Erlebtes und Erstrebtes

Autor(en): **Tank, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins : gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **51 (1960)**

Heft 6

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-917024

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

GEMEINSAMES PUBLIKATIONSORGAN
DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS (SEV) UND
DES VERBANDES SCHWEIZERISCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE (VSE)

Erlebtes und Erstrebtes

Von *F. Tank*, Zürich [1])

Sehr geehrter Herr Schulratspräsident,
Sehr geehrter Herr Rektor,
Meine Damen und Herren,

Ich danke Ihnen auf das herzlichste, dass Sie sich heute in so grosser Zahl hieher bemüht haben. Ein so eindrückliches Zeugnis der Freundschaft und Anhänglichkeit habe ich nicht erwartet, und ich bin tief bewegt davon. Was ich an unserer Hochschule getan und gewirkt habe, war schliesslich nur Erfüllung einer Pflicht, der ich gerne nachkam. Von der Zeit meiner ersten Lehrstunde bis zum heutigen Tag spannt sich ein riesiger Bogen technischer Entwicklung. Lassen Sie mich Ihnen einiges darüber vortragen, wie diese Entwicklung sich meinem Blickfeld zeigte, und wie ich sie erlebte.

Ich war im sechsten Semester meines Physikstudiums an der ETH. In der Ecke eines Laboratoriums des Physikgebäudes hantierte ein junger Assistent namens Johann Forrer mit einem Ding, das aussah wie eine Glühlampe. Auf unsere schüchterne Frage nach dem Sinn und Zweck seines Tuns erhielten wir von ihm die Antwort: «Elektrizität in Gasen». Das war aber der Titel eines berühmten Buches von J. J. Thomson; mehr erfuhren wir nicht. Leider wurde jene Arbeit nie zu Ende geführt. Die Wunderlampe wanderte in die Sammlung des physikalischen Institutes, wo sie sich noch heute befindet. Alljährlich feiert sie eine Art von Auferstehung, wenn in der Vorlesung die Elektronenemission glühender Drähte oder der glühelektrische Effekt zu zeigen ist.

Um die Glühelektronen blieb es für mich lange Zeit still. Ich kam als Assistent an die Universität Zürich, wo Prof. Kleiner mein Vorgesetzter war und wo ich Prof. Laue bei seinen Untersuchungen über die Beugungserscheinungen von Röntgenstrahlen an Kristallen helfen durfte. Es war eine schöne und an Anregungen reiche Zeit. Kleiners Nachfolger war Edgar Meyer.

Der Erste Weltkrieg ging bereits seinem Ende entgegen, als eines Tages Edgar Meyer in das Assistentenzimmer trat. In der Hand hatte er eine kleine Radioröhre. «Solche Radioröhren braucht man jetzt im Krieg», sagte er, «diese hier ist mein einziges Exemplar; schauen Sie, was Sie damit machen können.» Dann ging er, und ich sass im Laboratorium, ganz allein zusammen mit meiner Triode. Ich suchte ihr etwas Leben einzuhauchen. Vorsichtig schaltete ich den Heizstrom ein; lieblich erglühte die Kathode. Dann mass ich den Anodenstrom; alles war in Ordnung. Was ich vor mir hatte, schien mir höchst wunderbar. Also hier floss ein elektrischer Strom, getragen von den kleinsten materiellen Teilchen, den Elektronen, durch den leeren Raum. Und dieser Strom liess sich durch ein elektrisches Feld steuern. Was war nun eigentlich der leere Raum, dieses Vakuum, dieses Nichts? Als Träger elektrischer Energie musste er doch bestimmte physikalische Eigenschaften besitzen. Und was waren diese merkwürdigen Elektronen? Man wusste etwas von ihnen und doch so wenig. Und schon lag eine ganz neue technische Anwendung vor. Man spürte Morgenluft. Die Zeit war gekommen, wo die Atomphysik begann, für die Technik Früchte zu tragen.

Die Literatur über Elektronenröhren war äusserst spärlich und für uns zum Teil schwer zugänglich. Ich wusste, dass man mit Trioden Verstärker bauen und sie zur Schwingungserzeugung verwenden konnte. Damit waren meine Kenntnisse erschöpft. Aber es gelang mir wenigstens, im physikalischen Kolloquium die Verstärkung eines Telephongespräches in bescheidenstem Rahmen vorzuführen. Nach Beendigung der Demonstration sagte eine junge Dame zu mir: «Hören Sie, das muss doch brüllend laut sein!» Ich schwieg, meiner Unvollkommenheit bewusst. Aber bald brüllte es dann auch in unserem Laboratorium.

Einer Aufforderung, vor der Physikalischen Gesellschaft in Zürich einen Vortrag über Elektronenröhren zu halten, kam ich gerne nach. So einfach dieser Vortrag an und für sich war, so ist er mir doch unvergesslich. Er erhielt eine kleine Weihe durch die Anwesenheit des physikalischen Chemikers Nernst aus Berlin, der die Diskussion in anregender Weise bereicherte. Am andern Tag meldeten sich bereits Mitarbeiter, die das neue Gebiet näher kennen lernen wollten. Auch ein ETH-Student erschien, der eine der ersten Philips-Radioröhren mitbrachte und mir vorschlug, einen radiotechnischen Verein zu gründen. Doch kam es nicht so weit. Der junge Pionier fiel durch das Examen und suchte einen neuen Lebensweg in Amerika, wo es ihm heute noch gut geht. Als dann später ein anderer ETH-Student kam, riet ich diesem ab, sich mit Elektronenröhren zu befassen und empfahl ihm, sich lieber seinen pflichtgemässen Vorlesungen und Übungen zu widmen. Er liess aber nicht locker, und ich erlebte meine besondere Freude an ihm. Er hiess Eduard Gerecke; der Elektronik hat er die Treue gehalten. Unter meinen ersten Mitarbeitern befand sich auch ein Norweger, mit dem mich dann eine bleibende Freundschaft verband und der den Grundstein meiner besonderen Sympathien für Norwegen legte.

[1]) Abschiedsvorlesung von Prof. Dr. Franz Tank, gehalten am 23. Februar 1960 an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich.
Schriftprobe Nr. 3.

In jener Zeit war Genf zum Sitz des neu gegründeten Völkerbundes bestimmt worden. Damit war die Bedingung verknüpft, dass die Schweiz eine Radiostation zur Verfügung stelle. Zum Studium dieser Frage stellte der Vorsteher des Eidg. Post- und Eisenbahndepartementes, Bundesrat Haab, eine Kommission zusammen. Auf Empfehlung des mir wohlgesinnten Prof. Wyssling wurde ich, damals noch Privatdozent an der Universität Zürich, deren Mitglied. Im dunkeln Anzug und innerlich gesammelt begab ich mich zur ersten Sitzung nach Bern. Unter all den ehrwürdigen Teilnehmern kam ich mir recht jung vor. Nach einleitenden Referaten und nachdem sich die Diskussion zunächst in unverbindlichen Allgemeinheiten ergangen hatte, schlug Bundesrat Haab vor, man wolle nun einmal die Wissenschaft hören. Auf meinen Hinweis, dass wohl noch berufenere Redner vor mir zu sprechen hätten, erklärte er äusserst lebhaft: «Nein, reden Sie, reden Sie, wir wissen gar nichts!» Diese erfrischende Aufforderung gab mir Mut, und so erzählte ich, was zu erzählen war. Die Bedenken, ja Widerstände gegen das neue Nachrichtenmittel waren ganz erheblich. Die Industrievertreter meinten, alles befinde sich noch im Fluss und sei schwer zu überblicken. Die Verwaltung hatte Bedenken bezüglich der Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit von Wellen, die sich durch die Luft ausbreiteten, und jedermann fragte sich, ob denn eine Geheimhaltung der Nachrichten gesichert sei. Die Sache ging aber vorwärts. Als Standort des ersten Radiosenders in der Schweiz wurde Münchenbuchsee bestimmt. Im Sommer 1922, dem ersten Semester meiner Lehrtätigkeit an der ETH, fand die Einweihung statt.

Wenige Monate später flog in Thun ein Pulvermagazin in die Luft. Eine Zeitung im Berner Jura schrieb die Ursache der Explosion den Emissionen der neuen Radiostation zu. Es wurde in dieser Angelegenheit ein Gutachten von mir verlangt — es war mein erstes Gutachten im Auftrag einer Behörde. Wir experimentierten mit allen in Frage kommenden Pulversorten und stellten deren Harmlosigkeit fest. Man war aber da und dort geneigt, in den Radiowellen geheimnisvolle Kräft zu vermuten. In den Zeitungen erschienen Notizen über Todesstrahlen, mit denen Flugzeuge zum Absturz gebracht werden könnten, und es stand von seltsamen Signalen zu lesen, deren Ursprung wahrscheinlich der Planet Mars sei. Auch die üppigste Phantasie kann einmal der Wahrheit nahe kommen. Heute sind Radiostrahlungen nicht nur von der Sonne, sondern auch vom Planeten Jupiter einwandfrei nachgewiesen. Die Prinzipien der drahtlosen Telegraphie und Telephonie unterrichtete ich an der ETH neben der Physik zunächst in der Form von Freifachvorlesungen. Ein Institut für Hochfrequenztechnik wurde erst 1934 gegründet. An Problemen fehlte es nicht. Man glich dem Schatzgräber, der das Glück hatte, in verheissungsvollem Land bei jedem Spatenstich einen Fund zu tun. Aber der Fund ist noch nicht alles, er muss auch noch bearbeitet und verarbeitet werden. Wie weit der Weg von der Idee bis zur technischen Ausführung und Vollendung ist, hatten wir noch zu lernen.

Die Elektronenröhre war berufen, die technische Kultur des 20. Jahrhunderts wesentlich mitzugestalten. Sie vertausendfachte die Möglichkeiten des Nachrichtenwesens. In breite Gebiete des täglichen Lebens griff sie ein. Ohne sie kein Rundspruch, kein Tonfilm und kein Fernsehen.

Aufgewachsen in einem Elternhaus, wo die Musik das Lebenselement bildete, fiel es mir schwer, mich mit der bescheidenen Qualität der ersten Rundspruchübertragungen abzufinden. Aber das Interesse an der Sache überwog. Die grosse Zahl der Enthusiasten, der Amateure und der Bastler war es, welche dem Rundspruch zu Gevatter standen, als er noch klein war und Hilfe brauchte; sie haben sich dadurch ein bleibendes Verdienst erworben. Dass die Schweiz einmal mehr als eine Million Radiohörer zählen werde, war in den damaligen Zeiten schlechterdings unvorstellbar.

Es dürfte im Jahre 1923 gewesen sein, als in Zürich die erste Tonfilm-Vorführung stattfand. Ein Triumvirat von drei Erfindern hatte das Verfahren ausgearbeitet, sie nannten es «Triergon». War auch manches noch nicht zur letzten Vollendung gediehen, so zeichnete sich ihr Werk doch durch Originalität aus. Besonders gut gefiel der Streifen «Ein Tag auf dem Bauernhof», der mit frühmorgendlichem Hahnenschrei und Hühnergegacker anfing. Ein Schweizer Konsortium interessierte sich sehr ernsthaft für die Weiterführung des Unternehmens und richtete eine Aufforderung zur Mitarbeit an mich. Aber ich war nun einmal in den vier Wänden meiner Physik zuhause und lehnte ab. Doch sollte es mir nicht erspart bleiben, dem Tonfilm einen angemessenen Tribut zu entrichten und dabei in einige Wirbel des grossen Lebensstromes zu geraten, der ausserhalb meiner Studierstube und des Laboratoriums dahinrauschte.

Denn einige Jahre später brach auf dem Gebiet des Tonfilms ein Patentkrieg von ungewöhnlichen Ausmassen aus, der sich über viele Länder erstreckte. Da es sich hauptsächlich um Verstärkerschaltungen mit Elektronenröhren handelte, fiel mir die Rolle eines Gerichtsexperten zu. Die Stimmung war sehr aufgeregt; die Patentanwälte taten ihr Bestes. Es fehlte nicht viel, dass anlässlich einer Objektbesichtigung mir einer derselben die Faust unter die Nase gehalten hätte. In dramatischer Position erklärte er: «Herr Professor, wenn Sie ein falsches Gutachten machen, dann tragen Sie und nur Sie die Schuld für die Folgen.» Doch war die Sache vom technischen Gesichtspunkt aus einfach. Über die Bescheidenheit der Erfindungshöhe war ich geradezu überrascht. Dass um alles herum ein dicker Nebel gemacht wurde, gehörte wohl zu dieser Art von Kräftespiel. Das Ende war ein Vergleich auf internationaler Ebene. Die Welt hatte nun ihren Tonfilm. In wenigen Monaten wurden Hunderte von Musikern, die bisher beim stummen Film gedient hatten, brotlos.

Der Gedanke, an der weiteren Entwicklung der Elektronenröhre teil zu haben, war von mächtigem Anreiz. Zwar glaubten weite Kreise, mit der Triode und mit der Schirmgitterröhre sei es getan. Dem war aber nicht so. Ich hatte mein Tätigkeitsfeld an der ETH kaum etwas aufgebaut, als mich ein lieber Bekannter, Dr. Kunz, Betriebsleiter der Glühlampenfabrik Goldau, aufsuchte. Er schlug mir gemeinsame Versuche zur Herstellung von Elektronenröhren vor. Mir war dies hoch willkommen. Bald konnten wir die Erstlinge einer Prüfung unterziehen. Sie entsprachen unseren Erwartungen. Es handelte sich zunächst um einfache Trioden mit einer Kathode aus Wolframdraht. Soweit war unsere Aufgabe nicht schwer gewesen. Aber nun kam die Bedrängnis der Patentfragen. Diese bezogen sich vor allem auf den duktilen Wolframdraht. Die Schweizerische Industrie musste kapitulieren und verlor den Durchhaltewillen für weitere Unternehmungen. Ein Traum war ausgeträumt. Jene Röhren besitzen wir noch. Was half es, wenn viele Jahre später, zur Zeit der grossen Wirtschaftskrise, die schweizerische Radioindustrie die

Möglichkeit einer eigenen Röhrenfabrikation nochmals und mit grossem Ernst und aller Gründlichkeit studierte? Letzten Endes war die Position nicht zu retten, denn es fehlte an den wichtigsten Grundlagen und Voraussetzungen. Ein kleines Land kann nicht alles machen, und wer gewinnen will, muss sehr früh aufstehen.

Zu den Grundlagen und Voraussetzungen weiterer Entwicklung gehörte eine breit angelegte und an vorderster Front stehende Forschung. Denn bei aller Einfachheit erwies sich die Elektronenröhre als fast unerschöpflich in den Möglichkeiten der Formgebung und Anwendung. Vakuum, Feld und Elektronen: aus diesen denkbar einfachsten Bausteinen setzte sich die Elektronenröhre zusammen, und mit diesen Bausteinen musste es gelingen, die schnellsten Vorgänge zu meistern. Wo lag die Grenze? Zu Bereichen immer höherer Frequenzen und kürzerer elektrischer Wellen musste es gelingen vorzudringen, bis man beim Licht anlangte, und bis die auf die klassischen Maxwellschen Gleichungen sich stützende Betrachtungsweise den Überlegungen der Quantenphysik zu weichen hatte. Zu welcher Fülle von technischem Neuland bildeten die kürzesten elektrischen Wellen eine Brücke! Informationen kompliziertesten Inhaltes, die sehr breite Frequenzbänder beanspruchten, mussten sich übertragen lassen. Mit Hohlspiegeln gebündelte Richtstrahlen, Konkurrenten der Kabel, liessen sich herstellen. Die physikalische Forschung erhielt ein neues, vielseitiges Instrument für ihre Untersuchungen über den Aufbau der Materie. War es nicht verlockend, sich solchen Aussichten zu verschreiben?

Im Jahre 1919 war in der Physikalischen Zeitschrift ein Aufsatz von Barkhausen und Kurz erschienen über «Die kürzesten mit Elektronenröhren herstellbaren elektrischen Wellen». Ein Zufall hatte bei der Vakuumprüfung von Trioden auf solche Schwingungen geführt. Sie entstanden durch ein Pendeln von Elektronen um das positive Gitter, also durch einen eigentlichen Elektronentanz. Der Anregungsmechanismus im einzelnen blieb aber dunkel; seine Erklärung war noch zu finden. Die Analogie mit dem Reflexklystron liegt heute für den Fachmann auf der Hand. Meine Mitarbeiter verhielten sich der Problematik dieser ersten Mikrowellen gegenüber ganz verschieden. Die einen wurden von einer Experimentierfreudigkeit erfasst, die an Abenteuerlust grenzte, die andern wollten nur längs des Pfades einer gesicherten Theorie vorwärtsschreiten. Es ist durchaus Charakter- und Temperamentssache, wie man sich zu einem Forschungsproblem stellt, und zur Kunst der Leitung gehört es, die individuellen Talente zu erkennen und dem richtigen Mann den richtigen Platz zu geben. Durch Vermittlung von Prof. Schröter stellte Telefunken in Berlin einige Röhren nach unseren Angaben her. Langsam lernten wir auch den Selbstbau. Endlich gelang meinem lieben Assistenten Jakob Müller die Herstellung von Wellen von sechs Zentimeter Wellenlänge, wenn auch mit schwacher Leistung. Immerhin waren dies fünf Milliarden Schwingungen in der Sekunde. Dieser Erfolg beglückte uns; das Echo im lieben Vaterland war aber gleich null.

Die Elektronenröhre hat das Gebiet der Schwingungsforschung ausserordentlich befruchtet. Der so wichtige, aber komplexe und schwierige Problemkreis der nichtlinearen Schwingungen wurde nun dem Experiment verhältnismässig leicht zugänglich. Im Reich der nichtlinearen Schwingungen gibt es Frequenzvervielfachungen bis zu mehr als dem Hundertfachen einer Grundfrequenz und Frequenzunterteilungen in streng rationalen Verhältnissen. Da gibt es ebenso interessante wie in der Anwendung nützliche Stabilisierungs-, Regulierungs- und Synchronisierungsprobleme in grosser Zahl. Uns beschäftigten während vieler Jahre die Fragen der Synchronisierung selbsterregter elektronischer Generatoren, namentlich im Gebiete höchster Frequenzen. So entstand ein Drehstromsystem für 50 Millionen Perioden in der Sekunde, gewissermassen der jugendliche Bruder des in der Technik bekannten und bewährten 50periodigen Dreiphasen-Wechselstromes. Wir schickten die Apparatur, kombiniert mit einer Ultrakurzwellen-Drehfeldantenne, an die Schweizerische Landesausstellung 1939. Dazu gesellte sich schon früh als ein Benjamin aller Drehströme ein System mit rund 15 Zentimetern Wellenlänge oder zwei Milliarden Perioden in der Sekunde; die Schwingungserzeugung geschah durch ein Dreischlitzmagnetron aus eigener Werkstatt.

Nach der Inbetriebnahme des Landessenders Beromünster im Jahre 1931 begann die Telegraphen- und Telephonverwaltung mit der Vermessung der elektrischen Feldstärken, die von diesem Sendezentrum ausgestrahlt wurden. Die Leitung der Versuche lag in den Händen meines verdienten früheren Mitarbeiters Dr. Gerber. Das Problem der Wellenausbreitung gewann grosses Interesse. In diesem Zusammenhang schienen Studien mit Ultrakurzwellen verlockend. Ihre enge Verwandtschaft mit dem Licht liess bemerkenswerte Reichweiten von hohen Berggipfeln in freier Lage vermuten. Ein kleiner Raum des Berghauses Utokulm wurde in ein Radiostudio verwandelt und mit einem 300-W-Ultrakurzwellensender eigener Konstruktion und Herstellung ausgerüstet. Zur Turmspitze hinauf wurde ein Hochfrequenzkabel verlegt. Es war kein leichtes Unterfangen, die 33 Kilogramm schwere Wetterfahne von der hohen Eisenstange, 10 Meter über der obersten Plattform, herunterzuholen und durch eine Dipolantenne zu ersetzen. Ich atmete erleichtert auf, als dieses luftige Akrobatenstück zu einem guten Ende kam.

Wir führten nun regelmässige Emissionen durch. Als Programmquelle diente uns oft der Schweizerische Telephonrundspruch. Davon erzählte ich einem Beamten der Schweizerischen Rundspruchgesellschaft, den ich — es mochte 1935 gewesen sein — an der Berliner Funkausstellung traf. Nach meiner Rückkehr fand ich einen Brief der Rundspruchgesellschaft vor, der also begann: «Auf dem Umweg über Berlin vernehmen wir, dass Sie für Ihre Ultrakurzwellen-Emissionen auf dem Uetliberg die Programme des Schweizerischen Telephonrundspruches benutzen. Wir machen Sie darauf aufmerksam, dass Sie dazu nicht berechtigt sind und Ihr Vorgehen strafbar ist, usw.» Nach Überwindung des ersten Ärgers beschloss ich, eine humorvolle Antwort zu verfassen. Und es tönte dann auch wieder humorvoll zurück. Seither aber weiss ich, dass der Weg von Zürich nach Bern manchmal weit ist.

Nun nahte die Schweizerische Landesausstellung. Es war unsere Pflicht, so gut wir es vermochten, einen Beitrag zu leisten. Unser Plan einer Radioinsel mitten im Zürichsee, den wir — mit einer schönen Zeichnung versehen — der Ausstellungsleitung vorlegten, wurde höflich abgelehnt. Dagegen meinte der Direktor, Dr. Armin Meili, Fernsehen, das wäre etwas; das wäre zukunftsgerichtet und entspräche seinen Intentionen. Damit hatte er mir, wie man zu sagen pflegt, einen Floh ins Ohr gesetzt. Geld hatten wir keines, aber wir machten uns auf die Suche. An Erfahrung besassen wir, was wir aus unserem Ultrakurzwellen-Rundspruch gelernt hatten. Es galt

nun, einen Weg zu finden, der bei geringem Aufwand rasch zu einem annehmbaren Ziel führte. Es waren sowohl der Sender zu bauen, als auch einige Empfänger herzustellen und ein Studio einzurichten. Unser Unternehmen wäre nie geglückt, wenn nicht der damalige Generaldirektor der PTT, Dr. A. Muri, uns in grosszügiger Weise unterstützt hätte. Und dabei besass er keine andere Garantie für das Gelingen als unseren guten Willen.

Wir entschlossen uns auf der Sendeseite zur Methode der sogenannten Leuchtschirmabtastung, einem Verfahren, das zwar nur beschränkte Möglichkeiten bot, sich aber für die Übertragung von Einzelpersonen, namentlich Kopfbildern, eignete und auch die Sendung von Filmen zuliess. Es schien uns wichtig, dass die gesamte Einrichtung elektronischer Natur sei und keinerlei mechanische Mittel zu Hilfe genommen wurden. Nun galt es, ohne Lineal, nur mit dem abgelenkten Elektronenstrahl ein feinstes Raster paralleler Linien zu ziehen und diese Linien in ihrer Intensität zu modulieren und zu synchronisieren. Elektronische Uhrmachertechnik nannten wir das. Am Eröffnungstag, dem 6. Mai 1939 um 18 Uhr, fand unsere erste Vorführung statt. Harte Arbeit war vorausgegangen. Trotz Kriegsausbruch wurde bis zum Schluss durchgehalten. Es zeigte sich, dass die Programmfrage bald zu unserer grössten Sorge wurde. Das Publikum hatte sich rasch an die Tatsache gewöhnt, dass technische Schwierigkeiten überwunden werden können. Es wollte unterhalten sein und Aktualitäten sehen. Auch hier fanden sich Lösungen. Unser Star wurde ein Schulmädchen, das allerliebst Dialektgedichte aufzusagen wusste.

Wir hatten wieder einmal viel gelernt, doch wurde mir klar, dass eine aussichtsreiche Fortsetzung der Fernsehversuche nicht möglich war. Dazu erwiesen sich die für uns gegebenen Verhältnisse als viel zu klein. So wandten wir uns wieder alten Liebhabereien zu. Das Thema hiess nun: Richtstrahlverbindungen. Solche waren zeitgemäss, denn der Krieg war ausgebrochen und das Interesse der Armee gross für jede Möglichkeit des Ersatzes von Draht und Kabel durch den Radioweg.

Anlässlich eines Vortrages vor der Physikalischen Gesellschaft in Zürich im Jahre 1937 hatten wir schon die gleichzeitige Übertragung zweier Nachrichten ganz verschiedenen Inhaltes mit Mikrowellen-Richtstrahlen vorgeführt. Wir wählten damals einen Wiener Walzer und einen Trauermarsch. Die Wellenlänge betrug 18 Zentimeter; die Mikrowellenröhren waren eigenes Labor-Fabrikat, die Hohlspiegel entstammten unserer Werkstatt. Wohl die meisten Zuhörer betrachteten unsere Versuche als hübsche Spielerei. Uns aber war es nicht ums Spielen zu tun. Im Jahre 1940 änderte sich die Lage wesentlich. Zum ersten Mal erhielten wir einen grösseren Forschungskredit. Die militärischen Instanzen standen uns treu zur Seite. Aber es waren noch viele Schwierigkeiten zu überwinden. Zuerst musste für den Richtstrahlgedanken überhaupt geworben werden. Ein Aufsatz, der in etwas futuristisch angehauchten Überlegungen die Möglichkeiten eines Ersatzes des schweizerischen Kabelnetzes durch Richtstrahlen darzutun versuchte, wurde von der PTT-Verwaltung zur Veröffentlichung in ihren Technischen Mitteilungen abgelehnt; er erschien dann im Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins. Noch hin und wieder musste ich später hören: «So, so, Herr Professor, Sie wollen offenbar die Kabel abschaffen!»

Für uns handelte es sich darum, an einem einfachen System einmal die Verwirklichung des Grundgedankens im Gesamten durchzuführen, um später anhand der gewonnenen Erfahrungen Probleme herauszugreifen, die sich für die Weiterbearbeitung als besonders wichtig erwiesen. Eine grosse Schwierigkeit lag für uns im Mangel geeigneter Mikrowellenröhren. Immer wieder zeigte es sich, dass der Fortschritt der Hochfrequenztechnik an die Fortschritte im Röhrenbau gebunden war. Unsere Versuche dauerten bis 1944. Sie umfassten auch mit der PTT-Verwaltung gemeinsam durchgeführte Messungen auf der Standardstrecke Üetliberg-Chasseral. Auf dem Dach des Hotels Chasseral wurde eine Kanzel eingerichtet, die den Empfangshohlspiegel trug. Der freundliche Wirt gestattete uns, für den Aufstieg zur Kanzel ein grosses Loch in sein schönes Hausdach zu machen. Durch diesen Opfersinn für die Fortschritte der Technik erwarb er sich unsere bleibende Sympathie. Als Sendelaboratorium dienten uns Räume im früheren Hotel Üetliberg, das später die städtische Waldschule beherbergte und damals gänzlich verlassen war. An seinem Platz befindet sich heute der Zürcher Fernsehsender. So wandeln sich die Zeiten! Inzwischen hatte sich die Industrie mit grosser Tatkraft und bedeutenden Mitteln eingeschaltet. Wir konnten ihr den Vortritt lassen.

Als im Jahre 1947 in Neuenburg eine Hochfrequenztagung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins stattfand und die von der Industrie inzwischen auf dem Chasseral geschaffenen Richtstrahlanlagen besichtigt wurden, sprach ich davon, es müsste wohl möglich sein, in Zukunft Hunderte von Telephongesprächen auf einem einzigen Richtstrahl gleichzeitig zu übertragen. Im Jahre 1957 zeigte man mir in den Bell-Laboratorien in Amerika Versuchsanlagen, die für 1800 gleichzeitige Gespräche bestimmt waren. Sie befinden sich heute in Fabrikation. Auch junge Schweizer Ingenieure haben bei der Entwicklung mitgewirkt.

Die Kriegszeit brachte, ähnlich wie der Luftfahrt, so auch der Hochfrequenztechnik mächtige Impulse. Stets werde ich gerne an die fruchtbare, auf Jahre sich erstreckende Zusammenarbeit unseres Hochfrequenzinstitutes mit der Kriegstechnischen Abteilung des Eidg. Militärdepartementes zurückdenken. Es fehlte dabei nicht an romantischen Höhepunkten.

Nach dem Krieg wurde die Hochfrequenztechnik mit einem herrlichen Standardwerk beschenkt, nämlich den 28 Bänden der Radiation Laboratory Series des Massachusetts Institute of Technology; sie sind der Radartechnik gewidmet. Es entspricht der Grosszügigkeit des amerikanischen Geistes, dass hier die umfangreichen, während der Kriegszeit gesammelten Erfahrungen in seltener Vollständigkeit vor der Weltöffentlichkeit ausgebreitet wurden. Dem friedlichen Aufbau von Wissenschaft und Technik wurde dadurch ein ausserordentlicher Dienst geleistet. Denn dieses Werk bedeutet den wichtigsten Beitrag zu den Grundlagen der modernen Mikrowellentechnik. Die Mikrowellen sind ein unentbehrliches Hilfsmittel nicht nur der heutigen Nachrichtentechnik, sondern auch der Flugsicherung, des Vermessungswesens, der physikalischen Forschung und der Astronomie geworden. Nirgends so wie im Gebiete der Mikrowellen werden die Maxwellschen Gleichungen zum Erlebnis, und diese Gleichungen gehören zum Tiefsten, was je der Menschengeist gefunden hat. Die Radar- und Mikrowellentechnik kam für mich der Erfüllung alter Hoffnungen gleich. Einen Aufsatz, betitelt «Aus dem Reich der Millionstel-Sekunde», den ich vor zwei Jahrzehnten für die Zürcher Naturforschende Ge-

sellschaft schrieb, schloss ich mit den Worten: «Die Technik der Milliardstel-Sekunde ist erst im Entstehen begriffen. Ihre Grundlagen sind aber ebenso präzis wie die Grundlagen der klassischen Wechselstrom-Technik. Auch sie wird ihre besondere Eigenart besitzen, das Wenigste zwar leisten können, was in den Frequenzbereichen langsamer Wechselströme erreicht wurde, aber sie wird berufen sein, neue Probleme zu lösen und auf ihrem besonderen Grund und Boden unerreicht dastehen.» Diese neue Technik hatten wir nun.

Die Hochfrequenztechnik ist die Technik der schnellsten elektrischen Vorgänge. Die Möglichkeit der Beherrschung kürzester Zeiten verdankt sie der Heranziehung atomarer Phänomene, so vor allem dem steuerbaren Elektronenstrom im Hochvakuum. Eine grosse Zukunft steht ihr heute noch offen. Mit Deutlichkeit ist zu erkennen, dass sie sich mehr und mehr zu den Extremen grösster und kleinster Leistungen hin entwickeln wird. Benützt die Radartechnik bereits Hunderte von Kilowatt, allerdings nur während Zeitintervallen von der Grössenordnung von Millionstel-Sekunden, so werden die Probleme der Kernenergiegewinnung durch Fusion, d.h. durch den Prozess der Vereinigung von vier Wasserstoffkernen zu einem Heliumkern, noch grössere Leistungen während ähnlich kurzer Dauer erfordern. Auf der andern Seite ist die Hochfrequenztechnik berufen, eine neue Welt durch die Messung kleinster Leistungen zu erschliessen. Das Radioteleskop der Universität Manchester in Jodrell Bank ist imstande, Radiosignale von Strahlungszentren zu empfangen, die bis zu 1000 Millionen Lichtjahre von uns entfernt sind. Es kann uns Kunde bringen aus einem Bereich des Weltalls, der denjenigen um das Zehnfache übertrifft, der den besten optischen Teleskopen zugänglich ist.

Eine weitere Entwicklung der Hochfrequenztechnik zeichnet sich ab in der Richtung molekularer Frequenzen und unerhörter Präzision. Hier arbeiten der Atomphysiker und der Ingenieur Hand in Hand. Das Reich der Quanten wird der Domäne der Technik angegliedert. Es gibt Atom- und Molekularuhren, deren Zeitangaben — im Bilde anschaulicher Umrechnung gesagt — in 300 Jahren nicht mehr als eine Sekunde voneinander abweichen. Diese Präzision muss neue Entdeckungen zur Folge haben. Unser Hochfrequenzinstitut spezialisierten wir nun mehr und mehr auf Mikrowellen, einschliesslich der Mikrowellen-Elektronik, die Untersuchungen am Hochvakuum-Pumpstand erforderte. Eine Zeit der Blüte setzte ein. Wie anders waren die Arbeitsmöglichkeiten geworden gegenüber den Verhältnissen, wie sie zwei bis drei Jahrzehnte zurücklagen! Jene Anfänge hatten wir manchmal das «heroische Zeitalter» genannt. Im Neubau, den wir 1950 bezogen, liess sich mit Lust und Liebe arbeiten; es herrschte eine Atmosphäre der Freundschaft und des Vertrauens, an die ich immer sehr gerne zurückdenken werde. Den Mut haben wir nie verloren. Und wenn unser Institut auch bescheiden war, verglichen mit manchem, was wir an andern Orten sehen konnten, so wussten wir doch, dass auch in einem kleinen Institut Raum für gute Ideen ist. Und die guten Ideen sind wesentlich.

Bei unserer Zusammenarbeit wurde mir so recht bewusst, dass sich die Einzelleistung nur im Gesamtrahmen entfalten kann. Es sind der Stützen viele, deren wir auf unserem Wanderweg durch Wissenschaft, Forschung und Unterricht bedürfen. Mein Dank gilt der obersten Leitung unserer Hochschule, den Präsidenten Gnehm, Rohn und Pallmann; ich nehme einen tiefen Eindruck mit von ihrer Persönlichkeit und ihrem von höchstem Verantwortungsbewusstsein getragenen Wirken. Mein Dank gilt meinen Kollegen für alles, was ich von ihnen empfangen habe. Und meine Mitarbeiter, die jetzigen und früheren, bitte ich zu entschuldigen, wenn ich sie nicht einzeln mit Namen nannte und ihre Leistungen nicht nach Gebühr würdigen konnte. Ein jeder hat dazu beigetragen, unser Hochfrequenzinstitut zu dem zu machen, was es heute ist. Ich danke auch unseren Freunden in Industrie und Wirtschaft sowie in einer Reihe von Vereinen und Verwaltungsstellen. Es ist immer wieder die Beziehung von Mensch zu Mensch — vor allem in ihrer schönsten Form, der Freundschaft —, die dem Puls des Lebens Kraft und Wärme gibt.

Meine grösste Liebe galt dem Unterricht und den Studenten. Von den zahlreichen jungen Leuten, die im Hörsaal vor uns sitzen, ist jeder eine Welt und ein Schicksal für sich. Gibt es etwas Schöneres als mitzuerleben, wie sich ein junges Talent entfaltet? Der Nachwuchs gehört zu den grossen Gütern jeder Nation. Für ihn zu sorgen bedeutet jederzeit und ganz allgemein eine hohe Verpflichtung. Die Hochschule darf daher nicht nur Fachschule sein, ihr kommen auch erzieherische Aufgaben zu. Das Prinzip der kleinen Klasse, das Gespräch zwischen Lehrer und Schüler behält auch für die Hochschule seinen grundlegenden Wert. Noch bewahre ich alle Notizen auf aus der Zeit meiner Rektoratssprechstunden, die mir so tiefe Einblicke in die Anliegen der Studenten gewährten. In ihrer Gesamtheit bilden sie einen Spiegel des Lebens. Es ist die heutige Jugend, die einst die Zukunft aufbauen wird. Dazu bedarf sie einer Schulung, die nicht nur auf Einzelwissen ausgerichtet ist, sondern ebenso sehr auf das Erfassen von Zusammenhängen, auf die Fähigkeit im Unterscheiden von Wesentlichem und Unwesentlichem und auf strenges, vorurteilsloses Denken. Schult den Geist; das Fachwissen stellt sich dann um so leichter ein. Die Qualität des Lehrers ist wichtiger als die Güte des Studienplans. Schwerer als Wissen und Können wiegen die Eigenschaften des Charakters. Auf das Primat des Geistigen gegenüber allem Materiellen kommt es an. Zeigt der Jugend Ziele, die sie begeistern, und sie wird Euch nicht enttäuschen. Doch ist es die eigene Arbeit, durch die sie stark werden muss.

Die Zukunft ist das Reich des Neuen. Das Neue zeichnet sich dadurch aus, dass es in der Vergangenheit seinesgleichen nicht besitzt. Alles Neue steht im Zeichen des Ungewissen. Es richtig zu erfassen, erfordert starke Geisteskräfte; es annehmen, heisst sehr oft Verzicht auf Bewährtes. So ist Wandlung das Schicksal alles Lebens. An den Wandlungen des 20. Jahrhunderts hat die Technik einen riesigen Anteil. Wir wissen nicht, wohin sie uns noch führt. Aber wir wissen um die Verantwortung des Menschen. Mit den so wunderbaren und so schwer zu ergründenden Gesetzen seiner Seele bildet er den unveränderlichen Anteil im Strom der Dinge. Denn bei allem Neuen, bei aller Technik, bei aller Wandlung wird der göttliche Funke in ihm nie ganz erlöschen.

Wer der Jugend etwas geben will, muss um diesen Funken wissen. Deshalb ist es eine so schöne und inhaltsreiche Aufgabe, sich dem jungen Menschen zu widmen und an seiner Schulung mitzuwirken. Dass ich dies während langer Jahre tun durfte, werde ich stets als ein besonderes Glück meines Lebens betrachten.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. phil. Dr. sc. techn. h. c. *F. Tank*, Frohburgstrasse 174, Zürich 6/57.