenden veranstaltet wurde, an Einstein, dass man »den Angriff Starks auf den Vorsitz in der Physikalischen Gesellschaft glänzend abgeschlagen« habe. »Mey ist's geworden«.⁴⁷ Karl Mey (1879–1945) war Direktor der Berliner Osram-Werke und seit 1931 Vorsitzender der Deutschen

⁴⁴ <https://www.dpg-physik.de/ueber-uns/organe-und-gremien/praesidentinnen-und-praesidenten/altpraesidentinnen-und-praesidenten> (9. Februar 2025). Zur Geschichte der DPG im Nationalsozialismus siehe Hoffmann/Walker, Physiker, 2007.

⁴⁵ Richter, Deutsche Physik, 1980; Beyerchen, Wissenschaftler, 1982; Hentschel, Physics, 1996; Kleinert, Briefwechsel, 2000; Eckert, Gesellschaft, 2007; Kleinert, Philipp Lenard, 2012.

⁴⁶ Zitiert in Beyerchen, Wissenschaftler, 1982, S. 161.

⁴⁷ Laue an Einstein, 13. Oktober 1933. Abgedruckt in Hoffmann/Walker, Physiker, 2007, Dokumentenanhang, S. 542. Siehe dazu auch Beyler, Rahmenbedingungen, 2007, S. 73–79.

Gesellschaft für Technische Physik. Mit seiner Wahl zum DPG-Vorsitzenden sollte Stark der Wind aus den Segeln genommen werden, da Mey als Repräsentant der technischen Physik nicht dem Feindbild Starks entsprach, wonach in Deutschland vor allem Theoretiker wie Planck, Sommerfeld und Laue tonangebend seien. Als Stark ein Jahr später dem Vorstand der DPG vorwarf, dass er »die Angelegenheit Laue nicht in der Weise beurteilt, wie sie von einer Nationalsozialistischen Einstellung erwartet werden« könne, behauptete er sogar, dass Meys Wahl zum DPG-Vorsitzenden »auf meine Befürwortung« erfolgt sei zu dem Zweck, »dass meine Zusammenarbeit mit ihm in physikalischen Angelegenheiten durch seinen Wohnsitz in Berlin erleichtert« würde.⁴⁸ Dies entspreche »nicht den Tatsachen«, gab Zenneck danach zu Protokoll. »Der Vorstand der Deutschen Physikalischen Gesellschaft hatte mich und Herrn Dr. Mey den Mitgliedern der Physikalischen Gesellschaft zur Wahl vorgeschlagen. Ich habe dann vor der Wahl mich zum Worte gemeldet und habe gebeten, es möchten diejenigen Herren, die die Absicht hatten, ihre Stimme mir zu geben, Herrn Mey wählen, da es meiner Ansicht nach wichtig sei, dass in den gegenwärtigen Verhältnissen der Vorstand der Gesellschaft seinen Wohnsitz in Berlin hat.«⁴⁹

Mey repräsentierte die Industriephysik und damit einen nicht geringen Teil der Physiker in Deutschland, aber als Nicht-Ordinarius stellte er unter den DPG-Vorsitzenden eher eine Ausnahme dar. Nach Ablauf seiner zweijährigen Amtszeit kehrte die DPG zu ihrer früheren Tradition, Ordinarien zu bestellen, zurück und wählte Zenneck zu seinem Nachfolger. Mey gehörte jedoch weiter dem Vorstand der DPG an und fungierte als stellvertretender Vorsitzender. Außerdem blieb er Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Technische Physik. Für Zenneck war Mey mit seiner zweijährigen Erfahrung als DPG-Vorsitzender auch in vielen Organisationsfragen ein geschätzter Kollege. »Ebenso müsste wohl auch vereinbart werden, wer das ›Sieg-Heil‹ auf den Führer ausbringt«, schrieb er im Vorfeld der 1936 anstehenden Jahrestagung der DPG an Mey. »Außerdem müsste wohl ein Huldigungstelegramm an den Führer aufgesetzt und abgesandt werden. Ich habe keine Erfahrung in diesen Sachen und weiß nicht, in welcher Weise diese Angelegenheit bisher geregelt wurde. Ich würde Ihnen deshalb für eine kurze baldige Antwort sehr dankbar sein.«⁵⁰

Als Zenneck im Herbst 1935 seine Amtszeit als DPG-Vorsitzender antrat, schienen die Querelen überwunden, die zwei Jahre zuvor mit der Abwehr von Starks Ambitionen einhergegangen waren. Zunächst überwogen wieder die immer wiederkehrenden Sorgen um das physikalische Zeitschriftenwesen. Laue beklagte sich wiederholt über den Herausgeber der »Zeitschrift für Physik«, Karl Scheel (1866–1936), der auch als Geschäftsführer der DPG amtierte. Als Zeitschriftenherausgeber nahm Scheel nach Laues Meinung viel zu unkritisch Arbeiten minderer Qualität zur Publikation an. »Es fragt sich, ob die Deutsche Physikalische Gesellschaft es ruhig mit ansehen soll, dass die Dickköpfigkeit eines

48 Stark an den DPG-Vorstand, 26. Mai 1934. DMA, NL 053/0676.

49 Zenneck an die DPG und die Gesellschaft für Technische Physik, 21. Juni 1934. DMA, NL 053/0676.

50 Zenneck an Mey, 2. September 1936. DMA, NL 053/0626.

Einzelnen Ansehen und Wirkungsgrad der deutschen Physik immer mehr untergräbt«, schrieb Laue an Zeneck.⁵¹ Nach einer Diskussion unter den Berliner Vorstandsmitgliedern bahnte sich eine Lösung an: »Wir kamen auf den Gedanken, ob man nicht das günstige Zusammenfallen des 70sten Geburtstages von Scheel mit dem Erscheinen des 100sten Bandes der Zeitschrift für Physik benutzen könne, ihn zum freiwilligen Rücktritt zu bewegen.«⁵² Laue schlug vor, Sommerfeld als Nachfolger von Scheel die Verantwortung für die »Zeitschrift für Physik« zu übertragen. Für die Geschäftsführung bot er sich selbst als Nachfolger Scheels an. Zeneck hielt diesen Vorschlag aber »nicht für sehr glücklich«, wie er an Mey schrieb, dem er sich als technischer Physiker näher fühlte als den Theoretikern Sommerfeld und Laue. Sommerfeld, so argumentierte Zeneck, könne als Theoretiker die zahlreichen experimentellen Arbeiten nicht beurteilen, die einen Großteil der Beiträge in der »Zeitschrift für Physik« ausmachten. Hinzu komme, »dass Sommerfeld als der Vertreter einer Richtung der theoretischen Physik gilt, die sich sicherlich in mancher Beziehung nicht bewährt hat. Außerdem wird ihm nicht mit Unrecht vorgeworfen, dass er früher eine starke prosemistische Tätigkeit entfaltet hat.« Zeneck befürchtete, dass mit Sommerfelds Wahl zum Schriftleiter der »Zeitschrift für Physik« »von allen Seiten Sturm gelaufen« würde. »Meinem Gefühl nach können wir uns das unter den gegenwärtigen Verhältnissen unter keinen Umständen leisten.«⁵³ Laue gegenüber nannte Zeneck jedoch andere Gründe. Die Bestimmung des Schriftleiters sei »rein Sache des Verlags.« Außerdem vermutete er, »dass Scheel, wenn er einmal 70 Jahre alt ist, selbst das Bedürfnis hat, von einzelnen oder allen seinen Ämtern zurückzutreten.« In jedem Fall sollte man »unter den gegenwärtigen Verhältnissen jede Streitigkeit innerhalb der Gesellschaft vermeiden.«⁵⁴

Im Hintergrund schwelte also nach wie vor die Befürchtung, Lenard und Stark könnten durch ihre Beziehungen zum NS-Machtapparat der DPG Schwierigkeiten machen. Laue gegenüber gab sich Zeneck kämpferisch. Als ihm Laue einen Entwurf einer vernichtenden Rezension von Lenards Lehrbuch »Deutsche Physik« schickte, fand er diese »geradezu großartig«. Es sei höchste Zeit, »dass einmal jemand Lenard ganz gehörig aufs Dach steigt und ihm mal in jeder Deutlichkeit sagt, wie minderwertig das ist, was er selbst macht.«⁵⁵ Doch Laues Angebot, die Nachfolge Scheels als Geschäftsführer der DPG anzutreten, sah Zeneck mit sehr gemischten Gefühlen. Laue sei »bei Kreisen, an denen wir nicht vorbeigehen können, sehr unbeliebt«, schrieb Zeneck an Mey. »Ich fürchte nach der bisherigen Erfahrung, die ich mit Laue habe, dass dauernde Unruhe herrschen würde.« Außerdem sei Laue »unbedingt sprunghaft« und es sei zu fürchten, dass er »einmal etwas ganz Ungeschicktes« mache. »Was ich erreichen möchte, ist, dass Laue selber seinen Plan aufgibt.«⁵⁶

51 Laue an Zeneck, 17. Dezember 1935. DMA, NL 053/0623.

52 Laue an Zeneck, 30. Dezember 1935. DMA, NL 053/0623.

53 Zeneck an Mey, 4. Januar 1936. DMA, NL 053/0626. Siehe dazu auch Wolff, *Ausgrenzung*, 2007, S. 100.

54 Zeneck an Laue, 10. Februar 1936. DMA, NL 053/0623.

55 Zeneck an Laue, 22. Oktober 1936. DMA, NL 053/0623. Laues Rezension wurde bei der Frankfurter Zeitung eingereicht, aber nicht veröffentlicht.

56 Zeneck an Mey, 7. November 1936. DMA, NL 053/0626.

Das Problem mit der Schriftleitung der »Zeitschrift für Physik« löste sich am Ende ebenso wie die Frage nach der DPG-Geschäftsführung, ohne dass es darüber zu einem Streit unter den Mitgliedern des DPG-Vorstands kam. Scheel starb im November 1936, und die Wahl für seine Nachfolge bei der »Zeitschrift für Physik« fiel »mit überwiegender Mehrheit« auf den Experimentalphysiker Hans Geiger (1882–1945), der mit Scheel das weithin renommierte »Handbuch der Physik« herausgegeben hatte und daher auch über langjährige Redaktionserfahrung verfügte.⁵⁷ Mit der Geschäftsführung der DPG betraute man den Astrophysiker Walter Grotrian (1890–1954). Auch darüber herrschte im DPG-Vorstand Einvernehmen.⁵⁸ Zennecks Verhältnis zu Grotrian wurde nach einem anfänglich eher geschäftlichen Ton bald kollegial-freundschaftlich. Dass Grotrian im Sommer 1937 eine Militärübung als Kommandeur einer Luftnachrichteneinheit ableistete, habe ihm »maßlos imponiert«, schrieb Zenneck an Grotrian. Er selbst habe es »nur zum Hauptmann und Bataillonsführer gebracht«.⁵⁹ Nach dem Ende der Militärübung schrieb er gleichsam von Offizier zu Offizier: »Wie fühlen Sie sich wieder als Zivilist? Man kommt sich ohne Uniform doch ziemlich unangezogen vor.«⁶⁰ Auch von seiner Jagdleidenschaft ist in Zennecks Korrespondenz mit Grotrian die Rede. »Ihr freundlicher Brief hat mich in der Sonntagsruhe nicht gestört. Ich war in Altheggenberg und habe dort 7 Regenbogenforellen gefangen und zwei Rebhühner geschossen.«⁶¹

Dieses ungezwungene und vertrauliche Verhältnis brachte es mit sich, dass Zenneck auch bei drohenden Konflikten im Vorstand der DPG gegenüber Grotrian kein Blatt vor den Mund nahm. Als sich Ernst Brüche (1900–1985), ein Experte für Elektronenoptik bei AEG, mit einem Vorschlag für eine Reform des Zeitschriftenwesens hervortat und darüber im Vorstand eine »Mißstimmung« drohte, machte Zenneck seinem Ärger in einem Brief an Grotrian Luft: »Der Tatbestand ist augenscheinlich der, dass Herr Brüche, der auch sonst ein großer Gschafthuber ist, eine neue Zeitschrift gründen will, deren Schriftleiter er vermutlich werden möchte. Damit es nicht so aussieht, als ob die Zahl der Zeitschriften vermehrt wird, soll irgendeine andere Zeitschrift verschwinden, um seiner Platz zu machen.«⁶² Brüche sei »ein unheimlicher Gschafthuber«, setzte er später noch einmal nach.⁶³ Zennecks Amtsführung als DPG-Vorsitzender zeichnete sich auch bei anderen Gelegenheiten dadurch aus, dass er strittige Fragen möglichst ohne größere Komplikationen regeln wollte. Diese Haltung hatte er besonders deutlich zum Ausdruck gebracht, als sich Laue für die Geschäftsführung der DPG angeboten hatte. »Er hat sehr viel Zeit. Vor Leuten, die viel Zeit haben, habe ich aber größere Angst als vor schlechten Menschen. Sie können einem das Leben gehörig sauer machen.«⁶⁴

⁵⁷ Zenneck an Geiger, 25. Januar 1937. DMA, NL 053/0627.

⁵⁸ Zenneck an Grotrian, 23. Dezember 1936 und 30. Januar 1937. DMA, NL 053/0627.

⁵⁹ Zenneck an Grotrian, 25. August 1937. DMA, NL 053/0626.

⁶⁰ Zenneck an Grotrian, 9. September 1937. DMA, NL 053/0626.

⁶¹ Zenneck an Grotrian, 19. Oktober 1937. DMA, NL 053/0626.

⁶² Zenneck an Grotrian, 22. März 1937. DMA, NL 053/0626.

⁶³ Zenneck an Grotrian, 23. November 1937. DMA, NL 053/0626.

⁶⁴ Zenneck an Mey, 7. November 1936. DMA, NL 053/0626.

Dennoch gelang es Zenneck nicht, die DPG ganz ohne Mißstimmungen durch seine zweijährige Amtszeit als Vorsitzender zu führen. Streit bahnte sich besonders bei der Verleihung der Planck-Medaille an, die erstmals bei der Feier zu Plancks goldenem Doktorjubiläum 1929 verliehen worden war und als die höchste Auszeichnung der DPG für Leistungen auf dem Gebiet der theoretischen Physik galt. Ihre ersten Preisträger waren Planck und Einstein (1929), Niels Bohr (1885–1962) (1930), Sommerfeld (1931), Laue (1932) und Werner Heisenberg (1901–1976) (1933) – in den Augen von Lenard und Stark alle Repräsentanten einer »jüdischen« Physik. Noch vor Zennecks Amtszeit hatte das aus den bisherigen Medaillenträgern bestehende Preiskomitee für 1934 zwei weitere Exponenten der modernen Quantenphysik vorgeschlagen: Max Born (1882–1970) und Erwin Schrödinger (1887–1961). Die für die Physikertagung im September 1934 vorgesehene Medaillenvergabe in Bad Pyrmont war jedoch ausgesetzt worden, um nicht Öl ins Feuer der im Vorjahr in Würzburg aufgeflammten Kontroverse um Starks Berufung zu gießen.⁶⁵ Nachdem auch 1935 und 1936 keine Planck-Medaille verliehen worden war, beklagte sich Laue im Januar 1937 bei Zenneck, dass der DPG-Vorstand erneut »aus durchsichtigen Gründen die Entscheidung darüber vertagt« habe. Planck stehe aber nach wie vor zu seinem Vorschlag von 1934 und wünsche die Wiederaufnahme der Medaillenvergabe »auf der nächsten Physikertagung«.⁶⁶ Max Born war inzwischen emigriert. Schrödinger hatte 1936 eine Professur in Graz übernommen, nachdem er 1933 Berlin den Rücken gekehrt und nach Oxford emigriert war. »Born kommt ja wohl auf gar keinen Fall in Frage«, schrieb Zenneck zurück. »Aber vielleicht könnte Schrödinger deshalb in Betracht kommen, weil unsere Beziehungen zu Österreich ja augenblicklich sehr freundschaftliche zu sein scheinen und es deshalb für günstig empfunden wird, wenn ein österreichischer Professor die Planck-Medaille bekäme. Ich will an Planck schreiben und ihn bitten, von dem Vorschlag Born abzusehen. Den Vorschlag Schrödinger müssen wir dann bei der Vorstandssitzung im März besprechen.«⁶⁷ Planck blieb »bei seinem Vorschlag Born und Schrödinger«, doch Zenneck berief sich auf das Recht des DPG-Vorstands, »unter den Vorgeschlagenen auszuwählen«, so dass bei der Vorstandssitzung eine Entscheidung für Schrödinger allein herbeigeführt werden sollte. »Gegen ihn liegen keine Bedenken vor.«⁶⁸ Der DPG-Vorstand kam aber nicht zu dem von Zenneck gewünschten Beschluss der Medaillenvergabe an Schrödinger, sondern knüpfte an eine solche die Bedingung, dass die Physikertagung wie geplant in Salzburg stattfinden würde und »bei den zuständigen Behörden vorher angefragt werden« müsse, »ob gegen die Verleihung der Medaille an Hrn. Schrödinger Bedenken bestehen.«⁶⁹

Zenneck war danach sichtlich verärgert. »Ich war sogar dagegen, dass die zuständigen Behörden mehr herangezogen werden als unbedingt nötig«, ergänzte er in einem Brief an

65 Beyler/Eckert/Hoffmann, Planck-Medaille, 2007.

66 Laue an Zenneck, 20. Januar 1937. DMA, NL 053/0623.

67 Zenneck an Laue, 27. Januar 1937. DMA, NL 053/0623.

68 Zenneck an Mey, 13. Februar 1937. DMA, NL 053/0626.

69 Sitzungsprotokoll des DPG-Vorstands, 10. März 1937. DMA, NL 053/0622.

den DPG-Geschäftsführer das Protokoll der Vorstandssitzung.⁷⁰ Laue reagierte ebenfalls »mit tiefem Bedauern« auf »die Wenns und Abers, welche die Vorsichtsräte der Verleihung beigefügt haben«.⁷¹ Als dann nicht Salzburg, sondern Bad Kreuznach als Tagungsort beschlossen wurde, schien die Vergabe der Planck-Medaille an Schrödinger endgültig gescheitert. Für diesen Fall kündigte Planck an, den Vorsitz des Ausschusses zur Verleihung der Planck-Medaille niederzulegen.⁷² »Ich verstehe seinen Ärger sehr gut« schrieb Zenneck an Laue. »Wir wollen durch ein Rundschreiben bei den Mitgliedern des Vorstandes erreichen, dass der damalige Beschluss umgestoßen und die Medaille Schrödinger in Kreuznach zugeteilt wird.«⁷³ Er war auch »durchaus dagegen«, wie er dem DPG-Geschäftsführer verriet, beim Ministerium eine Genehmigung für die Medaillenvergabe zu erbitten. »Es ist durchaus keine offizielle Angelegenheit und ich meine, man sollte nicht mehr fragen, als unbedingt notwendig ist.«⁷⁴

Einige Tage vorher, am 15. Juli 1937, war im SS-Organ »Das Schwarze Korps« ein Artikel über »Weiße Juden in der Wissenschaft« erschienen, der alle früheren Polemiken gegen die moderne theoretische Physik an Heftigkeit übertraf und mit einem Nachwort von Stark, der den Artikel vermutlich selbst verfasst hatte, ausdrücklich begrüßt wurde. »Es sind doch wirklich beschämende Verhältnisse«, entrüstete sich Zenneck gegenüber Planck.⁷⁵ »Es ist wirklich scheußlich, dass bei uns Männer wie Planck, Sommerfeld oder Heisenberg derartigen Anflegeleien ausgesetzt sind«, schrieb Zenneck auch an Friedrich Hund (1896–1997), der zusammen mit Heisenberg die theoretische Physik in Leipzig repräsentierte und ihn als Erster auf den Artikel im »Schwarzen Korps« aufmerksam gemacht hatte. Zenneck begrüßte es zwar, dass sich Hund beim Reichserziehungsministerium über den Artikel beschwert hatte, war aber »sehr im Zweifel, ob eine derartige Maßnahme irgendwelchen Erfolg haben wird.«⁷⁶ Er seinerseits sah sich als DPG-Vorsitzender jedenfalls nicht zu einer offiziellen Reaktion veranlasst. »Was den Artikel im S[chwarzen]K[orps] gegen Planck, Sommerfeld und Heisenberg betrifft«, schrieb er an Laue, »so bin ich durchaus Ihrer Auffassung, dass der Vorstand der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in der Sache nichts tun solle. Hier gibt es meiner Ansicht nach nur ein einziges Verfahren, was eine gewisse Aussicht auf Erfolg hat, dass nämlich die angefelgten Herren gerichtliche Klage wegen Beleidigung einreichen, und zwar sowohl gegen den verantwortlichen Schriftleiter des S[chwarzen]K[orps] als auch gegen Stark. Alles andere führt meiner Ansicht nach nur zu Schreibereien ohne jeden Erfolg.«⁷⁷ Was

⁷⁰ Zenneck an Grottrian, 22. März 1937. DMA, NL 053/0626.

⁷¹ Laue an Zenneck, 24. Mai 1937. DMA, NL 053/0623.

⁷² Planck an Zenneck, 11. Juli 1937. DMA, NL 053/1065. Abgedruckt in Hoffmann/Walker, *Physiker*, 2007, Dokumentenanhang S. 580–581.

⁷³ Zenneck an Laue, 21. Juli 1937. DMA, NL 053/0623.

⁷⁴ Zenneck an Grottrian, 21. Juli 1937. DMA, NL 053/0623.

⁷⁵ Zenneck an Planck, 28. Juli 1937. DMA, NL 053/0626. Der Artikel im Schwarzen Korps und Starks Nachwort sind wiedergegeben in https://uni-tuebingen.de/fileadmin/Uni_Tuebingen/Fakultaeten/MathePhysik/Institute/IAP/Forschung/MOettel/Geburt_QM/stark_weiße_juden_1937.html (9. Februar 2025).

⁷⁶ Zenneck an Hund, 2. August 1937. DMA, NL 053/0962.

⁷⁷ Zenneck an Laue, 3. August 1937. DMA, NL 053/0623.

die Verleihung der Planck-Medaille an Schrödinger betraf, sah sich Zenneck jedoch genötigt, nun doch eine Anfrage an das Reichserziehungsministerium zu richten.⁷⁸ »Die Sache liegt also jetzt so,« schrieb er an Grotrian, »dass wenn das Ministerium einverstanden ist, keine Schwierigkeiten entstehen, wenn es ablehnt, hat es die Verantwortung für die Konsequenzen zu tragen, die Herr Planck aus der Ablehnung zieht.«⁷⁹ Mey gegenüber bezeichnete Zenneck den Schriftwechsel, den er in dieser Angelegenheit bereits geführt hatte, als »ein Schulbeispiel für die Leerlaufarbeit, um die man gegenwärtig nicht herumkommt.«⁸⁰

Das Reichserziehungsministerium ließ jedoch mit einem Bescheid auf sich warten, so dass man im Vorstand dazu neigte, die Medaillenvergabe an Schrödinger auch dann vorzunehmen, wenn gar keine Antwort aus dem Ministerium käme. Ein Vorstandsmitglied, Walter Schottky (1886–1976), drohte jedoch mit seinem Rücktritt, falls man Schrödinger ohne ein ausdrückliches Plazet aus dem Ministerium mit der Medaille auszeichnen würde. »Schottky muss doch zugeben, dass alles geschehen ist, was möglich war,« ärgerte sich Zenneck, »und kann doch unmöglich das als Anlass zu einem Rücktritt benützen, wenn er nicht will, dass man ihn unter die Gruppe der psychopathischen Physiker rechnet.«⁸¹ Grotrian stimmte ihm bei. »Was die Planck-Medaille betrifft, so hoffe ich sehr, dass Herr Schottky nun keine weiteren Schwierigkeiten mehr machen wird,« schrieb er von seiner Militärübung aus an Zenneck. Er werde sich nach seiner Rückkehr nach Berlin »sofort erkundigen, wie lang die Herstellung der Medaille dauert und sie zum spätest möglichen Termin in Auftrag geben.«⁸² Als dann doch noch die erhoffte Nachricht aus dem Reichserziehungsministerium kam, war die Erleichterung bei Zenneck groß: »Da diese Antwort ganz uneingeschränkt erklärt, dass keine Bedenken bestehen, so ist für uns der Weg ja vollkommen klar und wir müssen die Medaille an Schrödinger verleihen.«⁸³ Auch an Planck schrieb er, dass nun für die Verleihung der Medaille an Schrödinger »alles in die Wege geleitet« und »alles für die Überreichung vorbereitet« sei. »Ich wollte mir erlauben, Ihnen das mitzuteilen, da Sie vielleicht gehört hatten, dass sich Schwierigkeiten ergeben hatten.«⁸⁴

Die Verleihung der Planck-Medaille an Schrödinger bei der Physikertagung in Bad Kreuznach im September 1937 war Zennecks letzte Amtshandlung als DPG-Vorsitzender. »Da es immer gut ist, wenn man auf einen Schicksalsschlag einigermaßen vorbereitet ist,« schrieb er zwei Wochen vor der Tagung an seinen designierten Nachfolger Peter Debye (1884–1966), »möchte ich Ihnen vertraulich mitteilen, dass von vielen Seiten die Absicht besteht, Sie in Kreuznach zum Vorsitzenden der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zu wählen.« In diesem Amt »kommen manchmal Unannehmlichkeiten vor«, so

78 Zenneck an REM, 4. August 1937. DMA, NL 053/0626.

79 Zenneck an Grotrian, 10. August 1937. DMA, NL 053/0626.

80 Zenneck an Mey, 11. August 1937. DMA, NL 053/0626.

81 Zenneck an Grotrian, 19. August 1937. DMA, NL 053/0626.

82 Grotrian an Zenneck, 22. August 1937. DMA, NL 053/1189.

83 Zenneck an Mey, 1. September 1937. DMA, NL 053/0626.

84 Zenneck an Planck, 15. September 1937. DMA, NL 053/1065.

spielte er auf die Bedenkenträger im DPG-Vorstand an, die ihm mit ihren »Wenns und Abers« Ärger bereitet hatten; gegen diese helfe »nur die nötige Ruhe, und dass Sie diese besitzen, weiß ich.« Mit Grotrian als Geschäftsführer habe er einen Helfer an seiner Seite, der diese Ruhe ebenfalls besitzt. »Hoffentlich darf ich also das Szepter der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Ihre Hände übergeben.«⁸⁵

Debye übernahm wunschgemäß Zennecks Nachfolge, aber der Ärger wegen der Planck-Medaille für Schrödinger wirkte noch einige Monate nach. Nach der Physiker-tagung in Bad Kreuznach forderte Stark vom DPG-Geschäftsführer Einsicht in die Statuten, die das Prozedere der Medaillenvergabe regelten. »Weswegen Herr Stark die Satzungen gerne einsehen will, liegt ja wohl auf der Hand«, schrieb Grotrian an Zenneck und bat ihn um Rat, wie er Starks Ansinnen abwehren sollte.⁸⁶ Zenneck antwortete postwendend: »Ich würde ihm direkt schreiben: »nachdem Sie in einem Artikel im Schwarzen Korps deutsche theoretische Physiker in unerhörter Weise angegriffen haben, müssen wir annehmen, dass Sie die Statuten der Planck-Medaille nur zu ähnlichen Zwecken missbrauchen wollen. Wir lehnen es deshalb ab, Ihnen die Statuten zugänglich zu machen.« Er wusste sich damit auch durch das Ministerium gedeckt. »In der ganzen Angelegenheit stehen wir natürlich ganz einwandfrei da, nachdem das Reichskultusministerium ausdrücklich der Verleihung an Schrödinger zugestimmt hat.«⁸⁷ Danach erschien im »Schwarzen Korps« unter der Überschrift »Die Kehrseite der Medaille« ohne Nennung eines Autorennamens ein Artikel, der die Auszeichnung Schrödingers als »ein Zeichen nationaler Entwürdigung« brandmarkte, »wie es instinktolser nicht gedacht werden kann.« Die DPG und ihr Vorstand wurden aber für die Medaillenvergabe nicht verantwortlich gemacht, »weil Stark weiß«, so vermutete Zenneck, »dass Angriffe gegen den Vorstand im vorliegenden Fall als Angriffe gegen das Reichskultusministerium angesehen werden müssten, nachdem dieses seine Zustimmung gegeben hatte.«⁸⁸

Die Medaillenvergabe an Schrödinger und die »blöden Angriffe« im »Schwarzen Korps« sah Zenneck vor allem aus der Perspektive seines Amtes als DPG-Vorsitzender, weniger unter dem Gesichtspunkt von Sympathie mit den angegriffenen Theoretikern. »Meine Vorliebe für Schrödinger ist überhaupt keine sehr ausgesprochene«, schrieb er an Karl Mey. »Sein Danktelegramm nach Kreuznach war so, dass ich es nicht verlesen habe. Wenn ich mich recht erinnere, telegrafierte er, »er küsse die Hand der Herren, die ihm die Medaille verliehen hätten«. Ich meine, man kann nichts dafür, wenn man als Österreicher geboren ist, aber man soll das Österlichkeit auch nicht übertreiben.« Am Ende habe man sich für Schrödinger entscheiden müssen, »wenn wir nicht wollten, dass Planck den Vorsitz des Planck-Komitees niederlegt.«⁸⁹

⁸⁵ Zenneck an Debye, 10. September 1937. DMA, NL 053/0626.

⁸⁶ Grotrian an Zenneck, 15. Oktober 1937. DMA, NL 053/1189.

⁸⁷ Zenneck an Grotrian, 19. Oktober 1937. DMA, NL 053/0626.

⁸⁸ Zenneck an Grotrian, 23. November 1937. DMA, NL 053/0626. Zur weiteren Geschichte der Medaillenvergabe siehe Beyer/Eckert/Hoffmann, Planck-Medaille, 2007.

⁸⁹ Zenneck an Mey, 23. Dezember 1937. DMA, NL 053/1025.

Zennecks Ärger über die Bedenkenträger im DPG-Vorstand und sein Unwille, beim Ministerium eine Genehmigung für die Ehrung Schrödingers einzuholen, sollte gleichwohl nicht mit einem Wandel seiner Einstellung gegenüber dem NS-Regime gleichgesetzt werden. An seiner politischen Haltung hatte sich seit 1933 nichts geändert. Seiner offiziellen Anfrage beim Ministerium hatte er einen »Privatbrief« an den zuständigen Referenten beigelegt, wie er Laue mitteilte, »in dem ich an das Zusammensein in Salzbrunn erinnerte und ihm schrieb, wir würden uns sehr freuen, wenn er wieder als Vertreter des Reichskultusministeriums nach Kreuznach käme.«⁹⁰ Auch bei seinem Eintreten für die Selbständigkeit des Deutschen Museums gegen die von Todt unternommenen Versuche einer Vereinnahmung durch das Hauptamt für Technik hatte Zenneck keinerlei Opposition gegen NS-Instanzen gezeigt, als er die politische Zuständigkeit für das Museum den Kultusministerien Bayerns und des Reichs zuwies, und nicht der Partei.⁹¹

Die deutsche Teilnahme an der Union Radio-Scientifique Internationale (URSI)

Dass aus der Sicht der Ministerien kein Zweifel an Zennecks Einverständnis mit den Zielen der nationalsozialistischen Regierung bestand, zeigte sich bei einem weiteren Ehrenamt, das Zenneck auf ausdrücklichen Wunsch des Reichskultusministeriums übernahm: dem Vorsitz im Deutschen Länderausschuss der Union Radio-Scientifique Internationale.⁹²

Die Anfänge dieser Organisation reichen zurück bis ins Jahr 1913, als in Belgien eine »Commission Provisoire Internationale de Télégraphie Sans Fil Scientifique« gegründet wurde, mit neun Teilnehmern aus sieben Ländern, die nach einer Reihe von Konferenzen in Berlin, London und Paris die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der drahtlosen Telegrafie regeln sollte. Der Erste Weltkrieg bereitete diesem Versuch ein rasches Ende, doch 1919 wurde mit der Gründung des International Research Council (IRC) ein neuer Rahmen geschaffen, in dem sich verschiedene Wissenschaftsdisziplinen zu internationaler Zusammenarbeit gemeinsame Organisationen schaffen konnten. In diesem Rahmen konstituierte sich die provisorische Brüsseler Kommission von 1913 neu als »Union Internationale de Radiotélégraphie Scientifique«. Das erklärte Ziel war die Förderung internationaler Zusammenarbeit bei der wissenschaftlichen Erforschung der drahtlosen Telegrafie, von der aber den Maßgaben des IRC folgend die Mittelmächte des Ersten Weltkriegs (das Deutsche Reich, Österreich-Ungarn, das Osmanische Reich und Bulgarien) ausgeschlossen wurden. Zu den Länderausschüssen der Gründungsmitglieder Belgien, Frankreich und Großbritannien kamen Länderausschüsse von USA, Australien, Spanien, Italien, Japan und den Niederlanden – Deutschland blieb ausgeschlossen.⁹³

⁹⁰ Zenneck an Dames, 5. August 1937 DMA, NL 053/0627; Zenneck an Laue, 11. August 1937 DMA, NL 053/0623.

⁹¹ Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 111.

⁹² Mentzel (REM) an Zenneck, 6. Februar 1936, DMA, NL 053/0630.

⁹³ Lagasse, History, 2021; zum IRC und den Ausschluss Deutschlands in den 1920er Jahren siehe Schroeder-Gudehus, Challenge, 1973.

Der IRC wurde 1931 aufgelöst und durch eine neue Dachorganisation ersetzt, den International Council of Scientific Unions (ICSU).⁹⁴ Damit wurde auch der Ausschluss der ehemaligen Feindstaaten aufgegeben, doch Deutschland verweigerte eine Mitwirkung, solange keine offizielle Einladung durch ICSU ausgesprochen wurde. Eine sehr kurzfristige Einladung zur Teilnahme an der IV. URSI-Generalversammlung 1931 in Kopenhagen erfolgte, so erinnerte sich Zenneck, »in so wenig freundlicher Form«, dass er und die anderen auf diese Weise angesprochenen Wissenschaftler sofort ablehnten, »und zwar ohne uns gegenseitig verständigt zu haben«.⁹⁵

Zenneck verzichtete auch auf die Teilnahme an der für September 1934 in London vorgesehenen V. URSI-Generalversammlung, obwohl ihn die Einladung dazu bereits zehn Monate vorher erreicht hatte. Er könne »noch nicht mit Sicherheit übersehen«, ob er teilnehmen könne, antwortete er zuerst hinhaltend.⁹⁶ Ein halbes Jahr später sagte er ab, da er bei einer anderen Konferenz im September 1934 einen Vortrag »habe übernehmen müssen.«⁹⁷ Der wahre Grund dürfte darin zu suchen sein, dass es sich bei URSI um eine Organisation unter dem Dach des International Council of Scientific Unions handelte, dem das NS-Regime ebenso wie dem Völkerbund eine Mitwirkung versagte. Erst ein offizielles Ersuchen der URSI beim Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung beseitigte dieses Hemmnis. »Die Union Radio-Scientifique Internationale würde einen ganz besonderen Wert auf die Mitarbeit eminenten wissenschaftlicher deutscher Persönlichkeiten legen in besonderer Berücksichtigung des bedeutenden Anteils, den sie an der allgemeinen Entwicklung des wissenschaftlichen Funkwesens genommen haben und des Interesses, das sie offiziell unseren Versammlungen und Arbeiten entgegengebracht haben.«⁹⁸ Danach übermittelte Rudolf Mentzel (1900–1987), der für diese Fragen zuständige Referent im Amt Wissenschaft des Ministeriums, Zenneck die Bitte des Ministers, »Sie der Union Radio Scientifique Internationale als deutschen Vertreter zu nennen.«⁹⁹

Zenneck betrachtete es vor diesem Hintergrund »als besondere Ehre, diese Aufgabe zu übernehmen«.¹⁰⁰ Seine offizielle Ernennung fand am 5. März 1936 im Sitzungssaal des Ministeriums in Berlin statt, wo sich die 17 vorgesehenen Teilnehmer des Deutschen Länderausschuss der URSI unter Zennecks Vorsitz zu ihrer Gründungsversammlung trafen.¹⁰¹ Zenneck hatte sich in Vorbereitung auf dieses Treffen einen Überblick über die Aufgaben und Ziele der URSI verschafft, deren Hauptarbeit in fünf Kommissionen mit jeweils mehreren Unterausschüssen stattfand. »Zweck der heutigen Sitzung sei es, fest-

⁹⁴ Greenaway, *Science*, 1996.

⁹⁵ Zenneck an die Reichszentrale für wissenschaftliche Berichterstattung (Kerkhof), 20. Dezember 1940. HATUM, 2243.

⁹⁶ Zenneck an URSI, 4. Januar 1934. DMA, NL 053/0631.

⁹⁷ Zenneck an URSI, 20. Juni 1934. DMA, NL 053/0631.

⁹⁸ URSI an REM, 24. Februar 1935. DMA, NL 053/0631.

⁹⁹ Mentzel (REM) an Zenneck, 1. Juni 1935. DMA, NL 053/0631.

¹⁰⁰ Zenneck an REM, 13. Juni 1935. DMA, NL 053/0631.

¹⁰¹ REM an Zenneck, 6. Februar 1936; Zenneck an REM, 20. Februar 1936. DMA, NL 053/0631.

zustellen, welche der heute vertretenen Institute schon auf Gebieten gearbeitet haben, für die bereits Kommissionen und Untergruppen bestehen,« so leitete er die Sitzung ein. Da die nächste URSI-Generalversammlung schon im September 1936 in Rom stattfinden sollte, war Eile geboten. Es könnten nur Arbeiten vorgestellt werden, »die entweder fertig oder doch nahezu fertig« seien. Als offizieller Länderausschuss der URSI benötigte man auch eine Satzung, die man aber »absichtlich möglichst elastisch« formulierte. »Fest steht vorläufig nur, dass Herr Geh. Reg. Rat Zenneck den Vorsitz führen wird, dass der Vorstand außer aus dem Vorsitzenden aus einem Stellvertreter und einem Beisitzer bestehen wird und dass zwei der drei Vorstandsmitglieder ihren Sitz in Berlin haben müssen.«¹⁰²

Zennecks Ernennung zum Vorsitzenden des Deutschen Länderausschusses machte ihn als Erstes zum Ansprechpartner von Persönlichkeiten, die in diesem Ausschuss die eine oder andere Institution oder Organisation repräsentierten. Dazu zählten nicht nur Firmen wie Telefunken und Hochschulinstitute, sondern auch Ministerien wie das Reichspostministerium und das Reichsluftfahrtministerium sowie militärische Stellen wie das Heereswaffenamt und das Kriegsmarineamt. Aus dem Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda kam zum Beispiel die Bitte, den Deutschen Amateur-Sende- und Empfangsdienst e.V. (DASD) an den Vorbereitungen zu beteiligen, eine Organisation, die sich »mit rund 3000 Beobachtungsstationen neben der Ausübung des Funkports mit der technischen und wissenschaftlichen Erforschung des Kurzwellengebietes« befasst habe.¹⁰³ Zenneck hatte »von dieser Einrichtung nie etwas gehört« und bat seinen Ansprechpartner im Reichspostzentralamt, ihn über diesen Verein aufzuklären.¹⁰⁴ Der teilte ihm mit, dass im DASD »in straffer Organisation alle gleich interessierten Kurzwellenamateure« versammelt seien. »Er untersteht dem Reichsministerium für Volksaufklärung und Propaganda«. Zenneck teilte dem Propagandaministerium daraufhin mit, dass er sich mit dem DASD in Verbindung gesetzt habe, wo man die »Gelegenheit zu einer näheren wissenschaftlichen Zusammenarbeit« sehr begrüßte.¹⁰⁵ Dessen ungeachtet bezog Zenneck mit Bezug auf den wissenschaftlichen Charakter der URSI-Tagungen den DASD nicht in den Deutschen Länderausschuss von URSI ein, denn »die Versuche der Amateur-Vereinigungen können dazu nur einen ganz indirekten Beitrag liefern.«¹⁰⁶

Auch wenn Zenneck so eine direkte Einflussnahme des Propagandaministeriums verhinderte und er sich und seinen Kollegen versicherte, dass es sich bei der URSI-Mitarbeit um eine rein wissenschaftliche internationale Zusammenarbeit handele, sah er sich als Ausschussvorsitzender immer wieder genötigt, politischen Maßgaben aus verschiedenen Ministerien gerecht zu werden. Einige Monate vor der VI. URSI-Generalversammlung, die im September 1938 in Venedig und Rom unter der erstmaligen Beteiligung des Deutschen

¹⁰² Niederschrift der Gründungsversammlung des Deutschen Länderausschusses der URSI, 5. März 1936. DMA, NL 053/0636.

¹⁰³ Propagandaministerium (Droysen) an Zenneck, 5. September 1936. DMA, NL 053/0631.

¹⁰⁴ Zenneck an Reichspostzentralamt (Harbich), 11. September 1936. DMA, NL 053/0631.

¹⁰⁵ Zenneck an Propagandaministerium, 11. September 1936. DMA, NL 053/0631. DASD an Zenneck, 18. September 1936. DMA, NL 053/0630.

¹⁰⁶ Zenneck an den VDE, 30. April 1938. DMA, NL 053/0635.

Länderausschuss stattfinden sollte, erhielt Zenneck aus dem Reichskultusministerium ein Schreiben, das ihm die politische Brisanz vor Augen führte, die seit dem 1933 vollzogenen Austritt Deutschlands aus dem Völkerbund akut geworden war. »Im Einvernehmen mit dem Auswärtigen Amt prüfe ich die Frage, welche Schritte deutscherseits geeignet erscheinen, um der geplanten Verbindung zwischen dem Conseil International des Unions Scientifiques und der Völkerbundkommission für Geistige Zusammenarbeit Widerstand entgegen zu setzen.« Der für diese Frage zuständige Referent des Ministeriums bat Zenneck »als deutscher Vertreter in der Radio-wissenschaftlichen Union zu dieser Frage Stellung zu nehmen.«¹⁰⁷ Zennecks Antwort zeigt, dass er sich der politischen Dimension dieser Angelegenheit bewusst war und sich die Bedenken des Auswärtigen Amtes zu eigen machte. Bisher habe er keine Kenntnis von einer Einflussnahme der Völkerbundkommission für geistige Zusammenarbeit, schrieb er zurück, er erwarte auch nicht, »dass sie die durchaus wertvolle Arbeit der Unions in irgendeiner Weise stören würde.« Man sollte »jedem Versuch eines Anschlusses der Unions oder ihres Conseil an die Völkerbundkommission für geistige Zusammenarbeit« entgegentreten und deutlich machen, »dass eine Mitarbeit unseres Länderausschusses in Frage gestellt würde, wenn politische Organisationen Einfluss auf die wissenschaftliche Zusammenarbeit der Unions gewinnen sollten.«¹⁰⁸

Neben dem Gespenst des Völkerbunds schaukelte sich noch eine andere Angelegenheit zu einem Politikum auf, die Zenneck im Einvernehmen mit dem Reichskultusministerium für die URSI-Tagung in Venedig geplant hatte: Es sollte, wie Zenneck an Appleton als URSI-Präsident schrieb, mit einem Vortrag »von einem deutschen Vertreter« an die »50-jährige Wiederkehr der Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch Heinrich Hertz« erinnert werden.¹⁰⁹ Der Vorschlag stieß bei der URSI auf begeisterte Zustimmung. Man wollte einen besonderen Abend für die 50-Jahr-Feier reservieren und bat Zenneck, selbst den Festvortrag zu übernehmen.¹¹⁰ Zenneck hätte diesen Vortrag auch gerne übernommen und hatte schon ein Manuskript und eine Präsentation von Diapositiven vorbereitet, wie er in seinem Tagungsbericht festhielt, doch die geplante Feier samt Vortrag sei »auf einen gewissen passiven Widerstand und Ausflüchte des italienischen Länderausschusses« gestoßen. Sowohl der Präsident als auch der Generalsekretär der URSI hätten ihm den Eindruck vermittelt, dass der italienische Länderausschuss »einen solchen Vortrag – vielleicht im Hinblick auf die kurz vorher veröffentlichten Verordnungen Mussolinis gegen die Juden – für nicht wünschenswert« hielt. Man habe »unter diesen Umständen von dem Vortrag absehen zu müssen« geglaubt. Er habe dann aber eine Kommissionssitzung dazu genutzt, um »in einer längeren Diskussionsbemerkung« an die Hertz'sche Entdeckung zu erinnern.¹¹¹

107 REM (Kunisch) an Zenneck, 30. Juni 1938. DMA, NL 053/0635.

108 Zenneck an REM, 13. Juli 1938. DMA, NL 053/0635.

109 Zenneck an Appleton, 26. Juli 1938; Zenneck an REM, 3. August 1938. DMA, NL 053/0635.

110 »Monsieur le Professeur Appleton et nous-mêmes serions particulièrement heureux de vous voir accepter de célébrer vous-même cet anniversaire en prononçant un discours au cours de la séance qui sera prévue à cet effet.« URSI (Dorsimont) an Zenneck, 30. Juli 1938. DMA, NL 053/0635.

111 Zenneck, Bericht über die 6. Generalversammlung von URSI, 24. September 1938. DMA, NL 053/0635.

Auch in Deutschland war die Würdigung von Heinrich Hertz, der nach den Rassegesetzen der Nationalsozialisten als »Mischling« galt, ein Politikum. Paradoxerweise erhob das Reichskultusministerium, das in Venedig die Hertz'sche Entdeckung der elektromagnetischen Wellen vor fünfzig Jahren feiern lassen wollte, in Deutschland Bedenken gegen solche Veranstaltungen. Bei der gemeinsamen Jahrestagung der DPG und der Gesellschaft für technische Physik 1938 in Baden-Baden erwähnte deren Vorsitzender Karl Mey die Hertz'sche Entdeckung eher beiläufig.¹¹² Im Ausland erschien es dem Ministerium jedoch opportun, Hertz als einen Deutschen würdigen zu lassen. Man konnte sich über das Scheitern dieses Vorhabens jedoch hinwegtrösten, denn abgesehen davon wurden die Deutschen in Venedig sehr freundlich im Kreis der URSI-Teilnehmer aufgenommen. Nachdem Deutschland die URSI-Mitgliedschaft »viele Jahre aus guten Gründen abgelehnt« habe, sei man nun gespannt darauf gewesen, »wie die Aufnahme des Deutschen Länderausschusses sein würde«, so Zenneck in seinem Tagungsbericht. Zu Klagen sah er keinerlei Anlass. Seine Wahl zum Vizepräsidenten der URSI und zum Vorsitzenden einer Unter-Kommission war ein weiteres Zeichen für die freundliche Aufnahme. Präsident Appleton habe in seiner Eröffnungsansprache die deutschen Beiträge besonders hervorgehoben, so Zenneck. In alle Kommissionen und Unter-Kommissionen seien Deutsche gewählt worden, »meist auf unseren Antrag, in manchen Fällen auch, ehe wir einen Antrag stellen konnten.«¹¹³

Als Vize-Präsident der URSI repräsentierte Zenneck eine internationale Wissenschaftsorganisation, als Vorsitzender des Deutschen Länderausschusses war er an die Weisungen des Reichskultusministeriums gebunden – zwei Funktionen, die unter den Zielsetzungen nationalsozialistischer Politik kaum miteinander vereinbar waren. 1939 flammte der unterschwellig seit Langem schwelende Konflikt um den Einfluss des Völkerbunds auf den IRC beziehungsweise seine Nachfolgeorganisation ICSU erneut auf. Es sei »beabsichtigt«, so informiert man Zenneck vertraulich aus dem Ministerium, »von den Internationalen naturwissenschaftlichen Unionen aus, in denen Deutschland Mitglied ist, einen Druck auf den Conseil des unions scientifiques auszuüben, um diesen zu veranlassen, die zwischen ihm und dem Völkerbundinstitut für geistige Zusammenarbeit geschlossene organisatorische Verbindung wieder zu lösen.« Zenneck möge »prüfen«, inwieweit er Kollegen aus Staaten, die wie Deutschland nicht dem Völkerbund angehörten, »zu einer Unterstützung des deutschen Standpunktes gewinnen« könne.¹¹⁴

Wenige Wochen später entfesselte das nationalsozialistische Deutschland mit dem Überfall auf Polen den Zweiten Weltkrieg. Damit erübrigte sich auch die Verbindung zwischen den internationalen Unionen wie URSI und dem 1940 geschlossenen Völkerbundinstitut für geistige Zusammenarbeit. Die Einbindung Zennecks in die Bestrebungen des Reichskultusministeriums zeigt aber einmal mehr, wie dieser sich auch im Rahmen seiner außeruniversitären Ämter bereitwillig für die Politik des NS-Staates instrumentalisieren ließ.

¹¹² Wolff, Heinrich Hertz, 2012.

¹¹³ Zenneck, Bericht über die 6. Generalversammlung von URSI, 24. September 1938. DMA, NL 053/0635.

¹¹⁴ REM an Zenneck, 18. Juli 1939. DMA, NL 053/0635.

Im Dienst des Reichslufffahrtministeriums

Als Vorsitzender des Deutschen Länderausschusses von URSI war Zenneck nicht nur ein Wissenschaftsrepräsentant auf internationaler Bühne, sondern er pflegte auch Kontakte zu den anderen Mitgliedern dieses Ausschusses in Deutschland. Zennecks ehrenamtliche URSI-Tätigkeit machte ihn damit auch zum Vermittler unterschiedlichster Anwenderinteressen.¹¹⁵ Mit einer Reihe von Mitgliedern des Deutschen Länderausschusses unterhielt Zenneck nicht nur in URSI-Angelegenheiten enge Beziehungen. Dazu zählte vor allem die Forschungsabteilung des Reichslufffahrtministeriums, deren Leiter, Adolf Baeumker (1891–1976), die für seinen Bereich maßgeblichen Wissenschaftler und Ingenieure von Anfang an in die Pläne des Ministeriums einbezog. Hitler hatte gleich bei der nationalsozialistischen Machtübernahme mit dem kaum verhohlenen Ziel des Aufbaus einer Luftwaffe dem zweitmächtigsten Mann seiner Regierung, Hermann Göring (1893–1946), das neue »Reichskommissariat für Luftfahrt« überantwortet, das »zu einer Art Ministerium« ausgebaut werden sollte, wie Baeumker an den führenden Aerodynamiker Deutschlands, Ludwig Prandtl (1875–1953), schrieb. Baeumker war schon in den 1920er Jahren im Reichsverkehrsministerium für die Luftfahrt zuständig und für Göring und seinen Staatssekretär Erhard Milch (1892–1972) der geeignete Mann für die Forschungsabteilung des neuen Ministeriums. Diese Aufgabe, schrieb Baeumker, »wird mir zunächst schon einmal Gelegenheit geben, das umfangreiche Programm des Reichskommissars für die Luftfahrt, Reichsminister Göring, mit den speziellen Aufgaben der Forschung zu durchtränken. Hierzu bedarf es naturgemäß einer engen Zusammenarbeit zwischen mir als Referenten und den einzelnen Forschungsstellen.«¹¹⁶

Eine der ersten Amtshandlungen Baeumkers betraf die Gründung einer Vereinigung für Luftfahrtforschung (VLF) unter der Regie des Reichslufffahrtministeriums. Sie sollte »dem wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch der Forschungsstellen und Forscher untereinander sowie der Herstellung der erforderlichen Verbindungen von der Luftfahrtforschung zur Luftfahrt-Industrie, zum Luftverkehr und zu den Luftfahrt-Behörden« dienen und war in acht Ausschüsse mit jeweils zugeordneten Fachgruppen gegliedert, deren Vorsitzende »anerkannte Fachleute aus wissenschaftlichen und praktischen Gebieten« waren. Die Themen der Ausschüsse reichten von der Strömungsforschung bis zur Flugmedizin; in den Fachgruppen ging es um Spezialgebiete wie Flugmotorenforschung oder Flugnavigation. Zenneck übernahm den Vorsitz einer »Fachgruppe für Flugfunkwesen«, die einem »Ausschuss für Forschungsaufgaben des angewandten Fliegens« unter dem Vorsitz des Direktors und Vorstandsmitglieds der Deutschen Lufthansa A.-G., Carl-August Freiherr von Gablenz (1893–1942), unterstand.¹¹⁷

¹¹⁵ Zusammensetzung des Deutschen Länderausschusses. DMA, NL 053/0631.

¹¹⁶ Baeumker an Prandtl, 21. Februar 1933. Dok. 31 in Trischler, Dokumente, 1992, S. 102–107. Zur Biografie Baeumkers siehe Hein, Adolf Baeumker, 1995; zur Geschichte der Luftfahrtforschung siehe Trischler, Geschichte, 1992; und Trischler/Schrogl, Jahrhundert, 2007.

¹¹⁷ Jahrbuch 1935 der Vereinigung für Luftfahrtforschung, S. 1–3.

Die Tätigkeit der VFL bestand in erster Linie in der Veranstaltung von Tagungen, bei denen sich die vom Reichsluftfahrtministerium beziehungsweise den Vorsitzenden der Ausschüsse und Fachgruppen geladenen Experten aus Wissenschaft und Industrie über ihre jeweiligen Fachgebiete austauschten. Zennecks Fachgruppe für Flugfunkwesen traf sich im Abstand von einigen Monaten zu Tagungen, bei denen Fragen der Funkpeilung, Leitstrahlverfahren, Blindlande-Verfahren, Höhenmessung vom Flugzeug, Verbesserungen an Flugzeugantennen sowie die Eigenheiten verschiedener Wellenlängenbereiche (Dezimeterwellen, Ultrakurz-(Meter-) Wellen und Kurzwellen) diskutiert wurden. Zenneck rückte auch die aktuellen Untersuchungen seiner Mitarbeiter zur Ionosphärenforschung in einen direkten Zusammenhang mit dem Flugfunkwesen: das Impuls-Peilverfahren sei »bei der Erforschung der Eigenschaften der Ionosphäre entwickelt« worden, betonte er in seinem Bericht. Darüber habe sein Schüler Hans Plendl bei zwei Fachgruppentagungen im November 1933 und März 1934 in Berlin vorgetragen und »durch Vorführungen die praktische Brauchbarkeit« aufgezeigt.¹¹⁸ Es sei ja klar, schrieb er auch an Baeumker, dass diese Methode »nichts anderes ist als die praktische Anwendung der Methode der Echemessung«, und auch die von Siemens und Halske entwickelte »Höhenlotung vom Flugzeug aus mit Hilfe elektrischer Wellen« sei »genau die von uns entwickelte Methode zur genauen Messung der Laufzeit eines elektromagnetischen Echos.«¹¹⁹ Er widmete sich diesem Thema danach noch einmal ausführlich bei einer weiteren Tagung seiner Fachgruppe am 28. März 1935 in München.¹²⁰

Auf den ersten Blick unterschied sich die VFL wenig von anderen wissenschaftlichen Vereinen, die auf Konferenzen einen Austausch unter ihren Mitgliedern organisierten und die Fortschritte in ihrem Fachgebiet zur Schau stellten. Doch Baeumker machte von Anfang an keinen Hehl daraus, dass es sich bei der VFL nicht um einen gewöhnlichen Verein von Luftfahrtwissenschaftlern und -technikern handelte. »Die Vereinigung für Luftfahrtforschung, kurz VLF genannt, kennt keine ständigen Mitglieder«, erklärte er im Jahrbuch der Vereinigung den Unterschied zu anderen Vereinen. »Lediglich die Leitung der Vereinigung mit ihrer Geschäftsstelle sowie die Ausschuß-, Fachgruppen- und Arbeitsgruppen-Vorsitzenden sind stabile Elemente der Organisation.«¹²¹ Die Geschäftsstelle war ein Büro in der von Baeumker geleiteten Forschungsabteilung im Reichsluftfahrtministerium, das damit die Tätigkeit der VFL lenkte und kontrollierte. Dazu gehörten auch Richtlinien zur Geheimhaltung: »Während Ihrer Tätigkeit in der Vereinigung für Luftfahrtforschung (VLF) werden Ihnen Tatsachen und Nachrichten sowie Schriften, Zeichnungen und andere Gegenstände bekannt werden, deren strengste Geheimhaltung im Interesse der Landesverteidigung erforderlich ist«, wurden die Vorsitzenden der Ausschüsse und Fachgruppen weiter in die Pflicht genommen, wobei ihnen weitgehend

118 Bericht Zennecks über die Fachgruppe für Flugfunkwesen, Jahrbuch 1935 der Vereinigung für Luftfahrtforschung S. 31–35.

119 Zenneck an Baeumker, 2. Januar 1935. DMA, NL 053/1073.

120 Zenneck, Bedeutung, 1935.

121 Baeumker in Jahrbuch 1935 der Vereinigung für Luftfahrtforschung S. 1.

selbst die Entscheidung darüber auferlegt wurde, was als geheim einzustufen war.¹²² Im März 1936 wurde die VFL mit der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt (WGL), die noch die traditionelle Form einer wissenschaftlichen Vereinigung repräsentierte, zusammengelegt. Die VFL habe ihre Tätigkeit weitgehend »hinter verschlossenen Türen durchgeführt«, begründete das Ministerium diese Fusion, während die WGL »die öffentliche Vertretung der Luftfahrtinteressen wahrgenommen« habe. Dabei sei eine »zunehmende Entfremdung der WGL von den praktischen Aufgaben der Luftfahrtforschung« eingetreten, so dass die WGL gegenüber der aktiveren VLF an Bedeutung verloren habe. Das Ministerium nutzte dies zu einer Auflösung der WGL beziehungsweise zu deren Übernahme durch eine erweiterte und neu organisierte VLF unter der straffen Führung des Luftfahrtministeriums. »Die Ernennung der Präsidenten erfolgt durch den Reichsminister der Luftfahrt, der auch die Abberufung aussprechen kann.« Außerdem sollte die so neu aufgestellte VLF »einen Namen erhalten, der einfach und einprägsam ist« und an eine bedeutende Persönlichkeit erinnert. »Vorbild: Helmholtz-Gesellschaft, Schlieffen-Gesellschaft. Vorschlag: ›Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung«, abgekürzt: ›Lilienthal-Gesellschaft.« Dem Präsidium der neuen Gesellschaft sollte ein Senat an die Seite gestellt werden, der »im wesentlichen aus den Ausschuss- und Fachgruppenvorsitzenden« der VLF bestehen würde. Auch deren Ernennung und Abberufung sollte dem Luftfahrtminister vorbehalten bleiben.¹²³

Kurz darauf erhielt Zenneck vom dreiköpfigen Präsidium der Lilienthal-Gesellschaft, bestehend aus Ludwig Prandtl, Carl Bosch (1874–1940) und Adolf Baeumker, die offizielle Einladung, auch an der neuen Gesellschaft mitzuwirken. »Im Einvernehmen mit dem Reichsluftfahrtministerium hat das Präsidium beschlossen, die Vorsitzenden der Ausschüsse und Fachgruppen der Vereinigung für Luftfahrtforschung zu bitten, der Lilienthal-Gesellschaft in gleicher Weise wie bisher ihre Dienste zur Verfügung zu stellen und daneben bei den allgemeinen Verwaltungsaufgaben der Gesellschaft in dem satzungsgemäß zu bildenden Senat mitzuwirken.«¹²⁴ Für Zenneck war die Übernahme dieses Ehrenamts mehr als eine bloße Fortsetzung seiner Tätigkeit für die VLF, und er unterbreitete sofort Vorschläge für die nächste Sitzung seiner jetzt unter dem Dach der Lilienthal-Gesellschaft tagenden Fachgruppe Flugfunk. Er plädierte dafür, dass die Lilienthal-Gesellschaft sich nicht mit der Erörterung von Problemen begnügen, sondern »auch einen Druck ausüben sollte, dass die vorgeschlagenen Methoden erprobt und eingeführt werden.«¹²⁵

Als Mitglied des Senats der Lilienthal-Gesellschaft gehörte Zenneck auch zum engeren Kreis der Luftfahrtwissenschaftler, mit denen sich Baeumker über weitergehende Pläne seiner Forschungsabteilung im Reichsluftfahrtministerium besprach. Im Juni 1936 erhielt Zenneck eine Einladung zu einem Treffen in Göttingen, wo über die Gründung

¹²² RLM an Zenneck, 20. April 1934. DMA, NL 053/0646.

¹²³ Richtlinien für die Umgestaltung der Vereinigung für Luftfahrtforschung (VLF), 2. März 1936. DMA, NL 053/0646.

¹²⁴ Präsidium der Lilienthal-Gesellschaft (Reichsluftfahrtministerium [RLM]) an Zenneck, 8. April 1936. DMA, NL 053/0649.

¹²⁵ Zenneck an Kirchhoff (RLM), 16. April 1936. DMA, NL 053/0649.

einer Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung beraten werden sollte. »Herr Ministerialrat Baeumker hat die Absicht über die mit der Weiterverfolgung dieses Planes zusammenhängenden Fragen im kleinsten Kreise in Göttingen bei Herrn Prof. Prandtl zu sprechen.«¹²⁶ Danach erhielt Zenneck den Entwurf von Richtlinien für den Aufbau der geplanten Luftfahrt-Akademie, die Baeumker als Ergebnis der Göttinger Besprechung erarbeitet hatte. Baeumker bat auch um »die Nennung geeigneter Namen« für die Aufnahme in die Akademie – und um »streng vertrauliche Behandlung«, da über diese Angelegenheit noch nicht gesprochen werden könne, bevor Göring sein Plazet erteilt habe.¹²⁷

Zunächst war die Akademie, wie aus einem Aktenvermerk Baeumkers nach einem Vortrag bei Göring im April 1936 hervorgeht, nur als repräsentatives Leitungsgremium für die Lilienthal-Gesellschaft gedacht. Doch Göring war so von ihr angetan, dass Baeumker daraus eine eigenständige Organisation machte, die mit Billigung Hitlers und mit Göring als Präsident allen anderen forschungspolitischen Gremien im NS-Staat den Rang ablief.¹²⁸ Entsprechend pompös gestaltete sich ihre offizielle Gründung am 24. Juli 1936 durch einen Erlass Hitlers in Bayreuth, wo Göring und Hitler die Wagner-Festspiele besuchten: »Der Führer und Reichskanzler hat mit der Leitung der Akademie und mit dem Erlass der näheren Bestimmungen den Reichsminister der Luftfahrt beauftragt«, so wurde das nicht weniger pompös aufgemachte erste Jahrbuch der Akademie eingeleitet.¹²⁹ Göring repräsentierte zusammen mit Milch als Vizepräsident und Baeumker als Kanzler die politische Führung, und 40 ausgesuchte Mitglieder, darunter namhafte Wissenschaftler und Ingenieure wie Ludwig Prandtl, Ernst Heinkel (1888–1958), Kurt Tank (1898–1983) und Zenneck, die Elite der deutschen Luftfahrtforscher. Hinzu kamen korrespondierende Mitglieder aus dem In- und Ausland, was der Organisation zwar den Anschein einer traditionellen Akademie verlieh, – wobei sie angesichts der im Reichsluftfahrtministerium angesiedelten Führung ihren Charakter als Instanz des NS-Regimes dennoch nicht verbergen konnte. Für Baeumker repräsentierte die Akademie, wie er es 1944 in einer Rückbesinnung auf seine Tätigkeit im Reichsluftfahrtministerium formulierte, eine gelungene Verbindung des Grundsatzes »einer freien wissenschaftlichen Selbstverwaltung« mit dem »auf grundsätzliche Entscheidungen beschränkten Führerprinzip«. ¹³⁰ Das Entscheidungszentrum war laut Satzung der Ausschuss der Akademie, dem neben Baeumker als Kanzler der Akademie fünf, vom Präsidenten für jeweils fünf Jahre ernannte ordentliche Akademiemitglieder – darunter Zenneck – angehörten.¹³¹ Als Ausschussmitglied hatte Zenneck auch Anteil an forschungspolitischen Entscheidungen des Reichsluftfahrtministeriums. In den ersten Jahren nach der Gründung der Akademie betraf dies eher

126 Stuchtey (RLM) an Zenneck, 17. Juni 1936. DMA, NL 053/0649.

127 Baeumker an Zenneck, 7. Juli 1936. DMA, NL 053/0649.

128 Trischler, *Geschichte*, 1992, S. 210–211. Zur Geschichte der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung siehe Schmaltz, *Akademie*, 2018.

129 *Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung I, 1937/1938*, S. 5.

130 Baeumker, *Geschichte*, 1944, S. 51.

131 *Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung I, 1937/1938*, S. 12.

repräsentative Maßnahmen wie die Verleihung der Hermann-Göring-Denk Münze.¹³² Doch später befasste sich der Ausschuss der Akademie auch mit Angelegenheiten von weitreichender Bedeutung wie der Förderung von »Gemeinschaftsarbeiten«, die größere Forschungsaufwendungen erforderten. Eine davon betraf die Ionosphärenforschung, die Zenneck auf Wunsch Baeumkers als »Obmann« betreuen sollte.¹³³

Von Zennecks Aufgaben im Dienst des Reichsluftfahrtministeriums nahm anfangs der Vorsitz des Ausschusses »Flugfunkwesen« in der Lilienthal-Gesellschaft die meiste Zeit in Anspruch. Im Oktober 1937 veranstaltete die Lilienthal-Gesellschaft ihre Hauptversammlung im Deutschen Museum in München. Zenneck sah sich sowohl als Museumsleiter als auch als Mitglied des Senats der Lilienthal-Gesellschaft in der Pflicht und nutzte diese Gelegenheit für einen Vortrag über »Die Aufgaben des Flugfunks« – als Auftakt für eine Reihe von Expertenvorträgen, die unter seinem Vorsitz danach in der Fachgruppe »Flugfunkwesen« gehalten wurden.¹³⁴ Für ihn, wie auch für die Forschungsabteilung im Reichsluftfahrtministerium, war dies eine erste Bewährungsprobe der Lilienthal-Gesellschaft als neue Organisation für die Präsentation von Forschungsergebnissen auf dem Gebiet der Luftfahrt. Die Eröffnungsveranstaltung im Kongress-Saal des Deutschen Museums wurde von »etwa 2200 Teilnehmern« besucht, darunter »auch hervorragende Persönlichkeiten des Auslandes«.¹³⁵ Die Veranstaltung wirft auch ein Schlaglicht auf das Verhältnis Zennecks zu Baeumker als Forschungsreferent im Reichsluftfahrtministerium. »Es ist Ihnen wohl ein gut Teil leichter ums Herz,« schrieb er nach der Münchner Tagung an Baeumker, »Sie und alle Ihre Mitarbeiter dürfen auf das Ergebnis stolz sein: darüber war bei allen Teilnehmern des In- und Auslandes, soweit ich sie gesprochen habe, nur eine Stimme.«¹³⁶ Zenneck ließ in seinen Briefen an Baeumker keinen Zweifel daran, dass er dessen Tatendrang sehr schätzte, und Baeumker bekundete seinerseits Zenneck seinen Dank für die Zusammenarbeit. »Bei den Vorbereitungen der Münchener Tagung hat die Lilienthal-Gesellschaft besonders viele Anregungen und große Hilfe von Ihrer Seite erfahren«, schrieb Baeumker zurück. »Gerade die von Ihnen gegebenen Ratschläge und Hinweise hat die Gesellschaft recht angenehm empfunden.«¹³⁷ Im Februar 1938 bat er Zenneck, ein weiteres Ehrenamt im Dienst des Luftfahrtministeriums zu übernehmen, den Vorstandsvorsitz des neu gegründeten Flugfunk-Forschungsinstitutes Oberpfaffenhofen (FFO),¹³⁸ und auch dazu erklärte sich Zenneck »gerne bereit«.¹³⁹

Zenneck betrachtete die von ihm übernommenen Funktionen für das Reichsluftfahrtministerium aber nicht nur als eine Pflichterfüllung, die er als deutschnational gesinnter Wissenschaftler auszuführen hatte; sie boten ihm auch eine Gelegenheit, seine

¹³² Baeumker an Debye und Zenneck, 1. Juni 1938; Zenneck an Baeumker, 15. Juni 1938. DMA, NL 053/0655.

¹³³ Protokoll der Ausschusssitzung, 4. März 1939. DMA, NL 053/0656. Siehe dazu S. 163.

¹³⁴ Zenneck, Aufgaben, 1938.

¹³⁵ Gesammelte Vorträge der Hauptversammlung 1937 der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung, 1938, S. 1–2.

¹³⁶ Zenneck an Baeumker, 19. Oktober 1937. DMA, NL 053/0844.

¹³⁷ Baeumker an Zenneck, 21. Oktober 1937. DMA, NL 053/0649.

¹³⁸ Baeumker an Zenneck, 14. Februar 1938. DMA, NL 053/0655.

¹³⁹ Zenneck an Baeumker, 15. Februar 1938. DMA, NL 053/0655.

eigenen Forscherinteressen weiter zu befördern. 1935 erschien die Fortführung seiner Echolotungsexperimente an der Ionosphären-Versuchsstation am Herzogstand gefährdet, da die Finanzierung durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ausblieb. »Es wäre ja außerordentlich schade, wenn wir die Versuche, die doch bisher nicht nur sehr elegante Methoden, sondern eine Menge wichtiger Resultate geliefert haben, aufgeben müssten,« schrieb Zenneck an Baeumker. Es wäre ihm »sehr wertvoll«, wenn das Reichsluftfahrtministerium »großen Wert« auf die Fortsetzung der Versuche legen würde. »Vielleicht könnte darauf hingewiesen werden, dass die Versuche nicht nur wichtigen Aufschluss über die Eigenschaften der Ionosphäre und der Vorgänge in ihr liefert [sic], sondern dass die dabei entwickelten Methoden auch wichtige praktische Ergebnisse gezeitigt haben.«¹⁴⁰ Danach übernahm das Reichsluftfahrtministerium in Form von Forschungsaufträgen durch die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt in immer größerem Umfang die Förderung der Ionosphärenforschung.¹⁴¹

Je mehr der Praxisbezug unter den Angelegenheiten zum Vorschein kam, über die Zenneck als Vorstandsvorsitzender der FFO, als Ausschussvorsitzender für das Flugfunkwesen, als Senator der Lilienthal-Gesellschaft oder als Mitglied im Ausschuss der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung zu befinden hatte, desto weniger war seine Tätigkeit mit entsprechenden Ehrenämtern anderer Akademien und wissenschaftlicher Vereine vergleichbar. Das lässt sich vor allem an der Verpflichtung zur Geheimhaltung ablesen. Im Vorfeld der für den 1. März 1938 geplanten ersten öffentlichen Festsitzung der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung informierte Baeumker die Akademiemitglieder, dass zu diesem Anlass ein Jahrbuch herausgegeben werde, das in einem »offenen Teil« den Aufbau und die Gliederung der Akademie darstellen werde und in einem »geheimen Teil«, der nur für »einen bestimmten Kreis von Persönlichkeiten abgegeben« werde, auch die bisher gehaltenen Vorträge abgedruckt werden.¹⁴² »Alle Teilnehmer an den bezeichneten Vortragsveranstaltungen – gleich ob ordentliche Mitglieder oder Gäste – sind gehalten, die Ihnen auferlegte Pflicht zur Geheimhaltung auch weiterhin sorgfältig zu beobachten«, mahnte Baeumker. »Die hier in Aussicht gestellten Berichte werden selbstverständlich sorgfältig daraufhin geprüft werden, dass weder Interessen der Landesverteidigung noch wirtschaftliche oder sonstige nationale Belange geschädigt werden.«¹⁴³ Zenneck fand dies etwas übertrieben. »Es besteht ja gegenwärtig eine solche Ängstlichkeit in der Geheimhaltung,« schrieb er an Baeumker, »dass man in jedem, der von einer militärischen Sache etwas weiß, eine Gefahr sieht.«¹⁴⁴ Dessen ungeachtet hielt Baeumker die Schwelle der Geheimhaltung hoch. Im Juni 1938 zirkulierte er einen in seiner Abteilung erarbeiteten und nach Fachgebieten geordneten Forschungsplan mit der Auflage, ihn »streng vertraulich zu behandeln«. Für die

¹⁴⁰ Zenneck an Baeumker, 2. Januar 1935. DMA, NL 053/1073.

¹⁴¹ Zenneck an Baeumker, 3. Mai 1939. DMA, NL 053/0656. Siehe dazu auch Briefwechsel mit der DVL in DMA, NL 053/0407.

¹⁴² Baeumker an die ordentlichen und korrespondierenden Mitglieder (Inland) der DAL, undatiert. DMA, NL 053/0655.

¹⁴³ Baeumker an die Mitglieder der DAL, 15. Januar 1938. DMA, NL 053/0655.

¹⁴⁴ Zenneck an Baeumker, 11. Mai 1938. DMA, NL 053/0655.

Aufbewahrung gelten die »Verschlussvorschriften für Geheime Kommandosachen«. ¹⁴⁵ Im Vorfeld einer Senatssitzung der Lilienthal-Gesellschaft bat Baeumker die Mitglieder des Senats, ihm mitzuteilen, ob sie den dafür angefertigten Tätigkeitsbericht der Lilienthal-Gesellschaft übersandt haben wollten oder nur während der Sitzung darin Einsicht nehmen wollten. Für den Fall der Übersendung müssten sie den Bericht in einem Panzerschrank aufbewahren. ¹⁴⁶ Ein halbes Jahr später schrieb Zenneck an die im Reichsluftfahrtministerium zuständigen Stellen, die »Geheimschriften« hätten einen solchen Umfang erreicht, dass der Panzerschrank bald nicht mehr ausreichen werde. ¹⁴⁷ Dessen ungeachtet erklärte er sich unverdrossen dazu bereit, das ihm übersandte Material für das Luftfahrtministerium zu sichten und zu bewerten. »Ich werde voraussichtlich am Ende des kommenden Sommersemesters emeritiert werden«, schrieb er im März 1939 an die Luftfahrtakademie, »und bin dann gerne bereit, dauernd auf dem Gebiet des Flugfunks und der Hochfrequenztechnik das Schrifttum, besonders das ausländische über Hochfrequenztechnik zu verfolgen und darüber, so oft es gewünscht wird, einen Kurzbericht geben.« ¹⁴⁸

Emeritierung mit Aufschub

Am 21. Januar 1935 war ein Gesetz der NS-Regierung »über die Entpflichtung und Versetzung von Hochschullehrern aus Anlass des Neuaufbaus des deutschen Hochschulwesens« in Kraft getreten, mit dem das Regime jüngeren Dozenten den Weg in die Hochschulen ebnet wollte, von denen man sich eine bessere Anpassung an die Ziele des Nationalsozialismus versprach als von altgedienten Professoren. § 1 lautete: »Die beamteten Hochschullehrer des Deutschen Reiches werden zum Schluss des Semesters, in dem sie ihr 65. Lebensjahr vollenden, kraft Gesetzes von ihren amtlichen Verpflichtungen entbunden.« ¹⁴⁹ Zenneck hatte am 15. April 1936 diese Altersgrenze erreicht und gehörte damit zum Kreis der unmittelbar Betroffenen. Es seien zwar keine Ausnahmen von der Regelung zur Entpflichtung vorgesehen, teilte das Bayerische Kultusministerium dem Rektorat der TH München mit, man sei aber »gerne bereit, einen etwaigen Antrag von Rektor, Fakultät und Dozentenschaftsleiter auf Betrauung des Professors Dr. Zenneck mit der Vertretung seiner Professur (etwa zunächst auf 2 Semester) wärmstens zu befürworten, wie dies auch in anderen Fällen geschehen ist.« ¹⁵⁰ Der Rektor, Albert Wolfgang Schmidt (1891–1943), folgte dieser Empfehlung. Am 16. Juli 1936 teilte das Reichserziehungsministerium Zenneck die offizielle Entpflichtung mit, um ihn keine zwei Wochen später für zwei weitere Semester mit seiner eigenen Lehrstuhlvertretung zu betrauen. ¹⁵¹

¹⁴⁵ Baeumker an Zenneck, 7. Juni 1938. DMA, NL 053/0650.

¹⁴⁶ Baeumker an Zenneck, 8. Juli 1938. DMA, NL 053/0650.

¹⁴⁷ Zenneck an DAL, LG und ZWB, 22. Februar 1939. DMA, NL 053/0650.

¹⁴⁸ Zenneck an DAL, 20. März 1939. DMA, NL 053/0650.

¹⁴⁹ http://www.documentarchiv.de/ns/1935/beamte_hschule_ges.html (9. Februar 2025).

¹⁵⁰ Boepple an das Rektorat der TH München, 16. Mai 1936. BayHStA, MK 43350.

¹⁵¹ REM an Zenneck, 16. und 27. Juli 1936. BayHStA, MK 43350.

Für Zenneck änderte sich an seinem Alltag als Hochschullehrer vorerst also nichts, doch mit der Frage seiner Nachfolge sorgte einmal mehr die »Deutsche Physik«, die Zenneck um diese Zeit auch als Vorsitzenden der DPG beschäftigte (siehe S. 136), für einige Unruhe. Der Rektor wie auch der Dekan der Allgemeinen Abteilung der TH München, Friedrich Boas (1886–1960), ein glühender Nationalsozialist, favorisierten den Lenardschüler Rudolf Tomaschek (1895–1966) als Nachfolger Zennecks. »Hinsichtlich Tomaschek stellte ich sowohl bei den Physikern wie von Seite der Mathematik übereinstimmend ein günstiges Urteil fest«, behauptete der Dekan. »Nur echte oder getarnte Einsteinleute stehen kritisch zu Tomaschek. Tomaschek entstammt als Lenardschüler der Schule des Begründers der Deutschen Physik. Das enthebt uns einer weiteren Begründung schon deshalb, weil Tomaschek zu den tüchtigsten Lenardschülern zählt.«¹⁵² Zenneck sah in Tomaschek jedoch keineswegs seinen Wunschnachfolger. Tomaschek habe sich in seiner Abwesenheit das Institut zeigen lassen, beschwerte er sich beim Dekan. »Dabei sprach er mit seiner Frau über Änderungen, die hier vorgenommen werden sollten. Er fühlte sich augenscheinlich als Nachfolger.«¹⁵³ Die ungebetene Institutsbesichtigung sprach sich im Kollegenkreis rasch herum. Helmut Kulenkampff (1895–1971), der das Institut als Assistent Zennecks aus eigener langjähriger Privatdozentenzeit kannte, schrieb an seinen ehemaligen Chef, dass er Tomascheks Verhalten »doch reichlich grob« fand. »Ich fühle das Münchner Institut doch noch so sehr als meine Heimat, dass ich wirklich jemand anders als Ihren Nachfolger wünschen würde, wenn man in der Tat die Absicht haben sollte, auf Ihre Arbeit weiterhin zu verzichten. Aber ich hoffe doch sehr, dass gerade hierüber an maßgebenden Stellen noch nicht das letzte Wort gesprochen ist.«¹⁵⁴

Tomaschek reichte kurz danach die für eine Berufung üblichen Unterlagen ein und erklärte dem Rektor, es würde ihm »die größte Freude machen, gerade in München arbeiten und für die Ziele einer deutschen Physik wirken zu können«. Der bat danach das Bayerische Kultusministerium, die Berufungsverhandlungen mit Tomaschek aufzunehmen.¹⁵⁵ Lenard brachte auch einen anderen seiner Schüler als möglichen Kandidaten für die Zenneck-Nachfolge ins Gespräch, den man jedoch in München »für ungeeignet« hielt, wie der Dekan dem Rektor schrieb. Um den Forderungen aus dem Reichserziehungsministerium zur Aufstellung einer Liste mit drei Kandidaten zu genügen, nannte der Dekan nach Besprechungen mit der Fakultät außer Tomaschek noch Joos und Kulenkampff, beide Physiker, die »aus unserer Fakultät« hervorgegangen seien.¹⁵⁶ Zennecks Wunschnachfolger war Joos, der unter seinen Fittichen Anfang der 1920er Jahre seine Karriere begonnen hatte. »Ganz besonders hervorzuheben ist außerdem die aus-

¹⁵² Boas (Dekan) an Schmidt (Rektor), 20. Juli 1936. HATUM, RA C 143. Zu Tomascheks Rolle als »Deutscher Physiker« siehe Osganian, Rudolf Tomaschek, 2020.

¹⁵³ Zenneck an Boas, 6. Juli 1936. DMA, NL 053/0859.

¹⁵⁴ Kulenkampff an Zenneck, 10. Juli 1936. DMA, NL 053/0994.

¹⁵⁵ Tomaschek an den Rektor, 12. September 1936; Rektor an Bayerisches Kultusministerium, 15. September 1936. HATUM, RA C 143.

¹⁵⁶ Dekan an den Rektor, 20. November 1936. HATUM, RA C 143.

gesprochene Lehrbegabung, die Herr Joos besitzt« und es sei »für die Hochschule ein großer Gewinn«, so lobte Zenneck seinen ehemaligen Schüler, »wenn Herr Joos die Professur für Experimentalphysik übernehmen würde.«¹⁵⁷

Joos war jedoch erst kurz zuvor nach Göttingen auf einen Lehrstuhl für Experimentalphysik berufen worden und wurde vom Reichserziehungsministerium deshalb als dort unabkömmlich erklärt. Damit rückte Kulenkampff hinter Tomaschek an die zweite Stelle der Berufungsliste. An dritter Stelle rangierten Ludwig Bergmann (1898–1959) und Wilhelm Hanle (1901–1993), die nach Zennecks Ansicht ebenfalls für seine Nachfolge in Frage kamen und Tomaschek vorzuziehen seien, dessen Berufung »inzwischen fraglich geworden« sei.¹⁵⁸ Tomaschek hatte in seinem Lebenslauf nicht erwähnt, dass er in erster Ehe »mit einer nichtarischen Frau« verheiratet gewesen war, wie Ernst Boepple (1887–1950), der nach dem Tod von Hans Schemm im Bayerischen Kultusministerium den Ton angab, dem Reichserziehungsministerium mitteilte.¹⁵⁹ Der Dekan wusste um den »kleinen Schönheitsfehler«, sah darin aber keinen Grund, »Tomaschek aufzugeben«, wie er im Februar 1938 an den Rektor schrieb. Auf seiner Berufungsliste stand nach wie vor Tomaschek an erster Stelle, gefolgt von Kulenkampff und Bergmann.¹⁶⁰ Boepple plädierte jedoch »eindringlich« dafür, die Berufung nicht übers Knie zu brechen und Zenneck im Amt zu belassen. Zenneck sei »noch sehr rüstig und frisch«, schrieb er im Januar 1937 an das Reichserziehungsministerium, und nehme sich »namentlich auch um seine Doktoranden besonders an, was gerade im gegenwärtigen Zeitpunkt, da auch das Heer und namentlich die Luftfahrt an der raschen Heranbildung geeigneter Kräfte großes Interesse haben, von wesentlicher Bedeutung ist.«¹⁶¹ Im April 1937 informierte Boepple den Rektor, dass das Reichserziehungsministerium Zenneck »noch bis einschließlich Sommersemester 1938« mit der Vertretung seines Lehrstuhls beauftragt habe.¹⁶² Boepple spielte damit auf Zennecks Popularität als hoch geschätzter Physikprofessor an, wie sie etwa 1936 in einer Karikatur von Olaf Gulbransson (1873–1958) zum Ausdruck kam: Der Simplizissimus-Zeichner war mit Zenneck befreundet und verewigte ihn zum 65. Geburtstag als einen noch sehr tatkräftig und aufrecht-»rüstig« wirkenden Fahrradfahrer, der auf einem Anhänger allerlei Utensilien für eine Experimentalvorlesung mit sich führte (s. S. 158, Abb. 3).

Die Zenneck-Nachfolge blieb damit noch ein weiteres Jahr in der Schwebe. Zwar verschloss sich Boepple als amtierender bayerischer Kultusminister nicht dem Wunsch von Dekan und Rektor, Tomaschek zu berufen, doch tat er dies nicht sofort, sondern sorgte vielmehr auch im März 1938 noch einmal für einen Aufschub – wieder mit Verweis auf Zennecks Beliebtheit und rüstigen Gesundheitszustand. »Im Gegensatz zum Rektor, der die baldige Berufung Tomascheks beantragt, bin ich jedoch der Ansicht, dass die Vertretung des Lehrstuhls durch den bisherigen Inhaber Prof. Dr. Zenneck noch

¹⁵⁷ Zenneck an den Dekan, 14. November 1936. DMA, NL 053/0076.

¹⁵⁸ Ebd.

¹⁵⁹ Boepple an REM, 24. November 1937. BayHStA, MK 67439.

¹⁶⁰ Boas an den Rektor, 11. Februar 1938. BayHStA, MK 67439.

¹⁶¹ Boepple an REM, 30. Januar 1937. BayHStA, MK 43350.

¹⁶² Boepple an den Rektor, 23. April 1937. BayHStA, MK 67439.



Abb. 3 Karikatur von Olaf Gulbransson zu Zennecks 65. Geburtstag. Der verbundene Zeigefinger rührte von einem Missgeschick beim Füttern eines Pferdes her (siehe S. 92).

verlängert werden sollte«, schrieb er an das Reichserziehungsministerium. »Professor Zenneck ist immer noch frisch, seine Forschungstätigkeit rege und erfolgreich, sein Unterricht anregend und beliebt. Auf Auslandskongressen hat er auch in letzter Zeit wieder häufig die deutsche Wissenschaft vertreten.«¹⁶³ Im Juli 1937 hatte Zenneck »Die Erforschung der Ionosphäre« bei einem großen internationalen Kongress in Wien (»Kurzwellenkongress«) zum Thema gemacht;¹⁶⁴ im Februar 1938 hatte er in Oslo mit einem Vortrag über das Deutsche Museum »Verständnis für die Verhältnisse in Deutschland« geweckt, wie er in seinem offiziellen Reisebericht schrieb;¹⁶⁵ und im September 1938 sollte Zenneck in Venedig und in Rom den Deutschen URSI-Länderausschuss anführen (siehe S. 146). Eine vergleichbare Repräsentation deutscher Wissenschaft im Ausland war von dem »Deutschen Physiker« Tomaschek nicht zu erwarten. Er musste ein weiteres Jahr auf den Ruf nach München warten, denn das Reichserziehungsministerium folgte der Anregung Boepples und beauftragte Zenneck mit der Vertretung seines eigenen Lehrstuhls noch einmal bis zum Ende des Wintersemesters 1938/1939.¹⁶⁶ Die Berufung Tomascheks zum Nachfolger Zennecks erfolgte erst zum 1. April 1939.¹⁶⁷

Zennecks offizielle Emeritierung bedeutete jedoch vorläufig noch nicht seinen vollständigen Abschied von der Hochschule. Vor allem über seine Doktoranden blieb er der TH München auch danach noch verbunden. Von Sommer 1939 bis zum Kriegsende 1945 erwarben 24 Studenten am Physikinstitut der TH München einen Doktorgrad – zehn von ihnen wurden von Zenneck betreut. Er trat bis 1942 als Prüfer im Doktorexamen auf – und dies nicht nur für seine eigenen Doktoranden.¹⁶⁸ Darüber hinaus bestand eine Verbindung zwischen der Hochschule und der Versuchsstation Herzogstand, die einer Reihe von Zennecks Schülern die Themen für ihre Diplom- und Doktorarbeiten lieferte. Ein im Jahr 1940 zusammengestelltes »Verzeichnis der auf die Ionosphärenforschung bezüglichen Veröffentlichungen aus dem Physikalischen Institut der Technischen Hochschule München bzw. der Versuchsstation Herzogstand (Kochel)« listet 34 Arbeiten von Zenneck und seinen Schülern auf, die seit Goubaus erster Publikation im Jahr 1930 dort ihren Ursprung hatten.¹⁶⁹ Dazu zählten nicht nur Auswertungen von Messungen wie in Rudolf Eyfrigs (1911–2011) Doktorarbeit »Über Echomessungen bei Fernübertragung und ihre Beziehung zu Zenitreflexionen«, sondern auch theoretische Untersuchungen wie in Karl Rawers (1913–2018) Dissertation über »Elektrische Wellen in einem geschichteten Medium«, um nur zwei Beispiele nach Zennecks Emeritierung anzuführen.¹⁷⁰

¹⁶³ Boepple an das REM, 25. März 1938. BayHSIA, MK 67439. S. dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 85.

¹⁶⁴ Unterlagen dazu in DMA, NL 053/0344 und 0345.

¹⁶⁵ Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 106.

¹⁶⁶ REM an Bayerisches Kultusministerium, 9. April 1938. BayHSIA, MK 67439.

¹⁶⁷ REM an Bayerisches Kultusministerium, 1. April 1939. BayHSIA, MK 67439.

¹⁶⁸ Osganian, Rudolf Tomaschek, 2020, S. 94.

¹⁶⁹ DMA, NL 053/0434.

¹⁷⁰ Eyfrig, Echomessungen, 1940; Rauer, Wellen, 1939.

Allerdings wollte sich außer Zenneck und seinen Schülern niemand am Physikinstitut der TH München für die Ionosphärenforschung erwärmen. Auch der 1942 auf einen neuen Lehrstuhl für theoretische Physik an die TH München berufene Fritz Sauter (1906–1983) bevorzugte andere Forschungsthemen. Als sich Richard Hechtel (1913–2003), ein Schüler Zennecks und Mitarbeiter an der Herzogstand-Station, 1943 am Physikinstitut der TH München habilitieren wollte, stieß er auf Ablehnung. Der Grund dafür war, wie ihm Zenneck mitteilte, »dass Sie für die Herrn, die jetzt an der Hochschule amtieren, ein vollkommen unbekannter Mann sind und dass sie etwas überrascht waren, wie Sie ihnen auf die Bude rückten.«¹⁷¹ Zenneck selbst genoss nur bis Januar 1943 das emeritierten Professoren zugestandene Privileg eines eigenen Raumes in ihrem ehemaligen Institut. »Ich musste aus der Hochschule heraus, da Herr Prof. Sauter mein Ausstragsstübchen wollte«, schrieb er seinem Schüler Goubau, mit dem er lange über dessen Assistentenzeit an seinem Institut hinaus in Kontakt blieb. Er habe jetzt seine restlichen Sachen im Institut »zusammengesucht und ins Deutsche Museum gebracht.«¹⁷²

¹⁷¹ Zenneck an Hechtel, 25. Juni 1943. HATUM, Nr. 2242.

¹⁷² Zenneck an Goubau, 22. Januar 1943. HATUM, Nr. 2242.

Der Zweite Weltkrieg

Nach den Pionierarbeiten von Appleton und anderen um das Jahr 1930 war die Ionosphärenforschung binnen eines Jahrzehnts zu einer sehr dynamischen geophysikalischen Fachwissenschaft herangewachsen. Am Vorabend des Zweiten Weltkriegs ging es nicht mehr nur um die Aufklärung unverstandener Phänomene bei der Ausbreitung von Kurzwellen, sondern um die systematische Erforschung der Ionosphäre, von den Ursachen ihrer Entstehung bis hin zu den Folgen für die Ausbreitung elektromagnetischer Signale in verschiedenen Frequenzbereichen. Ähnlich wie die meteorologische Wettervorhersage, die im Krieg von strategischer Bedeutung war, erlaubte die Kenntnis der Ionosphäre eine Vorhersage von Funkfrequenzen, die für Marine, Heer und Luftwaffe für ihre unterschiedlichen Einsätze an unterschiedlichen Orten und zu verschiedenen Tages- und Nachtzeiten geeignet waren. Im Zweiten Weltkrieg zeigte sich, dass die Ionosphäre sowohl für die Geophysik als auch für die militärische Nachrichtenübermittlung ein Gegenstand von herausragender Bedeutung war.

Funkberatung

Zenneck hatte bei seinen Vorträgen und Publikationen vor dem Krieg meist das wissenschaftliche Interesse an der Ionosphärenforschung in den Vordergrund gestellt. Bei der Einladung zu einem internationalen Kongress über Kurzwellen nach Wien hatte man ihn gebeten, einen Vortrag über ein »Thema, das mit Kurzwellen zusammenhängt« zu halten, dessen Auswahl man ihm selbst überließ. Zenneck bot »ein Referat über unsere Kenntnisse über die Ionosphäre« an, auch wenn es »etwas aus dem allgemeinen Rahmen herausfallen könnte«, den die Veranstalter dieses Kongresses vorgegeben hatten.¹ Bei seinem Vortrag legte er das Augenmerk auf die Messmethode der Echolotung und die damit festgestellten »normalen« und »abnormalen« Erscheinungen (»Elektronenwolken«) sowie die Ursachen der Ionisation der hohen Atmosphärenschichten (Ultraviolett- und Korpuskularstrahlung). Was »die praktische Bedeutung der Ionosphäre für den Funkverkehr und die Funkpeilung« anging, laufe dies auf die »allgemeine Lösung der einfachen Frage« hinaus: »Den Zustand der Ionosphäre habe ich bestimmt, wie sage ich's den Funkern.«²

Mit seinem Übersichtsartikel über die »Physik der hohen Atmosphäre« im dritten Band der »Ergebnisse der kosmischen Physik« hatte Zenneck gezeigt, in welchem Umfang die Ionosphärenforschung in den 1930er Jahren an Bedeutung gewonnen hatte.³ Als Beispiel aktueller Ionosphärenforschung publizierte er in der »Zeitschrift für Hochfrequenztechnik und Elektroakustik« das Ergebnis von Echolotungen am Herzogstand,

1 Hans Thirring an Zenneck, 3. Februar 1937; Zenneck an Thirring, 27. Februar 1937 DMA, NL 053/0345.

2 Vortragsmanuskript »Die Erforschung der Ionosphäre«, DMA, NL 053/0344. Siehe dazu auch den Kongressband mit der darin abgedruckten Kurzfassung des Vortrags (Zenneck, Erforschung, 1937).

3 Zenneck, Physik, 1938. Siehe dazu S. 121.

bei denen auch die Technik sogenannter »Durchdrehaufnahmen« zum Einsatz kam. Dabei wurde die Frequenz der für die Echolotung verwendeten Wellen im Sender und Empfänger synchron und kontinuierlich verändert, wodurch eine Änderung der Reflexionshöhe, wie sie etwa bei Nordlichtern auftrat, direkt sichtbar gemacht werden konnte.⁴

Dass die Ionosphärenforschung um diese Zeit auch mit Blick auf ihre praktische Bedeutung für den Funkverkehr mit Kurzwellen auf ein besonderes Interesse stieß, zeigt ein Blick auf den Zenneckschüler Hans Plendl, der sich im Dienst des Reichsluftfahrtministeriums mit Zennecks Frage »wie sage ich's den Funkern« beschäftigte und in der Erprobungsstelle der Luftwaffe in Rechlin eine darauf spezialisierte Einheit aufbaute. »In den letzten Wochen war bei mir Hochbetrieb«, berichtete Plendl im April 1936 nach München, »da ich dem Herrn Staatssekretär Milch die Ergebnisse der von mir geleiteten Rechliner Arbeiten vorgeführt habe. Die Vorführung hatte einen vollen Erfolg. Ich kann daher meinen Betrieb vergrößern, wozu ich dringend tüchtige Hochfrequenz-Ingenieure und -Physiker brauche. Sollte der eine oder andere Ihrer Doktoranden oder Diplomkandidaten dafür infrage kommen und Interesse für Rechlin haben, so bitte ich um gefl. Mitteilung.«⁵ Mit tatkräftiger Unterstützung aus München – als Erster kam Walter Dieminger nach Rechlin – baute Plendl eine »Funkberatung« auf, die den Funkern der Wehrmacht Vorhersagen über die Verwendung geeigneter Frequenzen für den Kurzwellenfunk lieferte. Die Echolotung mit veränderter Frequenz (»Durchdrehaufnahmen«) sei geeignet, »uns ein sehr genaues Bild des Aufbaues und der Veränderlichkeit der Ionosphäre zu vermitteln«, sie würden jedoch in Deutschland »noch nicht mit der erforderlichen Lückenlosigkeit« durchgeführt. Dagegen seien seit 1935 automatische »Dauerregistrierungen fester Frequenz« in Rechlin durchgeführt worden. Dies war Gegenstand eines ausführlichen Berichts von Plendl und Dieminger über »Fortlaufende Senkrechtlotungen der Ionosphäre auf 3670 kHz (81.7 m) im Jahre 1938«. An den Messprotokollen konnte man zum Beispiel ablesen, dass Wellen dieser Frequenz im Winter tagsüber eine große Reichweite haben, da sie »an der F-Schicht in etwa 220 km Höhe reflektiert« werden. Ein paar Stunden nach Sonnenuntergang galt dies nicht mehr. »Die 80m-Welle wird Grenzwellenlinie und durchdringt die Schicht. Die »Rückkehr« der Welle bei zunehmender Trägerdichte gegen Sonnenaufgang erfolgt jeden Tag sehr regelmäßig.«⁶ Im Januar 1939 stellte Plendl auch bei einer Sitzung der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung die »Ziele und Ergebnisse mehrjähriger Ionosphärenforschungen in Rechlin« vor.⁷ Dabei plädierte er für die Einrichtung eines »brauchbaren Wellenberatungsdienstes [...], der auch Naturphänomene, die auf die Ionosphäre Einfluss ausübten, »wie Sonnenflecken, Polarlichter, usw.« erfassen sollte.⁸ Zenneck wies in der Aussprache nach Plendl's Vortrag darauf hin, dass in den USA vom National Bureau of Standards bereits monatlich Tabel-

4 Eyfrig/Goubau/Netzer/Zenneck, Zustand, 1938.

5 Plendl an Zenneck, 29. April 1936. DMA, NL 053/1066.

6 Dieminger/Plendl, Senkrechtlotungen, 1939, S. 5.

7 Plendl, Ziele, 1939; Jahrbuch 1938/1939 der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung, S. 27. Siehe dazu auch Seiler, Kommandosache, 2007, S. 67–68.

8 Plendl, Ziele, 1939, S. 44.

len herausgegeben würden, aus denen man für den Funk über größere Entfernungen die »maximum usable frequencies« ablesen könne. Auch der Funkexperte vom Reichspostzentralamt in Berlin, Hans Mögel (1900–1944), plädierte für systematische Ionosphärenuntersuchungen, um »die Kurzwelle für die künftige Flugfunkfernnavigation einzusetzen«. Dies sei »unbedingt erforderlich, da alle anderen Frequenzgebiete den heutigen Erfordernissen der Verkehrsluftfahrt und insbesondere der Luftwaffe bezüglich Reichweite nicht gewachsen sind.«⁹

Rechlin war um diese Zeit neben der Versuchsstation am Herzogstand und der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt (DVL) in Adlershof die dritte Stelle in Deutschland, wo Echolotungen an der Ionosphäre durchgeführt wurden. »Eine weitere Station ist von der DVL in Köln, fünf weitere Stationen sind von der Reichspost geplant und wohl teilweise schon im Bau«, schrieb Zenneck kurz darauf an Baeumker, der unter dem Dach der Luftfahrtakademie besonders wichtige Forschungen bündeln wollte. »Die Ergebnisse dieser Beobachtungen – jeder Tag liefert einen viele Meter langen Registrier-Streifen – würden erst dann richtig für Geophysik und die praktischen Bedürfnisse des Flugfunks zur Geltung kommen, wenn sie von irgend einer Stelle miteinander und auch mit den erdmagnetischen und Sonnen-Beobachtungen verglichen und evtl. die Ergebnisse in kürzeren Abständen, z. B. alle Monate veröffentlicht würden.« Er habe sich »die Frage, wie diese Akademiestelle eingerichtet werden müsste, schon ausführlich überlegt«, wolle aber noch die Entscheidung abwarten, »ob etwas derartiges in Angriff genommen werden soll«.¹⁰

Die Gründung der Zentralstelle für Ionosphärenforschung

Am 3. März 1939 wurde die Ionosphärenforschung als eine von sechs »Gemeinschaftsarbeiten« durch einen Erlass Görings der Luftfahrtakademie zur besonderen Betreuung befohlen. Die Gemeinschaftsarbeiten sollten Gebiete betreffen, »die von der allgemeinen Luftfahrtforschung bisher nicht genügend berücksichtigt wurden«, und von Obmännern betreut werden, die dafür vom Kanzler der Luftfahrtakademie (Baeumker) jeweils einen besonderen Forschungsauftrag erhalten sollten. Zenneck wurde zum Obmann der Ionosphärenforschung bestimmt. Bei den anderen Gemeinschaftsarbeiten handelte es sich um Verbrennungsfragen, Stratosphärenforschung, Luftfahrtmedizin, meteorologische Strömungsforschung und Aerodynamik, die von den Obmännern Ernst Schmidt (1892–1975), Walter Georgii (1888–1968), Hermann Rein (1898–1953), Ludwig Prandtl und Albert Betz (1885–1968) betreut wurden. Bei der Ionosphärenforschung sollte es darum gehen, »eine besondere Stelle zu schaffen, die alle Beobachtungen zusammenfasst, vergleicht und auswertet.«¹¹ Zenneck hatte nur auf diese offizielle Entscheidung gewartet,

⁹ Ebd., S. 76.

¹⁰ Zenneck an Baeumker, 22. Februar 1939. DMA, NL 053/0656.

¹¹ DAL an die Obleute, Sitzungsprotokoll, 31. März 1939. DMA, NL 053/0656.

um Baumker seine Pläne für eine »Ionosphären-Zentrale« zu unterbreiten. Ihre Aufgabe sollte neben der Zusammenfassung und Auswertung der Beobachtungen der verschiedenen Ionosphärenstationen auch darin bestehen, Messungen des geophysikalischen Observatoriums in Potsdam über das Erdmagnetfeld, Beobachtungen verschiedener Sonnenobservatorien sowie einschlägige Befunde kommerzieller Funkverbindungen zu verwerten. Sie sollte auch eine »Auskunftsstelle« für interessierte Stellen sein und mit Zenneck als Vorsitzendem des Deutschen Länderausschusses von URSI die Verbindung mit dem Ausland herstellen. Für die personelle Ausstattung der Zentrale sah Zenneck als Leiter einen Physiker vor, der das Gebiet der Ionosphärenforschung »theoretisch und experimentell vollkommen beherrscht und auch schon die nötige Erfahrung hat«. Dabei dachte er an seinen Schüler Goubau, »der auch die größten Verdienste um die Entwicklung der Methoden zur Ionen-Beobachtung« habe. Außerdem sah er »einen physikalisch durchgebildeten Assistenten« und eine »Schreibdame« vor. Als Standort nannte er München. »Hier könnte die Zentrale evtl. an die Herzogstand-Station und damit, da diese von der DVL finanziert wird, der DVL angegliedert werden.«¹²

Zwei Monate später präzisierte Zenneck seine Pläne für die »Ionosphärenzentrale«. Er erklärte sich bereit, ihre Leitung selbst zu übernehmen, aber nur soweit dies die »ständige wissenschaftliche Überwachung«, die »Aufstellung des Arbeitsplans und der Arbeitsmethoden« und die »Verbindung mit den verschiedenen in Betracht kommenden Stellen in Deutschland« sowie mit der URSI, »deren Vizepräsident ich bin«, betraf. »Nicht übernehmen könnte ich die laufende Arbeit, die nur von Mitarbeitern im Hauptberuf erledigt werden kann.« In dieser Hinsicht empfahl er noch einmal Goubau als Leiter, der dann auch als Dozent an der TH München seine akademische Laufbahn fortsetzen könnte.¹³ Doch die Umsetzung dieses Planes verzögerte sich, da Goubau 1939 auf eine frei gewordene Professorenstelle in Jena berufen wurde. Als Ersatz für Goubau sah Zenneck seinen Schüler Jakob Oskar Brand (1909–1989) vor, »ein sehr guter Mann«, der nun das Tagesgeschäft der Zentralstelle übernehmen sollte.¹⁴ Im November 1939 mietete Zenneck in München dafür eine 6-Zimmer-Wohnung an.¹⁵ »Durch den Weggang von Dr. Goubau nach Jena haben sich die Verhältnisse verschoben«, schrieb er an Plendl mit Grüßen an »die Rechliner Münchner«, er werde nun selbst als Leiter der Zentralstelle fungieren – »natürlich ehrenamtlich«.¹⁶

Bis zur Betriebsaufnahme dauerte es noch bis März 1940, wie Zenneck im ersten Jahresbericht der Zentralstelle mitteilte. Ihr Zweck sei es, die Ergebnisse von den verschiedenen Stationen zusammenzufassen und allen interessierten Stellen zugänglich zu machen. Die Mitteilungen der Zentralstelle würden »an 20 deutsche Stellen« geschickt. Geplant sei auch ein Austausch von Ergebnissen mit ausländischen Stationen, was »z. Zt.

12 Zenneck an Baeumker, 12. April 1939. DMA, NL 053/0656.

13 Zenneck an Baeumker, 16. Juni 1939. DMA, NL 053/0656.

14 Zenneck an Boje (Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung, DAL), 3. August und 3. November 1939. DMA, NL 053/0656. Siehe auch Zennecks Gutachten über Brands Doktorarbeit, Februar 1936. DMA, NL 053/0100.

15 Zenneck an Brückner, 8. November 1939. DMA, NL 053/0421.

16 Zenneck an Plendl, 17. November 1939. DMA, NL 053/0429.

natürlich sehr erschwert« sei. Man stehe aber in Kontakt »mit der Eidgenössischen Sternwarte Zürich (W. Brunner) und mit dem Nordlichtobservatorium Tromsö (L. Harang)«. William Brunner (1878–1958) hatte sich mit langjährigen Sonnenfleckenbeobachtungen einen Namen gemacht, Leiv Harang (1902–1970) war ein international renommierter Polarlichtforscher.¹⁷ Die Zentralstelle, so Zenneck, erarbeite eine Kartei über die Publikationen zur Ionosphärenforschung. Dabei werde »das gesamte Gebiet der Ionosphäre ziffernmäßig in viele Gruppen geteilt« und mit »Literaturkarten« bibliografisch aufbereitet. Zurzeit sei die Zentralstelle damit beschäftigt, »auch die Arbeiten, die seit Kriegsbeginn erschienen sind, in ihre Schrifttumskartei einzubeziehen.«¹⁸

Die Union Radio-Scientifique Internationale im Krieg

Die Zentralstelle für Ionosphärenforschung sollte nach Zennecks Plan für einen internationalen Austausch einschlägiger Forschungsergebnisse sorgen. »Die Verbindung mit dem Ausland soll vorerst dadurch hergestellt werden, dass die Zentrale von mir als dem Vorsitzenden des Deutschen Länderausschusses die Berichte der URSI (Union Radio-Scientifique Internationale) sofort mitgeteilt bekommt, wenn ich sie erhalte.« So hatte sich Zenneck im April 1939 den internationalen Wissenschaftsaustausch dank seiner URSI-Funktionen vorgestellt. »Später, wenn die Zentrale selbst ihre monatlichen Zusammenstellungen macht, wird es leicht sein, diese mit den Berichten der ausländischen entsprechenden Stellen auszutauschen, ohne den Bericht der URSI, der natürlich erst erheblich später erscheint, abzuwarten.«¹⁹ Auch nach dem Beginn des Krieges kam der Austausch über URSI nicht sofort zum Erliegen. Zenneck schickte zum Beispiel Sonderdrucke von gerade erschienenen Arbeiten Karl Rawers an das URSI-Generalsekretariat nach Brüssel und bat darum, sie an die Mitglieder der URSI-Kommission für Ionosphärenforschung und »insbesondere auch an den Herrn Präsidenten der Union« weiterzuleiten, obwohl Appleton als amtierender URSI-Präsident nun das feindliche Ausland repräsentierte.²⁰

Mit dem Einmarsch deutscher Truppen in Belgien wurde dieser Austausch jedoch unterbrochen. Im Juli 1940 informierte Rachel Straetmans (?–1957), die Sekretärin im URSI-Generalsekretariat, Zenneck darüber, dass die beiden amtierenden Generalsekretäre, »le Major E. Herbays et le Commandant A. Dorsimont« als Kriegsgefangene in deutsche Internierungslager »Oflag VII B« und »Oflag IX A« verbracht worden seien. Sie bat Zenneck, sich für ihre Freilassung einzusetzen.²¹ Die beiden inhaftierten URSI-Vertreter, Alfred Dorsimont (1900–1972) und Ernest Herbays (1893–1967), hatten sich auch selbst an Zenneck gewandt, es ist aber unklar, wann Zenneck die verschiedenen

¹⁷ Brunner, *Sternenhimmel*, 1940; Harang, *Polarlicht*, 1940.

¹⁸ *Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung* 1940/1941, S. 386–398.

¹⁹ Zenneck an Baeumker, 12. April 1939. DMA, NL 053/0656.

²⁰ Zenneck an das URSI-Generalsekretariat, 11. Dezember 1939. DMA, NL 053/0637.

²¹ Straetmans an Zenneck, 17. Juli 1940. HATUM Nr. 2243.

Schreiben erhalten hat.²² Als er in dieser Angelegenheit an das Reichskultusministerium als die für URSI zuständige politische Stelle schrieb, war ihm offenbar nur Dorsimonts Internierung als Kriegsgefangener bekannt. »Die Union hat dank der Rührigkeit des geschäftsführenden Generalsekretärs Commandant A. Dorsimont ihre Tätigkeit trotz des Krieges bis zum Einmarsch in Belgien in vollem Umfange aufrecht erhalten« und erst »unter den gegenwärtigen Verhältnissen« ihren Betrieb eingestellt. Es sei aber »wichtig, dass die Union ihre Tätigkeit so bald als möglich wieder aufnimmt. Der Grund dafür ist nicht nur ein wissenschaftlicher, sondern auch ein politischer«, so plädierte er für Dorsimonts Freilassung. Bislang sei URSI von England dominiert worden. »Wenn es möglich wäre, die Tätigkeit der Union vor Beendigung des Krieges wieder aufzunehmen, ehe eine Teilnahme des englischen Landesausschusses möglich ist, so würde damit der experimentelle Beweis erbracht, dass die Tätigkeit der Union nicht von der Teilnahme der Engländer abhängt, und die Engländer würden nach dem Kriege die ›Zugelassenen‹ sein.« Was Dorsimonts Internierung in einem »Offizierslager« anging, nahm er an, »dass es keine Schwierigkeiten machen würde, ihn von dort loszubekommen.«²³

Das Ministerium reichte Zennecks Schreiben an das Auswärtige Amt »mit der Bitte um Stellungnahme« weiter.²⁴ Eine direkte Korrespondenz mit Dorsimont und Herbays wurde Zenneck vom Oberkommando der Wehrmacht untersagt, doch über einen »Dolmetscher-Offizier« konnte er dennoch mit ihnen kommunizieren und ihnen Bücher und Zigaretten zukommen lassen.²⁵ Nach Brüssel schrieb er, dass er sich sofort an das Reichskultusministerium gewandt und sich für Wiederaufnahme der Tätigkeit des Brüsseler URSI-Büros eingesetzt habe.²⁶ Von dort teilte ihm die Sekretärin mit, dass sie bei den deutschen Besatzungsstellen in Brüssel um Erlaubnis gebeten habe, das monatliche URSI-Bulletin weiter herauszugeben – und bat Zenneck, ihr dafür wie früher aktuelle Informationen aus dem deutschen Länderausschuss zukommen zu lassen.²⁷

Unterdessen unternahm auch John Howard Dellinger (1886–1962), der Vorsitzende des Länderausschusses der USA, einen Vorstoß, um URSI geschäftsfähig zu erhalten. Er bat das URSI-Generalsekretariat in Brüssel (mit Kopie an alle Ländervorsitzenden) auch im Namen von Appleton, die Arbeit wenn irgend möglich fortzusetzen, und falls dies undurchführbar sei, ihn darüber in Kenntnis zu setzen, damit er und Appleton Schritte unter-

22 Dorsimont an Zenneck, 25. Juni 1940 und 13. Juli 1940; Dorsimonts Gattin an Zenneck, 16. Juli 1940; Herbays an Zenneck, 25. Juli 1940. HATUM Nr. 2243.

23 Zenneck an REM, 25. Juli 1940. DMA, NL 053/0630.

24 REM an Zenneck, 13. August 1940. HATUM Nr. 2243.

25 Rust an Zenneck, 23. August 1940; Zenneck an das Oberkommando der Wehrmacht (OKW), 4. September 1940; Zenneck an Rust, 4. September 1940; OKW an Zenneck, 11. September 1940; Zenneck an Rust, 3. Oktober 1940. HATUM Nr. 2243.

26 Zenneck an das URSI-Generalsekretariat, 29. August 1940. HATUM Nr. 2243.

27 Straetmans an Zenneck, 17. September 1940. HATUM Nr. 2243.

nehmen könnten, um die Tätigkeit des URSI-Sekretariats in den USA weiterzuführen.²⁸ Zenneck sah darin einen weiteren Grund, dem Ministerium die Wiederaufnahme des Brüsseler Büros zu empfehlen: Aus Dellingers Schreiben gehe hervor, dass der Länderausschuss der USA, »augenscheinlich auf Anregung von Professor Dr. Appleton« beabsichtige, »eine Ersatz-Union in den Vereinigten Staaten einzurichten, wenn das Generalsekretariat in Brüssel seine Tätigkeit nicht wieder aufnehmen kann.«²⁹ An Dellinger schrieb er, »dass die beiden Herren des Generalsekretariats, Dorsimont und Herbays, sich in Deutschland befinden« und er alles getan habe, »um ihnen die Fortsetzung des Generalsekretariats zu ermöglichen.« Außerdem habe ihm das Brüsseler Büro mitgeteilt, »dass es seine Tätigkeit wieder aufnehmen und die Bulletins mensuels wieder herausgeben will und dass es die Länderausschüsse um Beiträge zu diesem Bulletin bittet.«³⁰

Für die mit internationalen Angelegenheiten befassten Funktionäre im NS-Machtapparat wurde ein Jahr nach Kriegsbeginn mit der Besetzung halb Europas »eine Neuregelung der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit in den internationalen Unionen, Verbänden, Gesellschaften pp.« vordringlich. Am 12. November 1940 fand im Reichskultusministerium eine Besprechung über die Frage statt, »ob es tunlich ist, den Sitz der internationalen wissenschaftlichen Verbände nach Deutschland zu verlegen.« Zenneck plädierte dafür, das URSI-Sekretariat vorerst in Brüssel zu belassen und einen deutschen Kommissar mit der Aufgabe zu betrauen, »die Verhältnisse in der Union zu studieren und ihre Verlegung nach Deutschland vorzubereiten.«³¹ Zenneck glaubte »schließen zu dürfen, dass beim Reichsministerium die Auffassung besteht, es müsse alles getan werden, um die Tätigkeit der Union und ihrer Generalsekretariate in der einen oder anderen Form aufrecht zu erhalten.«³² Diese Auffassung wurde offenbar nicht von allen geteilt, denn ein anderer Teilnehmer an dieser Besprechung, Karl Kerkhof (1877–1945) von der Reichszentrale für wissenschaftliche Berichterstattung, wollte von Zenneck danach nähere Aufschlüsse darüber, »ob noch irgendwelche Gründe vorliegen, der Union der Radiotelegraphie anzugehören.«³³ Zenneck antwortete, er sei »unbedingt der Ansicht, dass solche Gründe vorhanden sind.« Neben wissenschaftlichen Fragen auf dem Gebiet der Ionosphärenforschung, die nur durch internationale Zusammenarbeit zu lösen seien, nannte er auch politische Gründe: »Wir können uns, wenn einmal wieder Frieden ist, in wissenschaftlichen Dingen nicht isolieren, zumal wenn wir in anderen

28 »Because of the sorrowful fact that your country was overwhelmed with the tides of war, and because we have heard nothing from you since April, President Appleton and I are wondering whether you are going to be able to continue to carry on the work of the secretariat of the Union [...] If it should appear to you impracticable and you will inform me, or if I should not receive a reply to this in a reasonable time, we in the United States will take some steps to determine how this important work can be carried forward until the Union as a whole shall have an opportunity to consider it.« Dellinger an das URSI-Generalsekretariat, 1. August 1940. HATUM Nr. 2243.

29 Zenneck an REM, 27. September 1940. HATUM Nr. 2243.

30 Zenneck an Dellinger, 5. Oktober 1940. HATUM Nr. 2243.

31 Protokoll der Sitzung am 12. November 1940 betr. »Die Internationalen Verbände«, BArch R 4901/3191. Ich danke Dieter Hoffmann für diesen Hinweis.

32 Zenneck an REM, 28. November 1940. HATUM Nr. 2243.

33 Kerkhof an Zenneck, 5. Dezember 1940. HATUM Nr. 2243.

Dingen, z. B. im Export eine Isolation durchaus nicht wünschen.« Man sollte also alles tun, um URSI in Gang zu halten. »Nach dem Kriege, er mag ausfallen wie er will, wird ein ungeheurer Hass zwischen den Völkern bestehen und es wird außerordentlich schwer sein, irgendeine Zusammenarbeit der einzelnen Völker untereinander zuwege zu bringen. Es wird aber eine erhebliche Erleichterung bedeuten, wenn die betreffende Organisation schon besteht. Ich sehe keinen Grund, warum die Tätigkeit des Generalsekretariats noch weiter unterbrochen werden sollte. Es stehen ja für die URSI außer uns Holland, Italiener, Franzosen, Norweger, Schweden, Schweizer und Japaner zur Verfügung. Eine Beteiligung von England kommt natürlich vorläufig nicht in Betracht.«³⁴

Am 4. Januar 1941 entschied der Minister, einen kommissarischen Verwalter nach Brüssel zu entsenden, um den URSI-Betrieb unter deutscher Führung aufrecht zu erhalten. Damit werde »unter Beweis gestellt, dass die Tätigkeit der Union von einer Teilnahme der Engländer nicht abhängt; der bisherige überwiegende englische Einfluss würde hierdurch zurückgedrängt werden können.« Zenneck möge »alsbald einen geeigneten, jüngeren deutschen Wissenschaftler« für diesen Posten in Brüssel vorschlagen und Dorsimont darüber informieren, »dass Schritte unternommen seien, um ihn aus der Kriegsgefangenschaft zu beurlauben. In Wirklichkeit müssen diese Schritte noch zurückgestellt werden, bis der deutsche Beauftragte in Brüssel sich ein eigenes Bild über die URSI hat machen können.«³⁵ Zenneck empfahl dafür Adolf Scheibe (1895–1958), den Leiter des Hochfrequenzlaboratoriums der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, und unterrichtete das Ministerium über seine Korrespondenz mit Dellinger, aus der hervorging, »dass der Gedanke eines Ersatzgeneralsekretariats in den Vereinigten Staaten aufgegeben worden ist.«³⁶

Im Reichskultusministerium und im Auswärtigen Amt scheint man den URSI-Angelegenheiten jedoch keine hohe Dringlichkeit beigemessen zu haben. Im April 1941 erfuhr Zenneck von der Sekretärin im Brüsseler URSI-Büro, dass Dorsimont und Herbays nach wie vor als Kriegsgefangene in Deutschland waren und sie selbst damit beschäftigt sei, von der »Propaganda Abteilung für Belgien« die Genehmigung für die Publikation des monatlichen URSI-Bulletins zu erhalten.³⁷ Zenneck sandte eine Kopie dieses Schreibens an das Reichskultusministerium als Beleg dafür, »dass das Generalsekretariat Gefahr läuft, sich auflösen zu müssen, wenn es keine Unterstützung bekommt. Ich würde eine Auflösung sehr bedauern, da es nachher zweifellos sehr schwierig sein würde, es wieder in Gang zu bringen.«³⁸

Kurz darauf erreichte Zenneck die Nachricht eines Arztes, dass Dorsimont »wegen eines Magen-Darmleidens leichter Natur« in einem Lazarett sei und sich dort aber »recht wohl« fühle.³⁹ Zenneck schrieb zurück, dass er bislang nur über die Lager-

34 Zenneck an Kerkhof, 20. Dezember 1940. HATUM Nr. 2243.

35 REM an Zenneck, 4. Januar 1941. HATUM Nr. 2243.

36 Zenneck an REM, 6. Februar 1941. HATUM Nr. 2243.

37 Straetmans an Zenneck, 2. April 1941. HATUM Nr. 2243.

38 Zenneck an REM, 28. April 1941. HATUM Nr. 2243.

39 Kurt Fladung an Zenneck, 27. April 1941. HATUM Nr. 2243.

kommandantur mit Dorsimont in Kontakt treten konnte. Er berichtete dem Lazarettarzt auch von den Schwierigkeiten, den Betrieb des URSI-Büros in Brüssel aufrecht zu erhalten, und bat ihn, Dorsimont über seine Bemühungen ins Bild zu setzen.⁴⁰ Am gleichen Tag beantwortete er auch eine Anfrage aus dem Propagandaministerium in Berlin über das URSI-Bulletin. Darin, so Zenneck, würden »Fragen der Ausbreitung der Wellen im allgemeinsten Sinn des Worts« behandelt, was »durchaus wichtig« sei, da man so »in verhältnismäßig kurzer Zeit über die Ergebnisse der Ionosphären-Beobachtungen in anderen Ländern unterrichtet« werde. Auch »als Bindeglied zwischen den Ausschüssen der verschiedenen Länder« sei es wichtig. »Natürlich scheiden für die Mitarbeit in der URSI unter den gegenwärtigen Verhältnissen eine Reihe von Ländern aus. Aber andere, neutrale oder von uns besetzte, sind dazu durchaus im Stande.« So könne man auch zeigen, »dass die URSI auch ohne Mitwirkung der Engländer sehr wohl arbeiten kann.«⁴¹ Danach sorgte der Referent im Propagandaministerium dafür, dass »die zuständige Dienststelle in Brüssel« dem URSI-Büro die weitere Herausgabe des monatlichen Bulletins gestattete »und entsprechendes Papier« zugeteilt erhielt.⁴²

Darüber hinaus zeigten Zennecks Versuche, URSI am Leben zu halten, wenig Wirkung. Erst im August 1941 durfte Herbays nach Brüssel zurückkehren – nicht als URSI-Funktionär, sondern als Rekonvaleszent, nachdem er die letzten Monate seiner Kriegsgefangenschaft wie Dorsimont in einem Lazarett zugebracht hatte.⁴³ Zenneck tat es »sehr leid«, wie er Herbays danach schrieb, »dass ich wegen der geltenden Bestimmungen so gut wie nichts für Sie tun konnte.« Was das Generalsekretariat der URSI in Brüssel betraf, so sahen die aktuellen Pläne des Ministeriums vor, »dass der Präsident der physikalisch-technischen Reichsanstalt, Herr Staatsrat Dr. Esau, dafür bestimmt wurde.«⁴⁴ Kurz darauf wurde auch Dorsimont aus dem Lazarett nach Brüssel entlassen. Die URSI-Aktivitäten blieben jedoch auf die Herausgabe des monatlichen Bulletins und auf Hoffnungen für die Zukunft beschränkt. Unter den derzeitigen Bedingungen, so Herbays und Dorsimont an Zenneck, und wenn die Nationalkomitees die überfälligen Beiträge nicht überwiesen, müsse das Generalsekretariat binnen fünf bis sechs Monaten seine Büros schließen.⁴⁵ Einen Monat später berichtete Dorsimont, dass Esau einen Besuch in Brüssel angekündigt habe.⁴⁶ Im Februar 1942 schrieb Herbays an Zenneck, dass Esau bei seinem Besuch in Brüssel versprochen habe, dafür zu sorgen, dass URSI weiterhin Mitgliedsbeiträge einiger Länder erhalten würde und das monatliche Bulletin veröffentlichen könne.⁴⁷

40 Zenneck an Fladung, 10. Mai 1941. HATUM Nr. 2243.

41 Zenneck an Dominik (Propagandaministerium), 10. Mai 1941. HATUM Nr. 2243.

42 Dominik an Zenneck, 9. Juni 1941. HATUM Nr. 2243.

43 Herbays an Zenneck, 2. September 1941. HATUM Nr. 2243.

44 Zenneck an Herbays, 28. September 1941. HATUM Nr. 2243.

45 »Si les conditions actuelles perdurent et si les Comités Nationaux ne versent pas les cotisations en retard de paiement, le Secrétariat Général devra fermer ses bureaux dans 5 à 6 mois.« Herbays und Dorsimont an Zenneck, 23. September 1941. HATUM Nr. 2243.

46 Dorsimont an Zenneck, 20. Oktober 1941. HATUM Nr. 2243.

47 Herbays an Zenneck, 24. Februar 1942. DMA, NL 053/1190.

Danach scheint der Betrieb des Brüsseler Büros für die Dauer des Krieges eingestellt worden zu sein.⁴⁸

Das Nordlichtobservatorium in Tromsø

Schon vor dem Krieg hatte Zenneck die Forschungsergebnisse aus dem Nordlichtobservatorium im hohen Norden Norwegens mit großem Interesse verfolgt. »Die Höhe der Nordlichter fällt ja ungefähr mit derjenigen der E-Schicht zusammen«, so brachte er den Zusammenhang zwischen der Ionosphären- und Nordlichtforschung auf einen kurzen Nenner.⁴⁹ 1939 hatte er die jüngsten Untersuchungen des Direktors des Nordlichtobservatoriums, Leiv Harang, über »Höhenänderungen des unteren Randes der Nordlichter beim Übergang von der dunklen zu der sonnenbelichteten Atmosphäre« und »Die Änderung der Grenzfrequenzen der Ionosphärenschichten in Tromsø während des Jahres 1938« zum Gegenstand ausführlicher Jahrbuch-»Referate« gemacht.⁵⁰ Im Mai 1939 lud er Harang zu einem Vortrag bei der Jahrestagung der Lilienthal-Gesellschaft ein, der im Oktober 1939 in Wien stattfinden sollte. »Zu solchen Vorträgen werden jedes Jahr auch Ausländer eingeladen, die bisher zu unserer Freude dieser Einladung zahlreich gefolgt sind«, so gab er der Lilienthal-Gesellschaft den Anstrich einer Wissenschaftsvereinigung von internationalem Zuschnitt. »Wir haben schon eine ganze Reihe von ausgezeichneten Vorträgen von Italienern, Engländern und Amerikanern zu hören bekommen.«⁵¹ Harang sagte zu und übersandte einen Vortragsentwurf zu dem von Zenneck vorgeschlagenen Thema »Ergebnisse der Erforschung der Ionosphäre in hohen Breiten«, den Zenneck »ausgezeichnet« fand, »auch vom sprachlichen Standpunkt aus: ich wollte, ich hätte während meines Aufenthalts in Norwegen Norwegisch ebenso gut gelernt wie Sie deutsch können.«⁵² Dem Generalsekretär der Lilienthal-Gesellschaft teilte Zenneck die Zusage Harangs mit der Bemerkung mit, es sei ja »wohl selbstverständlich, dass keine Bedenken gegen ihn bestehen.«⁵³

Der Vortrag kam jedoch nicht zustande, da die Hauptversammlung der Lilienthal-Gesellschaft »infolge des Kriegsausbruchs abgesagt« wurde.⁵⁴ Das bedeutete aber nicht, dass der Kontakt zum Nordlichtobservatorium abgebrochen wäre. Im Dezember 1939 schickte Harang eine zusammen mit seinem Mitarbeiter Willi Stoffregen (1909–1987)

⁴⁸ In einem 100-Jahre-Rückblick zur Institution ist von einer URSI-Tätigkeit während des Zweiten Weltkriegs keine Rede (Wilkinson/Cannon/Stone, 100 Years, 2021). »URSI work in the National Committees in the various countries also declined to nearly zero«, so erinnerte sich Dellinger, aber »The spark of life was not extinguished.« Zitiert in Mathis, 100 Years, 2021, S. 119.

⁴⁹ Zenneck, Physik, 1938, S. 27.

⁵⁰ Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 54, 1939, S. 137–139.

⁵¹ Zenneck an Harang, 3. Mai 1939, DMA, NL 053/0651.

⁵² Zenneck an Harang, 3. August 1939, DMA, NL 053/0651.

⁵³ Zenneck an Stuchley, 3. August 1939, DMA, NL 053/0651.

⁵⁴ Jahrbuch 1940 der deutschen Luftfahrtforschung, S. 7.

durchgeführte Untersuchung über »Echoversuche auf Ultrakurzwellen« an Zennecks Jahrbuch, wo sie im April 1940 publiziert wurde.⁵⁵ Stoffregen war 1934 aus Nazi-Deutschland nach Norwegen emigriert, wo er 1937 am Nordlichtobservatorium seine Karriere als Elektronikingenieur fortsetzen konnte.⁵⁶ Im Februar 1940 schloss Harang sein in deutscher Sprache verfasstes Buch über »Das Polarlicht und die Probleme der höchsten Atmosphärenschichten« ab, das als Band 20 in der Reihe »Probleme der kosmischen Physik« erschien und sprachlich von Stoffregen und dem Herausgeber der Reihe, Christian Jensen (1867–1942), einem Physiker und Meteorologen an der Universität Hamburg, redigiert wurde.⁵⁷ Der Autor dieses Buches beherrsche sein Gebiet »in besonderem Maße«, schrieb Zenneck in einer Rezension in den »Naturwissenschaften«, »man merkt das sowohl in der Auswahl des Stoffes als in der Darstellung. Ich weiß kein anderes Buch, das man zur Einführung in dieses ganze Gebiet dem Physiker, Geophysiker und Hochfrequenztechniker ebenso empfehlen könnte wie das vorliegende.«⁵⁸

Mit der Invasion Norwegens durch deutsche Truppen im April 1940 stellte sich für Harang und das Nordlichtobservatorium die Frage, wie die zuvor freundlichen Wissenschaftsbeziehungen mit Zenneck unter der deutschen Besatzung fortgesetzt werden konnten, ohne sich dem Verdacht der Kollaboration mit dem Feind auszusetzen. »Ich habe vor 14 Tagen das Nordlichtforschungsinstitut in Tromsø besucht und mich mit Leiv Harang über seine Arbeiten unterhalten. Es ist alles in bester Ordnung, nichts zerstört«, berichtete der Chefmeteorologe des Luftflottenkommandos 5, Ludwig Weickmann (1882–1961), am 2. Juli 1940 an das Reichsluftfahrtministerium. »Ich habe das Meteorologische Institut Tromsø besetzt – ebenso wie Oslo und Bergen – und habe dort einen Meteorologen, 1 Techniker, 1 Funker sitzen. Der Meteorologe ist Dr. Etienne, einer meiner Schüler, der in Grönland war. [...] Ich übernehme gern die gewünschte Überwachung, die ohnehin nur formal ist, da Leiv Harang völlig in Ordnung ist.«⁵⁹

Anders als das Meteorologische Institut wurde das nur wenige hundert Meter davon entfernt gelegene Nordlichtobservatorium in Tromsø nicht besetzt. Dennoch blieb es nicht bei einer nur formalen Aufsicht durch Weickmann und dessen Mitarbeiter Erich Etienne (1915–1942). Bevor Harang seine Forschung fortsetzen konnte, musste Weickmann bei seiner vorgesetzten Stelle in Berlin die Genehmigung dafür einholen. Gegen die geplanten Echolotungen seien »von den höheren technischen Stellen der Deutschen Wehrmacht ausdrücklich keine Bedenken erhoben worden«, ließ er Harang mitteilen. »Es geschieht also im vollsten Einverständnis mit den deutschen Militärbehörden, wenn Sie weiterhin ungestört Ihrer so wertvollen Forschungsarbeit nachgehen.«⁶⁰ Da die Echolotungen für den Kurzwellenfunk von großem Interesse waren, ging das Einverständnis

55 Harang/Stoffregen, *Echoversuche*, 1940.

56 Schlegel/Lühr, *Willy Stoffregen*, 2014.

57 Harang, *Polarlicht*, 1940, Vorwort.

58 *Naturwissenschaften*, 29, Heft 5/6, 7. Februar 1941, S. 83–84.

59 Weickmann an Lorenz (RLM), 2. Juli 1940. DMA, NL 053/0463.

60 Etienne an Harang, 9. August 1940. ANT, Box 81. Ich danke Truls Lynne Hansen und Dieter Hoffmann für Kopien aus dem Archiv des Nordlichtobservatoriums.

einher mit der Erwartung einer Kollaboration – zunächst im Gewand einer Fortsetzung der kollegialen Zusammenarbeit unter Wissenschaftlern, wie sie vor dem Krieg bestanden hatte. Am 1. September 1940 erhielt Harang Besuch von Goubau, der im Auftrag des Reichsluftfahrtministeriums nach Tromsø reiste, um sich über die Forschung am Nordlichtobservatorium einen Überblick zu verschaffen. »Inzwischen hat Sie wohl mein früherer Assistent Dozent Dr. Goubau besucht und Ihnen meine Grüße übermittelt«, schrieb Zenneck am 3. September 1940 an Harang. »Ich würde Sie gerne mit besucht haben; es ging aber leider nicht.«⁶¹ Goubaus Besuch bereitete einen regelmäßigen Austausch von Forschungsergebnissen zwischen dem Nordlichtobservatorium und Zennecks Zentralstelle für Ionosphärenforschung vor. Harang sei ihm »sehr freundlich« entgegengekommen, schrieb Goubau in seinem Reisebericht an das Reichsluftfahrtministerium, er habe ihm »unaufgefordert die Einrichtung des Instituts sowie seine laufenden Arbeiten« gezeigt. Für die Echolotungen verfüge das Institut über einen »Durchdrehender«, den Harang bei Appleton in England gebaut habe. Er sei aber »ziemlich primitiv und muss von Hand bedient werden.« Die Umstellung auf automatischen Betrieb würde »einem Neubau gleichkommen«. Er habe bezüglich der künftigen Zusammenarbeit vereinbart, dass Harang dreimal täglich Echolotungen an der Ionosphäre durchführen und die Ergebnisse monatlich durch Etienne mit Kurierpost nach Deutschland übermitteln solle. Im Gegenzug werde Harang die Berichte der Zentralstelle für Ionosphärenforschung erhalten, »wenn keine Bedenken mehr für deren Veröffentlichung bestehen.« Für den Fall einer Erweiterung der täglichen Echolotungen, die Goubau für wünschenswert hielt, könne Harang eine Hilfskraft bekommen, die »im Bedarfsfall durch das Personal des Wetterdienstes in Tromsø« zur Verfügung gestellt werden könne. Da Harangs Sender von Hand bedient werden müsse, seien »Dauerbeobachtungen« damit nicht möglich. Er schlug vor, automatische Durchdrehender in Tromsø, Trondheim und Oslo aufzustellen – als Auftakt für noch weiterreichende Echolotungen in südlicher Richtung, um so »ein umfassendes Bild des momentanen Ionisierungszustandes nahezu längs eines halben Meridians« zu gewinnen. »Aus solchen Beobachtungen ließe sich dann auch auf die Ionisierungsverhältnisse der gesamten Ionosphäre schließen.« Zenneck habe ihn gebeten, »ein Modell eines Durchdrehenders zu entwerfen, das sich für die Ausfertigung einer größeren Stückzahl eignet.«⁶² In einem weiteren Protokoll wurde die Förderung des Nordlichtobservatoriums auch damit begründet, »um Harang etwas von dem englischen Einfluss loszulösen«. Außerdem empfehle sich dies, »weil gerade in Norwegen ein unmittelbarer Vergleich mit der praktischen Erfahrung sehr leicht möglich ist und dort besonders das Bedürfnis nach Angaben über Wellenlängenwahl für günstige Funkverbindungen besteht.« Alle Nachrichten und Materialsendungen an das Nordlichtobservatorium, wie z.B. das für die Registrierungen benötigte Fotopapier, sollten per

61 Zenneck an Harang, 3. September 1940. ANT, Box 81.

62 »Bericht zu dem Marschbefehl Nr. 2078 des Herrn Generalluftzeugmeisters: Besuch norwegischer Wissenschaftler, insbesondere des Nordlicht-Instituts in Tromsø.« Beilage zu Goubau an Zenneck, 30. September 1940. DMA, NL053/0447.

Kurierpost über das Reichsluftfahrtministerium an den Wetterdienst in Tromsø geschickt werden, wo es Harang direkt übergeben werden könne.⁶³

»Was Herr Dr. Goubau von Ihrem Observatorium und von Tromsø erzählte, hat uns alle besonders interessiert«, so setzte Zenneck im November 1940 den Austausch mit Harang fort. Mit gleicher Post schickte er ihm eine Reihe von Sonderdrucken und die bisher erstellten Mitteilungen der Zentralstelle für Ionosphärenforschung. »Sie bekommen dann auch alle späteren.« Gleichzeitig bot er Harang Messergebnisse von der Herzogstandstation an, in der Erwartung entsprechender Gegenleistungen: »Wir dürfen Sie dann wohl bitten, uns Kopien Ihrer Registrierungen über dieselbe Zeit zu schicken.«⁶⁴ Für Zenneck nahm das Nordlichtobservatorium damit eine Vorrangstellung unter den Stationen ein, mit denen er über die Zentralstelle für Ionosphärenforschung in München Messergebnisse über Echolotungen austauschte.

Es blieb jedoch nicht bei einem Austausch von Forschungsergebnissen zwischen Harang und Zenneck. »Nun waren bereits hier Dr. Plendl, Dr. Kiepenheuer, Dr. Goubau und soeben tauchte auf Hptm. Grotrian«, berichtete Weickmann am 9. Dezember 1940 aus Tromsø – sichtlich irritiert darüber, »dass offenbar die Zusammenarbeit der deutschen Stellen, die sich mit Ionosphärenforschung beschäftigen, sehr zu wünschen übriglässt.« In Rechlin wolle man jetzt von Harang »Dauerregistrierungen«, die den täglichen Wettermeldungen von Tromsø »als Anhängsel« beigefügt werden sollten und Auskunft »über die Ergebnisse stündlicher Messungen der Grenzfrequenzen etc.« geben sollten. »Liesse sich denn nicht ein einheitlicheres Programm aufstellen?«⁶⁵ Zenneck fühlte sich auf dem falschen Fuß ertappt. »Von einer Reise von Herrn Dr. Plendl, Dr. Kiepenheuer und Professor Grotrian wissen wir nichts«, schrieb er zurück. Die Schuld sah er aber beim Reichsluftfahrtministerium: »Es würde sehr leicht sein, ein einheitliches Programm aufzustellen, aber wir müssten wissen, wer die anderen Stellen sind und was sie wollen. Das, was die Station von Herrn Dr. Harang z. Zt. leisten kann, bzw. was sie noch braucht, um weitergehende Bedürfnisse zu befriedigen, wissen wir ungefähr, bzw. könnte man darüber ja noch Herrn Dr. Harang hören.«⁶⁶ Gegenüber Grotrian beklagte er den Mangel an Abstimmung im Reichsluftfahrtministerium: »Augenscheinlich arbeiten hier verschiedene Stellen nebeneinander, ohne voneinander zu wissen. Herr Prof. Dr. Weickmann war schon im Sommer in Tromsø bei Harang und hat, wie er mir schreibt einen Bericht über die Station an das RLM gemacht von dem wir aber auch keine Kenntnis bekommen haben.«⁶⁷

Plendl leitete die Funkabteilung (Abteilung F) in der Erprobungsstelle der Luftwaffe in Rechlin; Grotrian kommandierte als Hauptmann der Luftwaffe eine in Rechlin stationierte Nachrichtenmittel-Erprobungskompagnie; Karl-Otto Kiepenheuer (1910–1975)

⁶³ Undatierte Aktennotiz. DMA, NL 053/0486.

⁶⁴ Zenneck an Harang, 25. November 1940. ANT, Box 81. Zenneck an Etienne, 25. November 1940. DMA, NL 053/0491.

⁶⁵ Weickmann an Zenneck, 9. Dezember 1940. DMA, NL 053/0492.

⁶⁶ Zenneck an Weickmann, 18. Dezember 1940. DMA, NL 053/0658.

⁶⁷ Zenneck an Grotrian, 10. Januar 1941. DMA, NL 053/0499.

war wie Grotrian ein Experte auf dem Gebiet der Sonnenphysik und von Plendl für die Abteilung F angefordert worden. Der Besuch von Plendl, Kiepenheuer, Goubau und Grotrian in Tromsø war Teil einer Initiative Plendls, mit einem weitgespannten Netz von Echolotungs- und Sonnenbeobachtungsstationen eine Funkberatung aufzubauen, die der Wehrmacht auf allen Kriegsschauplätzen Vorhersagen für die zu Tages- und Nachtzeiten jeweils günstigsten Funkfrequenzen liefern sollte.⁶⁸ Im Vergleich zu Zennecks Zentralstelle für Ionosphärenforschung in München war Plendls Abteilung F in Rechlin, der auch Dieminger und Rawer angehörten, eine militärische Stelle, bei der es primär um kurzfristig verwertbare Anwendungen ging. Nach den unkoordinierten Besuchen des Nordlichtobservatoriums kamen Grotrian und Rawer im Januar 1941 nach München, um mit Zenneck die wechselseitigen Interessen an einem Austausch mit Harang abzuklären. Sie verständigten sich darauf, »dass Funkberatung für die Truppe von Rechlin und die wissenschaftliche Bearbeitung von Ionosphärenfragen von der Zentralstelle durchgeführt werden soll.«⁶⁹ Plendls Abteilung erhoffte sich von Harang jedoch Echolotungen rund um die Uhr. Dazu entsandte sie vier entsprechend ausgebildete Soldaten nach Tromsø, wo sie von Harang »in der Bedienung der Apparatur« und »Durchführung der Messungen« unterwiesen werden sollten. Dies hatte Grotrian mit Harangs vorgesetzter Stelle, dem Norske Institutt for Kosmisk Fysikk in Oslo, vereinbart. »Es ist beabsichtigt, die Zahl dieser Soldaten im Laufe der Zeit zu erhöhen, sobald neue Apparaturen eine stärkere Besetzung der Messapparate erforderlich machen.«⁷⁰

Danach erwog man im Reichsluftfahrtministerium, auch den Austausch zwischen dem Nordlichtobservatorium und Zennecks Münchner Zentralstelle zu intensivieren. Bäumker empfahl Zenneck, »umgehend mit Dr. Harang in Verbindung zu treten und Vereinbarungen hierüber zu treffen.«⁷¹ Zenneck fürchtete jedoch, dass Harang »einen merkwürdigen Eindruck« bekommen könnte, »wenn an den Vereinbarungen jetzt schon wieder etwas geändert würde«. Er wollte erst abwarten, »ob die Verbindung über Rechlin funktioniert.«⁷² Dass Zenneck über das Vorpreschen seiner Schüler in Rechlin nicht erbaut war, machte er auch in einem Brief an die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt deutlich, der er ebenso wie dem Nordlichtobservatorium regelmäßig die Mitteilungen der Zentralstelle schickte. »Inzwischen ist dann Rechlin in die Sache herein gekommen«, so ließ er sein Missfallen durchblicken. Man habe vereinbart, »dass Rechlin die täglichen Ergebnisse von Harang erhält und Rechlin uns diese dann in kleineren Abständen zuschickt. Bis jetzt haben wir von dort nichts bekommen.«⁷³ Auch ein bereits im November 1940 erstellter »Erfahrungsbericht« mit dem Titel »Frequenzberatung der Truppe durch die Funkberatungsstelle Rechlin« wurde Zenneck erst auf Nachfragen im März 1941

68 Seiler, Kommandosache, 2007.

69 Brand (Zentralstelle) an Goubau, 25. Januar 1941. DMA, NL 053/0447.

70 Grotrian an Vegard, 15. März 1941. ANT, Box 81.

71 Bäumker an Zenneck, 4. März 1941. DMA, NL 053/0463.

72 Zenneck an Bäumker, 21. März 1941. DMA, NL 053/0463.

73 Zenneck an Lange (DVL), 24. Februar 1941. DMA, NL 053/0445.

zugestellt.⁷⁴ Rawer gab zu, dass Zenneck durch »Zusendung von Rechlin nicht verwöhnt worden« sei, aber ließ ihn auch spüren, dass man in Rechlin unter Druck stand und nicht so geruhsam arbeiten könne, »wie es in Ihrem wunderbar ruhigen Institut wohl möglich ist.«⁷⁵

Für Harang und seine Vorgesetzten in Oslo war offensichtlich, dass durch die Verwendung ihrer Echolotungen für die Funkberatung in Rechlin von »einer Zusammenarbeit auf rein wissenschaftlichem Gebiete« keine Rede mehr sein konnte. »In dem Augenblicke aber,« beschwerte sich Harang, »als die deutschen Forscher mit Rücksicht auf die Tätigkeit des Observatoriums nicht länger als Kollegen und Gäste, sondern als Wehrmachtsangehörige anzusehen sind, die mit Rücksicht auf die Tätigkeit des Observatoriums nach innen und nach außen eingreifen, muss die gegenseitige Beziehung sofort nach anderen Linien gelenkt werden.« Der Austausch müsse nach der »Haager Landkriegsordnung von 1907« neu geregelt werden.⁷⁶ Einen Tag später schrieb Harangs Vorgesetzter als Vertreter des Norske Institut for Kosmisk Fysikk an Grotrian: »Da die tägliche Mitteilung der Beobachtungen von dem Nachrichtendienst und damit für Kriegszwecke verwendet werden kann, können norwegische Institutionen und norwegische Bürger nicht dazu mitwirken, dass diese tägliche Mitteilungen eingeschickt werden. Solche Mitteilungen werden wir deshalb an unserem Institut nicht abgeben können, ohne dass von dem kompetenten Organ der deutschen Okkupationsmacht eine Requisition veranstaltet wird, welche sich auf dem Haager-Landkriegsordnung von 1907 basiert [sic] und damit übereinstimmt.«⁷⁷ Grotrian behauptete, dass die vom Nordlichtobservatorium gelieferten Daten »bisher in keiner Weise für den Nachrichtendienst oder für direkte Kriegszwecke ausgenützt worden« seien, wollte jedoch auch »nicht leugnen, dass die gesamte Ionosphärenforschung neben ihrem rein wissenschaftlichen Zweck auch im Zusammenhang steht mit Fragen, die den militärischen Nachrichtendienst betreffen.« Dann kam er auf den Kern der Angelegenheit zu sprechen. »Die deutschen Forschungsstellen möchten es aber wenn irgend möglich vermeiden, auf norwegische Institutionen oder norwegische Bürger einen Druck auszuüben oder eine Requisition bei den dafür zuständigen Stellen zu veranlassen.« Man habe deshalb beschlossen, »die bereits angebahnte und praktisch wirksam gewordene Zusammenarbeit mit dem Norske Institut for kosmisk Fysikk allmählich wieder abzubauen und die von uns angestrebten Forschungsziele so weit wie irgend möglich in eigener Regie und mit eigenen Hilfsmitteln durchzuführen.«⁷⁸

Der so angekündigte Abbau der Zusammenarbeit mit dem Norske Institut for Kosmisk Fysikk betraf auch das Nordlichtobservatorium. Nach dem Abzug der »deutschen Beobachter« im Dezember 1941 bat Harang um die Erlaubnis, die benutzten

⁷⁴ Dieminger an Zenneck, 22. März 1941. DMA, NL 053/0440. Der Bericht wurde von Plendl, Dieminger und Rawer verfasst und beschreibt die allgemeinen Grundlagen der Frequenzberatung. Siehe dazu DMA, NL 221/011 und Seiler, Kommandosache, 2007, S. 48.

⁷⁵ Rawer an Zenneck, 24. Februar 1941. DMA, NL 053/1196.

⁷⁶ Harang an Etienne, 27. April 1941. ANT, Box 81.

⁷⁷ Vegard an Grotrian, 28. April 1941. ANT, Box 81. (Zitiert wie im Original).

⁷⁸ Grotrian an Vegard, 13. Mai 1941. ANT, Box 81.

Apparaturen wieder in eigener Regie zu betreiben.⁷⁹ Danach unterhielt die Abteilung F in Rechlin einige hundert Meter entfernt vom Nordlichtobservatorium ihre eigene Station für die Echolotungen, die sie für ihre Funkberatung benötigte. Der Austausch zwischen Zennecks Zentralstelle für Ionosphärenforschung und dem Nordlichtobservatorium blieb davon jedoch unberührt. In seinem zweiten Jahresbericht über die Tätigkeit seiner Zentralstelle an die Luftfahrtakademie verbuchte Zenneck die im September 1940 durch Goubau angeknüpften »Beziehungen zu Herrn Harang« als einen besonderen Erfolg. »Herr Harang hat bald darauf mehrere Messergebnisse mitgeteilt und auch weitere in Aussicht gestellt.« Die Erprobungsstelle der Luftwaffe Rechlin habe erst »nach längeren Schwierigkeiten« aus Tromsø die für die Funkberatung benötigten Messergebnisse bekommen, die seiner Zentralstelle nun über Rechlin zugestellt würden.⁸⁰

Zenneck versandte im Gegenzug monatlich die Mitteilungen seiner Zentralstelle an Harang und an alle Stellen, die daran ein Interesse bekundeten. Dabei handelte es sich jedoch in der Regel nicht um spezifische, für eine Frequenzvorhersage brauchbare Informationen. Am 1. September 1942 verfügte der Chef des Oberkommandos der Wehrmacht, dass dafür ausschließlich die Luftwaffe zu sorgen habe. Die Funkberatung der Luftwaffe sei »in allen Angelegenheiten der Wehrmachtsfunkberatung federführend.«⁸¹ Kurz darauf wurde die Funkberatung von Rechlin nach Wien verlegt, wo sie unter der Leitung von Dieminger als »Zentralstelle für Funkberatung« bis Kriegsende aus den Daten der verschiedenen Echolotungsstationen die Frequenzvorhersage für die Wehrmacht erstellte. Um Missverständnisse über diese beiden Zentralstellen zu vermeiden, stellte Zenneck gegenüber dem Reichsluftfahrtministerium klar, dass sich seine Münchner Zentralstelle »mit der direkten Funkberatung absichtlich nie befasst« habe, »weil wir der Ansicht waren, dass das zuerst von Rechlin eingerichtet worden war und deshalb jede Beteiligung anderer Stellen als Einmischung aufgefasst werden könne. Selbstverständlich ist, dass wir die Stelle gerne in jeder Beziehung unterstützen werden.« Er machte aber auch keinen Hehl daraus, dass das Verhältnis zwischen den beiden Zentralstellen nicht immer ohne Reibungen verlaufen war. »Bezüglich der bisherigen Zusammenarbeit mit Rechlin möchte ich aber darauf hinweisen, dass wir unser Material an Rechlin immer mit absoluter Regelmäßigkeit geliefert, das dortige Material aber früher sehr intermittierend, in letzter Zeit allerdings viel regelmäßiger bekommen haben.«⁸²

»Forschung tut not auch im Kriege«

Sowohl in der Abteilung F der Erprobungsstelle der Luftwaffe in Rechlin als auch in Zennecks Zentralstelle in München ging es um Ionosphärenforschung. Allerdings be-

⁷⁹ Harang an die deutsche Sicherheitspolizei in Tromsø, 15. Januar 1942; Harang an Vegard, 15. Januar 1942. ANT, Box 73

⁸⁰ Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 1941/1942, S. 650.

⁸¹ Erlass des Oberkommandos der Wehrmacht (Fellgiebel), 1. September 1942. DMA, NL 053/0463.

⁸² Zenneck an Rössler, 7. Oktober 1942. DMA, NL 053/0463.

dienten beide ihre jeweiligen Adressaten auf sehr unterschiedliche Art und Weise. Die Abteilung F versorgte ihre Klientel im Frühjahr 1941 mit einer zuerst »nur in beschränktem Umfange« ausgegebenen »Frequenzberatung der Truppe durch die Funkberatungsstelle Rechlin«, die ein Jahr später in zweiter Auflage als »Wellenberatung der Truppe durch die Funkberatungsstelle« an alle mit Kurzwellen operierenden Funkeinheiten verteilt wurde. Darin wurde das für die Anwendung wichtige Wissen auf die Spiegelung der Kurzwellen an »2 Schichten in der höchsten Atmosphäre« konzentriert: »Die untere Schicht heißt E-Schicht, sie liegt etwa 100 km über dem Erdboden, die obere Schicht heißt F-Schicht und liegt wechselnd 250 bis 400 km hoch [...] Man nennt die ganze Region dieser Schichten Ionosphäre. [...] Die Spiegelfähigkeit der beiden Ionosphärenschichten ist abhängig von der Sonnenbestrahlung und daher bei Tag anders (und zwar besser) als bei Nacht, außerdem nach Jahreszeiten sehr verschieden und sogar nach einzelnen Jahren, da ein Teil der Sonnenstrahlung sich noch im Lauf der Jahre beträchtlich verändert.«⁸³ Im Wesentlichen diente die Ionosphärenforschung der Funkberatung als Lieferant von Daten, aus denen die nach Ort und Zeit unterschiedlichen Spiegelungseigenschaften (»Grenzfrequenzen«) der E- und F-Schicht abgeleitet werden konnten.

Zennecks Zentralstelle für Ionosphärenforschung richtete sich im Unterschied dazu nicht an die Wehrmacht, sondern an Stationen, von denen Ionosphären Daten verschiedenster Art erhoben wurden: »Der Zweck soll sein,« so hatte Zenneck schon bei der Gründung der Zentralstelle erklärt, »die Ergebnisse der verschiedenen Ionosphären-Stationen in Deutschland, vorerst derjenigen die im Bereich des Reichsluftfahrtministerium sich befinden, zusammenzufassen, mit den Stationen einen solchen Betrieb zu verabreden, dass die Ergebnisse derselben vergleichbar werden, die Ergebnisse der Zusammenfassung allen in Betracht kommenden Stellen mitzuteilen und die Beziehung mit der Ionosphärenforschung des Auslands aufzunehmen.«⁸⁴ Die Adressatenliste der Zentralstelle umfasste 39 Abnehmer, darunter Institutionen wie die Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung (Nr. 1) oder die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt (Nr. 6), akademische Institute wie die Sternwarte Göttingen (Nr. 14), die Universitätssternwarte Berlin-Babelsberg (Nr. 26) oder das Institut für theoretische Physik der Universität Köln (Nr. 27), sowie Einzelpersonen, die jeweils eine Forschungsstelle repräsentierten, wie Julius Bartels (1899–1964) vom Geophysikalischen Institut der Universität Berlin in Potsdam (Nr. 2), Friedrich Vilbig (1903–1988) von der Forschungsanstalt der Reichspost (Nr. 16) oder Leiv Harang vom Nordlichtobservatorium in Tromsø (Nr. 23). Militärische Stellen wie das Nachrichtenmittel-Versuchskommando der Marine (Nr. 10) und das Heereswaffenamt (Nr. 36) wurden ebenfalls bedacht, bildeten aber eher Ausnahmen in dem bunten Strauß der Adressaten.⁸⁵ Schon diese Liste zeigt, dass Zennecks Zentralstelle die Erforschung der Ionosphäre in einem wesentlich breiteren Umfang in den Blick nahm als die Funkberatung in Rechlin.

⁸³ DMA, NL 221/11.

⁸⁴ Zenneck an Plendl, 17. November 1939. DMA, NL 053/0429.

⁸⁵ Adressatenliste der Zentralstelle, undatiert (1940–1943). DMA, NL 053/0468.

Das bedeutet nicht, dass sich Zennecks Ionosphärenforschung als »reine« Wissenschaft von der »angewandten« Forschung seiner Schüler in Rechlin unterscheiden lässt. Auch für Zenneck ging es darum, praktisch verwertbare Erkenntnisse aus den Messungen abzuleiten. Dies machte er am 31. Mai 1940 bei einer Sitzung der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung mit einem Vortrag über »Grundsätzliche und praktische Fragen der Ionosphärenforschung« unmissverständlich deutlich, in dem er vor allem auf die Messmethoden und die Auswertung der Messergebnisse einging. Mit Verweis auf die langjährigen Erfahrungen mit der Station am Herzogstand stellte er die zwei inzwischen allgemein eingeführten Messmethoden zur Bestimmung der »wirksamen Höhe« der Ionosphärenschichten bei fester Frequenz der bei veränderlicher Frequenz gegenüber. Vor allem letztere, die so genannten »Durchdrehaufnahmen«, eigneten sich zur Bestimmung der »Grenzfrequenzen« und Reflexionshöhen der Ionosphärenschichten. »Auf der Station am Herzogstand wurden früher in der Stunde je eine solche Aufnahme, neuerdings je zwei gemacht; man bekommt also jetzt am Tag 48 Aufnahmen.« Dazu präsentierte er auch ein Formblatt für die Darstellung solcher »Durchläufe«. Aus diesen Daten ergaben sich Kurven für den mittleren täglichen Verlauf der Grenzfrequenzen der jeweiligen Ionosphärenschichten. Über einen Monat gemittelt konnte man aus einem Vergleich dieser »Monatsmittel« die jahreszeitliche Variation der Ionosphäre ablesen. Ein weiterer Abschnitt von Zennecks Vortrag war dem Thema »Sonnentätigkeit und Ionosphäre« gewidmet. Darin kam er auch auf den in den 1930er Jahren noch rätselhaften »Mögel-Dellinger-Effekt« zu sprechen, eine plötzlich auftretende Störung des Kurzwellenfunks, für die Zenneck die bei Sonneneruptionen emittierte UV-Strahlung verantwortlich machte. »Damit stimmt auch überein, dass der Mögel-Dellinger-Effekt nur auf der Tagseite der Erde beobachtet wird«, so schloss er eine Korpuskelstrahlung als Ursache aus, die erst mit zeitlicher Verzögerung bei der Erde ankommen würde und sich deshalb auch auf der Nachtseite bemerkbar machen würde. Daher sei der »Mögel-Dellinger-Effekt« auch zu unterscheiden von erdmagnetischen Störungen, die häufig mit Nordlichtern einhergingen und die Vermutung nahelegten, dass sie durch die Korpuskularstrahlung der Sonne verursacht wurden. »Darüber ist aber z. Zt. sehr wenig bekannt.«⁸⁶

Auf ähnliche Weise präsentierte Zenneck am 11. Februar 1941 den Mitgliedern und Freunden der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Harnack-Haus in Berlin-Dahlem »Neuere Ergebnisse der Ionosphärenforschung«.⁸⁷ Dabei rückte er noch deutlicher als bei der Luftfahrtakademie die offenen Fragen in den Vordergrund. In einem Abschnitt über die »Abnormale E-Schicht« thematisierte er eine Erscheinung, die sich bei Durchdrehaufnahmen durch eine über ein größeres Frequenzgebiet ausgedehnte Reflexion in der Höhe der E-Schicht bemerkbar machte und beim Übergang zur Reflexion an der F-Schicht abwechselnd sowohl Reflexionen an der E- und F-Schicht zeigte. Er erklärte dies mit der Annahme einer wolkenigen Struktur der E-Schicht, die durch die Korpuskularstrahlung der Sonne erzeugt werde, da diese Erscheinung nicht auf die von der Sonne

⁸⁶ Zenneck, Grundsätzliche und praktische Fragen, 1942, S. 81.

⁸⁷ Telschow an Zenneck, 20. Juli 1940; Zenneck an Telschow, 6. August 1940. DMA, VA 0996/5.

beleuchtete Atmosphäre beschränkt war. »Dafür spricht ferner, dass die Häufigkeit des Auftretens der abnormalen E-Schicht je nach der geographischen Breite verschieden ist, genau wie bei den Nordlichtern.« Mit der Erforschung solcher Phänomene würden die Vorgänge in der Ionosphäre und ihre Beziehungen zur Sonne »eine ganz ungeahnte Erweiterung« finden. »Jedes Lehrbuch der Geophysik wird künftig ein großes Kapitel mit der Überschrift »Die Ionosphäre« enthalten.« Auf die praktischen Anwendungen ging er eher beiläufig ein: »Auf Grund der Beobachtung der Ionosphäre kann man angeben, ob an dem betreffenden Tag eine zuverlässige Funkverbindung möglich ist oder nicht. Man kann auch angeben, in welchem Frequenzgebiet man arbeiten muss, um eine möglichst günstige Übertragung auf eine bestimmte Entfernung zu erhalten.« Außerdem habe die ungleichmäßige Ionisierung der abnormalen E-Schicht eine Störung der Ausbreitungsrichtung der Kurzwellen zur Folge. »Die Wellen werden dann im Empfänger nicht aus der Richtung ankommen, in der der Sender liegt, und die Funkpeilung wird falsch.« Das betraf vor allem die Luftwaffe, denn eine fehlerhafte Funkpeilung gefährdete die Flugnavigation. »Es ist also verständlich«, so schloss Zenneck seinen Vortrag, »dass sich für den Stand der Ionosphärenforschung nicht nur Physiker und Geophysiker, sondern auch noch andere Stellen interessieren.«⁸⁸

Weitere, das wissenschaftliche Interesse an der Ionosphärenforschung betonende Darstellungen veröffentlichte Zenneck 1942 in »Forschungen und Fortschritte« und in den »Naturwissenschaften«.⁸⁹ In seinen jährlichen Berichten über die Tätigkeit seiner Zentralstelle an die Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung rückte er dagegen die Anwendungen in den Vordergrund. »An mehrere wissenschaftliche und Heeresinstitute konnten Auskünfte auf Anfragen erteilt werden, die sich auf die Ionosphäre und die Ausbreitung elektrischer Wellen und damit im Zusammenhang stehende Störungen bezogen«, vermerkte er für den Berichtszeitraum 1942/1943.⁹⁰ Die von der Versuchstation Herzogstand erstellten monatlichen Berichte über den Zustand der Ionosphäre seien wie schon in den Vorjahren »den daran interessierten Dienststellen der Wehrmacht und Forschung zugeleitet« worden, berichtete er ein Jahr später. »Durch Beschaffung und Weitergabe von Photokopien wichtiger inländischer und besonders ausländischer Veröffentlichungen konnten wir die Arbeiten anderer Stellen unterstützen und unsere Zusammenarbeit mit ihnen fördern. Einige russische Arbeiten ließen wir wieder übersetzen.«⁹¹ Zusammen mit seinen Mitarbeitern von der Herzogstand-Versuchsstation berichtete er auch über die dort während der letzten beiden Jahre durchgeführten Echolotungen, die besonders den von der »abnormalen E-Schicht der Ionosphäre« verursachten Störungen auf den Grund gingen, die Vorhersagen für die Funkberatung erschwerten.⁹² Der 1943 veröffentlichte Band der Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung enthielt zwei Arbeiten von Jakob Oskar Brand, Zennecks Mitarbeiter

88 Zenneck, Neuere Ergebnisse, 1941, S. 266–272.

89 Zenneck, Einige grundlegende Fragen, 1942; Zenneck, Fragen und Ergebnisse, 1942.

90 Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 1942/1943, S. 502.

91 Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 1943/1944, S. 188.

92 Dessauer u. a., Auftreten, 1942; Dessauer u. a., Ionosphärenmessungen, 1943.

in der Münchener Zentralstelle für Ionosphärenforschung, sowie zwei von Zenneck mit Rudolf Eyfrig, seinem Mitarbeiter in der Herzogstand-Station, verfasste Arbeiten.⁹³ Die Herzogstand-Station unterstand der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt und galt als »Rüstungsbetrieb«, was ihren Mitarbeitern die Einberufung zur Wehrmacht ersparte und der Station gegenüber anderen zivilen Stellen einen privilegierten Status bescherte.⁹⁴ Damit einher ging auch eine Prüfung ihrer Forschungsergebnisse durch das Reichsluftfahrtministerium auf Geheimhaltung. »Die Arbeit Dr. Eyfrig über ›Störungen der Ionosphäre beim Auftreten von Nordlicht‹ ist vom RLM zur Veröffentlichung nicht freigegeben worden«, beschied die DVL Zenneck zum Beispiel in einem Fall. Sie wurde danach als geheimer Forschungsbericht herausgegeben und nur einzelnen Interessenten zugänglich gemacht, die ein begründetes Interesse daran vorweisen konnten.⁹⁵

Die Ionosphärenforschung lässt sich also innerhalb der Skala zwischen reiner Grundlagenwissenschaft und geheimer Kriegsforschung nicht einfach verorten. Das trifft auch auf andere Forschungsbereiche zu, die je nach Anlass und Kontext als kriegswichtig oder als reine Wissenschaft präsentiert wurden. In der Physik, wo die Grundlagen-orientierte Forschung an Quanten- und Relativitätstheorie von Seiten der »Deutschen Physik« ideologischen Angriffen ausgesetzt war, sorgte der DPG-Vorsitzende Carl Ramsauer (1879–1955) im Januar 1942 mit einer »Eingabe« an den Reichserziehungsminister Bernhard Rust für Aufsehen, in der er den Verlust der früheren Vormachtstellung Deutschlands in der Physik gegenüber Amerika beklagte und dafür nicht zuletzt eine Vernachlässigung der modernen theoretischen Physik verantwortlich machte. Ein »Gedeihen der Gesamtp Physik ohne ein Gedeihen der theoretischen Physik« sei unmöglich, gerade die »moderne theoretische Physik« habe Leistungen aufzuweisen, »welche auch für Wirtschaft und Wehrmacht von wesentlicher Bedeutung werden können«.⁹⁶ Auch im Reichsluftfahrtministerium wurde über Sinn und Zweck wissenschaftlicher Forschung in Kriegszeiten diskutiert. »Es gehört nun zu den Aufgaben der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung, sich mit den grundsätzlichen Fragen der Wissenschaft auseinanderzusetzen«, dozierte Baeumker in einem Vortrag über »Auswirkungen einiger technischer Neuerungen in der Kriegführung« bei einer Akademiesitzung im April 1941.⁹⁷ »Das Grundthema aller Vorträge sollte etwa folgendes sein«, so bereitete er im Jahr darauf eine für den »Tag der Luftwaffe« am 2. März 1942 geplante Vortragsveranstaltung im »Haus der Flieger« vor: »Die Forschung ist die Vorläuferin der technischen Neuentwicklung [...] Auf dem Gebiete der Forschung anfallende grundsätzliche Neuerkenntnisse haben starke Ände-

⁹³ Brand, Schwankungen, 1943; Brand, Vergleich, 1943; Eyfrig/Zenneck, Berücksichtigung, 1943; Eyfrig/Zenneck, Ionisation, 1943.

⁹⁴ DVL, Bescheinigung der Kriegswichtigkeit, 15. April 1940. DMA, NL 053/0422; Herzogstand-Station an das Ernährungsamt Bad Tölz, Antrag auf Zuteilung von Werkküchenverpflegung, 13. Mai 1942. DMA, NL 053/0416.

⁹⁵ DVL an Zenneck, 4. Juni 1941. DMA, NL 053/0467. Die Arbeit wurde als Forschungsbericht Nr. 1457 herausgegeben. Zu den weiteren Arbeiten der Herzogstand-Station siehe Renner/Rothe, Funkstation, 2014, S. 129–201, 306–311.

⁹⁶ Eingabe an Rust, 20. Januar 1942. Abgedruckt in Hoffmann/Walker, Physiker, 2007, Dokumentenanhang, S. 594–617, hier S. 596.

⁹⁷ Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 1941/1942, S. 384.

rungen des linearen Ablaufs der normalen Entwicklungstätigkeit zur Folge. Deshalb sind Forschungsergebnisse dieser Art von besonderem Wert.« Zenneck werde »einige interessante Einzelheiten aus den Erfahrungen seines Lebens über Beziehungen von Forschung zu Großerzeugung berichten.«⁹⁸ Zenneck sollte bei dieser Gelegenheit über »Leistungen der Forschung in der Vergangenheit« vortragen.⁹⁹ Als die Tagung um zwei Monate auf den 8. Mai 1942 verschoben wurde, erwog Zenneck mit Blick auf Ramsauers Eingabe noch Änderungen an seinem bereits eingereichten Redemanuskript. Als neuer Titel erschien ihm jetzt »Forschung und Krieg« passender.¹⁰⁰ Am Ende entschied er sich in Absprache mit Baeumker aber doch gegen einen direkten Bezug zur Ramsauer'schen Eingabe; der Titel wurde von Baeumker in »Leistungen der deutschen Forschung« abgeändert.¹⁰¹ Die Presseabteilung des Propagandaministeriums wollte den Vortrag publizieren, verlangte aber »ganz erhebliche Streichungen bzw. Umarbeitungen«, wie Zenneck an Baeumker schrieb. »Ich habe daraufhin vorgeschlagen, von dem Druck des Vortrages abzusehen. Der nach dem Sinn der Presseabteilung umgearbeitete Vortrag würde so nichtssagend werden, dass sich jeder Leser fragen würde, weshalb man diesen Vortrag gehalten und sogar gedruckt hat.«¹⁰²

Zwei Jahre später wurde der Vortrag ungekürzt gedruckt. Ernst Brüche, der Zenneck in seiner Amtszeit als DPG-Vorsitzender als »Gschaftlhuber« Ärger bereitet hatte (siehe S. 139) und nun als Herausgeber der »Physikalischen Blätter« fungierte, fand diesen Vortrag des »Altmeisters der drahtlosen Telegraphie« so bemerkenswert, dass er ihn im ersten Band seiner Zeitschrift in zwei Teilen unter dem Titel »Die Bedeutung der Forschung« und »Forschung tut not auch im Kriege« publizierte.¹⁰³ Brüche hatte sich als Industriephysiker bei AEG und Miterfinder des Elektronenmikroskops einen Namen gemacht.¹⁰⁴ In seiner »Anmerkung des Herausgebers für den Nichtphysiker« fasste er die Quintessenz von Zennecks Vortrag folgendermaßen zusammen: »Im Kriege neigt man dazu, eine scharfe Grenze zu ziehen zwischen Forschungen, die der Lösung bestimmter lohnender Aufgaben dienen und Forschungen, die auf weite Sicht unternommen sind, ohne dass zunächst an eine Auswertung gedacht ist. Es entsteht so leicht der Eindruck, dass nur erstere wirklich kriegswichtig sind. Demgegenüber muss immer wieder betont werden – und die Ausführungen von Geheimrat Zenneck geben starke Beispiele dafür, dass die »Grundlagenforschung« heute einer besonders starken Förderung bedarf, da sie oft hinter der gegenwartsnahen Zweckforschung zurücktritt, wie die Physik hinter der Technik, deren Fundament sie ist.«¹⁰⁵

⁹⁸ Baeumker an Kurt Tank, Abschrift an Zenneck, 23. Dezember 1941. DMA, NL 053/0668.

⁹⁹ Boje an Zenneck, 16. April 1942. DMA, NL 053/0669.

¹⁰⁰ Zenneck an Boje (RLM), 31. März 1942. DMA, NL 053/0669.

¹⁰¹ Zenneck an Boje, 24. April 1942. DMA, NL 053/0669. Zenneck an Baeumker, 5. Mai 1942. DMA, NL 053/0653.

¹⁰² Zenneck an Baeumker, 2. Juli 1942. DMA, VA 0996/2.

¹⁰³ Zenneck, Bedeutung, 1944; Zenneck, Forschung, 1944.

¹⁰⁴ Müller, Birth, 2009.

¹⁰⁵ Brüche in Zenneck, Bedeutung, 1944, S. 12.

Der 70. Geburtstag

Im Jahrbuch der Luftfahrtakademie wurden für Zenneck zwei Münchner Dienstanschriften vermerkt: die Zentralstelle für Ionosphärenforschung und das Deutsche Museum.¹⁰⁶ Damit sind auch die beiden Bereiche umrissen, die Zenneck nach seiner Entpflichtung von seinem Professorenamt an der Technischen Hochschule weiter am Herzen lagen. Die Zentralstelle diente ihm nur als Postadresse für seine Korrespondenz in Sachen Ionosphäre, seinen Arbeitsalltag verbrachte er jedoch in seinem Dienstbüro im Deutschen Museum. Wenn er sich nicht in seiner Privatwohnung in Schwabing oder zum Jagen oder Fischen in seinem Ferienhaus in Altheggenberg aufhielt, konnte man ihn auf der Isarinsel antreffen, wo er sein Amt als Vorstand des Deutschen Museums ausübte.

Wie sehr man den emeritierten Geheimrat im Museum schätzte, zeigte sich bei der Veranstaltung einer großen Ehrenfeier zu seinem 70. Geburtstag am 15. April 1941. Die Vorbereitungen dafür begannen mehr als zwei Monate vorher mit dem Druck von Einladungskarten an ausgewählte Gäste, »im Hotel Vier Jahreszeiten an einem einfachen Frühstück teilzunehmen« und mit Überlegungen, ob man dem Jagd-begeisterten Jubilar einen »Feldstecher aus dem neuen, nicht reflektierenden Glas« oder ein Jagdgewehr als Geburtstagsgeschenk überreichen solle.¹⁰⁷ Die Feier fand dann in einem festlich geschmückten Saal im Bibliotheksbau des Museums statt. Die Auseinandersetzungen mit Todt (siehe S. 135) schienen überwunden. »In Vertretung von Reichsminister Dr. Todt, dem Leiter des Hauptamtes für Technik der NSDAP, und Reichswalter des NS-Bundes Deutscher Technik, war Dienstleiter Dipl.-Ing. Saur erschienen, der die Glückwünsche überbrachte und dem Jubilar das ihm vom Führer verliehene Kriegsverdienstkreuz überreichte.« Mit dieser Nachricht informierte die »Deutsche Technik«, das von Todt herausgegebene Organ des Hauptamtes für Technik der NSDAP, im Maiheft 1941 seine Leser.¹⁰⁸ Falls es je ein Zerwürfnis zwischen Zenneck und Todt beziehungsweise dessen Stellvertreter Karl-Otto Saur (1902–1966) gegeben hatte, war davon nichts mehr zu spüren. Der »Völkische Beobachter« berichtete, dass »die Ingenieure des Nationalsozialistischen Bundes Deutscher Technik dem großen Forscher und Lehrer für die Fortführung seines Werkes weiterhin Erfolg wünschen und ihm danken als einem Manne, der seiner engen Verbundenheit mit dem technischen Schaffen durch sein Wirken im Deutschen Museum ein bleibendes Denkmal gesetzt habe.«¹⁰⁹

Neben dem Kriegsverdienstkreuz brachte der runde Geburtstag Zenneck die Ehrenmitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für technische Physik und in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft sowie zahllose Bekundungen großer Wertschätzung durch namhafte Repräsentanten aus Wissenschaft und Politik ein.¹¹⁰

¹⁰⁶ Jahrbuch der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 1941/1942, S. 770.

¹⁰⁷ Bruckmann an Fuchs, 17. Februar 1941. DMA, VA 0996/4.

¹⁰⁸ Deutsche Technik, 9. Mai 1941, S. 262.

¹⁰⁹ Völkischer Beobachter, 16. April 1941. Siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 115.

¹¹⁰ Münchner Neueste Nachrichten, 16. April 1941.



Abb. 1 Zu seinem 70. Geburtstag wurde Zenneck von Totds Stellvertreter Karl-Otto Saur das Kriegsverdienstkreuz verliehen. Links neben ihm sitzend Adolf Baeumker.

Nach der Festveranstaltung im Deutschen Museum feierte auch die Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung in Berlin den Jubilar im Rahmen einer geschlossenen Wissenschaftssitzung der ordentlichen Mitglieder am 25. April 1941. Die Laudatio hielt sein Experimentalphysik-Kollege Robert Wichard Pohl (1884–1976), der sich seit langem mit Zenneck kollegial verbunden fühlte.¹¹¹ »Wir wissen alle, dass Sie ungern in den Vordergrund treten und dass auch bei festlichem Anlass keinerlei Überschwänglichkeit von Ihnen geduldet wird«, so eröffnete Pohl seine Ansprache. »Dem soll auch Rechnung getragen werden.« Dann folgte eine Würdigung, die nicht mit Lob geizte und Zenneck zu der Entgegnung veranlasste: »Sie, Herr Pohl, hatten angekündigt, Sie wollten nicht überschwänglich sein. Ich möchte bloß wissen, was Sie gesagt hätten, wenn Sie überschwänglich geworden wären.«¹¹² Der launig vorgetragene Austausch von Nettigkeiten fand in Gegenwart von Generaloberst Ernst Udet (1896–1941) statt, dessen 45. Geburtstag bei dieser Gelegenheit mitgefeiert wurde. Udet leitete das Technische Amt im Luftfahrtministerium und war für die Ausrüstung der Luftwaffe zuständig. Zenneck sprach Udet im Namen der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung die Geburtstagsglückwünsche aus und überreichte ihm als Geschenk das Faksimile eines Holzschnitts, das den »Besuch

¹¹¹ Pohl an Zenneck, 11. Mai und 13. Oktober 1936. DMA, NL 053/1067.

¹¹² Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung, Sonderheft 1941, S. 23–26.

Kaiser Maximilians in der Waffenschmiede« im 16. Jahrhundert zeigte. »Ich überreiche es Ihnen als dem Waffenschmied unserer Luftmacht und bitte Sie, dieses Bild zu betrachten als die Abbildung des Büros eines ›Kollegen‹ vor 400 Jahren.«¹¹³

Nach den Festveranstaltungen im Deutschen Museum und in der Luftfahrtakademie folgten Geburtstagsartikel in Fachzeitschriften von Kollegen und Schülern, die Zennecks wissenschaftliches Lebenswerk und seine Schule-bildende Hochschultätigkeit würdigten.¹¹⁴ Besonderen Anklang fand ein 17-seitiges Typoskript von Zennecks langjährigem Kollegen an der TH München Ernst von Angerer, das vom Deutschen Museum vervielfältigt und an Freunde Zennecks verteilt wurde. Die darin enthaltenen persönlichen Erinnerungen porträtierten Zenneck als einen Institutschef, dem »alles Bonzenhafte« fernlag. Oft pflegte er, so Angerer, »mit dem einen oder anderen seiner Herren in den frühen Morgenstunden auszureiten, oder er fuhr, mit einem dicken Aktenbündel im Rucksack, auf die Jagd, zum Fischen, oder – in Begleitung von Frau und Kindern – auf seine Skihütte in den Bayerischzeller Bergen. Es ist verständlich, dass ihn, der für die Schönheit der Natur immer ein offenes Auge gehabt hat, besonders die Hochgebirgsjagd – Gamsbrunft, Auerhahnbalz, Hirschbrunft – beglückte.«¹¹⁵ Angerer erinnerte sich auch lebhaft an die 1920er Jahre, als Zenneck das physikalische Institut an der TH München neu aufgebaut hatte. »Zum Teil war dies wohl eine Nachwirkung des Krieges«, so erklärte er Zennecks Motivation. In einer Rede habe Zenneck damals die Physik auch in ihrer Bedeutung »als Mittel zur Landesverteidigung« stärken wollte. »Würde man heute irgendeiner Wehrmacht ihre physikalischen Hilfsmittel entziehen, so würde es ihr gehen wie einem Mann, der über mächtige Körperkräfte verfügt, aber das Hör- und Sehvermögen verloren hat.«¹¹⁶ Damit durfte sich Angerer, der 1941 beim Heereswaffenamt Kriegsdienst leistete, der Zustimmung von Zenneck und seinen Freunden sicher sein. »Offenbar hat die kleine Schrift viel Freude bereitet und das alte Zusammengehörigkeitsgefühl neu gestärkt«, bedankte er sich beim Deutschen Museum über die Verbreitung seiner Erinnerungen.¹¹⁷

Das Deutsche Museum im Krieg

Zwei Monate später wurde der Krieg für Zenneck zur persönlichen Tragödie. Sein jüngster, 1920 geborener Sohn Erwin fiel gleich am ersten Tag des Überfalls auf die Sowjetunion, am 22. Juni 1941, beim Sturm auf die Festung von Brest-Litowsk. »Er war Leutnant in einem Artillerie-Regiment«, schrieb Zenneck einem Kollegen. »Es wird uns

¹¹³ Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung, Sonderheft 1941, S. 20. Siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 89–90.

¹¹⁴ Barkhausen, Jonathan Zenneck, 1941; Hahnemann, Jonathan Zenneck, 1941; Rukop, Jonathan Zenneck 70. Geburtstag, 1941; Rukop, Jonathan Zenneck zum 70. Geburtstag, 1941; Sommerfeld, Jonathan Zenneck, 1941.

¹¹⁵ Angerer, Geheimrat, 1941, S. 14.

¹¹⁶ Ebd., S. 12.

¹¹⁷ Angerer an das Deutsche Museum, 19. Mai 1941. DMA, VA 0996/4.

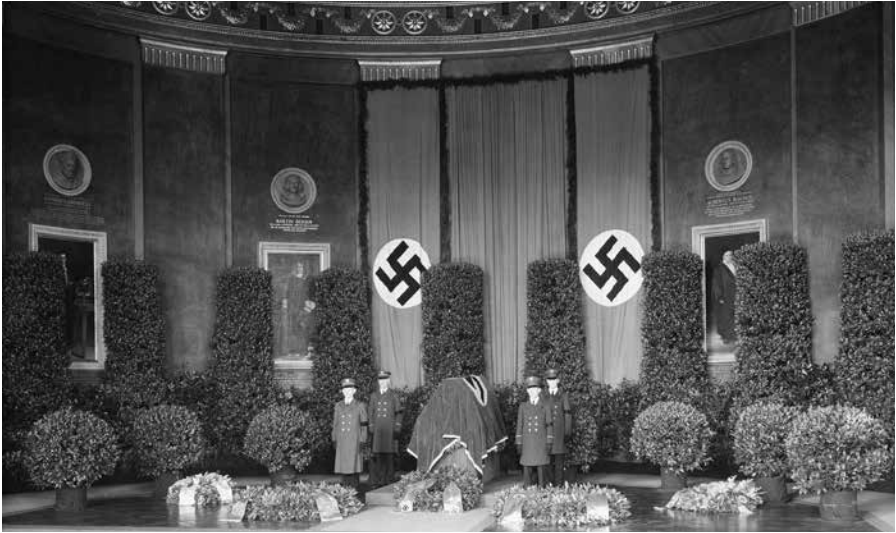


Abb. 2 Ehrenwache am 5. September 1941 für den im Ehrensaal des Deutschen Museums aufgebahrten Hugo Bruckmann, der auf Hitlers persönliche Anordnung tags darauf mit einem Staatsbegräbnis geehrt wurde.

außerordentlich schwer, uns mit dem Gedanken abzufinden, dass der freundliche, fröhliche Junge nie wieder zurückkommen wird.«¹¹⁸ Auch im Deutschen Museum wurde Zenneck mit Todesfällen im engeren Umfeld konfrontiert. Innerhalb eines halben Jahres starben seine Vorstandskollegen Hugo Bruckmann, Conrad Matschoß und Fritz Todt. Vor allem das von Hitler persönlich angeordnete Staatsbegräbnis für Bruckmann sorgte für Aufsehen.

Danach fiel Zenneck allein die ganze Verantwortung für die Museumsleitung zu. »Ein naturwissenschaftliches oder technisches Museum, das sich der raschen Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik nicht anpasst, ist nichts als eine Antiquitäten-Sammlung«, so formulierte er 1941 die Herausforderung, mit der er sich konfrontiert sah. Den Anschluss an aktuelle Entwicklungen herzustellen sei »die Aufgabe der Museumsleitung«. Ein technisches Museum müsse »Technikgeschichte bis zur Gegenwart« darstellen.¹¹⁹

Im Krieg war an eine Erfüllung dieses Anspruchs jedoch nicht zu denken. Das Museumspersonal wurde zum großen Teil zum Militärdienst eingezogen und schrumpfte von 215 Angestellten im Jahr 1939 auf etwa 60 bei Kriegsende zusammen.¹²⁰ Als Museumsleiter musste sich Zenneck unter den Kriegsverhältnissen damit begnügen, bei wenig Personal den Museumsbetrieb aufrecht zu erhalten und nach dem Einsetzen des Bom-

¹¹⁸ Zenneck an Cranz, 9. Oktober 1941. DMA, NL 053/0668.

¹¹⁹ Zenneck, Anpassung, 1941, S. 143, 148. Siehe dazu auch das Manuskript in DMA, VA 0996/1.

¹²⁰ Mayr, Wiederaufbau, 2003, Kap. 2.

benkriegs wertvolle Teile aus den Sammlungsabteilungen in geschützte Räumlichkeiten außerhalb Münchens auszulagern. Auch wenn er kaum nennenswerte Anpassungen an die aktuellen Entwicklungen in Naturwissenschaft und Technik im Sinn einer »Technikgeschichte bis zur Gegenwart« vornehmen konnte, wurde ihm das Museum dennoch zu einer Art zweiter beruflicher Heimat. 1937 hatte er im neuen Kongress-Saal des Museums eine Serie von populären »Wintervorträgen« begründet, für die er namhafte Wissenschaftler wie zum Beispiel den Ballistiker Hubert Schardin (1902–1965) gewinnen konnte, der sein Publikum mit Geschoss-Aufnahmen begeisterte und sich dem Museum für den Ausstellungsbereich »Wehrwissenschaft« als Berater anbot.¹²¹ Zenneck steuerte auch selbst jedes Jahr einen der Wintervorträge bei. Deren Titel lauteten: »Das elektrische Licht« (1937), »Erweiterung unserer Sinne durch Physik und Technik« (1938), »Physik und Musik der Orgel« (1939), »Die physikalischen Grundlagen des Wechselstroms« (1940), »Die Erforschung der höchsten Schichten der Atmosphäre« (1941), »Die elektrische Natur des Lichts« (1942) und »Das Elektron in Wissenschaft und Technik« (1943).¹²² Trotz des Krieges waren diese Vorträge »vorzüglich besucht – die mittlere Besucherzahl betrug z. B. im letzten Winter über 800«, stellte Zenneck im Jahr 1942 fest. »Als größter und schönster Saal der Stadt München« werde der Kongress-Saal derzeit »für fast alle größeren Veranstaltungen und Konzerte – im vergangenen Jahr waren es 65 – verwendet. Er ist der Festsaal der Stadt München geworden.« Auch der Sammlungsbau galt nach wie vor als eine Münchner Attraktion, auch wenn die Besucher im Krieg »zum großen Teil Wehrmachtsangehörige aus den Truppen in der Nähe von München, Urlauber, Verwundete und Genesende« waren.¹²³ Ein Museumsbesuch galt bei der Wehrmacht als »Maßnahme zur Erhaltung und Stärkung des Wehrwillens«. Vor allem die Sammlung elektrotechnischer Apparate verlieh dem Museum den Charakter einer Fortbildungseinrichtung. Marine, Heer und Luftwaffe schickten ihre Soldaten zu Lehrgängen ins Museum. Auch die SS und die Organisation Todt, deren Verwaltung zeitweise im ersten Stock des Bibliotheksbaus untergebracht wurde, veranstalteten für ihre Mitglieder Museumsbesuche. Noch im Frühjahr 1944 beantragte Zenneck beim Reichsforschungsrat finanzielle Unterstützung, um die Elektrotechnik im Museum didaktisch aufzubereiten.¹²⁴

Dennoch konnte mit den zunehmenden Bombenangriffen von einem regulären Museumsbetrieb bald keine Rede mehr sein. In einem Anhang zum Verwaltungsbericht für das Geschäftsjahr 1942/1943 vermerkte Zenneck, dass »mit Rücksicht auf die gegenwärtigen Verhältnisse« künftig keine Ausschusssitzungen mehr abgehalten würden und er die Ausschusmitglieder stattdessen auf dem Postweg durch monatliche Kurzberichte »über besondere Ereignisse im Deutschen Museum« informieren würde. »Wie im April-Bericht ausgeführt war, ist ein Teil wertvoller Geräte, Maschinen und Bücher im Keller-

¹²¹ Sichau, *Bildung*, 2010, S. 348–349.

¹²² DMA, NL 053/0771.

¹²³ Zennecks Manuskript über »Das Deutsche Museum – Aufgaben und Einrichtungen«, undatiert [1942]. DMA, VA 0996/1.

¹²⁴ Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 114–115.



Abb. 3 Die zerstörte Mittelhalle des Sammlungsbaus des Deutschen Museums nach einem Bombenangriff am 21. Juli 1944.

geschoss des Museums zum Schutz gegen Fliegergefahr untergebracht«, berichtete er zum Beispiel im Juni 1943. Im Septemberbericht ist von Bombeneinschlägen »in nicht allzu großer Entfernung« die Rede. »Die Folge davon waren große Zerstörungen an den Fenstern und Fensterkreuzen hauptsächlich im Norden (Saalbau) und Süden.« Im Geschäftsbericht für 1943/1944 hob er besonders die Auswirkungen eines Luftangriffs in der Nacht vom 24. auf den 25. April 1944 hervor, bei dem »schätzungsweise 200 Brandbomben« auf das Museum abgeworfen worden seien. Die Bibliothek selbst sei »glücklicherweise unversehrt geblieben«, aber die »Leistungsschau der Deutschen Bautechnik«, die zu Ehren von Todt im Obergeschoss des Bibliotheksbaus untergebracht war und »auf deren Entfernung wir wegen der großen Feuersgefahr schon seit langer Zeit gedrängt hatten«, sei »vollkommen ausgebrannt«. Am 25. Juli 1944 berichtete Zenneck von schweren Schäden nach einem vier Tage zuvor erfolgten Bombenangriff, der dem weiteren Museumsbetrieb im Sammlungsbau ein Ende bereitete. »Es sind 12 Volltreffer von Sprengbomben in die Gebäude des Deutschen Museums eingeschlagen. Außerdem sind in unmittelbarer Nähe 20 Sprengbomben niedergegangen, deren Druckwellen in den Sammlungen erheblichen Schaden angerichtet haben.«¹²⁵

125 Berichte über Kriegsschäden. DMA, VA 0997/1.

1943 gab Zenneck seine Wohnung in Schwabing auf und zog nach Althegnenberg in sein Wochenendhaus, das er schon seit 1937 als Refugium genutzt hatte, »um ruhig arbeiten zu können.«¹²⁶ Die Stadtwohnung sei »bei jedem Fliegerangriff auf München beschädigt worden, glücklicherweise aber nie so, dass sie unbewohnbar geworden wäre«, so beschrieb er die Situation vor dem Umzug nach Althegnenberg, wo er neben dem Wochenendhaus auch »eine Jagd und Fischwasser« hatte. »Leider ist man dort nach den letzten Erfahrungen auch nicht mehr sicher. Aber das Leben auf dem Lande ist immer noch angenehmer als in der Stadt.«¹²⁷ Im Januar 1944 zog er sich eine schwere Lungen- und Rippenfellentzündung zu, die ihn zu einem vierwöchigen Aufenthalt im Schwabinger Krankenhaus zwang.¹²⁸ »Glücklicherweise ist alles gut abgelaufen und ich fühle mich, abgesehen von einer kleinen Störung des Rippenfells wieder ganz wohl und leistungsfähig«, meldete er sich im April 1944 zur Arbeit im Museum zurück.¹²⁹ Dort erwarteten ihn aber nur neue Niederschläge. Das Museum habe »eine ganze Anzahl Volltreffer bekommen«, schilderte er dem Direktor des Technikmuseums in Stockholm die Folgen der Luftangriffe vom 21. Juli 1944: »Es sah nach dem letzten und schwersten Angriff, den ich im Museum mitgemacht hatte, in den Sammlungen wüst aus. Die Abteilungen Schiffbau und Flugtechnik, ebenso Kraftmaschinen, Textilindustrie und Papierfabrikation sind fast vollkommen zerstört. Die Decke der großen Schiffbauhalle ist zum großen Teil eingestürzt, der schöne, große Festsaal größtenteils ausgebrannt, die Konzertorgel zerstört.« Man werde aber »den Kopf nicht hängen lassen, sondern versuchen nach Kriegsende das Zerstörte wieder aufzubauen.«¹³⁰ Der Brief kam mit dem Vermerk »unzulässig« zurück. In seiner zweiten Version ist nur noch davon die Rede, dass man »in der letzten Zeit alles mögliche mitgemacht« habe und versuchen werde, »alles wieder in Ordnung zu bringen.«¹³¹

Im Bombenkrieg des Jahres 1944 bedeutete schon das Pendeln zwischen Althegnenberg und München eine Strapaze. »Das Herein- und Hinauskommen ist z.Zt. sehr erschwert«, berichtete Zenneck an einem Tag im Oktober 1944, »ich habe heute morgen 3½ Stunden gebraucht, bis ich von Althegnenberg zum Starnberger Bahnhof kam.«¹³² Am 17. Dezember 1944 erfolgte ein weiterer besonders schwerer Bombenangriff. »Es ist kaum eine Abteilung, in der nicht Zerstörungen angerichtet worden sind«, beschrieb Zenneck dem Verwaltungsrat das Ausmaß der Schäden. »Volltreffer hat das Museum nur wenige erhalten, aber die Druckwirkung der verwendeten Bomben, die sofort beim Auftreffen kreppten, war so heftig, dass in Abteilungen, die selbst keinen Treffer bekamen, nicht nur die Fenster und Türen, sondern auch Wände und Decken zertrümmert oder

¹²⁶ Zenneck an Max Wien, 7. September 1937. DMA, NL 053/1173; Zenneck an die Lilienthal-Gesellschaft, 8. Juli 1939. DMA, NL 053/0651.

¹²⁷ Zenneck an Breithaupt, 4. April 1944. DMA, VA 0997/2.

¹²⁸ Zenneck an Dehlinger, 1. Februar 1944. DMA, VA 0997/2.

¹²⁹ Zenneck an Breithaupt, 4. April 1944. DMA, VA 0997/2.

¹³⁰ Zenneck an Althin, 23. August 1944. DMA, VA 0997/2.

¹³¹ Zenneck an Althin, 26. September 1944. DMA, VA 0997/2.

¹³² Zenneck an Franz Fischer, 16. Oktober 1944. DMA, VA 0997/2.

schwer beschädigt wurden.«¹³³ Wie bei dem verheerenden Angriff vom 21. Juli 1944 glaubte Zenneck nicht, dass es sich wie bei einer Bombardierung aus großer Höhe um Zufallstreffer gehandelt haben könnte. Auch dieses Mal sei das Deutsche Museum »absichtlich angegriffen« worden. »Am 17. Dez. rührten die Sprengbomben zum Teil von Tieffliegern her.« Neben den direkten Treffern seien »auch etwa 30 Sprengbomben in unmittelbarer Entfernung von nur wenigen Metern beim Museum eingeschlagen.«¹³⁴

Dass das Museum zum Ziel absichtlicher Bombenangriffe wurde, führte Zenneck auf die Einquartierung der Organisation Todt zurück. Deren Vertreter habe argumentiert, die Einrichtung von Büros im Bibliotheksgebäude sei »nicht nur kriegswichtig, sondern kriegsentscheidend«, beschwerte sich Zenneck im Juni 1944 beim Bayerischen Kultusministerium über diese Zweckentfremdung von Museumsräumen. »Wenn die Einrichtung der Büros der Organisation Todt nach Angaben ihres Vertreters kriegsentscheidend ist, so heißt das, dass das Bibliotheksgebäude des Deutschen Museums durch die Einrichtung der Büros zu einer kriegswichtigen Einrichtung gestempelt wird, dass also die Auffassung, es handle sich um ein Kulturinstitut, nicht aufrechterhalten werden kann. Unter diesen Umständen kann den feindlichen Fliegern das Recht nicht abgesprochen werden, das Bibliotheksgebäude als kriegswichtiges Ziel zu behandeln.«¹³⁵ Er habe den Eindruck, schrieb Zenneck auch an den Leiter der Fachsparte Physik im Reichsforschungsrat, »dass das Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung über die Verhältnisse, die zur Frage stehen, nicht vollkommen unterrichtet ist«. Das Problem sei, »dass der Herr Gauleiter Giesler den 1. Stock des Bibliotheksgebäudes dem Generalbaurat Giesler überwiesen hat«, dadurch sei der »ganze Betrieb der Bibliothek« gefährdet.¹³⁶

Nach dem Krieg wertete Zenneck seinen Protest gegen die Zweckentfremdung von Museumsräumen als Widerstand gegen das NS-Regime (siehe S. 192). Ob die Büros der Organisation Todt im Bibliotheksbau gezielte Bombenangriffe gegen das Museum zur Folge hatten, darf bezweifelt werden.¹³⁷ Unstrittig aber bleibt, dass die Bombenschäden die Museumsangestellten vor schier überwältigende Aufgaben stellten. Zenneck hielt sich in den letzten Kriegsmonaten die meiste Zeit in Althegnenberg auf, aber es gelang ihm, den zur Wehrmacht eingezogenen Verwaltungsdirektor Karl Bäßler (1888–1973) zum Museum beurlauben zu lassen, der sich als tatkräftiger Krisenmanager vor Ort bewährte. »Um bei Fliegerangriffen sofort zur Stelle zu sein, richtet Bäßler einen Kellerraum unter den Vortragssälen als Wohnraum ein und bleibt von nun an Tag und Nacht im Museum«, notierte seine Frau in ihrem Tagebuch.¹³⁸ Zenneck beherbergte inzwischen in Althegnenberg auch noch seine Tochter und deren zwei Kinder, die in München »völlig ausgebombt« worden waren. In der unmittelbaren Nachbarschaft gab es bei Althegnen-

133 Berichte über Kriegsschäden. DMA, VA 0997/1.

134 Zenneck an Werner Schmidt, 19. Februar 1945. DMA, VA 0997/4.

135 Zenneck an das bayerische Kultusministerium, 17. Juni 1944. DMA, VA 0997/1. Siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 115.

136 Zenneck an Gerlach, 28. Juli 1944. DMA, VA 0997/3.

137 Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 23–24.

138 Tagebuchnotizen von Clara Bäßler, Dezember 1952. DMA, VA 6030; Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 28.

berg ein Lager für amerikanische Kriegsgefangene, was Zenneck an seine eigene Internierung in den USA nach dem Ersten Weltkrieg erinnerte. »Es ist erfreulich, dass wenigstens vorläufig wir außen und die anderen innen sind,« schrieb er einem Kollegen.¹³⁹

Das Kriegsende kam nach Althegnenberg in Gestalt einer amerikanischen Artillerie-Batterie. »Etwa 10 Leute drangen in unser Haus ein, benahmen sich sehr patzig, als ich dazu kam, redete ich sie amerikanisch an, lud sie sehr höflich ein, rein zu kommen und benahm mich ganz so, wie wenn sie mir einen Antrittsbesuch machen wollten. Infolge davon lief alles in tadellosen Formen und verlustlos ab. [...] Man muss seinem Schöpfer danken, wenn man durch diesen Krieg lebend hindurch gekommen ist.«¹⁴⁰

¹³⁹ Zenneck an Kienzle, 11. August 1944. DMA, VA 0997/3.

¹⁴⁰ Zenneck an Rössler, 5. Juli 1946. HATUM 2240/14.

Die letzten Jahre

Als Zenneck 1919 aus einem amerikanischen Internierungslager nach Deutschland zurückgekehrt war, hatte er sich mit dem Ausbau der Physik an der TH München einer neuen Lebensaufgabe verschrieben. Nach dem Zweiten Weltkrieg warteten auf den jetzt 74-Jährigen keine neuen Aufgaben und Ehrenämter mehr; dennoch konnte von einem Ruhestand keine Rede sein. Die Jahre nach 1945 standen im Zeichen der Entnazifizierung und des Wiederaufbaus – verbunden mit einer bewusst oder unbewusst verzerrten Sicht auf die jüngste Vergangenheit. Zenneck wollte keinen Zweifel an seiner Gegnerschaft zum NS-Staat zulassen, was seine Amtsführung als Vorstand des Deutschen Museums betraf. Auch die Funkstation am Herzogstand und die Zentralstelle für Ionosphärenforschung erschienen in den Darstellungen nach dem Krieg als unpolitische, ganz der Wissenschaft gewidmete Einrichtungen. Zenneck hätte sie gerne wie das Deutsche Museum über das Kriegsende hinweg in die Wiederaufbaujahre gerettet, indem er sie der TH München angliederte, wo er 15 Jahre zuvor die Ionosphärenforschung in Deutschland begründet hatte. Die Alliierten hatten jedoch andere Pläne: Beide Einrichtungen wurden abgewickelt; Experten wie Walter Dieminger, Karl Rawer und Georg Goubau boten sich in der britischen Besatzungszone, in Frankreich und in den USA neue Arbeitsmöglichkeiten. Und die Ionosphärenforschung befand sich nach dem zweiten Weltkrieg im Umbruch, so dass die von Zenneck geprägte Tradition rasch in einem viel weiter gefassten Forschungsumfeld aufging. Zenneck selbst verbrachte seine letzten Jahre in Althegnenberg mit der Niederschrift von Erinnerungen an die Frühzeit der drahtlosen Telegrafie und ihrer Pioniere – hochgeehrt, aber selbst nur noch in der Rolle eines zurückschauenden Beobachters.

Entnazifizierung

In den ersten Wochen nach dem Kriegsende herrschte im Deutschen Museum »ein großes Durcheinander«, wie Karl Bäßler nach Althegnenberg berichtete. »Die Lage wechselt aber augenblicklich ständig.« In der Bibliothek leide man unter der Einquartierung von »Polen und Holländern, von denen ein großer Teil in Dachau und anderen Konzentrationslagern gelitten hat.« Als sich herumsprach, dass in den von der Organisation Todt in Beschlag genommenen Räumen »größere Lager an Alkohol, Ess- und Rauchwaren« vorhanden waren, kam es zu Plünderungen. »Unsere Haupttätigkeit besteht z.Zt. im Vernageln von Tür- und Fensteröffnungen und Postenstehen während der Nacht«, so beschrieb Bäßler in einem Brief an Zenneck die Zustände auf der Isarinsel kurz nach dem Einmarsch der amerikanischen Truppen.¹ Es dauerte noch mehrere Wochen, bis sich die Lage beruhigte. »Die Amerikaner haben gar keine Eile und ziehen alles in die Länge«, berichtete er vier Wochen später. Dennoch konnte er einen kleinen Fortschritt vermel-

1 Bäßler an Zenneck, 16. Mai 1945. DMA, VA 0997/4. Siehe dazu auch Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 35.

den. »Wir haben von der Militärbehörde die Genehmigung zur Wiederinstandsetzung der Gebäude und zum Rücktransport unseres ausgelagerten Sammlungsmaterials.« Außerdem kehrten manche früheren Museumsangestellte an ihren alten Arbeitsplatz zurück, »so dass nun auch die Aufräumungsarbeiten vorwärts gehen. Zurzeit bemühe ich mich, dass ein Teil des von der Stadt im Auftrag der Militärregierung beschlagnahmten Materials für das Deutsche Museum abgezweigt wird.«² Zenneck hätte sich gerne selbst aktiv an den Bemühungen um den Wiederaufbau beteiligt, sah sich jedoch in Althegnenberg festgesetzt. »Ganz besonders unangenehm ist, dass heute nach 8 Wochen noch immer keine allgemeine Eisenbahnverbindung besteht«, so beklagte er die verkehrsbedingte Abwesenheit von München. Er habe seinen Vorstandskollegen Johannes Heß (1877–1951) gebeten, ihm einen Passierschein für den Besuch eines »professional meeting« in München zu erwirken.³ Bäßler wollte ihm »einen Passierschein für 100 km für den Monat Juli« besorgen, aber ansonsten konnte er wenig tun, um die Dinge zu beschleunigen. »Man kann sich die Füße auslaufen und bekommt doch keine Maurer, weil diese alle von der 3. Armee beschlagnahmt sind. Ich will jetzt versuchen, deutsche Gefangene vom Lager Fürstenfeldbruck zu bekommen, die wir in Unterkunft und Verpflegung nehmen müssen.«⁴

Bäßler war in den ersten Wochen und Monaten die treibende Kraft für den Wiederaufbau des Deutschen Museums. Er übernahm auch die Verhandlungen mit der »Public Monuments, Fine Arts and Archives Section« der amerikanischen Militärregierung, die für Museen zuständig war, bis 1946 das Bayerische Kultusministerium mit neuem Personal diese Rolle wieder übernahm. Die weniger beschädigten Räumlichkeiten im Kongress-Saal und der Bibliothek wurden als Erste provisorisch wieder nutzbar gemacht, bevor viele Monate später der Sammlungsbau an die Reihe kam.⁵

Dennoch blieb Zenneck auch während seiner Abwesenheit von der Museumsinsel nicht ganz tatenlos. Gleichzeitig mit einem Brief an Bäßler schickte er seiner Sekretärin einen Bericht »über das Deutsche Museum im Kriege, der nur für das Deutsche Museum bestimmt und deshalb vertraulich ist.« Offenbar hatte er das meiste darin schon ein halbes Jahr vorher zu Papier gebracht, denn Bäßler sollte nur ergänzen, »was nach dem 15. Januar bis zum Eintreffen der Amerikaner geschehen ist.«⁶ Der Bericht wurde zu den Akten genommen und bildete die Grundlage dafür, wie das Deutsche Museum nach dem Krieg in seiner Haltung gegenüber dem NS-Regime gesehen werden wollte: als ein Opfer des Bombenkriegs und der Organisation Todt, die sich »vom Juni 1944 – 30. April 1945« im ersten Stock des Bibliotheksgebäudes breit gemacht und »sich in höchst unerfreulicher Weise benommen« habe. Mit der Beilage eines Briefes vom 17. Juni 1944 an das Bayerische Kultusministerium dokumentierte Zenneck, dass er sich gegen die Zweckentfremdung der Bibliotheksräume durch die Organisation Todt beschwert habe. Auch habe

2 Bäßler an Zenneck, 20. Juni 1945. DMA, VA 0997/4.

3 Zenneck an Bäßler, 25. Juni 1945. DMA, VA 0997/4.

4 Bäßler an Zenneck, 30. Juni 1945. DMA, VA 0997/4.

5 Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 28–40.

6 Zenneck an Bäßler, 10. Juni 1945. DMA, VA 0997/4.

man – leider vergebens – versucht, eine im Sommer 1941 als Ausstellung zum 50. Geburtstag von Todt im obersten Stock des Bibliotheksgebäudes eingerichtete »Leistungsschau der deutschen Technik« zu verhindern. Sie sei dem Museum vom Haus der Deutschen Technik aufgezwungen worden, obwohl man mit einem Gutachten der Feuerpolizei dagegen protestiert habe. »Als die Angriffe auf die deutschen Städte sich steigerten, wandten wir uns in Sorge insbesondere um unsere Bibliothek am 23. September 1942 noch einmal an die Feuerpolizei«, so Zenneck, aber trotz der Bestätigung der Feueregefährlichkeit durch weitere Gutachten und des Einspruchs des Vorstandsmitglieds Albert Pietzsch habe das Haus der Deutschen Technik diese Leistungsschau nicht entfernt. Sie sei dann bei einem Luftangriff vom 24./25. April 1944 zerstört worden und »völlig ausgebrannt«, mit »ganz schweren Schäden im 3. Stock des Bibliotheksgebäudes.«⁷

Damit setzte Zenneck den Auftakt für die in der Folge immer wieder aufs Neue betonte Auffassung vom Deutschen Museum als einer Institution, die sich gegen Zumutungen, die von den Nazis ausgingen zur Wehr gesetzt habe. Die von der amerikanischen Militärregierung verordnete Entnazifizierung sorgte dafür, dass die Ereignisse während der NS-Herrschaft auch mit Blick auf das Verhalten der einzelnen Personen auf den Prüfstand kamen. Sie begann mit einem Fragebogen, auf dem minutiös die Mitgliedschaft in NS-Organisationen angegeben werden musste und der im Auftrag der Militärregierung von Ausschüssen unbelasteter Personen überprüft wurde.⁸ Die Entnazifizierung des Deutschen Museums begann beim Vorstand, der nach dem Krieg aus Johannes Heß, Albert Pietzsch und Jonathan Zenneck bestand. Heß wurde als »Wehrwirtschaftsführer« und Pietzsch als prominenter Nazi und Präsident der Reichswirtschaftskammer interniert. Damit amtierte Zenneck als alleiniger »Not-Vorstand.«⁹ Seine Entnazifizierung verlief ohne Probleme. Walther Meißner (1882–1974), der von der Militärregierung mit der kommissarischen Leitung des Physik Instituts an der TH München betraut worden war, teilte ihm nach Rücksprache mit dem zuständigen Referenten im Ministerium mit, dass sein »Fragebogen genehmigt« worden sei.¹⁰ Damit stand auch der Fortsetzung seiner Funktion als Museumsvorstand nichts im Weg. Doch nicht allen Nazi-Organisationen war Zenneck ferngeblieben. Auf einem Fragebogen aus dem Jahr 1937 hatte er eine Mitgliedschaft in der Nationalsozialistischen Volkswohlfahrt angegeben.¹¹ Auf Nachfragen aus dem Kultusministerium zu seinem 1945 ausgefüllten Fragebogen gab er an, dass er zudem 1934 von einem Blockwart ohne sein Zutun eine Mitgliedskarte zur »SA Reserve II« zugeschickt bekommen habe. Außerdem sei er als Angehöriger der Marine-Infanterie »wohl seit 1920« Mitglied einer Marinekameradschaft, die »später dem NS-Deutschen Marinebund angeschlossen worden« sei.¹²

⁷ Das Deutsche Museum während des Krieges, undatierter Bericht [Juni 1945]. DMA, VA 0997/1. Siehe dazu auch Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 18.

⁸ Hoser, Entnazifizierung, 2023.

⁹ Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 53.

¹⁰ Meißner an Zenneck, 4. Februar 1946. HATUM 2240/14; Lindner, Walther Meißner, 2014.

¹¹ Personalakte, BayHStA, MK 43350.

¹² Zenneck an Pövelein, 24. Januar 1946. BayHStA, MK 60626.

Zenneck sorgte sich darüber hinaus auch um die Entnazifizierung seiner Vorstandskollegen. Heß sei »nie ein Mitglied der Nazi-Partei« gewesen und habe durch »seine freundliche Hilfsbereitschaft« allgemein großes Ansehen genossen. So habe sich Heß auch bereit erklärt, dem Vorstand des Deutschen Museums »in schwieriger Zeit beizutreten.« Ohne die Unterstützung von Heß hätte er, Zenneck, sich den Bestrebungen von Todt und Saur nicht widersetzen können, »das Deutsche Museum unter ihre Macht zu bekommen«.¹³ Auch in der Eidesstattlichen Erklärung, die Zenneck für Pietzsch abgab, nannte er dessen Auftreten gegen das Haus der Deutschen Technik als einen Entlastungsgrund. »Persilscheine« nannte man solche Erklärungen, die Betroffene vom Verdacht einer Nähe zum Nationalsozialismus reinwaschen sollten. Pietzsch sei durchaus nicht das gewesen, »was man als fanatischen Nazi bezeichnen könnte«. Im Juni 1944, als der Gauleiter Paul Giesler (1895–1945) »die Übergabe der Bibliotheksräume an die Organisation Todt verfügt« habe, sei Pietzsch dagegen aufgetreten und habe »das Deutsche Museum in seinem Widerstand gegen diese Verfügung unterstützt.« Unter seinen Persilschein für Pietzsch setzte Zenneck den Nachsatz, der noch einmal seine eigene Entnazifizierung dokumentierte: »Ich bin weder Mitglied der NSDAP noch einer ihrer Gliederungen gewesen. Mein Fragebogen wurde seinerzeit beim Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus eingereicht und nach schriftlicher Mitteilung dieses Ministeriums am 15. Februar 1946 von der Militärregierung München bestätigt.«¹⁴

Auf ähnliche Weise erhofften sich auch andere, die mit Zenneck in den Jahren der NS-Herrschaft beruflich zu tun hatten, von ihm einen Persilschein für ihre Entnazifizierung. »Sie werden sich vielleicht erinnern, dass ich – ohne je ein Amt bekleidet zu haben – Partei-Mitglied, für den jetzigen Sprachgebrauch ›Nominelles Partei-Mitglied‹ gewesen bin«, so wandte sich zum Beispiel Walter Boje (1905–1992), der ehemalige Generalsekretär der Luftfahrtakademie, an Zenneck. »Die von Ihnen gewünschte Erklärung will ich Ihnen sehr gerne schicken«, antwortete Zenneck, »ich erinnere mich sehr genau an eine Reihe von Gesprächen, die wir über politische Fragen hatten.«¹⁵ Mit solcher Rückbesinnung stilisierte sich Zenneck auch selbst als Opfer. Als ihm ein Ministerialrat aus dem Bayerischen Kultusministerium, der 1933 in den Ruhestand versetzt worden war, seine Lebenserinnerungen schickte, fühlte sich Zenneck an das Ende seiner eigenen Dienstzeit an der TH München erinnert: »Ich wurde 1939 unter ähnlichen Umständen wie Sie 1933 von der Hochschule pensioniert und durch einen Pg.-Professor ersetzt.«¹⁶ Einem ehemaligen Ministerialdirektor im Bayerischen Kultusministerium, der von 1933 bis 1939 als Referent für das Deutsche Museum zuständig war, bestätigte Zenneck »sehr gerne«, dass er das Deutsche Museum nie »persönlich oder sachlich im Sinne des Nationalsozialismus zu beeinflussen« versucht habe und »stets bereit« gewesen sei, »den Wünschen des

¹³ Eidesstattliche Erklärung, 26. März 1946. DMA, VA 0998/3.

¹⁴ Eidesstattliche Erklärung, 18. Oktober 1946. DMA, VA 0998/4. Zur Rolle von Pietzsch siehe Duffy, *Anpassung*, 2010, S. 67; zu Zennecks Persilscheinen und Umdeutung der Museumsgeschichte siehe auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 118–122.

¹⁵ Boje an Zenneck, 13. Juli 1946; Zenneck an Boje, 23. Juli 1946. DMA, ZA 0998/2.

¹⁶ Zenneck an Hendschel, 12. April 1946. DMA, ZA 0998/3. Siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 86.

Deutschen Museums entgegenzukommen« – als ob eine museumsfreundliche Haltung mit einer nazifeindlichen Gesinnung gleichgesetzt werden könne.¹⁷ Einem ehemaligen Ministerialdirektor Joachim von Manteuffel (1877–1948) im Reichsfinanzministerium bekundete Zenneck seinen Dank dafür, dass er nach der Machtübernahme der NSDAP »im Amte geblieben« sei und »dass er den Mut gehabt hat für das Deutsche Museum einzutreten, obwohl er sicher wusste, dass das Museum und seine Leitung bei der NS-Partei höchst unbeliebt waren.«¹⁸ Ähnliche Formulierungen wählte Zenneck auch in seinem Persilschein für den ehemaligen Staatssekretär im Bayerischen Kultusministerium, Ernst Boepple, der als ein Hauptverantwortlicher am Holocaust von den amerikanischen Besatzungsbehörden nach Polen überstellt und dort 1950 hingerichtet wurde. Boepple habe seine Aufsicht über das Deutsche Museum, so Zenneck, »stets sachlich« geführt, »obwohl das Deutsche Museum und seine Leitung bei der NS-Regierung durchaus unbeliebt waren.«¹⁹ Der Persilschein für den Chemie-Industriellen Fritz Merck (1889–1969), der 1937 zum Schriftführer des Vorstandsrats des Deutschen Museums gewählt worden war und sich von Zenneck eine Bestätigung dafür erbat, »dass im Deutschen Museum keine Politik der damaligen Zeit getrieben wurde«, liest sich wie ein Persilschein für das Deutsche Museum selbst: »Es stand niemals in irgendwelchen Beziehungen zur NSDAP. Es hat sich im Gegenteil gegen alle Bestrebungen der NSDAP, das Deutsche Museum an irgendeine Einrichtung der NSDAP anzugliedern, durchgesetzt.«²⁰ Beim 50-jährigen Jubiläum des Deutschen Museums im Jahr 1953 erklärte Zenneck das Museum mit Verweis auf Todts Pläne gar zu einem Hort des Widerstands, mit dem man sich großer Gefahr ausgesetzt habe: »Wir haben dagegen jeden möglichen Widerstand geleistet, da wir von einer Politisierung irgendwelcher Art für das Museum nur Nachteile befürchteten und uns deshalb bisher allen parteipolitischen Bestrebungen bewusst ferngehalten hatten. Der Streit nahm allmählich ziemlich scharfe Formen an, was mit Rücksicht auf die Nähe von Dachau nicht unbedenklich war.«²¹

Der Entnazifizierung des Deutschen Museums kam – neben der Entlastung der betroffenen Personen – auch eine symbolische Bedeutung zu: der Wiederaufbau sollte nicht vom Makel einer dunklen Vergangenheit begleitet werden. 50 von 181 Museumsmitarbeitern waren als Mitglieder der NSDAP belastet, 33 von ihnen wurden auf Anordnung der Militärregierung entlassen, viele von ihnen danach aber wieder eingestellt.²² Bäßler wurde als NSDAP-Mitglied nach einem längeren Spruchkammerverfahren als »Mitläufer« eingestuft und zu einer »Geldsühne« verurteilt. »Zahlens dös Geld«, riet ihm sein Rechtsanwalt Walther von Miller (1894–1978), der Sohn des Museumsgründers und Mitglied des Münchner Stadtrats. Zenneck hatte zuvor Bäßler für den Wiederaufbau des

17 Zenneck an Fischer, 24. Mai 1946. DMA, ZA 0998/2. Siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 120.

18 Zenneck an Manteuffel, 12. Juli 1946. DMA, ZA 0998/3.

19 Zenneck an Else Boepple, 31. Juli 1946. DMA, ZA 0998/2.

20 Merck an Zenneck, 13. Mai 1948; Zenneck an Merck, 21. Mai 1948. DMA, VA 0999/4.

21 Zenneck, 50 Jahre, 1953, S. 12; siehe dazu auch Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 122.

22 Wolff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 118, nach Listen in DMA, VA 0880.

Museums als unentbehrlich bezeichnet.²³ 1948 erklärten Bäßler und Zenneck, dass von den beim Deutschen Museum Beschäftigten kein Fall bekannt sei, »wonach eine dieser Personen die positiven politischen und moralischen Eigenschaften nicht besitzt, die zur Entwicklung der Demokratie in Deutschland beitragen.«²⁴

Wiederaufbau im Deutschen Museum

Wie die Entnazifizierung zog sich auch der Wiederaufbau auf der Museumsinsel über mehrere Jahre hin. In den ersten beiden Jahren nach Kriegsende hatte man alle Kräfte auf den Kongress-Saal und die Bibliothek konzentriert, um sie der Stadt und anderen Nutzern für Veranstaltungen zur Verfügung zu stellen und mit den Mieteinnahmen den eigentlichen Wiederaufbau des Sammlungsbaus zu finanzieren. Am 1. Februar 1947 wurden einige wiederhergestellte Räume im Bibliotheksbau an die TH München vermietet. Zwei Monate später wurde der Kongress-Saal »seinem alten Verwendungszweck für Vorträge, Konzerte, Versammlungen und andere größere Veranstaltungen wieder zugeführt.« An eine Wiedereröffnung des Sammlungsbaus sei aber vorläufig noch nicht zu denken, man plane dort fürs Erste eine Sonderausstellung »50 Jahre Dieselmotor«, die noch 1947 eröffnet werden sollte.²⁵

Mit dieser Sonderschau knüpfte das Museum an die Tradition der Sonderausstellungen an, mit denen man in den 1930er Jahren Technologien in den Fokus gerückt hatte, die in den eigentlichen Museumsausstellungen nicht gebührend zur Schau gestellt wurden (neue Werkstoffe, Vakuumpumpen, Fernsehen). Die Ende Oktober 1947 eröffnete Sonderschau über den Dieselmotor bedeutete gleichzeitig »das erste Auftreten des Deutschen Museums nach dem Krieg«, so Zenneck am 7. Mai 1948, daher sei »auf eine möglichst vollständige und würdige Ausstellung besonderer Wert gelegt« worden. Außerdem sei »die Herrichtung der Räume für die Ausstellung selbst ein Teil des Aufbaues« gewesen. Der gehe »so rasch weiter als es die gegenwärtigen Material- und Personalverhältnisse gestatten.« Als erste reguläre Sammlungsabteilung sollte im kommenden Winter die Physikabteilung eröffnet werden, die von den Kriegsschäden am wenigsten betroffen war. »Dann soll die Abteilung Geologie und Bergbau mit Bergwerk, an deren Wiederherstellung ebenfalls gearbeitet wird, an die Reihe kommen.« Auch was die Museumsleitung betraf, die vorerst nur aus Zenneck, seinem Kollegen Walther Meißner von der TH München und dem Industriellen Otto Seeling (1891–1955) bestand, war 1948 die Zeit für eine definitive Regelung gekommen. Zenneck plädierte als Erstes dafür, dass Johannes Heß nach seiner erfolgreichen Entnazifizierung wieder in den Vorstand gewählt werden sollte. Für sich selbst sah Zenneck die Zeit gekommen, angesichts seines Alters allmählich an

23 Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 51.

24 Gleichlautende Erklärungen von Bäßler (14. Juni 1948, 15. Dezember 1948) und Zenneck (14. September 1948) in DMA, VA 0880/2. Zitiert in Wölff, Jonathan Zenneck, 2010, S. 118.

25 Bericht des Deutschen Museums für die Zeit vom 1. April 1946 bis 31. März 1947. DMA, VA 3974.



Abb. 1 Bundespräsident Theodor Heuss am 7. Mai 1950 bei der Jahresversammlung des Deutschen Museums, dahinter Jonathan Zenneck und Otto Meyer (1882–1969).

sein Ausscheiden aus dem Vorstand zu denken. »Er halte es deshalb für notwendig«, so vermerkt das Sitzungsprotokoll, »dass beizeiten ein Nachfolger bestimmt werde, der mit ihm noch einige Zeit zusammenarbeiten könne, ehe er die Geschäftsführung übernehme. Er erinnere daran, dass er selbst von 1930 bis 1933 durch Oskar von Miller eingeführt wurde, ehe er dann 1933 die Geschäftsführung übernahm.« Vorerst aber wurde Zenneck wieder zum Vorstandsvorsitzenden gewählt »und für seinen Nachfolger die für das 5. Vorstandsmitglied vorgesehene Stelle noch ein Jahr offengelassen.«²⁶

Zenneck hoffte, dass er nach einigen Jahren den Vorstandsvorsitz an seinen Schüler Georg Joos abgeben könne, der 1946 auch seine Nachfolge auf dem Physiklehrstuhl und als Direktor des Physik Instituts an der TH München angetreten hatte. Als Joos kurz darauf in die USA übersiedelte, wo man ihm an der Boston University eine Gastprofessur angeboten hatte, schien dieser Plan zu scheitern. Doch Joos kehrte 1949 nach Deutschland auf seine Stelle an der TH München zurück und ließ sich wie von Zenneck gewünscht bei der Jahresversammlung am 7. Mai 1950 zum fünften Vorstandsmitglied des Deutschen Museums wählen.²⁷ Joos betrachtete sich selbst »als persönlicher Adjutant Zennecks«.²⁸ Bei dieser Jahresversammlung präsentierte sich das Museum auch wieder als eine Institution, die sich höchster staatlicher Wertschätzung gewiss war: anwesend waren Bundespräsident Theodor Heuss (1884–1963) und der bayerische Ministerpräsident Hans Ehard (1887–1980), um nur die wichtigsten Repräsentanten aus Bund und Land zu nennen, denen das Museum (abgesehen von Spenden) seine Finanzierung verdankte.

²⁶ Niederschrift über die Sitzung am 7. Mai 1948. DMA, VA 3974; Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 54.

²⁷ Niederschrift über die Ausschuss-Sitzung am 6. Mai 1950. DMA, VA 3974; Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 101.

²⁸ Niederschrift über die Vorstandssitzung am 23. Mai 1953. DMA, VA 3975.

Für die nächsten beiden Jahre hatte man sich viel vorgenommen. Es sollten vor allem folgende neue Abteilungen eingerichtet werden: Geologie, Landverkehr, Textilmaschinen, Chemie, Starkstromtechnik und Nachrichtentechnik. Die Beschränkung auf »die nächsten zwei Jahre« deutete gleichzeitig an, dass man damit im Jahr 1953 das 50. Jubiläum des Museums feiern wollte, das auch mit der Amtsübergabe Zennecks an seinen Nachfolger zusammenfallen sollte.²⁹

1953 wurde aber nicht Joos als Nachfolger von Zenneck gewählt, sondern Otto Meyer, der Generaldirektor von MAN. Joos hatte zuvor erklärt, dass er »infolge starker Beanspruchung durch Forschungsarbeiten« für den Vorstandsvorsitz nicht zur Verfügung stehe, was jedoch nur verschleierte, dass man einen Kurswechsel im Vorstand anstrebte.³⁰ Man sprach offen »von einem nunmehr zu behebenden Übergewicht der Physiker«, da den drei Physikern im Vorstand (Zenneck, Meißner, Joos) nur Seeling und Robert Poeverlein (1883–1968), ein Referent im Bayerischen Kultusministerium, gegenüberstanden. Dem 82-jährigen Zenneck belohnte man den Abschied vom Vorstand mit der Wahl zum Ehrenmitglied und Ehrenpräsidenten des Deutschen Museums – und mit der Versicherung, ihn auch künftig als Gast zu jeder Vorstandssitzung einzuladen und so am weiteren Wiederaufbau des Museums teilnehmen zu lassen.³¹ Tatsächlich ging mit Zennecks Rücktritt vom Vorstandsvorsitz eine Ära zu Ende. Vor 1933 hatte Oskar von Miller den Ton angegeben, in den folgenden beiden Jahrzehnten Zenneck. »Bis zum Jahre 1948 war die Leitung des Deutschen Museums im wesentlichen eine autoritäre«, erklärte Zenneck selbst am 7. Mai 1953 bei seinem Festvortrag zum 50jährigen Jubiläum des Deutschen Museums. Erst im Sommer 1948 habe er regelmäßige Vorstandssitzungen eingeführt, die ab April 1949 vierteljährlich stattfanden. Bis dahin sei zwar ein drei- beziehungsweise fünfköpfiger Vorstand vorhanden gewesen, doch fast alle Entscheidungen seien vom Vorsitzenden allein getroffen worden. Er habe in seiner Amtszeit »ganz selten« Vorstandssitzungen einberufen. Bei wichtigen Fragen habe er sich nur »mit dem Vorstandsmitglied beraten, von dem ich annahm, dass er mehr davon verstand als ich.«³² Auch der Historiker der Wiederaufbauzeit des Deutschen Museums und spätere Generaldirektor Otto Mayr (1930–2025) sah im Ende von Zennecks Amtszeit »eine Zäsur, die sich bis in die Museumspraxis auswirkte.« Die Wahl von einer »Unternehmerpersönlichkeit« wie Meyer als Zennecks Nachfolger »musste im Hause und in der Öffentlichkeit als Signal zum Aufbruch gelten.« In den 1950er und 1960er Jahren habe man mit dem Begriff Wiederaufbau auch eine Erneuerung verbunden. »In seinem praktischen Wirken und Planen«, so Mayr, habe sich »das Museum nun weniger restaurativ als vielmehr vorausschauend und innovativ« entwickelt.³³

29 Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 69–71.

30 Ebd., S. 102.

31 Niederschrift über die Vorstandssitzung am 23. Mai 1953. DMA, VA 3975.

32 Zenneck, 50 Jahre, 1953, S. 18–19.

33 Mayr, Wiederaufbau, 2003, S. 103–104.

Ionosphärenforschung im Umbruch

Neben dem Deutschen Museum lag Zenneck in den Nachkriegsjahren vor allem die Ionosphärenforschung am Herzen – eine Wissenschaft, die er 1930 am Herzogstand mit der ersten Versuchsstation in Deutschland auf den Weg gebracht und zehn Jahre später mit der Münchener Zentralstelle für Ionosphärenforschung weiter intensiviert hatte. Wie im Deutschen Museum erlebte Zenneck auch dabei eine Zäsur, aber anders als auf der Isarinsel handelte es sich dabei nicht um einen Wiederaufbau, sondern um einen Umbruch, der mit der Abwicklung der von ihm geschaffenen Einrichtungen einherging.

Zunächst hoffte Zenneck, dass er für die Zentralstelle für Ionosphärenforschung ähnlich wie für das Deutsche Museum die Genehmigung zur Fortsetzung ihres Betriebs erwirken könne. »Wir müssen großen Wert darauflegen, dass uns die Räume und das dort befindliche Material zugänglich bleiben und vor Beschädigung sicher sind, damit unsere wissenschaftliche Arbeit fortgesetzt werden kann«, schrieb Jakob Oskar Brand, der vor Ort den Betrieb der Zentralstelle leitete, am 30. Mai 1945 an die Militärregierung. Eine Woche vorher hatte ein Offizier der amerikanischen Armee die Räumlichkeiten der Zentralstelle inspiziert und vermutet, dass dort militärische Forschung betrieben werde. Brand ging es deshalb vorrangig darum, diesen Verdacht auszuräumen. Es handle sich um »eine rein wissenschaftliche Stelle«, deren Aufgabe es gewesen sei, »das in der Literatur enthaltene und von den Ionosphärenstationen gelieferte Material nach einheitlichen Gesichtspunkten zu bearbeiten.« Die Zentralstelle sei »nur von der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung« finanziert worden und habe »nie irgendwelche Beträge von einer militärischen Stelle oder dem Reichsluftfahrtministerium erhalten«. Die Ergebnisse seien in Gestalt von Abhandlungen und monatlichen Berichten »an die interessierten Stellen und Wissenschaftler« gesandt worden und hätten keinen militärischen Charakter gehabt, was schon daraus hervorgehe, dass sie »regelmäßig während des Krieges ins Ausland geschickt werden durften (zum Beispiel an Prof. Dr. Brunner, Zürich (Sternwarte) und Direktor Dr. Harang, Tromsø (Nordlichtobservatorium)).« Diese Angaben könne leicht »einer Ihrer Sachverständigen auf dem Gebiet der drahtlosen Telegraphie und Ionosphäre« bestätigen.³⁴

Die Militärregierung genehmigte zwar den Weiterbetrieb der Zentralstelle, doch ohne eine Finanzierung fehlten dafür die Mittel. Brand wandte sich deshalb noch einmal an die Militärregierung mit der Bitte, dafür auf gesperrte Konten zugreifen zu dürfen, die eigentlich für den Betrieb der Versuchsstation Herzogstand gedacht waren.³⁵ Der Betrieb der Herzogstandstation war 1943 vom Ferdinand Braun Institut übernommen worden, das der in diesem Jahr geschaffenen Reichsstelle für Hochfrequenzforschung angegliedert war, einer unter Plendl's Leitung geschaffenen Einrichtung, die den Rückstand gegenüber England und Amerika auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik aufholen sollte.³⁶ Als

³⁴ Brand an die Militärregierung, 30. Mai 1945. HATUM 2240/14.

³⁵ Brand an die Militärregierung, 26. Juni 1945. HATUM 2240/14.

³⁶ Seiler, Kommandosache, 2007, Kap. 6.3.

diese Reichsstelle nach Kriegsende aufgelöst wurde, erschien auch das Fortbestehen der Herzogstandstation fraglich. »Für den Herzogstand liegen damit die Verhältnisse besonders schwierig,« informierte John Petersen (1912–?), der dort unter amerikanischer Aufsicht die Stellung hielt, im September 1945 Zenneck. Wenn keine Finanzierung gefunden werde, müsse er damit rechnen, »dass noch der letzte Bestand meiner Leute weggeht und ich dann allein und ohne Verdienst übrigbleibe.«³⁷ Neben Zenneck sah sich auch Paul von Handel (1901–1981) für die Versuchsstation Herzogstand in der Pflicht, der im Krieg das Ferdinand Braun Institut geleitet und damit auch für sie die Verantwortung übernommen hatte. Für die Zentralstelle sei »anfänglich alles durcheinandergeworfen worden, aber allmählich sieht es wieder friedensmäßig aus«, schrieb Zenneck an Handel im Oktober 1945. »Die Schwierigkeit besteht aber natürlich genau wie bei Ihnen in der finanziellen Fortführung der ganzen Sache.«³⁸ Zenneck hoffte, dass sowohl die Zentralstelle als auch die Versuchsstation Herzogstand von der TH München übernommen und damit, wie er dem Rektor der Hochschule schrieb, »über die augenblickliche schwierige Lage hinüber« gerettet werden könnten. Für »die Finanzfrage« gebe es jedoch noch keine Lösung. »Die Station wird zur Zeit von einer Reichsstelle für Hochfrequenzforschung, Ferdinand-Braun-Institut eben noch finanziert; die Zentralstelle zur Zeit von mir persönlich, da die Akademie der Luftfahrtforschung wohl gar nicht mehr besteht.« Aus der Zusammenarbeit der Herzogstandstation und der Zentralstelle sei eine Reihe von Doktorarbeiten an der TH München hervorgegangen, so betonte er ihren wissenschaftlichen Charakter, der auch von der Besatzungsmacht anerkannt werde. »Beide Einrichtungen haben von der Militärregierung die Erlaubnis bekommen, ihre Arbeit fortzusetzen«. Was die Finanzierung angeht, hoffe er auf eine Förderung durch den Bund der Freunde der Technischen Hochschule.³⁹ Wie er an Bäumker schrieb, der die Zentralstelle als Kanzler der Luftfahrtakademie die Kriegsjahre hindurch finanziert hatte, wolle er »die Zentralstelle durch eine Anleihe au fond perdu aus eigener Tasche über Wasser halten«. Für die Station am Herzogstand stelle Handel »vorläufig« einige Mittel bereit. »Es wäre schade, wenn diese beiden Einrichtungen, aus denen eine große Zahl brauchbarer Veröffentlichungen hervorgegangen ist, ihren Betrieb einstellen würden und dann natürlich nie mehr zum Leben erweckt werden könnten.«⁴⁰

Danach übersandte Zenneck dem Rektor der TH München eine drei Seiten lange Darstellung der »Ionosphärenstation am Herzogstand und Zentralstelle für Ionosphärenforschung«, die für Verhandlungen mit der Militärregierung gedacht war und deren Genehmigung für den Anschluss an die TH München erwirken sollte. Unter »Arbeiten für die Zukunft« sah Zenneck für die Herzogstandstation weiterhin die »Beobachtung« der

³⁷ Petersen an Zenneck, 6. September 1945. HATUM 2240/14. Petersen hatte 1936 mit einer Diplomarbeit über »Ungewöhnliche Erscheinungen bei Ionosphärenmessungen« seine Forschungen an der Herzogstand-Station begonnen. Siehe dazu Zennecks Gutachten vom 19. Oktober 1936. DMA, NL 053/0100.

³⁸ Zenneck an Handel, 9. Oktober 1945. HATUM 2240/14.

³⁹ Zenneck an Faber, 16. Oktober 1945. HATUM 2240/14.

⁴⁰ Zenneck an Bäumker, 18. Oktober 1945. HATUM 2240/14. Eine Liste der Veröffentlichungen der Mitarbeiter der Versuchsstation Herzogstand findet sich in Renner/Rothe, Funkstation, 2014, S. 306–311.

Ionosphäre und für die Zentralstelle »deren Auswertung« vor. Außerdem arbeite die Zentralstelle an einem Lehrbuch »Einführung in die Ionosphärenforschung«, das auch »für die Ausbildung von Hochfrequenzphysikern und Ingenieuren in anderen Ländern von Wert sein« würde.⁴¹ Als Nachtrag schickte Zenneck noch eine Bescheinigung, mit der eine alliierte technische Kommission der Herzogstandstation die Fortsetzung der Ionosphärenbeobachtung gestattet und die Militärregierung um »all reasonable support and assistance to Herr Petersen« gebeten hatte.⁴²

Was die Zentralstelle betraf, schien Zennecks Plan aufzugehen. Im Februar 1946 genehmigte das Bayerische Kultusministerium der TH München, dass sie die Räumlichkeiten der Zentralstelle dem Physikalischen Institut der TH »als Ausweichstelle« übergeben dürfe, »um dort mangels anderer geeigneter Räume Diplom- und Doktorarbeiten durchführen zu lassen.« Die Übernahme des Personals der Zentralstelle wurde nach Prüfung der für die Entnazifizierung abgegebenen Fragebögen durch die Militärregierung in Aussicht gestellt.⁴³ Es bestanden auch »keinerlei Bedenken« gegen die Übernahme der Zentralstelle für Ionosphärenforschung durch das Physikinstitut der TH München, wie Meißner als dessen kommissarischer Direktor dem Rektor bestätigte.⁴⁴ Die Angliederung bezog sich jedoch bis zur Klärung der Entnazifizierung nur auf die Räumlichkeiten. »Es ist sehr traurig, dass alles so sehr langsam vorangeht«, schrieb Meißner kurz darauf an Zenneck, »und ich fürchte, dass es noch eine Weile dauern wird, bis wir Herrn Dr. Brand wirklich übernehmen können.«⁴⁵

Für die Übernahme der Herzogstandstation zeichneten sich noch größere Schwierigkeiten ab. Das Ferdinand Braun Institut wurde von der amerikanischen Militärregierung aufgelöst, wie Handel schon im November 1945 Zenneck mitgeteilt hatte, so dass auch die Herzogstandstation mit ihrer Abwicklung rechnen musste.⁴⁶ Im Februar 1946 schloss Petersen die Station, da er von dem zuständigen »Property-Control-Officer in Tölz« keine Finanzierung erhielt.⁴⁷ Während die Zentralstelle »jetzt im wesentlichen an die Hochschule angegliedert« sei, komme es für die Herzogstandstation darauf an, ob sie unter die Auflösung des Ferdinand Braun Instituts falle. »Ehe wir das nicht wissen,« schrieb Zenneck an Petersen, »können wir die Angliederung nicht weiter betreiben.«⁴⁸ Auch nach der Liquidation des Ferdinand Braun Instituts wurde die Herzogstandstation jedoch nicht sofort geschlossen. Von einem Mitglied der alliierten technischen Kommission habe er erfahren, so Petersen an Zenneck, dass »auf dem schnellsten Wege eine Entscheidung der FIAT-Kommission« herbeigeführt werden sollte.⁴⁹

41 Zenneck an Faber, 30. Oktober 1945. HATUM 2240/14.

42 Piggott, Jennings, Gallet, 23. September 1945. HATUM c308.

43 Meinzolt (Bayerisches Kultusministerium) an den Rektor der TH, 5. Februar 1946. HATUM c308.

44 Meißner an Faber, 28. Februar 1946. HATUM c308.

45 Meißner an Zenneck, 7. März 1946. HATUM 2240/14.

46 Handel an Zenneck, 27. November 1945. HATUM 2240/14.

47 Zenneck an Meißner, 1. Februar 1946. HATUM 2240/14.

48 Zenneck an Petersen, 1. März 1946. HATUM 2240/14.

49 Petersen an Zenneck, 4. März 1946. HATUM 2240/14.

Damit geriet die Angelegenheit in ein neues Fahrwasser. Die Field Intelligence Agency, Technical (FIAT) war eine von der amerikanischen Militärregierung eingerichtete Stelle, die technische und militärisch relevante wissenschaftliche Dokumente und Ausrüstungen sammeln sollte.⁵⁰ Petersen sah sich damit im Mai 1946 vor die »sehr betrübliche Tatsache« gestellt, dass die Station »auf Anordnung von FIAT abgebaut und, wie angegeben wurde, zum Teil nach Amerika verfrachtet, zum Teil in ein Materialsammellager nach Mannheim verbracht« werden sollte, »um von dort an andere Stellen vergeben zu werden. Programmäßig wird also in etwa zwei bis drei Wochen von der Arbeit von anderthalb Jahrzehnten nichts mehr übrig sein.«⁵¹ Einen Monat später waren die Gerätschaften immer noch am Ort, »da mangels Organisation und Packmaterial sich der Abtransport noch verzögert hat«. Aus dem Mannheimer Sammellager würde dann einiges, so Petersen, »wieder der notleidenden deutschen Wissenschaft, speziell den Hochschulen, zugeführt«. Er habe angeregt, »doch der Einfachheit halber gleich alles der TH München zu übergeben«, was aber »als nicht durchführbar abgelehnt« worden sei. Für den Fall, dass Zenneck noch etwas unternehmen wolle, fügte er hinzu, »dass der Abbau der Station durch FIAT, Frankfurt erfolgt.«⁵²

Zenneck unternahm jedoch keine weiteren Schritte, da er schon nach Petersens Bericht vom Vormonat die Rettung der Herzogstandstation als »vollkommen aussichtslos« ansah.⁵³ Über die anschließende Demontage der Station gibt es keine verlässlichen Quellen. Der Erinnerung Rudolf Eyfrigs zufolge, der mit Petersen bis Kriegsende die Station betrieben hatte, aber danach interniert worden war, sei die Station nicht zu retten gewesen, »da die Amerikaner die Durchführung des Morgenthau-Planes verfolgten.« Danach hätten die Amerikaner alles abtransportiert, »sogar mein Rechenschieber wurde mitgenommen.« Petersens Sohn erinnerte sich ebenfalls daran, dass 1946 alle Apparate und Forschungsergebnisse abtransportiert worden seien. »Mein Vater fand eine neue Arbeitsstelle bei der Firma Rhode & Schwarz, Messgeräte- und Senderbau in München, erst in der Forschung, dann als weltweiter Repräsentant dieser Firma.«⁵⁴ In der Erinnerung von Walter Dieminger wurde das Ende der Herzogstandstation zu einer »sad story« verklärt, die auf einem falsch übermittelten Wort in einem Telegramm beruht haben soll. Eigentlich hätte die mit der Überwachung der Station beauftragte amerikanische Stelle nur einen typischen Ausdruck (record) einer Ionosphärenmessung verlangt, stattdessen habe man die ganze Aufzeichnungsgerätschaft (recorder) ausgeliefert.⁵⁵

Tatsächlich bestand auch an der TH München nur wenig Interesse an einer Übernahme der Herzogstandstation. In einem »Bericht über die Tätigkeit des physikalischen Instituts im Wintersemester 1946/47« ist von Forschung überhaupt keine Rede, nur von

50 Gimbel, *Science*, 1990, Kap. 4.

51 Petersen an Zenneck, 21. Mai 1946. HATUM 2240/14.

52 Petersen an Zenneck, 19. Juni 1946. HATUM 2240/14.

53 Zenneck an Petersen, 24. Mai 1946. HATUM 2240/14.

54 Renner/Rothe, *Funkstation*, 2014, S. 140, 292.

55 »Later on it turned out that the station had fallen the victim of a transmittal error: The text of the telegram which had asked for »a typical German record« was garbled to, »a typical German recorder.« Dieminger, *Trends*, 1975, S. 33.

den »sehr schwierigen Bedingungen«, unter denen Vorlesungen, Übungen und Praktikum abgehalten wurden. »Die Vorlesung war von fast 1000 Studenten belegt«, gab Georg Joos zu Protokoll, nachdem er im August 1946 auf den bis dahin von Meißner kommissarisch verwalteten Physiklehrstuhl berufen worden war. Da der große Physikhörsaal zerstört war, habe er die Vorlesung mehrfach im kleinen Hörsaal abhalten müssen. Das Praktikum fand unter noch schwierigeren Bedingungen statt. »Etwa 7000 Protokolle wurden von 3 Assistenten durchkorrigiert.« Versuche mit Wasser hätten nicht durchgeführt werden können, »nicht nur weil die Wasserleitung zu den Praktikumsräumen versagte, sondern auch, weil die Temperatur im Praktikum unter Null war.«⁵⁶ Unter solchen Umständen dürfte Joos wenig Neigung verspürt haben, auch noch für die Ionosphärenforschung am Herzogstand Verantwortung zu übernehmen. Noch vor dem Sommersemester 1947 ließ er sich im Rahmen der »Operation Paperclip« als Gastprofessor an die Boston University verpflichten, von wo er erst 1949 wieder an die TH München zurückkehrte.⁵⁷

Am Ende sah sich Zenneck mit der für ihn bitteren Erkenntnis konfrontiert, dass der Ionosphärenforschung in München keine Zukunft beschieden war. Er musste sich damit bescheiden, das 1943 begonnene Buchmanuskript fertigzustellen, mit dem er dem Rektor der TH München im Oktober 1945 die Ionosphärenforschung als neues Studienfach schmackhaft machen wollte.⁵⁸ Es wurde zwei Jahre später als »FIAT final report no. 1293« mit einem zweisprachigen Titel (»Introduction to the Physics of the Ionosphere – Einführung in die Physik der Ionosphäre«) und einem Abstract in englischer Sprache als zweibändiges Typoskript in deutscher Sprache mit einem Gesamtumfang von 555 Seiten der FIAT-Berichtesammlung einverleibt. Im Abstract wurde vor allem »the educational value of the study of the ionosphere« betont. In dem mit »Juni 1947« datierten Vorwort dankte Zenneck vor allem seinen beiden Mitarbeitern der Zentralstelle, denen es gelungen sei, »trotz der Ungunst der Zeit das nötige Schrifttum und Beobachtungs-Material zusammenzubringen«. Auch »nach dem Ende der Kriegshandlungen« sei die Fertigstellung des Manuskripts noch »außerordentlich erschwert« gewesen. Als »Arbeitszimmer« habe ihm in Althegenberg »eine Ecke des allgemeinen Wohnzimmers« gedient.⁵⁹

Eine gekürzte Fassung schickte Zenneck ein Jahr später an die »Ergebnisse der Exakten Naturwissenschaften«, wo sie 1949 unter dem Titel »Ionosphäre III«⁶⁰ veröffentlicht wurde – als Fortsetzung der in demselben Organ 1938 publizierten Artikel von Walter Dieminger über »Die Ionosphäre und ihr Einfluss auf die Ausbreitung elektrischer Wellen«⁶¹ und von Lars Vegard über »Die Deutung der Nordlichterscheinungen und die Struktur der Ionosphäre«.⁶² In »Ionosphäre III« porträtierte Zenneck die Ionosphären-

56 Joos an den Rektor, 2. April 1947. HATUM c308.

57 Meissner, Jonathan Zenneck, 1959. Zu Paperclip siehe Gimbel, Science, 1990, S. 33.

58 Zenneck an Faber, 16. Oktober 1945. HATUM 2240/14.

59 Typoskript in DMA, NL 053/0763-0767.

60 Zenneck, Ionosphäre, 1949.

61 Dieminger, Ionosphäre, 1938.

62 Vegard, Deutung, 1938.

forschung aus der Perspektive des Physikers, der die Echolotung als Instrument zur Untersuchung der Ionosphäre benutzt. Die umgekehrte Betrachtungsweise, bei der Kenntnisse über die Ionosphäre primär in ihrer Bedeutung für den Kurzwellenfunk beschrieben werden, wurde 1948 ebenfalls unter der Überschrift »Ionosphäre« in einem Bericht Diemingers für die FIAT-Reihe »Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939–1946« zusammenfassend dargestellt.⁶³ Dieminger präsentierte darin eine Liste aller deutschen Beobachtungsstationen, mit denen während des Krieges Ionosphärenmessungen vorgenommen und für die Vorhersage des »Funkwetters« genutzt wurden. Allein die von Dieminger geleitete Zentralstelle für Funkberatung verfügte über neun Stationen, die über ganz Europa verteilt den Zustand der Ionosphäre beobachteten.⁶⁴

Anders als die Herzogstandstation und die Zentralstelle für Ionosphärenforschung in München war Diemingers Zentralstelle für Funkberatung nicht abgewickelt worden, sondern hatte in der britischen Besatzungszone in der Nähe von Göttingen eine neue Bleibe gefunden. »Der lange Marsch nach Lindau – Im britischen Militär-Convoy von Oberösterreich in den Harz« wurde zum Gründungsmythos des Instituts für Ionosphärenforschung in der Max-Planck-Gesellschaft, wo unter Diemingers Leitung ein Teil des Zenneck'schen Erbes fort dauerte.⁶⁵ Ein anderer Teil dieses Erbes kam in der Person von Karl Rawer, der in der Funkberatung vor allem für die Theorie der Wellenausbreitung zuständig war, in die französische Besatzungszone. Rawer sollte in Neuershausen bei Freiburg für die französische Marine einen Funkberatungsdienst (Service de Prévision Ionosphérique de la Marine, SPIM) aufbauen.⁶⁶ Die Zenneckschüler Joos, Goubau und Plendl verschlug es mit der »Operation Paperclip« in die USA, wo sie jedoch nicht als Experten der Ionosphärenforschung gefragt waren, sondern ganz unterschiedliche Teilgebiete angewandter Physik bearbeiteten.

Dass die mit der Ionosphärenphysik aufgewachsenen Schüler Zennecks in alle Winde verstreut wurden, war nicht der einzige Grund, der einer Fortsetzung der von Zenneck begründeten »Schule« in Deutschland im Weg stand. Die Ionosphäre erfuhr als Gegenstand internationaler Forschung im und nach dem Krieg einen Umbruch, bei dem der deutschen Ionosphärenforschung nur noch eine marginale Rolle zukam. John Howard Dellinger vom National Bureau of Standards in den USA charakterisierte 1947 die Ionosphäre als die äußere Hülle um die Erde, die ein strategisch günstig gelegenes »Strahlungslabor« darstelle, in dem mit Radiowellen, erdmagnetischen Messungen und zuletzt auch mit Raketen geforscht werde.⁶⁷ Dellinger gehörte wie Zenneck zu den Pionieren der drahtlosen Telegrafie. Er hatte die Ionosphärenforschung in den USA maßgeblich mitgestaltet und 1942 das Interservice Radio Propagation Laboratory (IRPL) aufgebaut,

63 Dieminger, Ionosphäre, 1948.

64 Ebd., S. 95.

65 Dieminger, Marsch, 1983.

66 Rawer, Kinder, 1986, S. 79–88; Pestre, Studies, 1997.

67 »The ionosphere, the extreme outer envelope of the earth, is recognized as a strategically situated radiation laboratory. The principal laboratory tools are radio waves, recordings of geomagnetism and aurora, meteors, and, more recently, rockets.«, Dellinger, Ionosphere, 1947, S. 126.

einen Funkberatungsdienst für die amerikanischen Streitkräfte, aus dem 1946 das Central Radio Propagation Laboratory (CRPL) als zentrale Ionosphärenforschungseinrichtung der USA hervorging.⁶⁸ Dellinger sorgte als URSI-Vizepräsident auch für die internationale Verbreitung der Ionosphärenforschung. Bereits 1938 hatte er bei der letzten URSI-Generalversammlung vor dem Krieg eine globale Erforschung der Ionosphäre gefordert. Dazu plädierte er vor allem für eine Ausweitung der Mess-Stationen, um eine kontinuierliche Ionosphärenbeobachtung, insbesondere in den Polarregionen zu erreichen.⁶⁹ Trotz der bereits geleisteten Forschung stehe die Ionosphärenforschung, so Dellinger im Jahr 1947, erst am Beginn einer Periode zahlloser nutzbringender Forschungsarbeiten.⁷⁰

URSI wurde für diesen Neubeginn zum Motor. Bei der ersten URSI-Generalversammlung nach dem Krieg im Jahr 1946 sprach Appleton in seiner »Presidential Address« auch die militärischen Anwendungen an, die im Krieg diese Forschung bestimmt hatten. Während des Krieges seien in verschiedenen Teilen der Welt zahlreiche neue Ionosphärenstationen eingerichtet worden, um den »operativen Anforderungen der alliierten Streitkräfte« gerecht zu werden. Da habe sich auch wissenschaftlich wertvolles Material angesammelt, das noch auf die Auswertung warte. Jetzt, nach dem Krieg, sei es nicht mehr notwendig, die Standorte der Ionosphärenstationen auf der ganzen Welt nach strategischen Gesichtspunkten zu planen, und es sollte möglich sein, die Standorte der Stationen verstärkt nach wissenschaftlichen Anforderungen auszuwählen.⁷¹ Im Jahr darauf erhielt Appleton den Nobelpreis »for his investigations of the physics of the upper atmosphere especially for the discovery of the so-called Appleton layer«. In seiner Nobel-Rede beschrieb er vor allem seine Forschungen in den 1920er Jahren, doch am Ende charakterisierte er auch bei dieser Gelegenheit die Ionosphäre angesichts vieler ungelöster Probleme als einen zukunftssträchtigen Forschungsgegenstand.⁷²

Auf institutioneller Ebene kam der Aufbruch der Ionosphärenforschung nach dem Krieg in der Gründung einer »Mixed Commission on the Ionosphere« zum Ausdruck, die 1947 nach einem Beschluss des International Council of Scientific Unions (ICSU) mit Vertretern der URSI, der International Union for Geodesy and Geophysics (IUGG), der International Astronomical Union (IAU) und der International Union for Pure and Applied Physics (IUPAP) gebildet wurde. Schon bei ihrem ersten Treffen in Brüssel im Juli 1948 wurde das breite Spektrum an Forschungsthemen deutlich, mit denen sich künftige Untersuchungen der Ionosphäre beschäftigen sollten: Echolotungen, Polarlicht-

68 Snyder/Bragaw, Achievement, 1986, Kap. XI.

69 »Extension of the number of points at which observations are made continuously is highly desirable, particularly in the polar regions«, so zitierte ihn John Ashworth Ratcliffe, Appletons langjähriger Mitarbeiter, in einem 50-Jahre-Rückblick über die Verdienste von URSI auf diesem Gebiet, s. Ratcliffe, Radio, 1964, S. 55.

70 »Despite the extensive work already under way, ionospheric and related research are only beginning; countless lines of profitable work need further cultivation.«, Dellinger, Ionosphere, 1947, S. 126.

71 »During the war, many new ionospheric stations were instituted in different parts of the world to serve the operational requirements of the Allied Forces. [...] Now, that the war is over, and it is no longer necessary to plan the siting of ionospheric stations throughout the world on strategic conditions, it should be possible to site our stations more nearly according to scientific requirements.« Zitiert in Ratcliffe, Radio, 1964, S. 57–58.

72 <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1947/appleton/lecture/> (9. Februar 2025).

studien, atomare Prozesse in der Ionosphäre, solare und astrophysikalische Prozesse von Relevanz für die Ionosphäre sowie die Erforschung der Ionosphäre aus dem Blickwinkel geomagnetischer Studien. Diese allgemein gehaltenen Forschungsthemen wurden danach in 16 spezifischen Resolutionen ausformuliert, mit denen sich eine oder mehrere von den beteiligten internationalen Unionen befassen sollte, wie zum Beispiel eine an IUGG gerichtete Resolution, wonach es für ein »angemessenes Verständnis der atomaren Prozesse in der Ionosphäre« nötig sei, »Polarlicht- und Nachthimmelspektren mit besserer Auflösung und größerer Dispersion als bisher« zu erhalten.⁷³ In den USA fanden um diese Zeit auch Experimente mit erbeuteten V2-Raketen statt, die bis in die ionisierten Schichten der oberen Atmosphäre vordringen konnten. Vor allem das Militär erhoffte sich davon nützliche Kenntnisse, da man mit Blick auf ballistische Interkontinentalraketen davon ausging, dass die Ionosphäre zum Schauplatz künftiger Kriege werden könnte und man dort mit einer Fülle neuer Phänomene konfrontiert würde. Gerade diese Vielfalt sei eine Herausforderung, um das Wissen über diese Region zu erweitern, so heißt es 1947 in einem Forschungsantrag eines amerikanischen Geophysikers für eine »Untersuchung der Struktur der Stratosphäre und Ionosphäre«.⁷⁴

In Deutschland wusste man um diese und andere neue Entwicklungen bei der Erforschung der Ionosphäre,⁷⁵ doch von einer Teilnahme an der internationalen Forschung war man in den ersten Nachkriegsjahren ausgeschlossen. Die URSI-Generalversammlungen in Paris (1946), Stockholm (1948), Zürich (1950) und Sydney (1952), bei denen in einer Kommission »Ionospheric Radio« der Aufbruch der Ionosphärenforschung in der Nachkriegsära zur Debatte stand, fanden ohne eine deutsche Teilnahme statt. 1950 hatte sich unter dem Dach der Deutschen Post eine »Arbeitsgemeinschaft Ionosphäre« im Schloss Kleinheubach zusammengefunden, um die Wiederaufnahme Deutschlands bei URSI zu beantragen und die Bildung eines deutschen URSI-Landesausschusses in die Wege zu leiten. Doch erst mit der Einladung zur URSI-Generalversammlung 1954 in Den Haag ergaben sich für die deutschen Ionosphärenforscher »auch auf internationaler Ebene alle Möglichkeiten einer Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen Unionen und ihren Unterorganisationen«, so ein späterer Vorsitzender des deutschen URSI-Landesausschusses in einem 50-Jahre-Rückblick.⁷⁶ Auch wenn danach mit Dieminger ein Zenneck-Schüler viele Jahre als Landesvorsitzender (1954–1968), Vizepräsident (1963–1969), Präsident (1969–1972) und Ehrenpräsident von URSI (ab 1978) amtierte, so

73 »[...] radio sounding methods, studies of aurorae, atomic processes in the ionosphere, solar knowledge relevant to the ionosphere, correlation of ionospheric with astrophysical phenomena, knowledge of the ionosphere from studies of geomagnetism [...]. That, to promote a proper understanding of the atomic processes in the ionosphere, it is necessary to obtain auroral and night-sky spectra with better definition and greater dispersion than hitherto.«, Beynon, Council, 1948.

74 »Preliminary Proposal for Research on the Structure of the Stratosphere and Ionosphere [...] It is this very diversity which presents a challenge to anyone interested in adding to our knowledge of this region, and perhaps helps to explain why to date so little is known about it.« Zitiert in DeVorkin, Science, 1992, S. 303.

75 Über die Versuche mit erbeuteten V2-Raketen in White Sands wurde zum Beispiel in den Physikalischen Blättern berichtet, s. Jetter, Höhenforschung, 1948.

76 Albrecht, 50 Jahre, 2005.

kommt darin nur symbolisch das Erbe Zennecks zum Ausdruck. Von einer ungebrochenen, bis in die 1930er Jahre zurückreichenden Kontinuität kann angesichts der rasant ausufernden Ionosphärenforschung in den Nachkriegsjahren keine Rede sein.

Späte Erinnerungen

Zenneck selbst hatte 1947 mit seinem FIAT-Report und dem daran anschließenden Artikel in den »Ergebnissen der exakten Naturwissenschaften« mit der Ionosphärenforschung abgeschlossen. In seinen »Erinnerungen« scheint die Zeit schon vor den 1930er Jahren stehen geblieben zu sein. Ionosphärenforschung und Deutsches Museum, die beiden wichtigsten Tätigkeitsfelder während der letzten beiden Jahrzehnte seines Berufslebens, kommen darin kaum vor. 1951 gestand er einem Physikerkollegen, der ihm zum 80. Geburtstag gratuliert hatte, dass er »schon sehr lange Zeit« an seinen »Erinnerungen« schreibe, inzwischen sei davon »nur bzw. immerhin $\frac{3}{4}$ fertig«. Er kokettierte damit, dass man daran »die fortschreitende Vertrottelung« des Achtzigjährigen erkenne.⁷⁷ Was die Ionosphärenforschung betrifft, hätte eine detaillierte Erinnerung auch die Nähe zum Reichsluftfahrtministerium offenbart, die schwer mit der Widerstandsrhetorik in Einklang zu bringen gewesen wäre, mit der er bei anderen Gelegenheiten seine Haltung in der Nazizeit darstellte. Die Ionosphärenforschung wird in den »Erinnerungen« nur an einer Stelle eher beiläufig erwähnt – im Zusammenhang mit der Braun'schen Röhre: für die Ionosphärenforschung sei »die Braun'sche Röhre das normale Aufnahmeorgan geworden.«⁷⁸

Vermutlich brachte er diese Zeilen zu Papier, während er einen Vortrag »Zum 50jährigen Jubiläum der Braunschen Röhre« vorbereitete, den er am 9. März 1948 auf einer Physikertagung präsentierte.⁷⁹ Er nutzte diese Gelegenheit auch zu persönlichen Erinnerungen an Ferdinand Braun, denn es würde »nicht richtig sein, neben der Erfindung den Erfinder ganz zurücktreten zu lassen.« Da er Braun in seinem Straßburger Institut 8½ Jahre lang als Assistent und Privatdozent nahe war und im Ersten Weltkrieg einige Zeit mit ihm in den USA verbracht hatte, konnte er die Erinnerung an Braun auch mit eigenen Erlebnissen verbinden. Als Physiker sei Braun »ein eleganter Experimentator« gewesen, der seinen Blick »stets nur auf das Wesentliche« gerichtet habe. »Irgendeine physikalische Größe mit der größten Genauigkeit um ihrer selbst willen zu messen, war nicht seine Sache.« Persönlich sei Braun »in seinem Wesen anspruchslos« gewesen. »Alles Bonzenhafte sowohl in der Form bonzenhafter Einbildung als bonzenhaften Wohlwollens lag ihm fern.« Dieser Charakterzug habe Braun auch als Institutsvorstand beliebt gemacht. Mit seinem Humor habe er immer für gute Stimmung gesorgt. »Seine witzigen Bemerkungen sowohl in der Vorlesung als in der Unterhaltung wirkten um so mehr, als

⁷⁷ Zenneck an Sippell, 3. Juli 1951. DMA, VA 1004/4.

⁷⁸ Zenneck, Erinnerungen, 1961, S. 89.

⁷⁹ Zenneck, Jubiläum, 1948.

man ihm die eigene Freude darüber anmerkte.«⁸⁰ Ganz ähnliche Formulierungen verwendete Zenneck in seinen »Erinnerungen«. Auch in schweren Zeiten habe Braun »sein Humor nie verlassen. Seine witzigen Bemerkungen, sowohl in der Vorlesung als in der Unterhaltung, wirkten umso mehr, als man ihm die eigene Freude darüber anmerkte.«⁸¹ Zwischen den Zeilen liest man daraus Zennecks Wunsch, auch selbst so wahrgenommen zu werden, und in manchen Erinnerungen seiner Schüler wurde er auch auf ähnliche Weise porträtiert. »Zennecks Bild als Mensch wäre unvollständig, wenn man nicht seines Witzes gedächte«, erinnerte sich Dieminger. »Man konnte mit Sicherheit damit rechnen, dass er in einem sonst seriösen Vortrag mit ein paar pointierten Bemerkungen seine Zuhörer ergötzte.« Bei solchen Gelegenheiten konnte man »richtig den Schalk in seinen Augen blitzen« sehen.⁸²

In der deutschen Physikerschaft zählte der achtzigjährige Zenneck zu den hochgeschätzten Repräsentanten ihrer Zunft. Im Nachkriegsdeutschland organisierten sich die Physiker in den verschiedenen Besatzungszonen in Regionalgesellschaften; diese betrauten 1949 eine Kommission unter dem Vorsitz von Zenneck mit der Aufgabe, den Zusammenschluss der physikalischen Gesellschaften vorzubereiten. Der erste Schritt auf diesem Weg erfolgte bei einer Physikertagung im Oktober 1950 in Bad Nauheim mit der Gründung des Verbands Deutscher Physikalischer Gesellschaften, zu dessen Vorsitzendem Zenneck gewählt wurde.⁸³ Die erste Tagung dieses Verbands fand im September 1951 in Karlsruhe statt – und Zenneck nutzte die Gelegenheit zu einer weiteren Kostprobe seiner mit launigen Bemerkungen gewürzten Vorträge. Karlsruhe war »der Ort der bewundernswerten Untersuchungen von Heinrich Hertz«, erinnerte er die versammelten Physiker in seiner Begrüßungsansprache, um dann in seinem Vortrag »Aus der Kindheit der drahtlosen Telegraphie« über die Frühzeit jener Technik zu berichten.⁸⁴ Als Entschuldigung für sein »paläontologisches Thema« führte er an, dass die Zahl derer, die die Anfänge der drahtlosen Telegrafie von der Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch Hertz im Jahr 1888 bis zum Ersten Weltkrieg miterlebt hätten, »recht klein geworden« sei. Er wollte aber keine »Geschichte« dieser Anfänge liefern, sondern »persönliche Erinnerungen an die romantische Zeit der drahtlosen Telegraphie« mitteilen.⁸⁵ Es ist daher nicht verwunderlich, dass sich große Teile seines Vortrags auch in den »Erinnerungen« wiederfinden. Hier wie dort ließ er die rasche Abfolge der Technologien Revue passieren, die in den zwei Jahrzehnten vor dem Ersten Weltkrieg in der Funktechnik beim Sender (Braun'scher versus Marconi'scher Sender, Wien'scher Löschfunktensender, Hochfrequenzmaschinen, Lichtbogensender) und Empfänger (Kohärer, Heterodyn-Methode,

⁸⁰ Ebd., S. 37–38.

⁸¹ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 82.

⁸² Dieminger, *Jonathan Zenneck*, 1961, S. 37.

⁸³ Walcher, *Gesellschaften*, 1995.

⁸⁴ Zenneck, *Kindheit*, 1952. Zehn Jahre zuvor hatte er unter demselben Titel im »Telefunken-Kamerad« ausführlich über seine 1899 durchgeführten Versuche in der Elbembündung berichtet, Zenneck, *Kindheit*, 1941.

⁸⁵ Zenneck, *Kindheit*, 1952, S. 409; siehe dazu auch das Manuskript der Begrüßungsansprache und des Vortrags in DMA, NL 053/0800.

Kristalldetektor) von sich reden gemacht hatten, garniert mit persönlichen Erlebnissen. »Ich hatte auf dem Hochfrequenzgebiet kaum gearbeitet und bin zur drahtlosen Telegraphie eigentlich nur durch ein Missverständnis gekommen«, so schilderte er seinen Einstieg in dieses Forschungsfeld. »Der Braunsche Sender sollte in und auf der Nordsee bei Cuxhaven ausprobiert werden.« Braun hatte dies zur Aufgabe für seinen ersten Assistenten, Mathias Cantor, gemacht, der dabei aber immer wieder seekrank wurde. Da Zenneck seinen Militärdienst bei der Marine in Kiel zugebracht hatte, unterstellte ihm Braun die nötige »Seefestigkeit«, obwohl er bei seinen Militärübungen nie an Bord eines Schiffes gekommen sei. Trotzdem habe sich Brauns Annahme als richtig herausgestellt: »Ich bin nach der ersten Fahrt, von deren Einzelheiten ich nicht gerne sprechen möchte, absolut seefest gewesen.«⁸⁶ Auch über Maschinensender, wie sie im Ersten Weltkrieg zum Einsatz kamen, konnte er aus eigenem Erleben berichten. »Weder ich noch die normalen Angehörigen der Station Sayville hatten Erfahrung mit dem Betrieb einer solchen Anlage«, so schilderte er eine Episode seines Amerikaufenthalts aus dem Jahr 1915, bei der sie »wie aus den Wolken« gefallen seien, als beim Betrieb ganz unerwartete Erscheinungen auftraten.⁸⁷

Diese mit seiner Person eng verbundene Darstellung machte Zennecks Vortrag lebendig – und brachte gleichzeitig zum Ausdruck, wie er seine eigene Rolle in der Geschichte der drahtlosen Telegrafie überliefert sehen wollte. In seinen »Erinnerungen« unterschied er drei »Zeitalter« dieser Technikentwicklung: das »romantische« vor der Einführung der Elektronenröhre; das »klassische«, als Elektronenröhren sowohl für das Senden als auch für den Empfang zum allgemeinen Einsatz kamen; und das »moderne«, das durch den Übergang zu Kurzwellen gekennzeichnet war.⁸⁸ In seinem Vortrag »Aus der Kindheit der drahtlosen Telegraphie« stand die erste Phase im Zentrum, aber Zenneck ließ den Vortrag nicht ohne einen Verweis darauf ausklingen, dass er sich und seinen Schülern auch für die folgende Entwicklung noch eine bedeutende Rolle zuschrieb. »Heute hat sich bekanntlich nach dem Vorgang von E. V. Appleton eine ganze Ionosphärenforschung entwickelt – wir hatten ja in München die ›Zentralstelle für Ionosphärenforschung‹ und am Herzogstand bei Kochel seit 1930 eine Ionosphärenstation –, die mit den Mitteln der drahtlosen Telegraphie selbst die Eigenschaften der höchsten Schichten der Atmosphäre untersucht und nicht nur darüber, sondern auch über die Eigenschaften der Sonne unsere Kenntnisse erheblich erweitert hat.« Man dürfe, so schloss er den Vortrag, »wohl ohne Überheblichkeit sagen, dass das Kind, das die drahtlose Telegraphie vor 50 Jahren war, sich inzwischen recht brauchbar entwickelt hat.«⁸⁹

Kurz darauf warf Zenneck in einer Festschrift zum 50-jährigen Jubiläum von Telefunken noch einmal einen nostalgischen Blick zurück auf »die Zeit des Funkensenders«. Man neige dazu, auf diese Zeit »mit einem gewissen Mitleid zurückzusehen«, weil man

⁸⁶ Zenneck, *Kindheit*, 1952, S. 409; Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 106; vgl. dazu auch Zenneck, *Kindheit*, 1941.

⁸⁷ Zenneck, *Kindheit*, 1952, S. 413; Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 315–316.

⁸⁸ Zenneck, *Erinnerungen*, 1961, S. 391.

⁸⁹ Zenneck, *Kindheit*, 1952, S. 418.



Abb. 2 Jonathan mit seiner Frau Olga Zenneck am Denkmal bei Cuxhaven, zur Erinnerung an die ersten Funkversuche Zennecks nahe der Kugelbake; am Tag der Enthüllung, am 7. Juli 1956.

sich bei der damaligen Funktechnik auf der Senderseite mit hohen Spannungen und im Empfänger mit schwer kontrollierbaren Kohärenern und Kristalldetektoren »herumzuschlagen« hatte. Aber es sei auch »die interessante romantische Zeit der drahtlosen Telegraphie« gewesen, »in der man in das gelobte Land der ungedämpften Schwingungen nicht nur mit Sehnsucht hineinsah, sondern sich auch anschickte, es auf den verschiedensten Wegen zu betreten.«⁹⁰ 1955 bekundete er mit einer knappen Lebensbeschreibung Ferdinand Brauns in der »Neuen Deutschen Biographie« ein letztes Mal seine Verbundenheit mit den Anfängen der Funktechnik. Neben dem Braun'schen Sender er-

⁹⁰ Zenneck, *Zeit*, 1953, S. 158.

klärte er die Braun'sche Röhre zu den wichtigsten Erfindungen seines Lehrers. »Sie ist das Universal-Handwerkszeug des Hochfrequenz-Physikers und -Ingenieurs und in neuerer Zeit die Grundlage der Fernsehtechnik geworden.«⁹¹

Im Juli 1956 ehrte die Stadt Cuxhaven den 85-jährigen Zenneck mit einer Gedenkstele an der Stelle, wo er die ersten Versuche mit dem Braun'schen Sender in der Elbemündung durchgeführt hatte.⁹²

Im darauffolgenden Jahr durfte Zenneck im Deutschen Museum die letzte seiner zahlreichen Ehrungen als Krönung seiner Verdienste um die drahtlose Telegrafie entgegennehmen: den Siemens-Ring, eine Art »Nobelpreis für die Technik«.⁹³ Zenneck erhielt diese alljährlich verliehene Auszeichnung für das Jahr 1956 »in Anerkennung seiner grundlegenden Forschung in der Funktechnik und seiner Förderung des physikalisch-technischen Nachwuchses«.⁹⁴ Bei diesem Geburtstag wurde Zenneck geradezu überschüttet mit Lobreden. Ein Gratulant wusste zu berichten, dass Zenneck darauf »wie zeitlebens seine Bescheidenheit« zeigte, indem er seine Dankesrede mit der Bemerkung schloss: »Nachdem ich alle die vielen ehrenden Reden über mich gehört habe, müsste ich eigentlich annehmen, dass ich ein ganz hervorragender Kerl gewesen bin. Ich bin nur froh, dass auch meine Frau diese Reden gehört hat, denn sie ist manchmal ganz anderer Meinung.«⁹⁵

Am 17. März 1959 wurde Zenneck nach einem Sturz in seiner Wohnung in Althegenberg, bei dem er sich einen Schenkelhalsbruch zugezogen hatte, ins Krankenhaus Rechts der Isar in München eingeliefert. Dort starb er am 8. April 1959 – eine Woche vor seinem 88. Geburtstag.⁹⁶

⁹¹ Zenneck, Braun, 1955, S. 554.

⁹² Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 133.

⁹³ Hoffmann, Nobelpreis, 2018.

⁹⁴ Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, S. 482, 520.

⁹⁵ Vilbig, Geheimrat, 1956, S. 168.

⁹⁶ Leo Heuwing an Otto Meyer, 23. März 1959; Poeserlein an Otto Meyer, 8. April 1959; Otto Meyer an Olga Zenneck, 9. April 1959; Todesanzeige. DMA, VA 1004/5.

Epilog

Die Todesnachricht löste eine Welle von Zeitungsmeldungen aus. Den Tenor dafür setzte die Pressemitteilung des Deutschen Museums: »Untrennbar wie mit den Ergebnissen der theoretischen und praktischen Arbeiten zur Funktechnik ist Zennecks Name auch mit der Ionosphärenforschung verbunden, als deren Begründer in Deutschland er gilt.«¹ Der »Münchner Merkur« porträtierte »eine ehrwürdige Pioniergestalt wie Zenneck« vor dem Hintergrund des anbrechenden Raumzeitalters. »Ein bayerisches Denkmal gebührt ihm im Zeitalter der Raumfahrt schon aus dem Grund, weil er auf dem Herzogstand die erste Station für Ionosphärenforschung errichtete und sozusagen den ersten bayerischen Finger prüfend in die höheren Sphären steckte.«² Auch die »Süddeutsche Zeitung« verknüpfte Zennecks wissenschaftliche Leistung mit der Erschließung des Weltraums: »Die Funksignale von Sputnik und Explorer haben viele seiner Theorien bestätigt.«³

Die Denkmalbildung fand in Nachrufen eine Fortsetzung. Dass Zenneck schon zu Lebzeiten mit Ehrungen überhäuft wurde, sei »selbstverständlich«, schrieb sein Experimentalphysikkollege Walther Gerlach von der Münchner Universität in einem Nachruf. Besonders gefreut habe sich Zenneck über den Siemensring und über den Gedenkstein, mit dem die Stadt Cuxhaven seine »für die erste technische Entwicklung der drahtlosen Telegrafie so fruchtbaren Versuche« gewürdigt habe.⁴ Auch in einem Nachruf aus der Feder von Reginald Smith-Rose (1894–1980), der im National Physical Laboratory in England die Abteilung für Hochfrequenzforschung leitete, wird Zenneck als »one of the earliest pioneers of radio science« gewürdigt.⁵ Walther Meissner erinnerte in seinem Nachruf an die vielen Ehrungen, die Zenneck erhalten hatte, wie die goldene Ehrenmünze der Stadt München und das Großkreuz des Verdienstordens der Bundesrepublik. »So viele Auszeichnungen werden wohl nur dem zuteil, der nicht nur in seinem Arbeitsgebiet durch hervorragende Leistungen als leuchtendes Beispiel vorangeht, sondern auch auf weite Kreise und nach vielen Seiten hin durch Wort und Tat erfolgreich wirkt.« Zennecks Haltung im Kaiserreich und Nationalsozialismus verklärte er fast zu einer Widerstandshaltung. »Und weder der verlorene Krieg Wilhelms II., in dem Zenneck selbst viel Schweres durchmachte, noch die furchtbare Zeit Adolf Hitlers und des zweiten Weltkrieges, die ihn noch viel Schwereres erleben ließ, konnte seinen Lebensmut brechen noch seine Tatkraft vermindern.«⁶ Die »Süddeutsche Zeitung« ging noch weiter und zitierte aus der Grabrede des Dekans der TH München, der Zenneck zu einem Opfer des Nationalsozialismus erklärt hatte: »Wegen seiner kompromisslosen Haltung hätten ihn die Machthaber des Dritten Reiches aus seinen Ämtern entfernt.«⁷

1 Deutsches Museum, Presse- und Informationsdienst, 9. April 1959. DMA, VA 1004/5.

2 Münchner Merkur, 9. April 1959.

3 Süddeutsche Zeitung, 9. April 1959.

4 Gerlach, Jonathan Zenneck, 1959, S. 176.

5 Nature 184 (1959), H. 4694, S. 1188–1189.

6 Meissner, Jonathan Zenneck, 1959, S. 589.

7 Süddeutsche Zeitung, 13. April 1959.

Dass in Todesmeldungen und Nachrufen das Leben und Lebenswerk eines Verstorbenen ohne Schattenseiten dargestellt wird, ist wenig verwunderlich. Die Denkmalbildung wurde jedoch über die Nachrufe hinaus fortgesetzt. Das Deutsche Museum publizierte 1961 Zennecks unvollendet hinterlassene »Erinnerungen« als Typoskript – ohne mit einer editorischen Einführung auf ihren fragmentarischen Charakter hinzuweisen. Sie dienten Walter Dieminger in den »Abhandlungen und Berichten des Deutschen Museums« als authentische Quelle für eine unkritische Lebensskizze. »Die Schrift soll keine Biographie sein«, schickte Dieminger zwar voraus, aber er wollte seinen wissenschaftlichen Lehrer mit ihr doch umfassend würdigen und sich als Erben der von Zenneck begründeten Tradition darstellen. »Schließlich ist es dem Verfasser vergönnt, Zennecks Arbeit auf dem Gebiete der Ionosphärenforschung fortzusetzen.«⁸ Für die Zeit nach dem Ersten Weltkrieg konnte er sich nicht mehr auf Zennecks »Erinnerungen« stützen – was die Tendenz zur Denkmalbildung aber nicht verringerte. Zennecks politische Einstellung zum NS-Staat deutete Dieminger um zu einer Art innerer Emigration. »Das Jahr 1933 bedeutete für Zenneck nicht äußerlich, aber doch innerlich eine Zäsur. Zu verschieden war das Gehabe der neuen Machthaber von der bescheidenen, offenen und konsequenten Art Zennecks. Wohl kam es dank seiner Klugheit und seines Ansehens nicht zum offenen Bruch, aber die Spannungen wuchsen.« Bei der Suche nach Zennecks Nachfolger an der TH München habe man ihn fühlen lassen, »dass man ihn los sein wollte.«⁹ Im Institutsalltag sei er »großzügig und klug genug« gewesen, »das ziemlich harmlose Treiben der studentischen SA- und SS-Männlein zu dulden«. So wurden in einem Aufwasch die Nazi-Umtriebe der Studenten verharmlost und Zenneck selbst von jeglicher Sympathie mit dem Nationalsozialismus freigesprochen. »Sobald es aber um schwerwiegende Dinge ging, wie z. B. die Bestrebungen, das Deutsche Museum in den NSBDT (NS-Bund Deutscher Technik) einzugliedern, wurde er eisenhart.« Zenneck habe die Pläne der Parteifunktionäre »mit überlegenen Argumenten oder auch mit schlagfertigen Bemerkungen« durchkreuzt.¹⁰

Die Denkmalbildung kam auch noch auf andere Weise zum Ausdruck. Bereits bei Zennecks Beerdigung gab der Münchner Bürgermeister die Absicht bekannt, »eine Straße oder einen Platz nach Zenneck zu benennen«¹¹ – was schließlich mit der Benennung der »Zenneckbrücke« verwirklicht wurde, die das östliche Isarufer mit der Museumsinsel verbindet. An den Orten von Zennecks Wirken in Satteldorf, Cuxhaven und Althegnenberg wurden Straßen nach ihm benannt. Sein Geburtsort Ruppertshofen verlieh ihm die Ehrenbürgerwürde und benannte die örtliche Grundschule nach ihm.¹² Eine Forschungsanlage in Namibia, die zu einem weltweiten Netz zur Ionosphärenbeobachtung gehört, erhielt den Namen »Forschungsstation Jonathan Zenneck des Max-Planck-Instituts für

8 Dieminger, Jonathan Zenneck, 1961, S. 5.

9 Ebd., S. 22.

10 Ebd., S. 35.

11 Süddeutsche Zeitung, 13. April 1959.

12 <https://www.ruppertshofen.de/gemeinde/ehrenbuerger-jonathan-zenneck> (9. Februar 2025).

Aeronomie«. ¹³ Am Fuß des Herzogstands erinnert seit 2006 ein Findling mit einer Gedenktafel an Zenneck als Gründer der ersten deutschen Ionosphärenstation. ¹⁴

Auch die 1999 am Historischen Institut der Abteilung für Geschichte der Naturwissenschaften und Technik der Universität Stuttgart vorgelegte Dissertation war eher um eine Herausstellung der Verdienste Zennecks um die drahtlose Telegrafie als um eine historisch-kritische Biografie bemüht. ¹⁵ Sie lieferte das Material für ein im Geist von Lokalpatriotismus und Funker-Enthusiasmus zusammengestelltes Werk über die Herzogstandstation, in dem die Denkmalbildung für Zenneck ihren bisherigen Höhepunkt erreichte. ¹⁶

An dieser Glorifizierung Kritik zu üben und sie mit den in dieser Biografie aufgezeigten historischen Fakten zu korrigieren, bedeutet nicht, den wissenschaftlichen und technischen Leistungen Zennecks ihre Bedeutung abzuerkennen oder sein Engagement als Hochschullehrer und Museumsdirektor gering zu schätzen. Seine Verdienste sind jedoch weniger an posthum errichteten Denkmälern als an seinem »Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie« abzulesen, das Zenneck in mehreren Auflagen der sich rasch entwickelnden Technologie anpasste und das ihn auch als Begründer einer »Schule« ausweist. In den Referaten für das wichtigste Organ seines Faches in Deutschland, das »Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie«, manifestiert sich auch Zennecks Interesse für die internationale Entwicklung auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik und insbesondere für die in den 1920er Jahren aufkommende Ionosphärenforschung. Seine Bedeutung liegt aber nicht in einer besonderen Pionierleistung, die ihm wie seinem Lehrer Ferdinand Braun einen Nobelpreis hätte bescheren können, sondern in seinem Wirken als technischer Physiker, in didaktisch geschickten Präsentationen und in der Organisation neuer Forschungsbereiche. Dieses Talent bescherte ihm auch große Anerkennung für die populäre Verbreitung physikalischer und technischer Erkenntnisse.

Es liegt auf der Hand, dass sich Zenneck damit auch in seinem gesellschaftlichen Umfeld mit den jeweils vorherrschenden politischen und kulturellen Verhältnissen arrangierte. Bereits in den beiden, schon eingangs erwähnten kritischen Arbeiten über seine politische Haltung und seine Rolle als Vorstand des Deutschen Museums hat sich gezeigt, ¹⁷ was nun auch mit dieser Biografie in aller Deutlichkeit zutage tritt: Zenneck betrachtete sich mit den von ihm repräsentierten Wissenschafts- und Technikfeldern als Teil der herrschenden Elite. Er nahm weder im Kaiserreich noch im Nationalsozialismus eine regierungskritische Haltung ein. Bei seinem Disput mit Todt im Deutschen Museum handelte es sich nicht um einen Widerstand gegen den NS-Staat, sondern um einen Streit um die Deutungshoheit über Wissenschaft und Technik, die Zenneck nicht der Politik zugestehen wollte. Bei der Ausübung seiner verschiedenen Funktionen sah er sich dennoch zu keiner Zeit einer Kritik durch seine Ansprechpartner in den NS-Ministerien

¹³ Dieminger, Forschungsstation, 1965.

¹⁴ Renner/Rothe, Funkstation, 2014, S. 266–271.

¹⁵ Schmucker, Jonathan Zenneck, 1999, Kap. 7.

¹⁶ Renner/Rothe, Funkstation, 2014.

¹⁷ Landes, Pflichterfüllung, 2017; Wolff, Jonathan Zenneck, 2010.

ausgesetzt, weder als Vorsitzender der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, noch als Museumsvorstand oder als Experte der Ionosphärenforschung. Es ist kein Vorfall bekannt, der Zweifel an Zennecks Loyalität zum NS-Staat aufkommen lassen könnte. Im Reichsluftfahrtministerium zählte man Zenneck zum engsten Kreis der Repräsentanten besonders relevanter Fachgebiete. Das Janusgesicht der Ionosphärenforschung erlaubte es Zenneck nach dem Krieg, seiner Münchner Zentralstelle den harmlosen Anstrich einer nur wissenschaftlichen Zielen verpflichteten Forschungseinrichtung zu verleihen. Die Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung charakterisierte er dabei als bloße Wissenschaftsorganisation, sodass auch seine Beziehung zum Reichsluftfahrtministerium nur wissenschaftlich motiviert erschien. Dass er sich als Experte in den Dienst des NS-Machtapparats gestellt hatte, trat damit ebenso in den Hintergrund wie der anwendungsorientierte Charakter der Ionosphärenforschung.

Anhang

Literatur

- Programm des Königlich Württembergischen Evangelisch-Theologischen Seminars Maulbronn zum Schluss des Zweijährigen Kurses 1885–87. Tübingen 1887.
- Programm des Königlich Württembergischen Evangelisch-Theologischen Seminars in Blaubeuren. Schulnachrichten über den zweijährigen Kurs 1887–89. Blaubeuren 1889
- Abb, Gustav: Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft: Die Entwicklung ihrer Fachgebiete in Einzeldarstellungen. Berlin 1930.
- Aitken, Hugh G. J.: *Syntax and Spark: The Origins of Radio*. Princeton 1985.
- Albrecht, Hans J.: 50 Jahre U.R.S.I.-Landesausschuss in der Bundesrepublik Deutschland. In: *Advances in Radio Science* 3 (2005), S. 5–21.
- Albrecht, Helmuth: *Technische Bildung zwischen Wissenschaft und Praxis. Die Technische Hochschule Braunschweig, 1862–1914*. Hildesheim 1987.
- Anduaga, Aitor: *Wireless and Empire. Geopolitics, Radio Industry and Ionosphere in the British Empire, 1918–1939*. Oxford 2009.
- Angerer, Ernst von: *Geheimrat Zenneck 70 Jahre*. Typoskript in der Bibliothek des Deutschen Museums, Signatur 2002 B 241. 1941.
- Appleton, Edward Victor: *Geophysical Influences on the Transmission of Wireless Waves*. In: *Proceedings of the Physical Society of London* 37 (1924), H. 1, S. 16D–22D.
- : *The Existence of More Than One Ionised Layer in the Upper Atmosphere*. In: *Nature* 120 (1927), H. 3018, S. 330.
- : *A Method of Measuring Upper Atmospheric Ionisation*. In: *Nature* 127 (1931), H. 3197, S. 197.
- : *Wireless Studies of the Ionosphere*. In: *Journal of the Institution of Electrical Engineers* 71 (1932), S. 642–650.
- : *Fine-Structure of the Ionosphere*. In: *Nature* 131 (1933), H. 3320, S. 872–873.
- Appleton, Edward Victor; Barnett, Miles A. F.: *A Note on Wireless Signal Strength Measurements Made During the Solar Eclipse of 24 January, 1925*. In: *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 22 (1925), H. 5, S. 672–675.
- : *Local Reflection of Wireless Waves From the Upper Atmosphere*. In: *Nature* 115 (1925), H. 2888, S. 333–334.
- : *On Some Direct Evidence for Downward Atmospheric Reflection of Electric Rays*. In: *Proceedings of the Royal Society of London A* 109 (1925), S. 621–641.
- : *Wireless Wave Propagation. The Magneto-Ionic Theory – The Part Played by the Atmosphere – The Effect of Diurnal Variation*. In: *The Electrician* 94 (1925), S. 398.
- Appleton, Edward Victor; Naismith, Robert: *Some Measurements of Upper Atmosphere Ionization*. In: *Proceedings of the Royal Society of London A* 137 (1932), S. 36–54.
- Architekten- und Ingenieur-Verein für Elsass-Lothringen (Hrsg.): *Straßburg und seine Bauten*. Straßburg 1894.
- Arco, Georg Graf von: *Das neue Telefunken-System*. In: *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 2 (1909), H. 6, S. 551–593.
- : *Wege und Werden*. In: *25 Jahre Telefunken: Festschrift der Telefunken-Gesellschaft, 1903–1928*. Berlin 1928, S. 27–44.
- Aschenbrenner, H. u. a.: *Einfluß der partiellen Sonnenfinsternis am 19. Juni 1936 auf die Ionosphäre*. In: *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik* 48 (1936), H. 6, S. 181–182.
- Bäumker, Adolf: *Zur Geschichte der deutschen Luftfahrtforschung*. Ein Beitrag. München 1944.
- Barkhausen, Heinrich: *Jonathan Zenneck, dem Altmeister der drahtlosen Telegraphie, zum 70. Geburtstag die herzlichsten Glückwünsche*. In: *Elektrische Nachrichtentechnik* 18 (1941), H. 4, S. 59–60.
- Bäumler, Max; Zenneck, Jonathan: *Versuche über die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen*. In: *Elektrische Nachrichtentechnik* 3 (1926), H. 4, S. 139–141.
- Benz, Wolfgang: *Die Ausstellung »Der ewige Jude«*. In: *Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan: Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus*. Göttingen 2010, S. 652–680.

- Beyerchen, Alan D.: *Wissenschaftler unter Hitler: Physiker im Dritten Reich*. Frankfurt a. Main 1982.
- Beyler, Richard: Rahmenbedingungen und Autoritäten der Physikergemeinschaft im Dritten Reich. In: Hoffmann, Dieter; Walker, Mark (Hrsg.): *Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft im Dritten Reich*. Weinheim 2007, S. 59–90.
- Beyler, Richard; Eckert, Michael; Hoffmann, Dieter: Die Planck-Medaille. In: Hoffmann, Dieter; Walker, Mark (Hrsg.): *Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft im Dritten Reich*. Weinheim 2007, S. 217–235.
- Beynon, W. J. G.: International Council of Scientific Unions, Mixed Commission on the Ionosphere. In: *Journal of Geophysical Research* 53 (1948), H. 4, S. 467–469.
- Biaßtoch, Martin: *Tübinger Studenten im Kaiserreich. Eine sozialgeschichtliche Untersuchung*. Sigmaringen 1996.
- Blochmann, Friedrich: Das zoologische Institut der Universität. In: *Festausgabe der Tübinger Chronik zur 450-Jahrfeier der Landes-Universität*. Tübingen 1927, S. 40–41.
- Blumtritt, Oskar: Slaby-Stäbe – funkende Funkenmesstechnik. In: Hashagen, Ulf; Blumtritt, Oskar; Trischler, Helmuth (Hrsg.): *Circa 1903. Artefakte in der Gründungszeit des Deutschen Museums*. München 2003, S. 204–227.
- Brand, Jakob Oskar: Über die täglichen Schwankungen im Zustand der F-Schicht. In: *Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung* 7 (1943), S. 1–10.
- : Vergleich des Zustandes der F2-Schicht an verschiedenen Orten. In: *Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung* 7 (1943), S. 11–16.
- Braun, Ferdinand: Ueber den Einfluss von Steifigkeit, Befestigung und Amplitude auf die Schwingungen von Saiten. In: *Annalen der Physik* 147 (1872), H. 9, S. 64–91.
- : Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufes variabler Ströme. In: *Annalen der Physik* 60 (1897), H. 3, S. 552–559.
- : Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft. Nach Vorträgen gehalten im Winter 1900. Leipzig 1901.
- : Gerichtete drahtlose Telegraphie. In: *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 1 (1907), S. 1–15.
- Breit, Gregory; Tuwe, Merle: A Test of the Existence of the Conducting Layer. In: *Physical Review* 28 (1926), H. 3, S. 554–575.
- Brunner, William: *Vom Sternenhimmel*. Erlenbach-Zürich 1940.
- Cahan, David: The Institutional Revolution in German Physics, 1865–1914. In: *Historical Studies in the Physical Sciences* 15 (1985), H. 2, S. 1–65.
- Cantor, Mathias: Ueber die Entladungsform der Elektrizität in verdünnter Luft. In: *Annalen der Physik* 67 (1899), H. 2, S. 481–484.
- Cohn, Emil: *Das elektromagnetische Feld: Vorlesungen über die Maxwell'sche Theorie*. Leipzig 1900.
- Crone, W.; Krüger, K.; Goubau, G.; Zenneck, J.: Echomessungen bei Fernübertragung. In: *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik* 48 (1936), H. 1, S. 1–7.
- Cross, Jeanne Glaubitz; Myers, Ann K. D.: »Orgelsdorfer Eulenspiegel« and the German Internee Experience at Fort Oglethorpe, 1917–19. In: *The Georgia Historical Quarterly* 96 (2012), H. 2, S. 233–259.
- Currie, Constance Gibson.: The Telefunken Radio Station in Sayville. In: *Long Island Forum* XIX (1996), H. 1, <https://liirvhs.org/telefunken-li-forum/> (20.1.2025).
- Daston, Lorraine; Sibum, H. Otto: Introduction: Scientific Personae and Their Histories. In: *Science in Context* 16 (2003), H. 1–2, S. 1–8.
- Dellinger, John H.: The Ionosphere. In: *The Scientific Monthly* 65 (1947), H. 2, S. 115–126.
- Dessauer, Guido u. a.: Über das Auftreten der abnormalen E-Schicht der Ionosphäre. In: *Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung* 6 (1942), H. 51, S. 1–15.
- : Ionosphärenmessungen der Versuchsstation Herzogstand in den Jahren 1940 und 1941. In: *Mitteilungen der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung* 2 (1943), S. 165–177.

- DeVorkin, David H.: *Science with A Vengeance. How the Military Created the US Space Sciences After World War II*. New York 1992.
- Dieminger, Walter: Über den Zusammenhang zwischen dem Zustand der Ionosphäre und den Ausbreitungserscheinungen elektrischer Wellen. In: *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik* 46 (1935), H. 4, S. 109–119.
- : Die Ionosphäre und ihr Einfluss auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. In: *Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften* 17 (1938), S. 282–324.
- : Ionosphäre. In: *Geophysik I. Naturforschung und Medizin in Deutschland 1939–1946*, Band 17. Wiesbaden 1948, S. 93–163.
- : Jonathan Zenneck. In: *Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums* 29 (1961), H. 1, S. 5–44.
- : Neue Forschungsstation der MPG in Südwestafrika. In: *Physikalische Blätter* 21 (1965), H. 3, S. 125–126.
- : Trends in Early Ionospheric Research in Germany. In: *Proceedings of the Royal Society of London A* 280 (1975), S. 27–34.
- : Der lange Marsch nach Lindau. In: *MPG-Spiegel* (1983), H. 2, S. 39–61.
- Dieminger, Walter; Goubau, Georg; Zenneck, Jonathan: Die Störungen der Ionosphäre. In: *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik* 44 (1934), S. 2–17.
- Dieminger, Walter; Plendl, Hans: Fortlaufende Senkrechtlotungen der Ionosphäre auf 3670 kHz (81,7 m) im Jahre 1938. In: *Geophysikalisches Institut Potsdam. Abhandlungen* 4 (1939), S. 3–46.
- Doering, Sabine: *Friedrich Hölderlin: Biographie seiner Jugend*. Göttingen 2022.
- Doyle, Robert C.: *The Enemy in Our Hands: America's Treatment of Enemy Prisoners of War From the Revolution to the War on Terror*. Lexington, Ky, 2010.
- Duffy, Eve M.: *Jenseits von Anpassung und Autonomie. Zur institutionellen Entwicklung des Deutschen Museums zwischen 1933 und 1945*. In: *Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme*. Göttingen 2010, S. 45–77.
- Ebert, Hermann: *Lehrbuch der Physik*. Leipzig 1912.
- Eccles, William Henry: *On the Diurnal Variations of the Electric Waves Occurring in Nature, and on the Propagation of Electric Waves Round the Bend of the Earth*. In: *Proceedings of the Royal Society of London A* 87 (1912), H. 593, S. 79–99.
- : *Opening Address*. In: *Proceedings of the Physical Society of London* 37 (1925), H. 1, S. 1D–4D.
- Eckersley, Thomas L.: *Der Einfluß der Heaviside-Schicht auf die scheinbare Richtung elektromagnetischer Wellen*. In: *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 21 (1923), S. 162–188.
- Eckert, Michael: *Die Atomphysiker: eine Geschichte der theoretischen Physik am Beispiel der Sommerfeldschule*. Braunschweig/Wiesbaden 1993.
- : *Die Deutsche Physikalische Gesellschaft und die »Deutsche Physik«*. In: *Hoffmann, Dieter; Walker, Mark (Hrsg.): Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft im Dritten Reich*. Weinheim 2007, S. 139–172.
- : *Jonathan Zenneck (1871–1959) und die Anfänge der Ionosphärenforschung in Deutschland*. In: *Sudhoffs Archiv* 108 (2024), H. 1, S. 52–100.
- Eckert, Michael; Märker, Karl: *Arnold Sommerfeld – Wissenschaftlicher Briefwechsel. Band 1 – 1892–1918*. Berlin 2004.
- Egeland, Alv; Burke, William J.: *Kristian Birkeland: The First Space Scientist*. New York 2006.
- Erskine-Murray, James: *A Handbook of Wireless Telegraphy*. London 1907.
- Esau, Abraham: *Kurze elektrische Wellen und ihre Bedeutung für die drahtlose Telegraphie*. In: *Telefunken-Zeitung* 7 (1924), H. 38, S. 5–19.
- : *Eigentümlichkeiten und Anwendungsmöglichkeiten kurzer elektrischer Wellen*. In: *Elektrische Nachrichtentechnik* 2 (1925), H. 1, S. 3–9.
- Espinosa de los Monteros, A.: *Über Funkenstrecken für Stoßerregung*. In: *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 1 (1908), H. 4, S. 480–482.
- Eyfrig, Rudolf: *Über Echomessungen bei Fernübertragung und ihre Beziehung zu*

- Zenitreflexionen. In: Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 56 (1940), S. 161–174.
- Eyfrig, Rudolf u. a.: Der Zustand der Ionosphäre während des Nordlichts am 25.–26. Januar 1938 nach den Beobachtungen der Versuchsstation am Herzogstand. In: Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 51 (1938), S. 149–152.
- Eyfrig, Rudolf; Zenneck, Jonathan: Die Berücksichtigung der Sonnentätigkeit bei Ionosphären-Vorhersagen. In: Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 7 (1943), S. 17–24.
- : Die Ionisation der F2-Schicht in Beziehung zur Sonnentätigkeit. In: Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 7 (1943), S. 25–27.
- Fiebig-von Hase, Ragnhild: Der Anfang vom Ende des Krieges: Deutschland, die USA und die Hintergründe des amerikanischen Kriegseintritts am 6. April 1917. In: Michalka, Wolfgang (Hrsg.): Der Erste Weltkrieg. Wirkung, Wahrnehmung, Analyse. München 1994, S. 125–158.
- Finkelburg, Wolfgang: Einführung in die Atomphysik. Berlin 1962.
- Fleming, John A.: The Scientific Theory and Outstanding Problems of Wireless Telegraphy. In: Nature 90 (1912), H. 2244, S. 262–268, 291–297.
- : The Principles of Electric Wave Telegraphy and Telephony. London 1916.
- Fölsing, Albrecht: Wilhelm Conrad Röntgen: Aufbruch ins Innere der Materie. München 1995.
- Forman, Paul: Scientific Internationalism and the Weimar Physicists: The Ideology and Its Manipulation in Germany After World War I. In: Isis 64 (1973), H. 2, S. 150–180.
- Forstner, Christian; Walker, Mark (Hrsg.): Biographies in the History of Physics: Actors, Objects, Institutions. Cham 2020.
- Frenkel, Jakob: Lehrbuch der Elektrodynamik. Zweiter Band: Makroskopische Elektrodynamik der materiellen Körper. Berlin 1928.
- Friedewald, Michael: Die »Tönenden Funken«: Geschichte eines frühen drahtlosen Kommunikationssystems 1905–1914. Berlin 1999.
- Füßl, Wilhelm: Übrig bleibt, was übrig bleiben soll. Zur Konstruktion von Biografien durch Nachlässe. In: Berichte zur Wissenschaftsgeschichte 37 (2014), H. 3, S. 240–262.
- Füßl, Wilhelm; Trischler, Helmuth (Hrsg.): Geschichte des Deutschen Museums: Akteure, Artefakte, Ausstellungen. München 2003.
- Gerlach, Walther; Jonathan Zenneck, 15.4.1871–8.4.1959. In: Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (1959), S. 172–176.
- : Joos, Georg. In: Neue Deutsche Biographie 10 (1974), S. 594–595.
- Gesellschaft der Freunde der TH Danzig (Hrsg.): Beiträge und Dokumente zur Geschichte der Technischen Hochschule Danzig, 1904–1945. Hannover 1979.
- Gillmor, C. Stewart: The History of the Term »Ionosphere«. In: Nature 262 (1976), S. 347–348.
- Gimbel, John: Science, Technology and Reparations. Exploitation and Plunder in Postwar Germany. Stanford, CA 1990.
- Glidden, William B.: Internment Camps in America, 1917–1920. In: Military Affairs 37 (1973), H. 4, S. 137–141.
- Goubau, Georg: Eine Methode zur Untersuchung von Echos bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in der Atmosphäre. In: Physikalische Zeitschrift 31 (1930), S. 333–334.
- : Echomessungen in der drahtlosen Telegraphie. In: Annalen der Physik 10 (1931), S. 329–372.
- Goubau, Georg; Zenneck, Jonathan: Messung von Echos bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in der Atmosphäre. In: Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 37 (1931), H. 6, S. 207–218.
- : Anordnung für Echomessungen an der Ionosphäre. In: Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 40 (1932), H. 3, S. 77–82.
- : Eine Methode zur selbsttätigen Aufzeichnung der Echos aus der Ionosphäre. In: Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 41 (1933), H. 3, S. 77–80.
- Graetz, Leo: Die Elektrizität und ihre Anwendung. Sechste Auflage. Stuttgart 1897.

- Greenaway, Frank: *Science International. A History of the International Council of Scientific Unions*. Cambridge (UK) 1996.
- Gundler, Bettina: Die Kraftfahrzeughalle des Deutschen Museums (1935–1939): Planung, Bau und Ausstellung. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): *Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme*. Göttingen 2010, S. 368–411.
- Hahnemann, Walter: Jonathan Zenneck. In: *Lufffahrtforschung* 18 (1941), H. 4, S. 111–113.
- Harang, Leiv: Das Polarlicht und die Probleme der höchsten Atmosphärenschichten. Probleme der kosmischen Physik. Leipzig 1940.
- Harang, Leiv; Stoffregen, Willi: Echoversuche auf Ultrakurzwellen. In: *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik* 55 (1940), H. 4, S. 105–108.
- Hars, Florian: Ferdinand Braun (1850–1918). Ein wilhelminischer Physiker. Berlin 1999.
- Hashagen, Ulf: Walther von Dyck (1856–1934): Mathematik, Technik und Wissenschaftsorganisation an der TH München. Stuttgart 2003.
- Hein, Katharina: Adolf Baeumker (1891–1976). Einblicke in die Organisation von Luft- und Raumfahrtforschung von 1920–1970. Berlin 1995.
- Hentschel, Klaus (Hrsg.): *Physics and National Socialism. An Anthology of Primary Sources*. Basel 1996.
- Hesse, Hermann: *Unterm Rad*. Berlin 2003 [Erstveröffentlichung 1906].
- Hoerschelmann, Harald von: Über die Wirkungsweise des geknickten Marconischen Senders in der drahtlosen Telegraphie. In: *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 5 (1911), S. 14–34, 188–211.
- Hoffmann, Dieter: Zur Etablierung der »technischen Physik« in Deutschland. In: Guntau, Martin; Laitko, Hubert (Hrsg.): *Der Ursprung der modernen Wissenschaften: Studien zur Entstehung wissenschaftlicher Disziplinen*. Berlin 1987, S. 140–153.
- : Ein Nobelpreis für die Technik. Zur Geschichte der Stiftung Werner-von-Siemens-Ring. *PTB-Mitteilungen* 128 (2018), H. 1, S. 1–107.
- Hoffmann, Dieter; Walker, Mark (Hrsg.): *Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft im Dritten Reich*. Weinheim 2007.
- Hoffmeister, Cuno: Eine bisher unbekannte kosmische Einwirkung in den oberen Luftschichten. In: *Naturwissenschaften* 22 (1934), H. 27, S. 458–460.
- Hong, Sungook: *Wireless: From Marconi's Black-Box to the Audion*. Cambridge, Mass., 2001.
- Horne, John; Kramer, Alan: *German Atrocities, 1914. A History of Denial*. New Haven 2001.
- Hoser, Paul: Entnazifizierung. In: *Historisches Lexikon Bayerns* (2023), <https://www.historisches-lexikon-bayerns.de/Lexikon/Entnazifizierung> (16.6.2025).
- Howe, G. W. O.: A Review of Wireless in 1924 – Short Wave Progress. In: *Electrician* 94 (1925), S. 32.
- Hüppauf, Bernd: Schlachtenmythen und die Konstruktion des »Neuen Menschen«. In: Hirschfeld, Gerhard; Krumeich, Gerd; Renz, Irina (Hrsg.): *»Keiner fühlt sich hier mehr als Mensch«. Erlebnis und Wirkung des Ersten Weltkriegs*. Essen 1993, S. 43–84.
- Jarauschk, Konrad H.: Frequenz und Struktur: zur Sozialgeschichte der Studenten im Kaiserreich. In: *Historical Social Research, Supplement* (2012), H. 24, S. 125–156.
- Jetter, Ulrich: Höhenforschung mit Raketen. In: *Physikalische Blätter* 4 (1948), H. 3, S. 93–99.
- Johnson, Jeffrey Allan: The Power of Synthesis (1900–1925). In: Abelshauser, Werner (Hrsg.): *German Industry and Global Enterprise. BASF: The History of a Company*. Cambridge (UK) 2003, S. 115–205.
- Joos, Georg: Theorie des Elektronenröhrengenerators. In: *Annalen der Physik* 69 (1922), S. 505–547.
- Kapp, Gisbert: *Elektrische Kraftübertragung: Ein Lehrbuch für Elektrotechniker*. Dritte Auflage. Berlin 1898.
- Keller, Ulrich: *Schuldfragen. Belgischer Untergrundkrieg und deutsche Vergeltung im August 1914*. Paderborn 2017.
- Kleinert, Andreas: Der Briefwechsel zwischen Philipp Lenard (1862–1947) und Johannes Stark (1874–1957). In: *Leopoldina Jahrbuch* 46 (2000), S. 243–261.
- : Philipp Lenard und die »Deutsche Physik«. In: Füßl, Wilhelm; Hagmann, Johannes-Gert (Hrsg.): *Konstruierte Wirklichkeit: Philipp Lenard*

- (1862–1947). Biografie, Physik, Ideologie. München 2012, S. 28–43.
- König, Wolfgang: Wilhelm II. und die Moderne. Der Kaiser und die technisch-industrielle Welt. Paderborn/München/Wien/Zürich 2007.
- : Distanz und Opportunismus. Conrad Matschoß, der Verein Deutscher Ingenieure und das Deutsche Museum im Nationalsozialismus. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme. Göttingen 2010, S. 171–194.
- Lagasse, Paul: The History of URSI to 1940. In: Wilkinson, Philip; Cannon, Paul S.; Stone, W. Ross (Hrsg.): 100 Years of the International Union of Radio Science. Gent 2021, S. 7–18.
- Landes, Florian: Pflichterfüllung für die »deutsche Sache«? Perspektiven des Münchner Physikers Jonathan Zenneck auf zwei Weltkriege. Magisterarbeit LMU München, 2017.
- Larmor, Joseph: Why Wireless Electric Rays Can Bend Round the Earth. In: Philosophical Magazine 46 (1924), H. 288, S. 1025–1036.
- Leone, Matteo; Roboti, Nadia; Guglielmo Marconi, Augusto Righi and the Invention of Wireless Telegraphy. In: The European Physical Journal H 46 (2021), H. 1, S. 16.
- Leube, Martin: Das Tübinger Stift 1770–1950. Geschichte des Tübinger Stifts. Stuttgart 1954.
- Lindner, Sigrid Annemarie: Walther Meißner (1882–1974). Physiker und Institutsgründer: Ressourcenmobilisierung in drei Systemen. Augsburg 2014.
- Lipkes, Jeff: Rehearsals: The German Army in Belgium, August 1914. Leuven 2007.
- Mandelstam, Leonid; Papalexi, Nikolai: Ferdinand Braun zum Gedächtnis. In: Naturwissenschaften 16 (1928), H. 32, S. 621–626.
- Manegold, Karl-Heinz: Universität, Technische Hochschule und Industrie. Ein Beitrag zur Emanzipation der Technik im 19. Jahrhundert unter besonderer Berücksichtigung der Bestrebungen Felix Kleins. Berlin 1970.
- : Die Technische Hochschule Danzig im Rahmen der deutschen Hochschulgeschichte. In: Gesellschaft der Freunde der TH Danzig (Hrsg.): Beiträge und Dokumente zur Geschichte der Technischen Hochschule Danzig, 1904–1945. Hannover 1979, S. 11–27.
- March, Herman W.: Über die Ausbreitung der Wellen der drahtlosen Telegraphie auf der Erdoberfläche. Annalen der Physik 37 (1912), H. 1, S. 29–50.
- Marconi, Guglielmo: Radio Telegraphy. In: Journal of the American Institute of Electrical Engineers 41 (1922), S. 561–570.
- Marsch, Ulrich: Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft: Gründung und frühe Geschichte 1920–1925. Frankfurt a. Main u. a. 1994.
- Mathis, Wolfgang: 100 Years of URSI and Radio Science in Germany. In: Wilkinson, Philip; Cannon, Paul S.; Stone, W. Ross (Hrsg.): 100 Years of the International Union of Radio Science. Gent 2021, S. 112–129.
- : Egbert von Lepel and the Invention of the Spark-Gap Transmitter. In: Advances in Radio Science 21 (2023), S. 65–75.
- Mayr, Otto: Wiederaufbau: Das Deutsche Museum 1945–1970. München 2003.
- Meißner, Alexander: Die Ausbreitung der elektrischen Wellen über die Erde. In: Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 24 (1924), S. 85–92.
- : Die Zeit der Maschinensender. In: Festschrift zum 50jährigen Jubiläum der Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m.b.H. Gleichzeitig als 100. Ausgabe der Telefunken-Zeitung (1953), S. 159–164.
- Meissner, Walther: Jonathan Zenneck 15.4.1871 bis 9.4.1959. In: Naturwissenschaften 46 (1959), H. 21, S. 589–590.
- : Nachruf auf Georg Joos. In: Jahrbuch der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (1959), S. 177–180.
- Mergel, Thomas: Das Scheitern des deutschen Tory-Konservatismus. Die Umformung der DNVP zu einer rechtsradikalen Partei 1928–1932. In: Historische Zeitschrift 276 (2003), H. 1, S. 323–368.
- Mertens, Lothar: Das Privileg des Einjährig-Freiwilligen Militärdienstes im Kaiserreich und seine gesellschaftliche Bedeutung. In: Militärgeschichtliche Zeitschrift 39 (1986), H. 1, S. 59–66.

- Mimmo, Harry Rowe: The Physics of the Ionosphere. In: *Reviews of Modern Physics* 9 (1937), H. 1, S. 1–43.
- Müller, Falk: The Birth of a Modern Instrument and Its Development During World War II: Electron Microscopy in Germany From the 1930s to 1945. In: Maas, Ad; Hooijmaijers, Hans (Hrsg.): *Scientific Research in World War II. What Scientists Did in the War*. New York/London 2009, S. 121–146.
- : Weak and Strong Knowledge in Industrial Research. The Rise of the »Third« Physicist. In: Epple, Moritz; Imhausen, Annette; Müller, Falk (Hrsg.): *Weak Knowledge: Forms, Functions, and Dynamics*. Frankfurt a. Main/New York 2020, S. 231–262.
- Nagler, Jörg: Nationale Minoritäten im Krieg. »Feindliche Ausländer« und die amerikanische Heimatfront während des Ersten Weltkrieges. Hamburg 2000.
- Naumann, Albert: Was uns der Krieg nahm. In: *25 Jahre Telefunken: Festschrift der Telefunken-Gesellschaft 1903–1928*. Berlin 1928, S. 188–195.
- Nebeker, Frederik: Dawn of the Electronic Age. *Electrical Technologies in the Shaping of the Modern World, 1914 to 1945*. New York 2009.
- Nerdinger, Winfried: Die »Kunststadt« München. In: *Die Zwanziger Jahre in München*. Ausstellungskatalog des Münchner Stadtmuseums Nr. 8. München 1979.
- Nichols, H. W.; Schelleng, J. C.: The Propagation of Radio Waves Over the Earth. In: *Nature* 115 (1925), H. 2888, S. 334.
- Osganian, Vanessa: Rudolf Tomaschek. An Exponent of the »Deutsche Physik« Movement. In: Forstner, Christian; Walker, Mark (Hrsg.): *Biographies in the History of Physics. Actors, Objects, Institutions*. Cham 2020, S. 89–109.
- Paletschek, Sylvia: Die permanente Erfindung einer Tradition. Die Universität Tübingen im Kaiserreich und in der Weimarer Republik. Stuttgart 2001.
- Pechenkin, Alexander: L.I. Mandelstam and His School in Physics. Cham 2019.
- Pestre, Dominique: Studies of the Ionosphere and Forecasts for Radiocommunications. Physicists and Engineers, the Military and National Laboratories in France (and Germany) After 1945. In: *History and Technology* 13 (1997), H. 3, S. 183–205.
- Petzina, Dieter: Autarkiepolitik im Dritten Reich. Der nationalsozialistische Vierjahresplan. Stuttgart: 1968.
- Petzold, Hartmut: German Bestelmeyer und der zweite Bauabschnitt des Deutschen Museums. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): *Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme*. Göttingen 2010, S. 287–319.
- Pickard, Greenleaf W.: Short Period Variations in Radio Reception. In: *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* 12 (1924), H. 2, S. 119–158.
- Plendl, Hans: Über den Einfluß der elfjährigen Sonnentätigkeitsperiode auf die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie. In: *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 38 (1931), H. 3, S. 89–97.
- : Über Ziele und Ergebnisse mehrjähriger Ionosphärenforschung. In: *Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung* (1939), H. 6, S. 29–93.
- Poincaré, Henri: Sur la diffraction des ondes hertziennes. In: *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo* 29 (1910), H. 1, S. 169–259.
- Raboy, Marc: *Marconi. The Man Who Networked the World*. Oxford 2016.
- Ratcliffe, John A.: Chapter III: Ionospheric Radio. In: *URSI (Hrsg.): Golden Jubilee Memorial*. Brüssel 1964, S. 46–65.
- Rawer, Karl: Elektrische Wellen in einem geschichteten Medium. Zur Frage der partiellen Reflexion und zur Berechnung der scheinbaren Höhe von Ionosphärenschichten. *Annalen der Physik* 35 (1939), S. 385–416.
- : *Meine Kinder umkreisen die Erde. Der Bericht eines Satellitenforschers*. München 1986.
- Rayleigh, John William Strutt: *The Theory of Sound*. London 1877.
- : *The Theory of Sound*. London 1896.
- Reingrabner, Gustav: *Protestanten in Österreich. Geschichte und Dokumentation*. Wien/Köln/Graz 1981.
- Renner, Helmut; Rothe, Martin (Hrsg.): *Die Funkstation am Herzogstand*. Urfeld 2014.

- Richter, Steffen: Die »Deutsche Physik«. In: Mehrtens, Herbert; Richter, Steffen (Hrsg.): Naturwissenschaft, Technik und NS-Ideologie. Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte des Dritten Reichs. Frankfurt a. Main 1980, S. 116–141.
- : Forschungsförderung in Deutschland 1920–1936. Dargestellt am Beispiel der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und ihrem Wirken für das Fach Physik. Düsseldorf 1972.
- Roth, Annette: Die Tübinger Königsgesellschaft Roigel in der Weimarer Republik. Tübingen 1990.
- Round, Henry J. u. a.: Report on Measurements Made on Signal Strength at Great Distances During 1922 and 1923 by an Expedition Sent to Australia. In: *Journal of the Institution of Electrical Engineers* 63 (1925), S. 933–1011.
- Ruhnau, Rüdiger: Technische Hochschule Danzig, 1904–1984. Stuttgart 1985.
- Rukop, Hans: Messungen im elektromagnetischen Spektrum des Wassers mit wenig gedämpften, durch Stoßerregung hervorgerufenen Schwingungen von 65 bis 20 cm Wellenlänge. In: *Annalen der Physik* 42 (1913), H. 13, S. 489–532.
- : Die Telefonenröhren und ihre Geschichte. In: 25 Jahre Telefunken: Festschrift der Telefunken-Gesellschaft, 1903–1928. Berlin 1928, S. 114–154.
- : Jonathan Zenneck 70. Geburtstag. *Elektrotechnische Zeitschrift* 62 (1941), H. 15, S. 384.
- : Jonathan Zenneck zum 70. Geburtstage. In: *Forschungen und Fortschritte* 17 (1941), H. 10/11, S. 125–126.
- Rukop, Hans; Steimel, Karl; Rothe, Horst: Röhren, Rundfunk und kurze Wellen. In: *Telefunken-Zeitung* 26 (1953), H. 100, S. 165–176.
- Rukop, Hans; Zenneck, Jonathan: Der Lichtbogen-generator mit Wechselstrombetrieb. In: *Annalen der Physik* 44 (1914), H. 9, S. 97–111.
- : Die Transformation eines Hochfrequenzstroms auf die dreifache Frequenz. In: *Physikalische Zeitschrift* 15 (1914), S. 145–152.
- Russell, Alexander: The »Kennelly-Heavyside« Layer. In: *Nature* 116 (1925), H. 2921, S. 609.
- Rybczyński, Witold von: Über die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie auf der Erdkugel. In: *Annalen der Physik* 346 (1913), H. 6, S. 191–208.
- Sauer, Paul: Württemberg im Kaiserreich: Bürgerliches Freiheitsstreben und monarchischer Obrigkeitsstaat 1871 bis 1918. Tübingen 2011.
- Schlegel, Kristian; Lühr, H.: Willy Stoffregen. An Early Pioneer of Advanced Ionospheric and Auroral Research. In: *History of Geo- and Space Sciences* 5 (2014), S. 149–154.
- Schmaltz, Florian: Die Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung 1936–1945: Hermann Görings nationalsozialistische Muster-Akademie? In: Balcar, Jaromír; Balcar, Nina (Hrsg.): Das Andere und das Selbst. Perspektiven diesseits und jenseits der Kulturgeschichte. Bremen 2018, S. 69–92.
- Schmucker, Georg: Jonathan Zenneck. 1871–1959. Eine technisch-wissenschaftliche Biographie. Dissertation Universität Stuttgart, 1999.
- Schroeder-Gudehus, Brigitte: Challenge to Transnational Loyalties: International Scientific Organizations After the First World War. In: *Science Studies* 3 (1973), S. 93–118.
- Schubert, Helmut: Industrielaboratorien für Wissenschaftstransfer. Aufbau und Entwicklung der Siemensforschung bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges anhand von Beispielen aus der Halbleiterforschung. In: *Centaurus* 30 (1987), S. 245–292.
- Schulrich, Helga: Industriephysiker in der deutschen Elektroindustrie von den Anfängen bis zur Weltwirtschaftskrise. In: *NTM: Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 22 (1985), H. 2, S. 85–92.
- Schunck, Hermann; Zenneck, Jonathan: Über Schwingungskreise mit Eisenkernspulen. In: *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* 19 (1921), S. 170–194.
- Seiler, Michael P.: Kommandosache »Sonnen-gott«: Geschichte der deutschen Sonnenforschung im Dritten Reich und unter alliierter Besatzung. Frankfurt a. Main 2007.
- Sichau, Christian: »Reine Bildung«. Die erzieherische Aufgabe des Deutschen Museums und der Nationalsozialismus: Das Beispiel Physik. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): Das Deutsche Museum in der Zeit des

- Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme. Göttingen 2010, S. 323–367.
- Snyder, Wilbert F.; Bragaw, Charles L.: Achievement in Radio. Seventy Years of Radio Science, Technology, Standards, and Measurement at the National Bureau of Standards. Boulder, CO, 1986.
- Sommerfeld, Arnold: Ueber die Fortpflanzung elektrodynamischer Wellen längs eines Drahtes. In: *Annalen der Physik* 67 (1899), H. 2, S. 233–290.
- : Über die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie. In: *Annalen der Physik* 28 (1909), H. 4, S. 665–736.
- : Hermann Ebert. Nekrolog. In: *Jahrbuch der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften* (1913), S. 73–75.
- : Jonathan Zenneck zum 70. Geburtstag. In: *Hochfrequenztechnik und Elektroakustik* 57 (1941), H. 4.
- Steiner, Kilian J. L.: Die Sonderschau »Fernsehen« im Deutschen Museum. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): *Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme*. Göttingen 2010, S. 583–618.
- Stöppel, Daniela: Hugo Bruckmann als Vorstand des Deutschen Museums. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): *Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme*. Göttingen 2010, S. 127–170.
- Strasser, Bruno; Zenneck, Jonathan: Über phasewechselnde Oberschwingungen. In: *Annalen der Physik* 325 (1905), H. 20, S. 759–765.
- Teichmann, Jürgen: Die Musik der Tatsachen. Robert Wichard Pohl – ein Pionier der experimentellen Festkörperphysik. In: *Physik Journal* 8 (2009), H. 11, S. 45–48.
- Telefunken-Gesellschaft (Hrsg.): *25 Jahre Telefunken: Festschrift der Telefunken-Gesellschaft – 1903–1928*. Berlin 1928.
- TH Braunschweig (Hrsg.): *Herzogliche Technische Hochschule Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. Programm für das Studienjahr 1906–1907*. Braunschweig 1906.
- : *Herzogliche Technische Hochschule Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. Programm für das Studienjahr 1907–1908*. Braunschweig 1909.
- : *Herzogliche Technische Hochschule Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. Programm für das Studienjahr 1909–1910*. Braunschweig 1909.
- Travis, Anthony: *Nitrogen Capture. The Growth of an International Industry (1900–1940)*. Cham 2018.
- Trischler, Helmuth: *Dokumente zur Geschichte der Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900–1970*. Berlin 1992.
- : *Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900–1970. Politische Geschichte einer Wissenschaft*. Frankfurt a. Main 1992.
- Trischler, Helmuth; Schrogl, Kai-Uwe (Hrsg.): *Ein Jahrhundert im Flug: Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1907–2007*. Frankfurt a. Main 2007.
- Tuve, Merle; Dahl, O.: A Transmitter Modulating Device for the Study of the Kennelly-Heaviside Layer by the Echo Method. In: *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* 16 (1928), H. 6, S. 794–798.
- Uekötter, Frank: *Expansionsgelüste an der Isar. Das Deutsche Museum und die Führung des Dritten Reichs: Adolf Hitler, Fritz Todt und die Pläne für ein Haus der deutschen Technik*. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): *Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme*. Göttingen 2010, S. 195–243.
- Unruh, Karl: *Langemarck: Legende und Wirklichkeit*. Koblenz 1997.
- Uschmann, Georg; Eimer, Theodor. In: *Neue Deutsche Biographie* 4 (1959), S. 393–394.
- van der Woude, Fritz; Seelig, Alfred E.: The High Power Telefunken Radio Station at Sayville, Long Island. In: *Proceedings of the IRE* 1 (1913), H. 3, S. 23–35.
- Vaupel, Elisabeth: *Schrittweise Anpassung an den Zeitgeist: Die Sonderausstellung »Neue Werkstoffe – Neue Wege« (1935)*. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): *Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme*. Göttingen 2010, S. 535–582.
- Vegard, Lars: *Die Deutung der Nordlichterscheinungen und die Struktur der Ionosphäre*. In:

- Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften 17 (1938), S. 229–281.
- Vilbig, Fritz: Geheimrat Prof. Dr. J. Zenneck zum 85. Geburtstag. In: Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 64 (1956), H. 6, S. 165–168.
- Wagner, Patrick: Notgemeinschaften der Wissenschaft. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) in drei politischen Systemen, 1920–1973. Stuttgart 2021.
- Walcher, Wilhelm: Physikalische Gesellschaften im Umbruch. In: Physikalische Blätter. Festschrift: 150 Jahre Deutsche Physikalische Gesellschaft (1959), S. F-107–F-133.
- Wangerin, Albert: Abteilung für Mathematik und Physik. In: Gesellschaft der Freunde der TH Danzig (Hrsg.): Beiträge und Dokumente zur Geschichte der Technischen Hochschule Danzig, 1904–1945. Hannover 1979, S. 67–69.
- Wehler, Hans-Ulrich: Deutsche Gesellschaftsgeschichte. Band 3. München 1995.
- Wien, Max; Zenneck, Jonathan: Spektralaufnahmen mit Teleobjektiv. In: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 8 (1906), H. 20, S. 494–496.
- Wilkinson, Philip; Cannon, Paul S.; Stone, W. Ross (Hrsg.): 100 Years of the International Union of Radio Science. Gent 2021.
- Wittje, Roland: »Simplex sigillum veri«. Robert Pohl and Demonstration Experiments in Physics After the Great War. In: Heering, Peter (Hrsg.): Learning by Doing. Experiments and Instruments in the History of Science Teaching. Stuttgart 2011, S. 317–348.
- Wolff, Stefan: August Kundt (1839–1894). Die Karriere eines Experimentalphysikers. In: Physik 29 (1992), H. 2, S. 403–446.
- : Die Ausgrenzung und Vertreibung der Physiker im Nationalsozialismus. In: Hoffmann, Dieter; Walker, Mark (Hrsg.): Physiker zwischen Autonomie und Anpassung. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft im Dritten Reich. Weinheim 2007, S. 91–138.
- : Jonathan Zenneck als Vorstand des Deutschen Museums. In: Vaupel, Elisabeth; Wolff, Stefan (Hrsg.): Das Deutsche Museum in der Zeit des Nationalsozialismus. Eine Bestandsaufnahme. Göttingen 2010, S. 78–126.
- : Jüdische oder Nichtjüdische Deutsche? Vom öffentlichen Umgang mit Heinrich Hertz und seiner Familie im Nationalsozialismus. In: Burmester, Ralph; Niehaus, Andrea (Hrsg.): Heinrich Hertz – vom Funkensprung zur Radiowelle. Bonn 2012, S. 38–57.
- : Zwischen reiner und technischer Physik. Vor 150 Jahren wurde Max Wien geboren. In: Physik Journal 15 (2016), H. 12, S. 39–43.
- : Jewish Physicists at German-Speaking Universities Represented Disproportionally Highly: Connections Between a Scientific and an Economic Elite. In: *Annali Di Storia Delle Università Italiane* 1 (2020), S. 115–151.
- Yeang, Chen-Pang: Probing the Sky with Radio Waves. From Wireless Technology to the Development of Atmospheric Science. Chicago/London 2013.
- Zacharias, Johannes; Heinicke, Hermann: Praktisches Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Wien 1908.
- Zenneck, Jonathan: Die Anlage der Zeichnung und deren physiologische Ursachen bei Ringelnatterembryonen. Leipzig 1894.
- : Die Zeichnung der Boiden. Leipzig 1989.
- : Ein Versuch mit kreisförmigen Klangplatten. In: *Annalen der Physik* 66 (1898), H. 9, S. 170–176.
- : Die genaue Controle der Wechselzahl eines Wechselstromes. In: *Annalen der Physik* 68 (1899), H. 6, S. 365–368.
- : Die Transformation eines Wechselstromes auf doppelte Wechselzahl mit Hilfe eines ruhenden Transformators. In: *Annalen der Physik* 69 (1899), H. 12, S. 858–860.
- : Eine Methode zur Demonstration und Photographie von Stromcurven. In: *Annalen der Physik* 69 (1899), H. 12, S. 838–853.
- : Ermittlung der Oberschwingung eines Drehstromes. In: *Annalen der Physik* 69 (1899), H. 12, S. 854–857.
- : Ueber die freien Schwingungen nur annähernd vollkommener kreisförmiger Platten. In: *Annalen der Physik* 67 (1899), H. 1, S. 165–184.
- : Die physikalische Interpretation von Ausdrücken aus der Theorie unendlich kleiner Schwingungen. In: *Annalen der Physik* 5 (1901), H. 7, S. 707–717.

- : Ueber inductiven magnetischen Widerstand. In: Annalen der Physik 9 (1902), H. 11, S. 497–521.
- : Verfahren, um die Dämpfung elektrischer Schwingungen sichtbar zu machen. In: Annalen der Physik 7 (1902), H. 4, S. 801–805.
- : Die Energieverhältnisse in oszillatorischen magnetischen Kreisen. In: Annalen der Physik 11 (1903), H. 8, S. 1121–1134.
- : Elektrischer und magnetischer Widerstand bei Schwingungen. In: Annalen der Physik 11 (1903), H. 8, S. 1135–1141.
- : Fortpflanzung magnetischer Wellen in Eisenzylindern. In: Annalen der Physik 10 (1903), H. 4, S. 845–852.
- : Nachtrag zu meiner Arbeit über die »Fortpflanzung magnetischer Wellen in Eisenzylindern«. In: Annalen der Physik 11 (1903), H. 8, S. 867–871.
- : Über die Bedeutung der Ansatzdrähte und Platten in der drahtlosen Telegraphie. In: Physikalische Zeitschrift 4 (1903), H. 24, S. 656–659.
- : Über die magnetische Permeabilität von Eisenpulver bei schnellen Schwingungen. In: Annalen der Physik 13 (1903), H. 12, S. 869–874.
- : Die Abnahme der Amplitude bei Kondensator- kreisen mit Funkenstrecke. In: Annalen der Physik 13 (1904), H. 4, S. 822–826.
- : Objektive Darstellung von Stromkurven mit der Braunschen Röhre. In: Annalen der Physik 13 (1904), H. 4, S. 819–821.
- : Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie. Stuttgart 1905.
- : Der Quecksilberstrahlunterbrecher als Umschalter. In: Annalen der Physik 20 (1906), H. 8, S. 584–586.
- : Ein einfaches Verfahren zur Photographie von Wärmestrahlen. In: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 8 (1906), H. 20, S. 490–493.
- : Bücherbesprechung. In: Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 1 (1907), H. 3, S. 458–459.
- : Über die Fortpflanzung ebener elektromagne- tischer Wellen längs einer ebenen Leiterfläche und ihre Beziehung zur drahtlosen Tele- graphie. In: Annalen der Physik 23 (1907), H. 10, S. 846–866.
- : Les oscillations électromagnétiques et la télégraphie sans fil: Les oscillateurs ouverts et les systèmes couplés; les ondes électromag- nétiques et la télégraphie sans fil. Paris 1908.
- : Wirkungsweise der Sender für die gerichtete drahtlose Telegraphie. In: Physikalische Zeitschrift 9 (1908), S. 553–556.
- : Leitfaden der drahtlosen Telegraphie. Stuttgart 1909.
- : Die Verwertung des Luftstickstoffes mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens. In: Physikalische Zeitschrift 11 (1910), S. 1228.
- : Die Verwertung des Luftstickstoffs mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens: Vortrag gehalten am 23. September 1910 auf der 82. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg i. Pr. Leipzig 1911.
- : Energiemessung an Hochspannungs-Licht- bögen. In: Physikalische Zeitschrift 12 (1911), S. 343.
- : Hochspannungsstörungen in Meßinstrumenten. In: Physikalische Zeitschrift 12 (1911), S. 208.
- : Über einen lichtstarken Spektrographen. In: Physikalische Zeitschrift 12 (1911), S. 1199.
- : Die Transformation der Frequenz. In: Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie 7 (1913), S. 412–425.
- : Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. 2., vollst. umgearb. u. verm. Aufl. Stuttgart 1913.
- : Momentaufnahmen mit der Braunschen Röhre. In: Physikalische Zeitschrift 14 (1913), S. 226–229.
- : Demonstration und Photographie von Strömungen im Inneren einer Flüssigkeit. In: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 16 (1914), S. 695–698.
- : Die Entstehung der Schwingungen bei der Lichtbogenmethode«. In: Annalen der Physik 43 (1914), H. 4, S. 481–524.
- : On Telephonic Measurements in a Radio Receiver. In: Proceedings of the Institute of Radio Engineers 4 (1916), S. 363–369.
- : Die Demonstration des Nachleuchtens von aktivem Stickstoff mit Hilfe des elektrodenlosen Ringstroms. In: Physikalische Zeitschrift 22 (1921), S. 102–103.

- : Elektronen- und Ionenströme. Experimental-Vortrag bei der Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker am 30. Mai 1922. Berlin 1923.
- : Die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie. In: Elektrotechnik und Maschinenbau. Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien 43 (1925), H. 31, S. 593–598, 612–616.
- : Demonstration des Doppler-Effekts in der Akustik. In: Physikalische Zeitschrift 29 (1928), S. 343–344.
- : Zur Abbildung bei der Projektion von Diapositiven. In: Physikalische Zeitschrift 29 (1928), S. 345–346.
- : Zur Demonstration gekrümmter Lichtstrahlen. In: Physikalische Zeitschrift 29 (1928), S. 346–347.
- : Das Physikalische Institut der Technischen Hochschule München. In: Physikalische Zeitschrift 30 (1929), H. 14, S. 433–459.
- : Die Bedeutung der drahtlosen Telegraphie für die Wissenschaft. In: Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 73 (1929), S. 565–573.
- : Die Bedeutung der drahtlosen Telegraphie für die Wissenschaft. In: Praktische Schul-Physik. Monatschrift für den physikalischen Unterricht 9 (1929), H. 10.
- : Experimentierkunst und Vorführungstechnik im neuzeitlichen physikalischen Unterricht. In: Zeitschrift für technische Physik 10 (1929), H. 6, S. 203–206.
- : The Importance of Radiotelegraphy in Science. In: Proceedings of the Institute of Radio Engineers 17 (1929), H. 1, S. 89–114.
- : Untersuchungen zur Raumakustik. In: Forschungen und Fortschritte 5 (1929), H. 25, S. 283–285.
- : Technische Physik. In: Abb, Gustav; Schmidt-Ott, Friedrich (Hrsg.): Aus fünfzig Jahren deutscher Wissenschaft. Die Entwicklung ihrer Fachgebiete in Einzeldarstellungen. München 1930, S. 323–328.
- : Die praktische Bedeutung der Erforschung der Ionosphäre. In: Jahrbuch 1935 der Vereinigung für Luftfahrtforschung (1935), S. 328–331.
- : Die Entwicklung der Funkentelegraphie. In: Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums (1936), H. 6, S. 139–171.
- : Die Erforschung der Ionosphäre. In: Internationaler Kongreß für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin. Kongressband, Wien, Moritz Perles. Leipzig 1937, S. 17–21.
- : Die Aufgaben des Flugfunks. In: Gesammelte Vorträge der Hauptversammlung 1937 der Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung. Berlin 1938, S. 123–127.
- : Physik der hohen Atmosphäre. In: Ergebnisse der kosmischen Physik 3 (1938), S. 1–37.
- : Aus der Kindheit der drahtlosen Telegraphie. In: Der Telefunken-Kamerad 8 (1941), H. 3, S. 55–59.
- : Die Anpassung von naturwissenschaftlichen und technischen Museen. In: Technikgeschichte 30 (1941), S. 143–148.
- : Neuere Ergebnisse der Ionosphärenforschung (11.2.1941). In: Jahrbuch 1941 der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (1941), S. 238–272.
- : Einige grundlegende Fragen der Ionosphärenforschung. In: Forschungen und Fortschritte 18 (1942), H. 1–2, S. 16–19.
- : Fragen und Ergebnisse der Ionosphärenforschung. In: Naturwissenschaften 30 (1942), H. 50/51, S. 739–745.
- : Grundsätzliche und praktische Fragen der Ionosphärenforschung. In: Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 6 (1942), H. 50, S. 61–88.
- : Die Bedeutung der Forschung. In: Physikalische Blätter 1 (1944), H. 1–2, S. 6–12.
- : Forschung tut not auch im Kriege. In: Physikalische Blätter 1 (1944), H. 8, S. 110–112.
- : Zum 50jährigen Jubiläum der Braunschen Röhre. In: Naturwissenschaften 35 (1948), H. 2, S. 33–38.
- : Ionosphäre III. In: Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften 22 (1949), S. 263–321.
- : Aus der Kindheit der drahtlosen Telegraphie. In: Naturwissenschaften 39 (1952), H. 18, S. 409–418.
- : 50 Jahre Deutsches Museum. In: Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums 21 (1953), H. 3, S. 5–24.
- : Die Zeit des Funkensenders. In: Telefunken-Zeitung 26 (1953), H. 100, S. 153–158.
- : Braun, Ferdinand. In: Neue Deutsche Biographie 2 (1955), S. 554–555.

--: Erinnerungen eines Physikers. München 1961.

Zenneck, Jonathan; Rukop, Hans: Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. Stuttgart 1925.

Zennegg von und zu Scharffenstein, Emerich: Beiträge zur Geschichte des Württembergischen Geschlechtes Zenneck (Zennegg). In: Blätter für Württembergische Familienkunde, Heft 19, Januar 1927, S. 101–106; Heft 20/21 April 1927, S. 118–127.

Zierold, Kurt: Forschungsförderung in drei Epochen. Wiesbaden 1968.

Archive

ANT Archiv des Nordlichtobservatoriums in Tromsø

BAdW Archiv der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

BArch Bundesarchiv

BayHStA Bayerisches Hauptstaatsarchiv

DMA Archiv des Deutschen Museums

HS Handschriften

NL 003 Nachlass Karl Ferdinand Braun

NL 053 Nachlass Jonathan Zenneck

NL 056 Nachlass Wilhelm Wien

NL 089 Nachlass Arnold Sommerfeld

NL 221 Nachlass Hans Plendl

VA Verwaltungsarchiv

HATUM Historisches Archiv der TU München

UAM Universitätsarchiv München

UAT Universitätsarchiv Tübingen

UATUB Universitätsarchiv der TU Braunschweig

Abkürzungsverzeichnis**AEG** Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft**BAAS** British Association for the Advancement of Science**BASF** Badische Anilin & Sodafabrik**CRPL** Central Radio Propagation Laboratory**DAF** Deutsche Arbeitsfront**DAL** Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung**DASD** Deutscher Amateur-Sende- und Empfangsdienst e. V.**DATSCH** Deutscher Ausschuss für Technisches Schulwesen e. V.**DFG** Deutsche Forschungsgemeinschaft**DINTA** Deutsches Institut für technische Arbeitsschulung**DNVP** Deutschnationale Volkspartei**DPG** Deutsche Physikalische Gesellschaft**DVL** Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt**FFO** Flugfunk-Forschungsinstitut Oberpfaffenhöfen**FIAT** Field Intelligence Agency, Technical**IAU** International Astronomical Union**ICSU** International Council of Scientific Unions**IRC** International Research Council**IRE** Institute of Radio Engineers**IRPL** Interservice Radio Propagation Laboratory**IUPAP** International Union for Pure and Applied Physics**IUGG** International Union for Geodesy and Geophysics**NSBDT** Nationalsozialistischer Bund Deutscher Technik**NSDAP** Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei**NSKK** Nationalsozialistisches Kraftfahrerkorps**OKW** Oberkommando der Wehrmacht**REM** Reichsministerium für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung**RLM** Reichsluftfahrtministerium**SPIM** Service de Préviation Ionosphérique de la Marine**TRA** Telegraphentechnisches Reichsamtsamt**URSI** Union Radio-Scientifique Internationale**VDI** Verein Deutscher Ingenieure**VDDI** Verband Deutscher Diplom-Ingenieure**VDE** Verband Deutscher Elektrotechniker**VLf** Vereinigung für Luftfahrtforschung**WGL** Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt

Abbildungsverzeichnis

Die mit HATUM bzw. DMA gekennzeichneten Bilder werden mit Genehmigung des Hochschularchivs der Technischen Universität München bzw. des Archivs des Deutschen Museums abgedruckt. Wo keine Angaben über FotografInnen gemacht wurden, konnten diese nicht identifiziert werden.

Kapitel »Wurzeln«:

Abb. 1: Foto: Elke Wetzig (Elya) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kloster_Maulbronn_2009.jpg), »Kloster Maulbronn 2009«, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode> (28.10.2025)

Kapitel »Lehrjahre bei Ferdinand Braun«:

Abb. 1: DMA, PT 00363 02, Fotografie von Oscar Suck

Abb. 2: Foto aus: Architekten- und Ingenieur-Verein für Elsass-Lothringen (Hrsg.): Straßburg und seine Bauten. Straßburg 1894, S. 461

Abb. 3: DMA, BN 30356

Abb. 4a): DMA, BN 30138, Objektsammlung des Deutschen Museums, Inventarnr. 13426

Abb. 4b): DMA, BN 30136, Annalen der Physik 60 (1897), H. 3, S. 552

Abb. 5: Eigene Nachzeichnung des Autors (M.E.) nach Zennecks Skizze in DMA, NL 053/0723

Abb. 6: Autor des Fotos unbekannt (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silvana_Hapag.jpg), »Silvana Hapag«, als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-old> (28.9.2025)

Kapitel »Die Karriere eines technischen Physikers«:

Abb. 1: DMA, BN 04045

Abb. 2: Verlag Zedler und Vogel, Darmstadt (1898) ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Braunschweig_Polytechnikum_\(1898\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Braunschweig_Polytechnikum_(1898).jpg)), »Braunschweig Polytechnikum

(1898)«, als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-old> (28.9.2025)

Abb. 3: DMA, PT_00784_01 Fotostudio: Atelier Friedrich Müller

Kapitel »Probleme der drahtlosen Telegrafie«:

Abb. 1: Foto: Gunther Tschuch (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alexanderson_Alternator.jpg), »Alexanderson Alternator«, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode> (28.9.2025)

Kapitel »Der Erste Weltkrieg«:

Abb. 1: Foto von N. J. Boon, Holland (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interior_of_the_Famous_Library_at_Louvain_destroyed_during_World_War_I.jpg), »Interior of the Famous Library at Louvain destroyed during World War I«, als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-US> (28.9.2025)

Abb. 2: DMA, CD 94768, Skizze eines unbekanntem Autors in NL 053/0165

Abb. 3: DMA, CD 94769, Ausweispapier mit Porträtfoto Zennecks in NL 053/0014

Abb. 4: Sgt. McGarrigle, United States Army Signal Corps (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fort_Oglethorpe_POW_camp_entrance.jpg), »Fort Oglethorpe POW camp entrance«, als gemeinfrei gekennzeichnet, Details auf Wikimedia Commons: <https://commons.wikimedia.org/wiki/Template:PD-US> (28.9.2025)

Kapitel »Physik für Ingenieure«:

Abb. 1: HATUM, FotoB, 086

Abb. 2: HATUM, FotoB, 153

Abb. 3: DMA, CD 94773

Abb. 4: DMA, CD 94772

**Kapitel »Von der drahtlosen Telegrafie zur
Ionosphärenforschung«:**

Abb. 1: DMA, CD 94770

Abb. 2: DMA, CD 94771

**Kapitel »Aktivitäten und Funktionen jenseits
der Hochschule«:**

Abb. 1: DMA, BN L7237-01

Abb. 2: DMA, CD 58253

Abb. 3: DMA, BN 07587

Kapitel »Der Zweite Weltkrieg«:

Abb. 1: DMA, BN I0383-45

Abb. 2: DMA, BN 01393

Abb. 3: DMA, BN I0450-34a

Kapitel »Die letzten Jahre«:

Abb. 1: DMA, BN 11789

Abb. 2: DMA, BN 03508

Personenregister

- Abraham, Max** (1875–1922) 36
Angerer, Ernst von (1881–1951) 55, 184
Appleton, Edward Victor (1892–1965) 106–107, 109–111, 115–116, 127, 147–148, 161, 165–167, 172, 205, 209
Arco, Georg Graf von (1869–1940) 101
Armstrong, Edward Howard (1890–1954) 98
Austin, Louis Winslow (1867–1932) 59, 103, 112
- Baumker, Adolf** (1891–1976) 149–155, 163, 174, 180–181, 183, 200
Barnett, Miles (1901–1979) 106–107, 109
Bartels, Julius (1899–1964) 177
Bäßler, Karl (1888–1973) 189, 191–192, 195–196
Bergmann, Ludwig (1898–1959) 157
Bestelmeyer, German (1874–1942) 85, 91
Betz, Albert (1885–1968) 163
Birkeland, Kristian (1867–1917) 50–52
Boas, Friedrich (1886–1960) 156
Boepple, Ernst (1887–1950) 157, 159, 195
Bohr, Niels (1885–1962) 140
Boje, Walter (1905–1992) 194
Born, Max (1882–1970) 140
Bosch, Carl (1874–1940) 151
Brand, Jakob Oskar (1909–1989) 164, 179, 199, 201
Braun, Ferdinand (1850–1918) 9, 21–41, 44, 49, 58, 61, 64, 71–72, 74, 76, 87, 207–210, 215
Breit, Gregory (1899–1981) 109, 111
Brüche, Ernst (1900–1985) 139, 181
Bruckmann, Hugo (1863–1941) 130, 135, 185
Brunner, William (1878–1958) 165, 199
- Cantor, Matthias** (1861–1916) 21, 23, 25–26, 28, 32, 37, 209
Chapman, Sydney (1888–1970) 116
Cohn, Emil (1854–1944) 37–38
- Dahl, Odd** (1898–1994) 112
Darwin, Charles (1809–1882) 19
Debye, Peter (1884–1966) 142–143
Dellinger, John Howard (1886–1962) 166–168, 204–205
Dieckmann, Max (1882–1960) 60
- Dieminger, Walter** (1907–2000) 94, 115–116, 120, 122–123, 162, 174, 176, 191, 202–204, 206, 208, 214
Dorsimont, Alfred (1900–1972) 165–169
Draeger, Hans (1896–1945) 127
Dyck, Walther von (1856–1934) 53–55, 83–87
- Ebert, Hermann** (1861–1913) 55, 60
Eccles, William Henry (1875–1966) 59, 103–105
Eckersley, Thomas (1886–1959) 103–104
Ehard, Hans (1887–1980) 197
Eimer, Theodor (1843–1898) 19–21, 23
Einstein, Albert (1879–1955) 136, 140
Erskine-Murray, James (1868–1927) 48, 58
Esau, Abraham (1884–1955) 102, 113, 169
Étienne, Erich (1915–1942) 171–172
Ewald, Paul (1888–1985) 74
Eyde, Sam (1866–1940) 50
Eyfrig, Rudolf (1911–2011) 180
- Fleming, John Ambrose** (1849–1945) 35, 58, 60, 63, 103–104
Forest, Lee de (1873–1961) 63–64
Franck, James (1882–1964) 96
Frick, Wilhelm (1877–1946) 131, 136
- Gablenz, Carl-August Freiherr von** (1893–1942) 149
Geiger, Hans (1882–1945) 139
Georgii, Walter (1888–1968) 163
Gerlach, Walther (1889–1979) 99, 213
Giesler, Paul (1895–1945) 189, 194
Goldschmidt, Richard (1878–1958) 80
Göring, Hermann (1893–1946) 149, 152–153
Goubau, Georg (1906–1980) 111–116, 160, 164, 172–174, 176, 191, 204
Grotrian, Walter (1890–1954) 139, 142–143, 173–175
- Haeseler, Olga**, s. Zenneck, Olga
Handel, Paul von (1901–1981) 200–201
Hanle, Wilhelm (1901–1993) 157
Harang, Leiv (1902–1970) 165, 170–177, 199
Heaviside, Oliver (1850–1925) 48, 59, 104–105, 110, 112, 114, 116
Hechtel, Richard (1913–2003) 160

- Heinkel, Ernst (1888–1958) 152
 Heisenberg, Werner (1901–1976) 140–141
 Held, Heinrich (1868–1938) 86
 Herbays, Ernest (1893–1967) 165–169
 Hertz, Heinrich (1857–1894) 28–29, 47,
 147–148, 208
 Heß, Johannes (1877–1951) 192–194, 196
 Hesse, Hermann (1877–1962) 17
 Heuss, Theodor (1884–1963) 197
 Himstedt, Franz (1852–1933) 136
 Hitler, Adolf (1889–1945) 127, 130–132, 149,
 152, 185
 Hölderlin, Friedrich (1770–1843) 17
 Hörschelmann, Harald von (1878–1941) 57
 Howe, George William Osborn (1875–
 1960) 104–105
 Hugenberg, Alfred (1865–1951) 126
 Hund, Friedrich (1896–1997) 141
- Jensen, Christian** (1867–1942) 171
Joos, Georg (1894–1959) 92, 97–99, 115,
 156–157, 197–198, 203–204
- Kennelly, Arthur Edwin** (1861–1939) 59, 110,
 112, 114, 116
Kerkhof, Karl (1877–1945) 167
Kiepenheuer, Karl-Otto (1910–1975) 173–174
Klein, Felix (1849–1925) 84
Knoblauch, Oscar (1862–1946) 54
Konen, Heinrich (1874–1948) 136
Krausneck, Wilhelm (1875–1927) 86
Kulenkampff, Helmut (1895–1971) 156–157
Kunwald, Ernst (1868–1939) 79
- Larmor, Joseph** (1857–1942) 105–107
Laue, Max von (1879–1960) 136–141, 144
Lenard, Philipp (1862–1947) 136, 138, 140,
 156
Linde, Carl von (1842–1934) 54, 85
- Mandelstam, Leonid** (1879–1944) 25, 38–39
Manteuffel, Joachim von (1877–1948) 195
Marconi, Guglielmo (1874–1937) 9, 29–37,
 46, 48–49, 57–59, 61, 71–73, 90, 102–103,
 105, 208
Matschoß, Conrad (1871–1942) 130, 185
Matt, Franz (1860–1929) 86
Mayr, Otto (1930–2025) 198
Maximilian I., Kaiser (1459–1519) 184
- Meißner, Alexander** (1883–1958) 101, 103
Meißner, Walther (1882–1974) 193, 196, 198,
 201, 203
Mentzel, Rudolf (1900–1987) 145
Merck, Fritz (1889–1969) 195
Mey, Karl (1879–1945) 136–138, 142–143,
 148
Meyer, Otto (1882–1969) 197–198
Milch, Erhard (1892–1972) 149, 152, 162
Miller, Oskar von (1855–1934) 9, 130, 133,
 197–198
Miller, Walther von (1894–1978) 195
Mimno, Rowe (1900–1981) 121, 123
Mögel, Hans (1900–1944) 163, 178
Muck, Karl (1859–1940) 80
- Naismith, Robert** (1901–1973) 116
- Ohnesorge, Wilhelm** (1872–1962) 133
- Papalexii, Nikolai** (1880–1947) 25, 39
Paschen, Friedrich (1865–1947) 136
Petavel, Joseph Ernest (1873–1936) 15
Petersen, John (* 1912) 200–202
Pickard, Greenleaf Whittier (1877–1956) 104
Pietzsch, Albert (1874–1957) 131, 193–194
Planck, Max (1858–1947) 96, 136–137,
 140–143
Plendl, Hans (1900–1991) 98, 110, 122, 150,
 162, 164, 173–174, 199, 204
Poevertlein, Robert (1883–1968) 198
Pohl, Robert Wichard (1884–1976) 183
Poincaré, Henri (1854–1912) 58
Poulsen, Valdemar (1869–1942) 49
Prandtl, Ludwig (1875–1953) 149, 151–152,
 163
- Ramsauer, Carl** (1879–1955) 180–181
Ratcliffe, John Ashworth (1902–1987) 110
Rau, Hans (1881–1961) 45
Rawer, Carl (1913–2018) 159, 165, 174–175,
 191, 204
Rayleigh, Lord (1842–1919) (John William Strutt,
 3. Baron Rayleigh) 25, 37
Rein, Hermann (1898–1953) 163
Righi, Augusto (1850–1920) 30
Röchling, Hermann (1872–1955) 131
Röntgen, Wilhelm Conrad (1845–1923) 26,
 37, 41, 55

- Rukop, Hans (1883–1958) 53, 60, 62–63, 97, 101
 Rust, Bernhard (1883–1945) 131, 180
- S**
 Saur, Karl-Otto (1902–1966) 182–183, 194
 Sauter, Fritz (1906–1983) 160
 Schardin, Hubert (1902–1965) 186
 Scheel, Karl (1866–1936) 137–139
 Scheibe, Adolf (1895–1958) 168
 Schemm, Hans (1891–1935) 131, 157
 Schmidt, Albert Wolfgang (1891–1943) 155
 Schmidt, Ernst (1892–1975) 163
 Schmidt-Ott, Friedrich (1860–1956) 87, 96
 Schottky, Walter (1886–1976) 142
 Schrödinger, Erwin (1887–1961) 140–144
 Schweidler, Egon von (1873–1948) 136
 Seeling, Otto (1891–1955) 196, 198
 Seldte, Franz (1882–1947) 132
 Siebert, Ludwig (1874–1942) 131
 Slaby, Adolf (1849–1913) 36
 Smith-Rose, Reginald (1894–1980) 213
 Sommerfeld, Arnold (1868–1951) 41, 47, 50, 55, 57–60, 62, 72, 74, 76, 99, 104, 136–138, 140–141
 Straetmans, Rachel († 1957) 165
 Stark, Johannes (1874–1957) 136–138, 140–141, 143
 Stoffregen, Willi (1909–1987) 170–171
 Stollwerck, Ludwig (1857–1922) 31–32
 Strasser, Bruno (1879–1959) 42–43
- T**
 Tank, Kurt (1898–1983) 152
 Todt, Fritz (1891–1942) 135, 144, 182–183, 185–187, 189, 191–195, 215
 Tomaschek, Rudolf (1895–1966) 156–157, 159
 Trefftz, Erich (1888–1937) 128–129
 Tuve, Merle (1901–1982) 109, 111–112
- U**
 Udet, Ernst (1896–1941) 183
- V**
 Vegard, Lars (1880–1963) 122, 203
 Vilbig, Friedrich (1903–1988) 177
- W**
 Weber, Heinrich (1839–1928) 44–45
 Weickmann, Ludwig (1882–1961) 171, 173
 Wien, Max (1866–1938) 42–43, 49–50, 52–53, 59, 92, 98, 136, 208
 Wien, Willy (Wilhelm) (1864–1928) 59, 136
 Wilhelm I., Wilhelm Friedrich Ludwig von Preußen (1797–1888) 13
 Wilhelm II., Friedrich Wilhelm Viktor Albert von Preußen (1859–1941) 42
 Wilson, Woodrow (1856–1924) 77
- Z**
 Zenneck, Adolf (1808–1868) 14
 Zenneck, Emil Adolf Wilhelm (1841–1920) 13–14
 Zenneck, Erwin (1920–1941) 92, 184
 Zenneck, Gotthilf (1875–1912) 13, 16
 Zenneck, Gotthold (1877–1937) 13
 Zenneck, Hans (1873–1920) 13
 Zenneck, Ilse (* 1915) 92
 Zenneck, Julie, geb. Tritschler (1847–1922) 13
 Zenneck, Ludwig Gottfried (1775–1830) 14
 Zenneck, Lydia (* 1872) 13
 Zenneck, Olga (1883–1964) 50, 210
 Zenneck, Philipp Jakob (1709–1795) 14
 Zenneck, Rolf (* 1911) 92
 Zenneckh, Georg Philipp (1628–1688) 14
 Zennegg, Emerich von und zu Scharffenstein (1880–1948) 13
 Zennegg, Georg Christoph (1652–1724) 14

Bisher erschienen

Band 1 Dirk Bühler

Museum aus gegossenem Stein: Betonbaugeschichte im Deutschen Museum
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies1-9

Band 2 Panagiotis Pouloupoulos

New Voices in Old Bodies: A Study of »Recycled« Musical Instruments with a Focus on the Hahn Collection in the Deutsches Museum
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies2-6

Band 3 Hartmut Petzold

Eine Berliner Waage im Münchner Deutschen Museum: Geschichte, Hintergründe und Aktualität eines Museumsobjekts
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies3-2

Band 4 Astrid Mignon Kirchhof (ed.)

Pathways into and out of Nuclear Power in Western Europe, Austria, Denmark, Federal Republic of Germany, Italy, and Sweden
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies4-8

Band 5 Walter Chinaglia

Towards the Rebuilding of an Italian Renaissance-Style Wooden Organ
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies5-4

Band 6 Wilhelm Füll (Hrsg.)

Von Ingenieuren, Bergleuten und Künstlern. Das Digitale Porträtarchiv »DigiPortA«
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies6-1

Band 7 Andrea Geipel, Johannes Sauter, Georg Hohmann (Hrsg.)

Das digitale Objekt – Zwischen Depot und Internet
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies7-7

Band 8 Charlotte Holzer

Das Kleid aus Glas: Eine Restaurierungsgeschichte im Deutschen Museum
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies8-3

Band 9 Elisabeth Vaupel (Hrsg.)

Ersatzstoffe im Zeitalter der Weltkriege
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies9-0

Band 10 Gun-Brit Thoma, Lorenz Kampschulte, Inga Specht, Doris Lewalter, Stephan Schwan, Olaf Köller

Wer geht in welches Museum? Vergleichende Besucherstrukturanalyse in den acht Forschungsmuseen der Leibniz-Gemeinschaft
 urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies10-7

Band 11 Peter Donhauser

Oskar Sala als Instrumentenbauer: Ein Leben für das Trautonium

urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies11-3

Band 12 Artemis Yagou (ed.)

Technology, Novelty, and Luxury

urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies12-0

Band 13 Rudolf Seising (Hrsg.)

Geschichten der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland.

Die Genese der KI-Forschung als Teilgebiet der bundesdeutschen Informatik

urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies13-6

Band 14 Marisa Pamplona, Rebecca Wolf (eds.)

Material Authenticity of the Ephemeral

urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies14-2

Band 15 Fabienne Huguenin, Matthias Göggerle (Hrsg.)

Das digitale Objekt II – Vermittlung und Forschung

urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies15-9

Band 16 Katharina Preller

Akustik-Wissen im Klavierbau des 19. Jahrhunderts.

Hermann von Helmholtz' Klangforschung und ihre Rezeption bei Steinway & Sons

urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies16-5

Band 17 Judith Kemp (ed.)

Digitising Piano Rolls

History – Foundations – Methods

urn:nbn:de:bvb:210-dm-studies17-1

