

Mit den Funken begann vor über 130 Jahren ein neues Zeitalter

DETLEF SCHMEGEL – DHOHUP

Die Anfänge der Funktechnik werden heute oft mit Röhrendsendern und -empfängern in Verbindung gebracht. In Wahrheit standen aber die namensgebenden Funken am Beginn des neuen Zeitalters der Technikgeschichte. Dies zeigt der folgende Rückblick auf jene Sendetechnik, die in den Jahrzehnten vor 1920 genutzt wurde und bei der die langen Wellen eine große Rolle spielten. Ein bis heute erhaltenes Beispiel dafür ist der bekannte Längswellen-Maschinensender SAQ in Grimeton.

Albert Einsteins legendären Rede zur Eröffnung der Deutschen Funkausstellung im August 1930 war ein Loblied auf die „göttliche Neugier und (den) Spieltrieb des bästelnden und grübelnden Forschers“ [1]. Besser kann man die Entstehungsgeschichte der Funktechnik in den wenigen Jahrzehnten zuvor nicht zusammenfassen.

viel mehr Schwächen hatte und die ungefähr ab 1920 zügig von den sehr viel besser geeigneten Elektronenröhren erobert wurde.

Als die *Titanic* 1912 ihren Notruf absetzte, hörten ihn Schiffe und Küstenfunkstellen, die viele hundert Kilometer entfernt waren. Letztendlich verdankten seinerzeit 710 Menschen der drahtlosen

Kommunikation ihr Leben und dies geschah bereits, bevor es die Röhrentechnik gab.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass im November 1923 zwei Funkamateure die erste zweiseitige Funkverbindung auf 2,7 MHz über den Atlantik gelang. Damit war ein weiteres großes Tor namens *Kurzwelle* für den weltweiten Nachrichtenaustausch aufgestoßen und die Langwellen bekamen starke Konkurrenz.

Wie schon angemerkt, geht es nachstehend aber um die Sendetechnik vor 1920 und die Nutzung sehr langer Wellen. Ein großer Teil der Dokumentation wurde in Büchern festgehalten, aber Fotomaterial aus dieser Zeit ist selten und einiges blieb unter Verschluss. Bild 2 veranschaulicht die Entwicklung der Sendetechnik auf der Zeitachse.

■ Knallfunkensender

Spötter witzelten zu jener Zeit, dass die akustische Reichweite dieser Sender weit aus größer wäre als die elektromagnetische. Schließlich waren die Funkenentladungen über weite Strecken deutlich zu hören, aber die damaligen Empfänger alles andere als empfindlich.

Der Italiener Guglielmo Marconi stieß in seinem Heimatland auf taube Ohren, als er über seine ersten drahtlosen Telegrafieerfolge um 1895 berichtete. Man kann das verstehen, denn die Kabeltelegrafie leistete inzwischen gute Arbeit und eine Kommunikation, die von vielen mitgelesen werden kann, wurde generell abgelehnt. Das Militär gab die Richtung vor



Bild 1:
Albert Einstein
eröffnet 1930 die
Funkausstellung
in Berlin

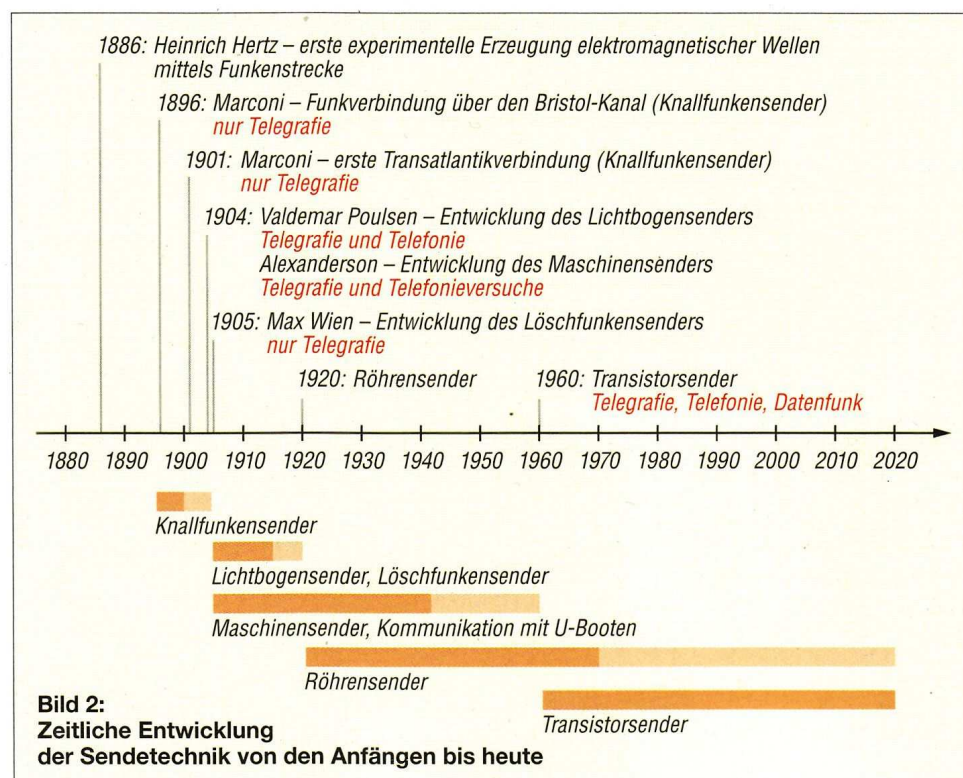
Foto: Bundesarchiv,
CC-BY-SA 3.0

Als Heinrich Hertz im Jahre 1886 bei seinen Versuchen elektrische Funken erzeugte, bemerkte er zufällig zeitgleich an nur wenige Zentimeter vom „Sender“ entfernten Versuchsdipolen kleine Fünkchen. Die von James Clerk Maxwell vorausgesagte Existenz elektromagnetischer Wellen war damit nachgewiesen.

Nun begann eine rasante Entwicklung von Sende- und Empfangstechniken. Damit brach das interessante Funkzeitalter für Ingenieure, Wissenschaftler und später auch für die vielen kreativen Funkamateure an.

In einem Beitrag über die Empfangstechnik der frühen Jahre habe ich die Funktionsprinzipien vom Kohärer über den magnetischen Detektor, der auf der *Titanic* zuverlässig seinen Dienst tat, bis hin zum Kristalldetektor behandelt [2].

Die besten Empfänger bleiben aber stumm, wenn nicht auch gesendet wird. Darum geht es im Folgenden um die Sendetechnik, die ihre Stärken, aber anfangs auch



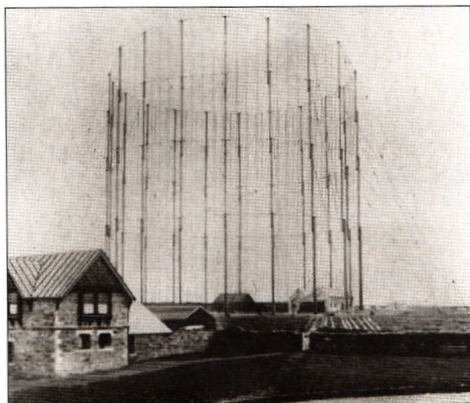


Bild 3: Marconi-Transatlantiksender Poldhu, Cornwall, Dezember 1901 Foto: Archive of Marconi Corporation, PLC

und an den öffentlichen Rundfunk war noch lange nicht zu denken.

Marconis Mutter Annie, Enkelin des Gründers einer irischen Whiskeybrennerei, hatte viel Verständnis für ihren bastelnden Sohn, brachte ihm Englisch bei und vermittelte ihn mit Unterstützung der Verwandtschaft letztendlich an den britischen Generalpostmeister William Henry Preece. Dieser erkannte sofort Marconis Potenzial und unterstützte weitere Versuche nach Kräften.

Die Briten hatten sofort die Kommunikation mit Schiffen im Sinn. Deshalb wur-

■ Lösch- oder Tonfunksender

Dieser Typ war bedeutend leistungsfähiger, zuverlässiger, schmalbandiger und brachte durch die schnelle Funkenfolge eine angenehme Modulation mit.

Folgendes Prinzip kam zur Anwendung: Ein elektrischer Schwingkreis wird mit einer 500-Hz-Wechselspannung getaktet. Zunächst erfolgt die Aufladung eines Kondensators auf einige Kilovolt. Nach dem Überschreiten der Mindestspannung zündet die Funkenstrecke und der Kondensator entlädt sich über die Spule, etwa eintausendmal in der Sekunde. Beide zusammen ergeben einen Reihenschwingkreis, der seine Energie an die Antenne abgibt.

Das Unternehmen *Telefunken* produzierte Tonfunksender in Größenordnungen von 50 W bis 100 kW Sendeleistung und lieferte diese in alle Welt. Haupteinsatzgebiete waren Schiffe, Küstenfunkstellen, Luftschiffe, Flugzeuge Landstationen und das Militär.

Mit dem Tonfunksender gingen die Verkaufszahlen ab 1909 steil nach oben, auch weil deren Tonsignale mit den vorhandenen Empfangsgeräten wie den Kristallempfängern problemlos aufzunehmen waren [4].

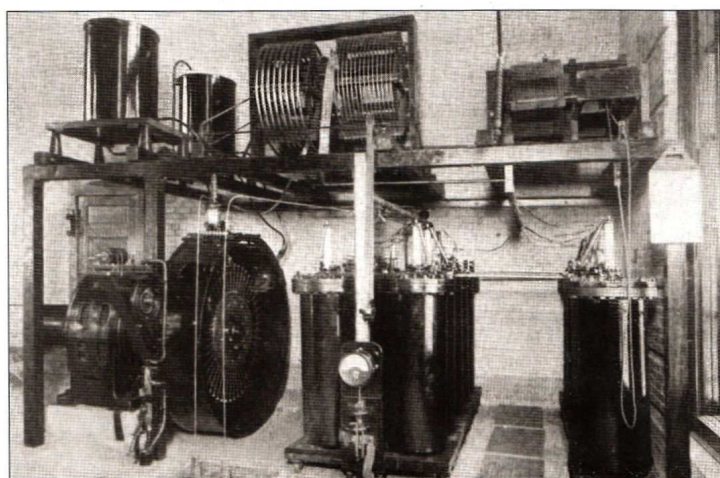


Bild 4: Löschfunksender, Arlington 1913

Foto: G. V. Buck

den die ersten Versuche 1896 am Bristolkanal durchgeführt. Die Überbrückung einer 15 km breiten Wasserfläche gelang ohne Probleme.

Die ersten Wellen, die 1901 als Buchstabe *S* den Atlantik überbrückten, waren ein Produkt des Knallfunksenders, der im englischen *Poldhu* stand, Bild 3, siehe auch [3].

In den 1920er-Jahren verbot man den Betrieb von Knallfunksendern, da durch die große Bandbreite des Signals der Empfang anderer Sender empfindlich gestört wurde.

Da dieser Sendertyp schnell wieder von der Bildfläche verschwand, sind davon leider kaum Fotos zu finden.

Bild 5: Maschinensender der Großfunkstation Nauen

Foto: Bundesarchiv, CC-BY-SA 3.0

Allerdings erzeugten die Funken nur gedämpfte Schwingungen. Der bekannte Dresdener Professor Heinrich Barkhausen erklärte seinerzeit den Unterschied zwischen gedämpfter und ungedämpfter Schwingung anschaulich mit dem Spiel einer Geige. Die Funksender zupfen ein schnelles Pizzicato, während bei den ungedämpften Schwingungen durch den Geigenbogen ein sauberer, kontinuierlicher Ton gestrichen wird.

Funksender haben jedoch zwei Probleme: Sprache lässt sich nicht übertragen und die Geschwindigkeit der Telegrafiesignale ist begrenzt, ähnlich wie bei den damaligen Kabelverbindungen. Das Zeichen *e* als *Punkt* muss so lang sein, dass es nicht in den Schwingungstälern zwischen den Funken verschwindet. Schnelltelegrafie war somit unmöglich. Es gab aber auch dafür eine Lösung.

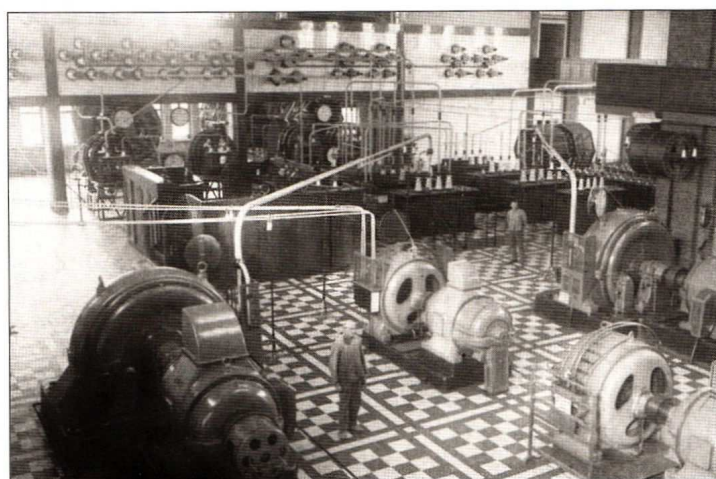
■ Maschinensender

In den Kraftwerken erzeugen riesige Generatoren den Strom für das Energienetz. Infolgedessen kam der Gedanke auf, Generatoren zu bauen, die nicht 50-Hz-Wechselstrom, sondern z. B. ein 20-kHz-Sendesignal erzeugen. Man brauchte nur die Drehzahl und die Anzahl der Polpaare erheblich zu erhöhen.

Werte von bis zu 2500 Umdrehungen pro Minute stellten wegen der Fliehkräfte ein großes Problem dar, das aber gelöst werden konnte. Eine weitere Herausforderung war die Drehzahlregelung, denn die Signalfrequenz sollte möglichst konstant sein.

Während die Funksender bei 100 kW ihre obere Grenze erreichten, konnte man Maschinensender parallelschalten, um höhere Sendeleistungen bereitzustellen.

Wegen der Dimension und Masse war der Einsatz dieser Sender nur in Großstationen sinnvoll. In Nauen kam diese Technik von 1913 bis 1923 zum Einsatz, Bild 5.



Mittels Frequenzverdoppelungstechnik konnte man bei konstanter Drehzahl die Sendefrequenzen in festen Schritten umschalten. Probleme bereitete allerdings die nun „saubere“ Hochfrequenz. Anstatt der von den Funksendern gewohnten Töne war jetzt nur ein kurzes Knacken zu hören. Dem begegnete man durch Modifikationen an den Empfängern und der Modulation mit einem NF-Signal auf der Senderseite.

Die Modulation mit Sprache wurde versuchsweise probiert, aber vor 1920 dachte noch niemand an Rundfunk. Das mächtige preußische Militär hielt solcherlei Gedanken ohnehin für Unfug. Auch die niedrigen Trägerfrequenzen bereiteten hier Probleme.

Im Zeitdiagramm, Bild 2, fällt auf, dass Maschinensender vereinzelt bis zum Jahr 1960 in Betrieb blieben. Ein Beispiel dafür ist der Längstwellensender in Grimeton, der unter dem Rufzeichen SAQ bis heute erhalten werden konnte und weiterhin bekannt ist [5], [6].

Der Grund für die lange Betriebszeit ist ein militärischer. Nur mit solchen Längstwellensendern ließen sich Funkverbindungen mit getauchten U-Booten herstellen. International rüstete man einige Jahre später diese Spezialsender großer Leistung auch mit Röhren aus. Der Deutsche Sender *Goliath*, 1943 in der Altmark errichtet, war mit 1 MW seinerzeit der leistungstärkste Sender der Welt. Er nutzte Frequenzen von 15 kHz bis 60 kHz.

Bei dem nun folgenden, sehr exotischen Sendertyp war die Übertragung von Sprache und Musik einfacher möglich als zuvor. Dies wurde auch praktiziert, in den USA früher als in Deutschland, aber der reguläre Rundfunk in Deutschland nutzte ab 1923 in seinen Sendern Elektronenröhren.

■ Lichtbogensender

In Königs Wusterhausen bei Berlin gab es am 22. Dezember 1920 die erste Rundfunkübertragung der Deutschen Reichspost in Form eines Weihnachtskonzerts auf Langwelle. Es waren, um noch einmal Einstein zu zitieren, „die göttliche Neugier und der Spieltrieb“ im Gange, denn die Sendung erfolgte illegal und auch der Empfang war damals eigentlich verboten.

Zum Einsatz kam ein Lichtbogensender der Firma Lorenz. Dieser exotische Sendertyp hatte bemerkenswerte Eigenschaften. Er ermöglichte erstmalig die Übertragung von Sprache und Musik in befriedigender Qualität, auch mit höher Leistung. Wie fing es an?

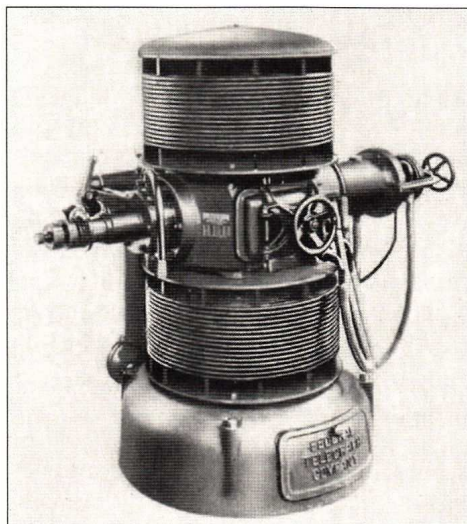


Bild 7: 20-kW-Poulsen-Lichtbogensender
Foto: www.rapp-instruments.de

Um 1900 hörte der englische Techniker William Duddell bei Arbeiten mit Kohlebogenlampen plötzlich Töne, die seine mit Spulen und Kondensatoren beschaltete Lichtbogenanordnung erzeugte. Dieser nun *Duddell-Effekt* genannte Vorgang ist zu beobachten, wenn man dem Lichtbogen einen Serienschwingkreis parallel schaltet. Durch den differentiellen negativen Widerstand des Lichtbogens wird der Schwingkreis angeregt und der auf diese Weise erzeugte Wechselstrom moduliert den Lichtbogenstrom [7], siehe Bild 6.

1903 baute der Däne Valdemar Poulsen einen Lichtbogensender zur Erzeugung von Hochfrequenzsignalen mit vergleichsweise überragender Frequenz- und Amplitudenkonstanz, die sich gut mit Sprache und Musik modulieren ließen, Bild 7. 1904 funktionierte die Sprachübertragung und im Juli 1907 vermeldete die *New York Times* die erstmalige Überbrückung des Atlantiks mit Sprachsignalen.

In den folgenden Jahren kamen verstärkt Lichtbogensender mit Leistungen zwischen 1 kW und 100 kW zum Einsatz, wobei es sich bei diesen Angaben um die elektrische Primärleistung handelt. Obwohl Sprachübertragung nun möglich war, wurde in der Praxis weiterhin fleißig telegraphiert.

Den wohl leistungstärksten Sender dieser Art errichtete man 1922/23 in der Kolonie *Holländisch Ostindien*, heute Indonesien. Mit 2400 kW auf etwa 20 kHz überbrückte er in den Jahren 1923 bis 1927 die 11 500 km zwischen Asien und den Niederlanden. Der technische Aufwand war im Vergleich zu den zeitgleich entstehenden Röhren-KW-Stationen geradezu gigantisch.

Zurück zur Sprach- und Musikübertragung. In den liberalen USA stand die geschäftliche Seite immer im Vordergrund.

Leute, die Kristalldetektoren zu verkaufen hatten, waren natürlich an der Installation attraktiver Sender interessiert, um den Verkauf ihrer Empfangstechnik anzukurbeln. Die Reichweiten blieben gering. Die Bezeichnung *Ortssender* ergab somit durchaus Sinn.

Bereits 1909 strahlte Charles Herrold im kalifornischen San José mit einem 14-W-Sender bereits 1909 regelmäßig ein Nachrichtenprogramm aus, ab 1912 auch mit Musik gemischt. Er nannte die Station, die er mit den Studenten seines *College of Wireless and Engineering* betrieb, schlicht *Calling San Jose* [8]. Die Modulation des Antennenkreises erfolgte mittels mehrerer parallelgeschalteter und wassergekühlter Kohlekörnermikrofone, Bild 8.

Man sieht, alles womit „gefunkt“ werden konnte, hat man damals mehr oder weniger erfolgreich ausprobiert. Manche der Technologien hielten sich jahrelang, andere verschwanden nach kurzer Zeit.

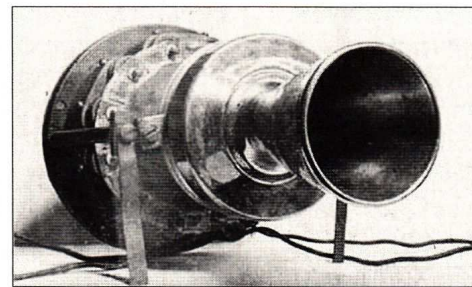


Bild 8: Starkstrom-Kohlemikrofon
Foto: G. B. Greb, M. Adams

Mit diesem kleinen Exkurs in die Anfangszeit unserer heutzutage allgegenwärtigen Funktechnik möchte ich dazu beitragen, dass die dazugehörigen historischen Leistungen nicht in Vergessenheit geraten. Für Hinweise, Ergänzungen oder Kritik bedanke ich mich im Voraus.

schmegel@online.de

Literatur

- [1] Küpper, H.: Albert Einstein in the World Wide Web. www.einstein-website.de
- [2] Schmegel, D., DH0HUP: Empfänger auf der Titanic: Magnetischer Detektor. *FUNKAMATEUR* 64 (2015) H. 4, S. 380–381
- [3] Pichler, F.: Drahtlos über den Atlantik. *Pro Lucis* (2002) H. 1, S. 18–21
- [4] Heinicke, Z.: Praktisches Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. A. Hartlebens Verlag, Wien und Leipzig 1908
- [5] Roleder, G., DL6AKC: Längstwellenstation SAQ – ein Museum. *FUNKAMATEUR* 48 (1999) H. 7, S. 754
- [6] Böke, H.-P., DJ6HB: Besuch beim Weltkulturerbe SAQ. *FUNKAMATEUR* 63 (2014) H. 1, S. 32–35
- [7] Rapp, T.: Rapp Instruments – Physikalische, chemische und elektronische Experimente. www.rapp-instruments.de/index_neu.htm → Retros → Lösch-funkensender
- [8] Wikipedia: Charles Herrold. https://de.wikipedia.org/wiki/Charles_Herrold
- [9] Friese, W., DG9WF: Maschinensender gestern und heute. *FUNKAMATEUR* 52 (2003) H. 6, S. 566 f.

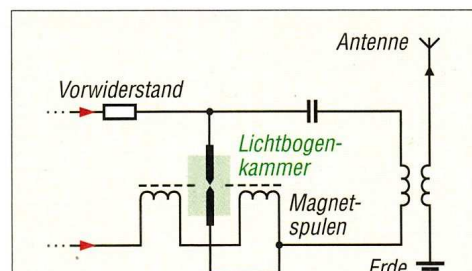


Bild 6: Prinzipschaltung eines Lichtbogensenders