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

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 53 (1982)

Artikel: Persönliche Fragestellungen zur Bearbeitung von Quellen zur Geschichte des Ingenieruwesens

Autor: Peters, Tom F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-378140

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

1839 erhielt Bodmer ein Patent unter dem Titel: «Verbesserungen an Maschinen, Werkzeugen und Apparaten zum Fräsen, Hobeln, Drehen, Bohren und Walzen von Metallen oder andern Stoffen». In der Folge wurden fast alle darin beschriebenen Einrichtungen auch realisiert. Die Aufstellung der Maschinen in seiner Werkstätte erfolgte nach einem sorgfältig ausgearbeiteten Layout.

Bodmer sah bereits Laufkräne mit Flaschenzügen sowie Handwagen auf Schienen vor, um schwere Werkstücke ohne allzugrosse Anstrengungen der Arbeiter auf die Maschine zu heben und weiterzutransportieren. Diese Art des Handlings war damals in England absolut neu.

Enttäuschend für Bodmer war, dass er bei seinen Zeitgenossen wenig Echo gefunden hat, obgleich er mit vielen damaligen Grössen in Ingenieurkreisen befreundet war und zusammenarbeitete. Genannt seien unter vielen anderen: Vater und Sohn Stephenson, die Gebrüder Sharp, Richard Roberts, die Rennies und Brunels, Maudslay, Fairbairn und Nasmith. Zwischen Bodmer und Joseph Whitworth, dem Schöpfer des englischen Normgewindes, bestand ebenfalls enger Kontakt. Übrigens hat Bodmer noch vor Whitworth versucht, Schraubengewinde in Normreihen aufzubauen. Da er dazu aber metrische Abmessungen benutzte, wurde er nicht verstanden und deshalb nicht ernst genommen.

Leider erwähnen weder Nasmith noch Fairbairn in ihren Autobiographien den Namen Bodmer. Auch bei Smiles, dem prominentesten Ingenieurbiographen, sucht man Bodmer vergeblich. War es der Ausländer, dessen Dienste man zwar gern beanspruchte, ihm den Erfolg aber nicht gönnen mochte? War es Bodmers nicht sehr zugänglicher Charakter? Wir können nur Vermutungen anstellen. Tatsache ist jedoch, dass sich in seinen Tagebüchern viele Stellen finden, wo er über die Zusammenarbeit mit Berühmtheiten berichtet. Ebenso zahlreich sind jedoch seine Klagen, dass er zu wenig Anerkennung fände.

Glücklicherweise haben spätere Technikhistoriker (vor allem in England und den USA) Bodmers Leistungen angemessen bewertet. So z.B. Henderson:

> «Bodmer was one of the greatest engineers of all time».

Und Woodbury:

> «... in the history of machine tools we find as a most significant figure that amazing Swiss, John George Bodmer ...»

Persönliche Fragestellungen zur Bearbeitung von Quellen zur Geschichte des Ingenieurwesens

Dr. Tom F. Peters, Institut für Geschichte, ETH-Zentrum, Zürich

Bei den meisten geschichtlichen Fachrichtungen besteht das primäre Quellenmaterial aus Archivalien, d. h. aus unveröffentlichten Dokumenten, Manuskripten, Plänen usw. Technikgeschichtliches Quellenmaterial hingegen kann ebensogut dreidimensionale, massenproduzierte Objekte umfassen. Im Gegensatz zum Architektur- und Kunsthistoriker, der auch mit dreidimensionalen Objekten arbeitet, betrachtet der Technikhistoriker seine Objekte nicht primär als Endprodukte eines Entstehungsprozesses, sondern als Dokumentation einer fortschreitenden Entwicklung. Seine Betonung liegt demnach auf der Entwicklung und nicht auf dem Gegenstand.

Der Hauptaspekt der technikgeschichtlichen Forschung bildet die Untersuchung der Erfüllung von konkret gestellten Aufgaben. Demzufolge befasst sie sich auch mit der Qualität der Aufgabenlösung und hat, wenn sie sich nicht oberflächlich nur mit Erfindungsgeschichte befassen soll, auch Wertungen vorzunehmen. Die Grundlagen, auf welchen diese Wertungen beruhen, beinhalten eigene untersuchenswerte Problemkreise. Diese können zum Beispiel die ständige Änderung der gestellten Aufgabenziele sein oder sich stets wechselnde Rahmenbedingungen wie die Verwendung neuer Materialien und die Einbeziehung neuentwickelter theoretischer Grundlagen.

Objekte, Versuche und Modelle erhalten in der technikgeschichtlichen Forschung eine gleichwertige Stellung mit den traditionellen Archivalien und gedruckten Berichten. Die Technikgeschichte ist somit nicht nur an die Archiv- und Bibliotheksforschung gebunden, sondern in gleich starkem Masse auch an Objektsammlungen und gebauten Zeugen der Vergangenheit. Je reichhaltiger das Angebot von Quellen dieser verschiedenen Kategorien ist, desto feinschichtiger kann eine Entwicklung verfolgt und gedeutet werden.

Weil technische Erfindungen nur als Resultate von Prozessen hervorgehen, bildet die Analyse von Entwicklungsprozessen das Interessenfeld der Forschung. Die Geschichte von Erfindungen muss unter diesem Gesichtspunkt beleuchtet werden und erhält erst durch diese Analyse von Entwicklungsprozessen seine Bedeutung. Erst in zweiter Linie befasst sich die Technikgeschichte mit der Analyse von Auswirkungen der technischen Entwicklung auf andere Aspekte der Geschichte. Sicher ist die Technik

heute eine der Grundlagen unseres modernen Lebens. Ebenso sicher ist sie einer der Hauptfaktoren in der Entwicklung unserer heutigen Gesellschaftsformen. Gewiss sind deshalb die sozialen und die wirtschaftlichen Faktoren der Technikgeschichte relevant für eine ausgewogene Beurteilung unserer kulturellen Entwicklung; und die Erforschung dieser Zusammenhänge ist von Bedeutung. Aber meines Erachtens dürfen wir dabei nicht vergessen, dass die Technik an sich einen selbständigen kulturellen Wert als eine der Hauptbetätigungen des Menschen darstellt. Sie darf deshalb nicht nur als Spezialität zur Beleuchtung von anderen etablierteren Geschichtsdisziplinen Verwendung finden. Sie soll als selbständiger Gesichtspunkt gelten, von dem aus wir unsere Vergangenheit neu untersuchen können.

Auf diese Weise betrachtet, weitet sich das Feld der technikgeschichtlichen Quellen erheblich aus und bezieht alles ein, was der Mensch sich in seiner Geschichte an Objekten und an methodischen Fähigkeiten geschaffen hat. Man spricht von so verschiedenen Techniken wie Agrartechnik, Chemietechnik, Maschinentechnik, Verfahrenstechnik; die Liste ist fast endlos. Die Technik wird dadurch zum pankulturellen Schlagwort und somit unfassbar. Um aber uns nicht in diese fruchtlose Diskussion zu stürzen, will ich nun das Gebiet wieder etwas einschränken, zuerst auf das Ingenieurwesen im allgemeinen, und dann mehr spezifisch auf das Bauingenieurwesen eingehen.

Die Ingenieurgeschichte ist, in ihrer weitesten Form, das klarste Beispiel für die Technikgeschichte. Die kausalen Entwicklungslinien der Problemstellungen, der Lösungen, der Benützung, des Unterhalts und was für Teilaspekte mehr den Forscher interessieren mögen, bilden das Arbeitsfeld der Forschung. Als Beispiel für ein interessantes Forschungsfeld, das jedoch weniger relevant ist für den Werdegang unserer technischen Zivilisation, könnte zum Beispiel eine Ideengeschichte der Technik sein. Die Ideen Leonardo da Vincis zum Vogel- und Menschenflug sind sicher kultur- und geistesgeschichtlich von grosser Bedeutung. Sie beleuchten Aspekte der geistigen Entfaltung der Renaissance, dokumentieren einen Wendepunkt in der Menschengeschichte und bilden geeignete technikbetonte Forschungsfelder dieser Geschichtsdisziplinen. Dafür haben sie aber nur sehr am Rande mit der Lösung von aerodynamischen Problemen, mit der Entwicklung von den einschlägigen Theorien und mit den praktischen Anfängen des Flugwesens zu tun. Wir sehen, dass der technickgeschichtliche Blickwinkel einen problem- und lösungsorientierten Standpunkt einnehmen muss und nicht unbedingt einen geistesgeschichtlichen.

Die Problemkreise der Technikgeschichte weisen eine gewisse Parallelität mit denjenigen der Industriegeschichte auf. Aber einer der Hauptunterschiede zur industriegeschichtlichen wie auch zur geistesgeschichtlichen und naturwissenschaftlichen Denkweise ist das andersgeartete Verhältnis vom Detail zum System. In unseren westlichen Kulturen spielt die Einzelheit, das Detail, eine untergeordnete Rolle im Verhältnis zur Ganzheit, zum System. In gewissen Zusammenhängen kann das Wort «Detail» sogar eine abschätzige Bedeutung erhalten. Diese Hierarchie ist uns selbstverständlich. Die Naturwissenschaften bauen auf diese Einstufung auf, wie unsere übrigen Denkschemata auch, darunter unter anderem die historische Betrachtungsweise. Diese hierarchische Denkweise ist aber von der Sache her nicht unbedingt zwingend.

Zum Beispiel ist auf dem Gebiet der Maschinentechnik die Lösung von Detailproblemen eine Vorbedingung für das Funktionieren eines Systems. Ganze Entwicklungen können an der Nichtlösbarkeit von Details scheitern. Die Automobilindustrie wird beispielsweise so lange vom Erdöl abhängig bleiben, bis die Probleme der Herstellung von leichten, leistungsfähigen Elektrobatterien gelöst sind. Das Prinzip des Elektroautos ist einfach, es wird aber nutzlos bleiben, bis dieses Detail gelöst ist. Das Detail kann hier niemals als untergeordnete Einzelheit angesehen werden, sondern es bildet das Hauptmerkmal der Entwicklung. Das gleiche gilt ebenfalls für die Entwicklung der Dampfmaschine, bei der das einfache Prinzip erst durch die immer raffinierteren Lösungen der Teilprobleme praktisch anwendbar wurde. In der Geschichte des Maschineningenieurwesens wird deshalb der hierarchische Wert des Details gegenüber demjenigen des Systems oder der Idee meistens vorherrschen müssen. Der Forschende braucht hier eine technische Vorbildung, um diese Wertung im konkreten Fall vornehmen zu können.

Im Bauingenieurwesen ist die Gewichtung des Details gegenüber der Ganzheit eine andere. Ein System kann hier sehr wohl ohne sinngemässe Lösung der Teile funktionieren. Durch eine Überdimensionierung eines Bauteils können systematische Fehlüberlegungen oder Unsicherheiten überspielt werden. Der Fortschritt im Bauwesen bedeutet oft ein besseres Verständnis für das statische oder materialtechnologische Verhalten von Bauteilen und führt zu einer besseren Ausnützung einer bereits vorhandenen Konstruktionsweise oder eines Baustoffs. Neue Systeme hingegen sind im Bauwesen nur äusserst selten anzutreffen, und die Entwicklung besteht oft nur aus sogenannten «Details».

Die berühmte erste eiserne Brücke, die Ironbridge, wurde beispielsweise mit typischen Holzverbindungen in Eisen gelöst. Zapfen, Dübel und Keile hielten aber bisher 200 Jahre lang, obwohl sie vom Material her eigentlich als unsachgemässe und somit als «falsche» Detaillösungen zu bezeichnen sind. Schrauben, Bolzen und später Nieten und Schweissungen wären, je nach Eisensorte, hier die «richtigen» technischen Lösungen gewesen.

Also ist im Bauingenieurwesen das Verhältnis zwischen Detail und System ein vielschichtiges und oft ein wechselseitiges. Auch hier benötigt der historisch Forschende eine technische Vorbildung zur Abwägung der Argumente für und wider eine Entwicklungsrichtung und zur Beurteilung des Stellenwerts von Lösungswegen.

Quellen zur Ingenieurgeschichte müssen also anders gesichtet und bearbeitet werden als Quellen zu anderen historischen Fachgebieten. Das Problem ist nicht das Postulieren eines übergeordneten Entwicklungs-

systems, um dann durch konkrete Fallstudien die angenommene Hypothese zu erhärten, sondern es ist vielmehr das Herausschälen der Beziehungen zwischen Einzelfall und System.

Die chronologische Aufstellung von einem Bauablauf oder von der Entstehung eines Bautyps kann bloss einen losen Rahmen für die Entwicklungsgeschichte liefern. Nur die Untersuchung der Bewältigung von fachlichen Problemstellungen vermag einen tieferen Einblick in den Werdegang eines Bauwerks oder eines Konstruktionstypus zu vermitteln. Es wäre naiv zu behaupten, dass dies ohne jede Kenntnis des industriellen, finanziellen, politischen und sozialen Kontextes der Entwicklung geschehen kann. Gewiss nicht. Aber in der Technikgeschichte wird die Betrachtung stets vom fachlichen Blickwinkel aus und unter Berücksichtigung der jeweiligen Fachkriterien erfolgen müssen. Es ist meines Erachtens evident, dass der Forscher über enge fachspezifische Kontakte verfügen muss, um dies tun zu können. Ein einziges Beispiel mag diese Meinung verdeutlichen:

Eine der Hauptquellen zur Untersuchung von Bauabläufen bilden die Protokolle von Sitzungen, an denen Baufachleute mit Bauherren, Lieferanten, Behörden und Finanzleuten zusammentreffen. Die Deutung von Voten, Beschlüssen, Meinungen und Erklärungen ist aber alles andere als einfach für jemanden, der nicht selber aus dem Baufach stammt. Beschlüsse in solchen Sitzungen werden entweder mit funktionellen oder häufig auch mit ökonomischen Argumenten begründet. Aus der Lektüre solcher Dokumente müsste also der Unvoreingenommene annehmen, dass alle Baukriterien schlussendlich allein auf ökonomischen Überlegungen beruhen. Jedermann aber, der selber an solchen Sitzungen teilgenommen hat, weiss genau, wie oft in Wirklichkeit Argumente ganz anderer Natur einen Entscheid bestimmen: die Neugierde, etwas Neues zu versuchen zum Beispiel, oder der Wunsch, ein bestimmtes Produkt anzuwenden. Dieser kann durch persönliche Präferenz oder aus Überzeugung motiviert sein oder auch zum Beispiel, weil der Lieferant sich anerboten hat, eine geheime Gegenleistung zu erbringen. Solche Begründungen werden für das Protokoll immer in ökonomische Argumente eingekleidet. Damit wird ein Mantel der Rationalität und der unangreifbaren Argumentation über einen oft anders motivierten Entscheidungsprozess gelegt. Dieser Umstand wird in anderen Ingenieurfächern und auch in anderen Geschichtsdisziplinen wohl nicht viel anders sein.

Nun, um einen Entscheidungsprozess anhand solcher technischen Protokolle sinnvoll zu verfolen und zu deuten, muss der Forschende über genügend Facherfahrung verfügen, um im Vergleich mit dem tatsächlichen Bauablauf, mit der Bauabrechnung oder auch mit analogen Projekten die wahrscheinlichste Begründung herausschälen zu können. Genauso erfordern auch Berechnungen, Skizzenprojekte und Pläne eine erfahrene, fachmännische Beurteilung.

Das Detailverhalten des Entwerfers im Projekt und in der Berechnung ist massgebend für die Eruierung seiner Haltung und seiner Absicht. Der Forschende muss deshalb imstande sein, solche Details zu lesen und ihre Abweichung von der Norm zu erkennen. Er soll die Eigengesetzlichkeiten des Entwurfs entdecken und verfolgen können sowie den Stellenwert der Einzelheiten in bezug auf mögliche Varianten einschätzen. Er soll auch aus Erfahrung erkennen, wo etwas ungewöhnlich erscheint, und beurteilen, was dies zu bedeuten hat.

Nur aus solchen scheinbar unwesentlichen Kleinigkeiten lässt sich ein zuverlässiges Bild von der Absicht eines Entwerfers und seines Entwurfs rekonstruieren. Dieses Vorgehen braucht für den Ingenieur nicht besonders betont zu werden, denn es ist ihm selbstverständlich, dass seine Arbeitsweise durch solche laufende Detailentscheide wie eine persönliche Handschrift gekennzeichnet ist. Es klingt aber für den Nichtfachmann alles andere als selbstverständlich, denn immer wieder trifft man auf den Glauben des Laien an die vermeintliche vollständige Objektivität des technisch Schaffenden. Darum sind technische Details nicht nur für die technische Entwicklung selbst, sondern auch für die historische Forschung bedeutend, denn sie sind in Wirklichkeit Bausteine, die Schritt für Schritt einen schöpferischen Einfluss auf die Ausrichtung eines Entscheidungsprozesses und somit eines Entwurfs ausüben.

Kreative Ingenieure haben häufig die Tendenz, ihre Notizen, Skizzen und alles, was nicht unmittelbar mit dem fertigen Werk zusammenhängt, als minderwertig und uninteressant zu betrachten. Der technikhistorisch Forschende darf aber unter keinen Umständen diese Geringschätzung des Entwurfsprozesses übernehmen, denn sonst geht er am Wesen seiner Arbeit, der Eruierung und Verfolgung von Entwicklungen, vorbei. Obwohl Ingenieure von ihrer Arbeit her im Prozessdenken geschult sein müssen, interessiert sie in der Regel nur das Resultat. Daher ist die historische Dokumentierung besonders von Entwicklungsprozessen von Bauwerken oft schwierig. Entstehungsprozesse werden dagegen etwas häufiger festgehalten, denn es ist die konkrete Herstellung, die den praktisch ausgerichteten Ingenieur meistens mehr beschäftigt als die gedankliche Grundlagenarbeit dahinter. Seit Domenico Fontanas Darstellung des Umzugs eines monolithischen ägyptischen Obelisks im Vatikan am Ende des 16. Jahrhunderts sind einige berühmte Bauwerke in bewussten Prozessdokumenten festgehalten worden. Fontanas Darstellungen sind in Kupferstichen überliefert; der Bau des Eiffelturms von 1889 und der Brücke über den Firth of Forth in Schottland 1890 sind in Serien von Photographien festgehalten.

Viel schwieriger ist es oft, die Entwicklung von Projekten zu verfolgen.

Als seltener Idealfall kann der Nachlass von General Guillaume-Henri Dufour (1787–1875) bezeichnet werden. Dufour gilt als der profilierteste unter den Begründern des modernen schweizerischen Staats nach der Reorganisation Europas durch den Wiener Kongress von 1815. Als solcher wird er auch verehrt, und seine Papiere sind entsprechend aufbewahrt worden. Seine militärischen, kartographischen und staatsmännischen Dokumente befinden sich in verschiedenen nationalen Archiven und auch zum Teil bei seiner Familie. Seine

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-