Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 53 (1982)

Artikel: Schriftliche Quellen zur Geschichte der Radartechnik

Autor: Kern, Ulrich

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-378141

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Privatbibliothek ist intakt im Besitz seiner Nachkommen geblieben und weist die gleiche Anordnung der Bücher auf, die der alternde General selber bestimmte. Die Papiere aus seiner Tätigkeit als Genfer Kantonsingenieur sind heute im dortigen Staatsarchiv gesammelt, und glücklicherweise hat Dufour selber alles aufbewahrt und oft detailliert kommentiert.

Unter den Ingenieurpapieren Dufours befindet sich eine vollständige Dokumentation zum Entwurf und Bau der ersten permanenten Drahtseilbrücke der Welt. Die Drahtseilbrücke besitzt seit 1834, mit Ausnahme einer kurzen Periode, den Weltrekord für Brückenspannweiten und darf deshalb als der wichtigste Typ für die Überbrückung von sehr grossen Öffnungen angesehen werden. Dufour hatte wesentlich zur Entwicklung der Idee beigetragen, obwohl er nicht der eigentliche Erfinder war. Deshalb enthält der Nachlass eine umfangreiche Fachkorrespondenz mit anderen Ingenieuren, die sich früh mit diesem Bautyp beschäftigten. Die wechselseitige Beeinflussung von den fünf oder sechs beteiligten Ingenieuren ist hier gut dokumentiert und bereichert die Geschichte der Entstehung dieses Bautyps mehr, als wenn Dufour der alleinige Erfinder gewesen wäre. Der Nachlass enthält überdies auch Manuskripte zu weiteren ausgeführten und unausgeführten Projekten Dufours, oft in mehreren Varianten. Diese halten den weiteren Verlauf der Entwicklung Schritt für Schritt fest. Notizen, welche sich mit den neuesten Entwicklungen im Hängebrückenbau und in der Statik eingehend beschäftigen, ergänzen das Material. Zahlreiche veröffentlichte Fachberichte und Zeitschriftenartikel dokumentieren den offiziellen Standpunkt und den Endzustand der Bauten. Der Kontrast zwischen diesen und dem Nachlassmaterial ist für die Forschung sehr aufschlussreich.

Zusammenfassend halten wir fest, dass technikgeschichtliche Quellen aus Material ganz unterschiedlicher Form zusammengesetzt sein können. Dies im Gegensatz zu den meisten anderen historischen Fachgebieten, die primär mit schriftlichen Zeugnissen alleine arbeiten müssen. Für ein vertieftes Verständnis und für die ausgewogene Deutung dieses Materials ist unbedingt ein technisches Grundverständnis im jeweiligen Fach nötig, da die Kriterien der Beurteilung und das Verhältnis zwischen Idee und Ausführung, zwischen System und Detail, wesentlich verschieden sind von denjenigen, die in anderen historischen Fachgebieten gelten. Wichtig ist, dass der Forscher über Facherfahrung verfügt und nicht nur blosses Fachwissen zur Beurteilung der Quellen anwenden kann. Prozesse und nicht «Ist-Zustände» stehen im Vordergrund der technikgeschichtlichen Forschung.

Wenn ich hier versucht habe, die technikgeschichtlichen Quellen nicht für sich isoliert zu erläutern, sondern sie in Zusammenhang mit den Kriterien zu stellen, die für die Erforschung dieser Quellen nötig sind, tat ich es aus dem Bewusstsein heraus, dass die Technikgeschichte nun in eine Entwicklungsphase eintritt, in der sie einen eigenen Standpunkt, eigene Kriterien und eigene Richtungen einschlagen muss.

Die Verbindung zu anderen historischen Disziplinen ist nötig und wünschenswert, aber sie hängt in ihrer Art und Intensität von den Eigengesetzlichkeiten und Bedingungen der Forschungsaufgaben im Einzelfall ab und bildet nicht à priori Teil oder gar den wichtigsten Aspekt der Betrachtungsweise. Die Technikgeschichte hat eigene Anliegen, Bedürfnisse, Ziele und Ausrichtungen, die zur Entfaltung kommen müssen, wenn unser Fach für die Ausbildung und für die Kulturgeschichte relevant sein soll.

Schriftliche Quellen zur Geschichte der Radartechnik

Dipl. Ing. Ulrich Kern, Stuttgart

1. Einleitung

Der Zweck dieser kurzen Abhandlung ist es, anhand einiger Beispiele aus der Geschichte der Radartechnik[1] die Art der schriftlichen Quellen, die dabei zur Verfügung stehen, aufzuzeigen und ihre Auswertung zu erläutern. Dabei sei zunächst auf einige grundsätzliche Probleme hingewiesen, die die Entwicklung des Radars beeinflussten, um eine Grundlage für das Verständnis einiger Schwierigkeiten zu schaffen.

Die Ortung mittels Radiowellen[2] wurde bereits zu Beginn unseres Jahrhunderts vorgeschlagen, gelang aber erst drei bis vier Jahrzehnte später zufriedenstellend. Die Ursache hierfür ist darin zu suchen, dass es sich beim Radar um ein verhältnismässig einfaches physikalisches Prinzip handelt, die Reflexion elektromagnetischer Wellen an elektrisch leitenden Flächen, dessen praktische Ausnutzung aber erhebliche technische Anforderungen stellt. Es ist daher nicht weiter verwunderlich, dass die ersten Versuche, ein derartiges Gerät herzustellen, vor allem an technischen Unzulänglichkeiten scheiterten.

Mit dem Fortschritt der Hochfrequenztechnik, sei es durch Einführung neuer Bauelemente oder Ver-

besserung der bereits existierenden, mussten die Erfolgsaussichten steigen, und so kam es fast gleichzeitig zu parallelen Entwicklungen in mehreren Ländern. Grossbritannien und die USA einerseits und Deutschland andererseits besassen bei Ausbruch des Zweiten Weltkrieges dabei die fortgeschrittensten Systeme. Im Verlaufe des Krieges ging dann der technische Vorsprung der deutschen Seite verloren, was vorwiegend falschen Entscheidungen von politischer Seite zuzuschreiben war.

Es ist selbstverständlich, dass im Rahmen dieser kurzen Abhandlung und bei der Fülle des zur Verfügung stehenden Materials nur einige wenige Quellen erwähnt werden können. Schwerpunktmässig sollen solche zu einem bestimmten Aspekt der Radartechnik behandelt werden, der sich nicht nur mit der Ortung leitender Gegenstände, sondern auch mit ihrer Abbildung befasst. Am Anfang sollen jedoch einige Quellen Erwähnung finden, die zu Beginn der Entwicklung standen.

2. Schriftliche Quellen und ihre Auswertung

Der grundlegende physikalische Effekt, dessen sich die Radartechnik bedient, die Reflexion von Radiowellen an elektrischen Leitern, wurde von Heinrich Hertz entdeckt. Er veröffentlichte 1888 in Widemanns Annalen seine beiden Arbeiten: «Über elektrodynamische Wellen im Luftraum und deren Reflexion»[3] und «Über Strahlen elektrischer Kraft»[4].

Damit ist bereits die wichtigste Quellenart angesprochen, die über Forschungsergebnisse Auskunft gibt: die Publikation in einer Fachzeitschrift.

Auch die Nachfolger von Hertz (A. Righi, O. J. Lodge, J. C. Bose, G. Marconi) wählten diesen Weg, um ihre Arbeiten zu veröffentlichen, schrieben aber teilweise bereits Lehrbücher, die auch auf den Reflexionseffekt eingingen (z. B. A. Righi: «L'ottica delle oscillazioni elettriche», Bologna 1897). Lehrbücher sind als Quellen insofern von Bedeutung, als sie uns einerseits darüber informieren, auf welche Weise Forschungsergebnisse weitere Verbreitung fanden, andererseits geben sie aber auch Auskunft über den Stand der damaligen Technik und deren Möglichkeiten.

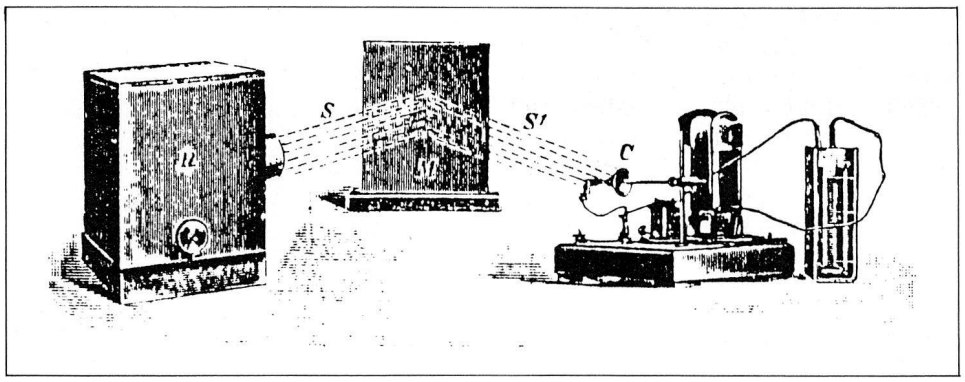

Bild 1: Aus einem Lehrbuch von L. Graetz (1906).

Darstellungen des Reflexionseffektes in Lehrbüchern finden sich ab etwa 1895. Als Beispiel soll hier eine Abbildung aus einem Lehrbuch von L. Graetz, «Die Elektrizität und ihre Anwendungen», aus dem Jahre 1906 dienen[5]. Als Oszillator dient hier ein Righischer Radiator, der für Demonstrationsversuche auf Grund seines einfachen Aufbaues gut geeignet war.

Das erste bekannt gewordene Gerät, das den Reflexionseffekt zur Ortung ausnutzte, war das 1904 von Christian Hülsemeyer hergestellte «Telemobiloskop». Für dieses Gerät existiert eine Patentschrift, womit bereits eine weitere Art der Quelle angesprochen ist. In Bild 2 sind Ausschnitte aus einer Patentschrift von 1919 gezeigt, in der sich Ludwig Machts eine «Vorrichtung zum Auffinden von elektrisch leitenden, dem Auge durch Nichtleiter verborgenen Körpern»[6] patentieren liess. Das Gerät sollte diese Körper aber nicht nur auffinden, sondern auch abbilden (so z. B. Wasseradern vom Flugzeug aus). Die in der Patentschrift abgebildete Mauer ist eher stellvertretend für undurchsichtige Hindernisse zu sehen. Hier wird die Diskrepanz zwischen einer Idee, die prinzipiell richtig ist, und den technischen Mitteln, die vorhanden waren, um sie zu verwirklichen, besonders deutlich. Mit seiner

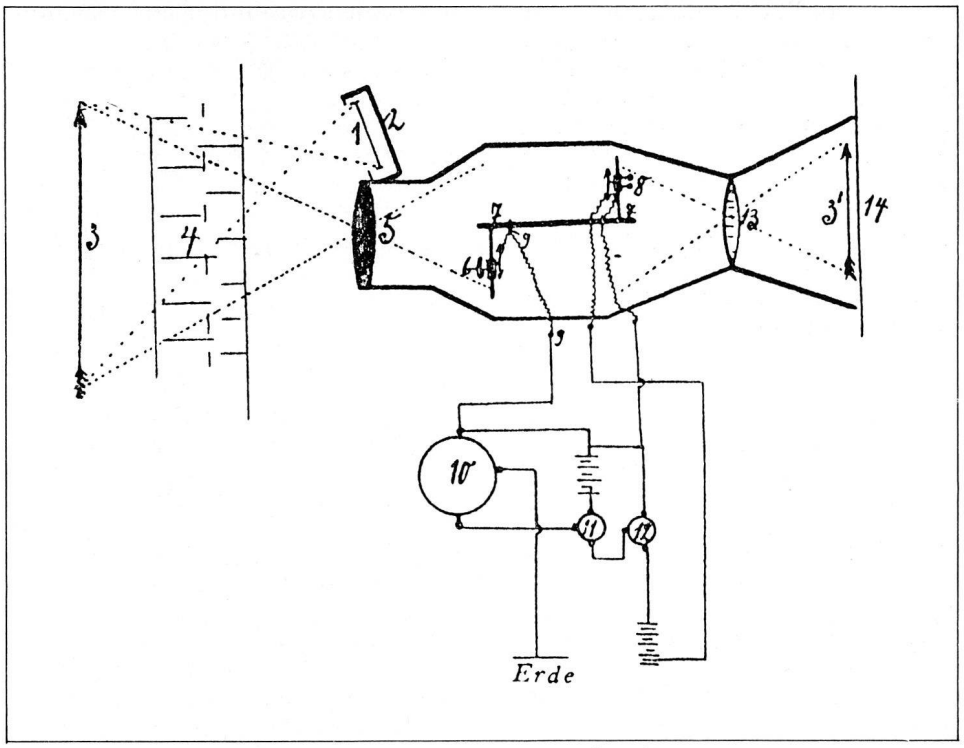

Bild 2: Ausschnitt aus «Deutsches Reichspatent Nr. 330090» (1919).

Idee, Radiowellen statt Licht zur Abbildung leitender Gegenstände zu verwenden, griff Ludwig Machts seinerzeit um mehr als zwei Jahrzehnte voraus. Die Empfangsantenne (in Bild 2 Position 6) musste dazu das über die Linse (Position 5) empfangene Bild spiralförmig abtasten (es ist vom Prinzip her eine Frühform der Fernsehabtastung). Bei allem Einfallsreichtum aber musste das Gerät doch funktionsunfähig bleiben, denn zu viele technische Unzulänglichkeiten kamen hier zusammen. So wäre die Verwendung von Linsen nur bei kürzesten Wellenlängen möglich gewesen, wobei dann die Verstärkung über Röhrenverstärker unmöglich gewesen wäre. Ausserdem wäre die Abbildung auf einem Film unmöglich gewesen. Die interessanteste Tatsache aber bleibt, dass sich damals überhaupt jemand mit einer solchen Möglichkeit befasst hat.

Wenn wir uns nun im zweiten Teil mit einigen Quellen zur Geschichte der Bauelemente der Radartechnik befassen, so haben wir im wesentlichen die gleichen Quellenarten zur Verfügung wie im vorgehenden Abschnitt. Auch hier stellt die Veröffentlichung in Fachzeitschriften den wichtigsten Quellentypus dar. Allerdings kommt hier nun eine weitere Schwierigkeit hinzu: die Verschiedenartigkeit der Bauelemente, bei denen überhaupt nicht abzusehen war, dass sie in der Radartechnik einmal eine Rolle spielen würden. Hier sollen stellvertretend zwei von ihnen behandelt werden, die im Zweiten Weltkrieg eine wichtige Rolle spielen sollten. Zunächst das Magnetron, ein Schwingungserzeuger mit hoher Leistung und kleiner Wellenlänge, und dann eine spezielle Art des Oszillographen: der Polarkoordinatenoszillograph.

Die Entwicklung des Magnetrons, im Deutschen anfangs auch Magnetfeldröhre genannt, lässt sich anhand von Fachaufsätzen relativ lückenlos verfolgen. Stellvertretend für zahlreiche Veröffentlichungen sei hier ein Artikel von Albert Wallace Hull aus dem Jahre 1921 mit dem Titel «Das Magnetron»[7] genannt (Ausschnitte daraus siehe Bild 3). Er stellt darin «das jüngste Mitglied der Elektronenröhrenfamilie» vor und erklärt die Herkunft der Bezeichnung Magnetron für eine Vakuumröhre, die durch ein Magnetfeld gesteuert wird. Die Beeinflussung des Elektronenstroms von der Kathode zur Anode durch ein axiales Magnetfeld statt durch eine Gitterspannung war prinzipiell seit einigen Jahren bekannt gewesen, aber Hull beschreibt hier zum ersten Mal den praktischen Aufbau eines solchen Bauelementes und die damit duchgeführten Versuche.

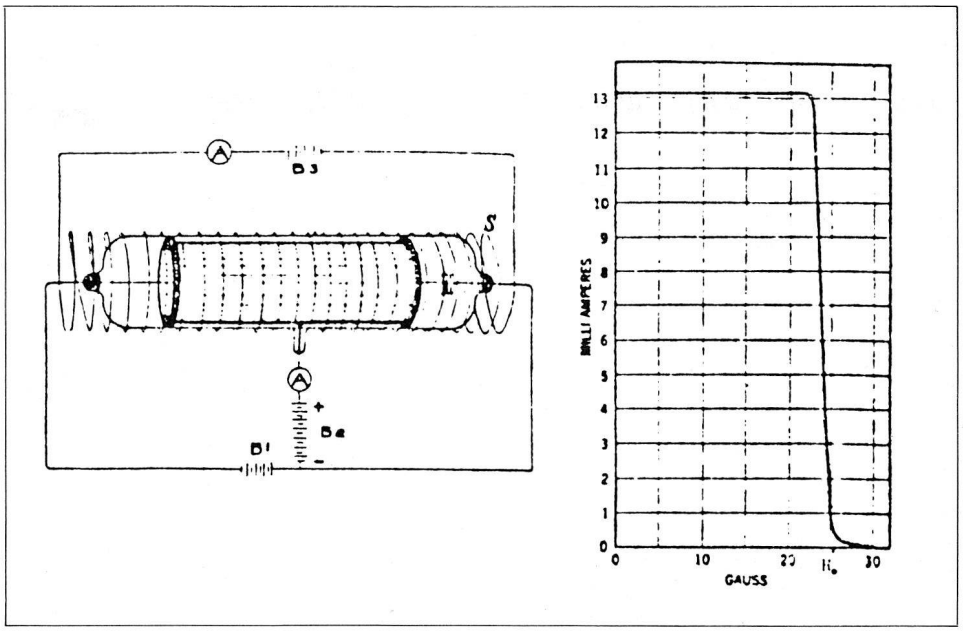

Bild 3: Ausschnitte aus einem Artikel von A. W. Hull (1921).

Aus seinen Ausführungen (insbesondere aus seinen Versuchsbeschreibungen und Kennlinien) geht aber auch hervor, dass er die Fähigkeit des Magnetrons, höchstfrequente Schwingungen zu erzeugen, nicht erkannte. Er konnte daher für dieses Bauelement praktisch keinen sinnvollen Verwendungszweck angeben. In den nachfolgenden zwei Jahrzehnten bis zu seinem ersten militärischen Einsatz Anfang 1942 wurde das Magnetron so weit verändert, dass es ausser seinem Namen und der Beeinflussung der Elektronenbahnen durch ein Magnetfeld kaum noch etwas mit dem von Hull verwendeten Bauelement gemeinsam hatte.

Ein anderes wichtiges Problem der Radartechnik bildete die Darstellung der Information (d. h. der reflektierten empfangenen Impulse), da die Schnittstelle Gerät–Mensch von entscheidender Bedeutung für die Bedienungsfreundlichkeit eines Gerätes ist. Die entscheidende Verbesserung auf diesem Gebiet brachte die Einführung des Elektronenstrahloszillographen, mit dem man zunächst einmal die Entfernung eines Objektes (später auch die Höhe) mit einem linearen Massstab darstellen konnte.

Einer der Wissenschaftler, der sich intensiv mit der Verbesserung des Oszillographen befasst hatte, war Manfred von Ardenne. Er hatte sich bereits auf dem Gebiet der Rundfunk- und Fernsehtechnik einen Namen gemacht (1931 erste Fernsehübertragung eines elektronisch abgetasteten Bildes) und hatte den Breitbandverstärker erfunden, der eine grosse Rolle in der Radartechnik spielen sollte.

Im Jahre 1936 veröffentlichte er eine Arbeit unter dem Titel: «Ein neuer Polar-Koordinaten-Elektronenstrahl-Oszillograph mit linearem Zeitmassstab»[8]. In Bild 4 sind Teile daraus abgebildet.

Wie wir diese Arbeit zu bewerten haben, schreibt er selbst in seiner Autobiografie: «Ein glückliches Leben für Technik und Forschung»[9]. Er erzählt dort, dass er mit dem Hochfrequenzphysiker H. E. Hollmann den Plan gefasst habe, die Entwicklung eines Panorama-Radargerätes mit aller Energie durchzusetzen, und fährt fort: «Uns war die Möglichkeit, die neue Einrichtung zur Abwehr von Luftangriffen zu verwenden, so klar, dass wir unseren Vorschlag,

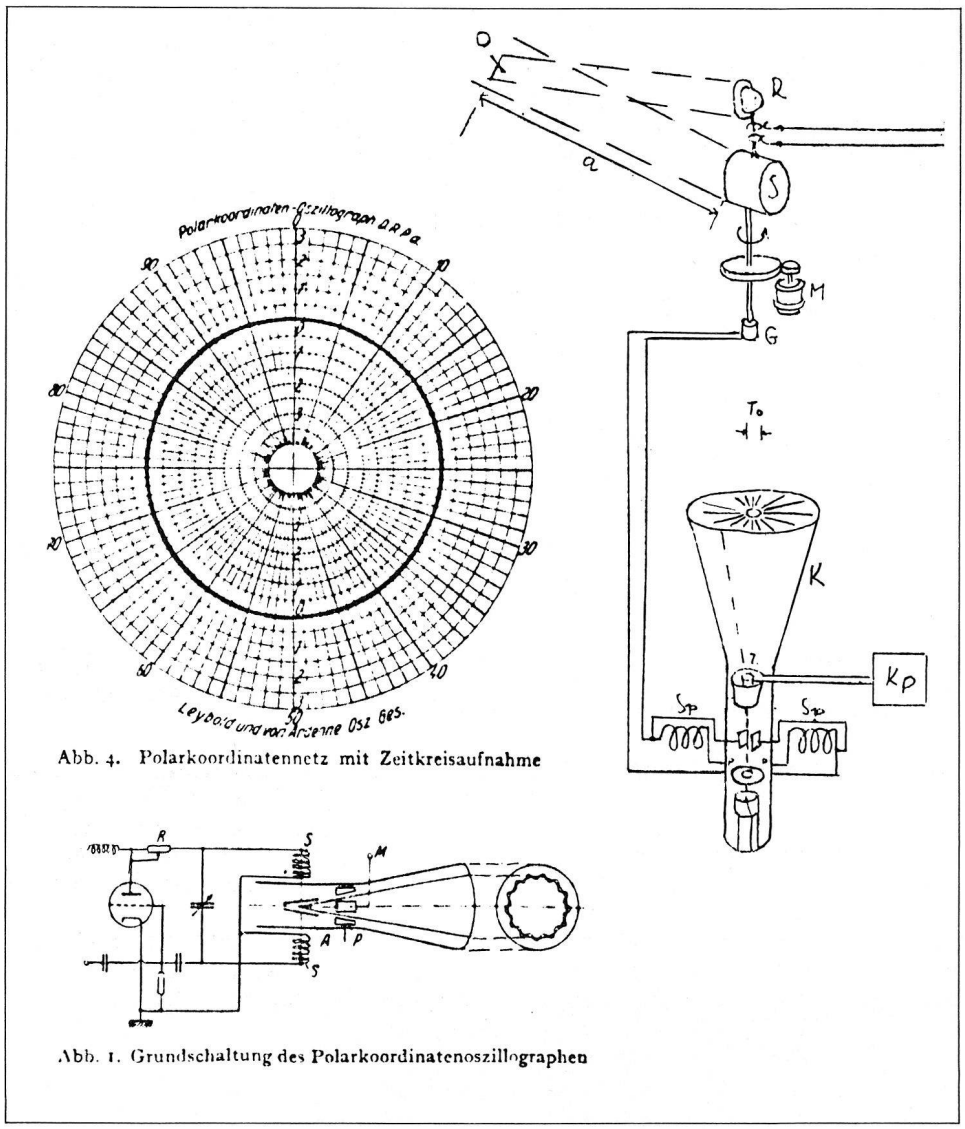

Bild 4: Ausschnitte aus Arbeiten von Manfred von Ardenne (1936).

erläutert durch allgemeinverständliche Zeichnungen (Bild 4) und Fotos von Leuchtschirmfiguren, am 28. Oktober 1940 unmittelbar Göring unterbreiteten. Der lehnte jedoch ab, weil es sich bei dem Projekt um eine mehrjährige Entwicklung handle, die einzuleiten sich nicht mehr lohne, da der Krieg schon so gut wie gewonnen sei. Er schien 1940 überhaupt wenig an Massnahmen zum Schutze gegen feindliche Angriffe aus der Luft interessiert zu sein. Mit unserer Anlage hätten die Echos angreifender Flugzeugverbände – heute eine Selbstverständlichkeit – auf weite Entfernung vom Erdboden aus geortet werden können.» Görings Ablehnung ist im Rahmen seines Erlasses vom 9. Februar 1940 zu sehen, der später als «Entwicklungsstopp» bekannt wurde: «Entscheidend sind diejenigen Vorhaben, die im Jahre 1940 fertig werden oder spätestens 1941 Erträge abzuwerfen versprechen.» Diese Anordnung hatte sowohl auf die Funkindustrie als auch auf die Flugzeugentwicklung nachhaltige Folgen.

Manfred von Ardenne berichtet weiter:
«Die von uns eingereichte Anordnung ist fast bis in alle Einzelheiten, sogar in der Wahl der Wellenlänge, mit jenem Gerät identisch, das etwa zweieinhalb Jahre später erstmals dem Oberkommando der Wehrmacht bekannt wurde, als eine entsprechend ausgerüstete Maschine der Alliierten bei Rotterdam abgeschossen worden war.» Bei diesem Gerät handelte es sich um das sogenannte H2S-Radar, mit dem Anfang 1942 zum ersten Male Magnetronröhren militärisch eingesetzt wurden. Die vom Boden reflektierten Wellen wurden auf einem Bildschirm dargestellt und zeichneten eine vereinfachte Karte des Erdbodens, was für die britischen Bomberverbände eine beachtliche Navigationshilfe bedeutete[10]. Damit hatte Deutschland seinen Vorsprung auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik endgültig eingebüsst und konnte bis Kriegsende allenfalls noch einen Gleichstand erreichen.

Biograhien bzw. Autobiographien wie oben sind von grosser Bedeutung, wenn es darum geht, die anderen Quellen einzuordnen oder Zusammenhänge zwischen ihnen herzustellen. Daneben existieren selbstverständlich zahlreiche weitere Arten von Quellen, wie Dissertationen, veröffentlichte Vorträge, Unterlagen verschiedener Archive, auf die hier nicht eingegangen wurde.

Abschliessend soll noch einmal betont werden, dass nur stichpunktweise einige wenige Quellen erwähnt werden konnten. Die vorliegende Abhandlung sollte daher nur als Versuch gewertet werden, etwas von der Problematik der Geschichte der Radartechnik und den dazu vorliegenden Quellen zu vermitteln.

[1] *Das englische Kunstwort Radar (Radio detecting and ranging) wird im ganzen Artikel anstelle der früher jeweils üblichen Bezeichnungen wie Funkmesstechnik usw. verwendet, da es sich heute international durchgesetzt hat.*

[2] *Die Bezeichnung «Radiowellen» war damals selbstverständlich noch nicht üblich.*

[3] *Hertz H., «Über elektrodynamische Wellen im Luftraum und deren Reflexion», Wiedemanns Annalen 34, S. 610, 1888.*

[4] *Hertz, H. «Über Strahlen elektrischer Kraft», Wiedemanns Annalen 36, S. 769, 1888.*

[5] *Graetz, L., «Die Elektrizität und ihre Anwendungen», S. 275, Stuttgart 1906.*

[6] *Machts, L., Deutsches Reichspatent Nr. 330090.*

[7] *Hull, A. W., «The Magnetron», Journal of the Amerian Institute of Electrical Engineers, Band 40, S. 715–723, Sept. 1921.*

[8] *Ardenne, M. von, «Ein neuer Polar-Koordinaten-Oszillograph mit linearem Zeitmassstab», Zeitschrift für technische Physik, Band 17, S. 660–666, 1936.*

[9] *Ardenne, M. von, «Ein glückliches Leben für Forschung und Technik», Berlin-Ost 1972.*

[10] *Mit diesem Gerät wurde das realisiert, was bei Ludwig Machts nur als Idee vorhanden war.*