

6. Sonar

Reginald Fessenden und das Meeres-Rauschen

„Signaling and detecting submarine sounds is a much more complicated matter than signaling and listening in air.“
– Reginald Fessenden, 1914¹

Unterwasserschallsignale

Reginald Fessendens langjährige, produktive und lukrative Verbindung zur Submarine Signal Company (SSC) mit Sitz in Boston ergab sich durch einen Zufall, wie sich seine Frau Helen erinnerte.² Im April des Jahres 1912 traf Harold Fay, ein Leiter der SSC, in der Bostoner South Station zufällig auf Fessenden. Aufgrund einer vorigen Begegnung kannten sie sich bereits flüchtig: Sieben Jahre zuvor, 1905, hatten sie sich in den Bell Laboratories, wiederum zufällig, getroffen, als Fessenden dort auf der Suche nach einem geeigneten Sender für seine ersten radiophonen Versuche war. Beim Warten auf ihre Züge fragte Fay Fessenden, ob er nicht Interesse habe, das Firmengelände der SSC zu besichtigen, „to see what we [the SSC] were doing.“³ Für Fessenden war dies mehr als eine Floskel und bereits am nächsten Morgen erschien er im Firmengebäude. „We all enjoyed his visit“, berichtete Fay vom Besuch im firmeninternen Magazin *Soundings*, „and instinctively felt his interest and enjoyment in delving into the new line of work presented by our submarine problem.“⁴

Bei einem reinen Höflichkeitsbesuch sollte es nicht bleiben. Im gleichen Monat, April 1912, wurde das von Fay erwähnte ‚submarine problem‘ virulent, als die

1 Zit. n. Fessenden, Helen (1940): *Fessenden. Builder of Tomorrows*, New York, 215-216.

2 Ebd., 214.

3 Zit. n. ebd.

4 Zit. n. ebd.

Titanic mit einem Eisberg unter Wasser kollidierte. Daraufhin beschäftigte sich Fessenden mit der Frage, ob es nicht eine Methode gäbe, derlei Schiffsunglücke in Zukunft zu vermeiden, Eisberge zu orten und die Schifffahrt sicherer zu gestalten. Die zufällige Einladung durch die SSC kam ihm gelegen, war diese doch *der* institutionelle Ort der Erforschung akustischer Unterwassermédien ihrerzeit: sie war die erste Firma, die sich systematisch auf die Entwicklung und Implementierung elektroakustischer Sender und Empfänger für die Bedingungen des fluiden Environments unter den Meeren spezialisiert hatte. Deshalb fanden dort die wesentlichen Pionierarbeiten statt, die experimentell klärten, wie Kommunikation medientechnisch zu formalisieren ist, wenn diese in flüssigen Umwelten stattfinden soll.

Bis um das Jahr 1900 war dies ein Novum, denn Kommunikation unter Wasser war medientechnisches Neuland. Dementsprechend beschäftigte sich die SSC mit Techniken zur medienökologischen Ausprägung eines Raums, der sich von den Räumen, in welchen Fessendens Forschungs- und Rundfunkarbeit bis dato stattfand, maßgeblich unterschied. Fessenden besaß – im Gegensatz zur SSC – zu diesem Zeitpunkt noch keinerlei hydroakustische Expertise. Diese war jedoch notwendig, um seine Überlegungen zur medientechnischen Sicherung des maritimen Transports zu vertiefen. Seitens der SSC wiederum schätzte man Fessendens elektrotechnisches Wissen: Als Pionier drahtloser Übertragungstechniken, die auch für die SSC zentral waren, hatte sich Fessenden bereits einen Namen gemacht. Die SSC verfügte zudem über die finanziellen und technischen Mittel, das Interesse Fessendens an der Elektrotechnisierung submariner Räume zu bedienen. Damit waren die idealen Voraussetzungen für eine Kooperation gegeben.

Das Problem, mit welchem sich die SSC konfrontiert sah, bestand in einer naturinduzierten Störung in der funktionalen Umgebung ihrer Kommunikationstechnik: Meeresrauschen. Mit diesem stetig vorhandenen Hintergrundrauschen erwies sich erfolgreiche Kommunikation unter Wasser ohne hinreichende Frequenzmanipulation und -filterung als defizitär. So verlangte – in Anlehnung an Claude Shannon – submarine „Communication in the Presence of Noise“⁵ nach adäquater Technik, die sich als medienökologisch konsequente Arbeit an der Störung verstanden wissen wollte. Kurz nach dem Besuch in ihrem Firmengebäude beauftragte die SSC Fessenden mit der Entwicklung technischen Equipments, das der Unterdrückung oder zumindest Reduzierung von Wassergeräuschen in hydroakustischen Sender-Empfänger-Anordnungen dienen sollte.

Wenig später präsentierte Fessenden der SSC sein neu konstruiertes, epistemisches Ding der maritimen Praxis: Ein Gerät, das später als „Fessenden-Oszilla-

5 Shannon, Claude E. (1949): „Communication in the Presence of Noise“, in: *Proceedings of the IRE* 37(1), 10-21.

tor“ Bekanntheit erlangte. Dieses sollte sich sowohl für Fessenden und die SSC als überaus lukrativ erweisen und die hydroakustische Kommunikation, wie sie die SSC global institutionalisierte, maßgeblich mitbestimmen. Allerdings durfte das Gerät nicht nur einen neuen Standard der hydroakustischen *Kommunikation* darstellen, sondern – und das ist für eine Mediengeschichte des Delays relevant – ihm war die potenzielle Möglichkeit der akustischen *Lokalisation* ebenso eingeschrieben. Nur wurde es zu diesem Zweck seitens der SSC zunächst weder vermarktet noch erprobt. Um zu verstehen, warum gerade das vermeintlich schlichte Anliegen der elektroakustischen Rauschunterdrückung einen technikepistemischen Kern der SSC ausmachte, ist ein Einbezug des fluiden Kontexts notwendig, in welchem die SSC praktisch und ökonomisch agierte. Die Bostoner SSC fungierte ihrerzeit als Initiatorin des historisch ersten submarinen Infrastrukturprojekts der Navigation, in dessen Praxis Rauschunterdrückung notwendig wurde. Daher wird im Folgenden ein produktiver Umweg beschritten, der den Fessenden-Oszillator als prototypisches Sonar (ein Akronym für *sound navigation and ranging*) nicht als Ausgangspunkt begreift, sondern zunächst die historischen Hintergründe der hydroakustischen Praxis skizziert.

Maritime Navigation fand in der Moderne ihre Limitierung in einem zunächst recht unscheinbaren atmosphärischen Phänomen: Nebel. Am 29. Mai 1914 kollidierte das schottische Transatlantik-Linienschiff *Empress of Ireland* nahe der Mündung des kanadischen St. Lawrence Rivers mit dem norwegischen Kohlschiff *Storstad*. Das Schiff sank binnen 14 Minuten und der Unfall kostete über 1.000 Menschen ihr Leben. Damit gilt das Unglück als schlimmste Schiffskatastrophe der kanadischen Geschichte. Der Grund für die Kollision war Nebel: Aufgrund schlechter Sichtverhältnisse war es den Kapitänen beider Schiffe nicht möglich, einander auszuweichen. Als ähnlich dramatisch und zahlenmäßig desaströser erwies sich das Stranden von Schiffen in Fällen von Nebel. Am 8. September 1923 bspw. fuhren neun Zerstörer der US Navy bei Honda Point vor der Küste des Santa Barbara County direkt in Felsen. Damit stellt das „Honda Point Disaster“ den größten Verlust an Schiffen der US Navy in Friedenszeiten dar. Die Flotte steuerte den Santa Barbara Channel an und bestimmte aufgrund eines starken Nebels die eigene Position qua Koppelnavigation. Fatalerweise erwies sich die Positionsbestimmung als fehlerhaft: Die errechnete Position des Konvois korrespondierte nicht mit seiner tatsächlichen Position im Georaum – ein Rechenfehler, der sich in der Kollision zu wissen gab. Ein drittes Beispiel aus dem geographischen Kontext derselben Küste: Rund 500km nördlich von Honda Point ankerte das US-amerikanische Passagierschiff *City of Rio de Janeiro* am 22. Februar 1901 vor dem Golden Gate. Ein Nebel war derart stark, dass die Einfahrt in die Bucht ohne optische Orientierung als zu gefährlich erachtet wurde. Über einen Monat zuvor hatte das Schiff den Hafen von

Hong Kong verlassen und war bereits drei Tage hinter dem avisierten Zeitplan. Nur fünf Meilen vom Zielort entfernt musste nun zusätzliche Verspätung erduldet werden, weshalb ein gewisses Risiko als akzeptabel galt. Als sich der Nebel lichte, wurde die Einfahrt in die Bucht gestartet – allerdings verstärkte sich der Nebel kurz darauf wieder. Das Schiff kollidierte vor Fort Point mit einem unterseeischen Felsen, kenterte und sank. Der Nebel war zu jenem Zeitpunkt derart stark, dass Passagiere, die schwimmen konnten, trotz der Nähe zum Ufer nicht wussten, wohin sie schwimmen sollten und ertranken. Die Diensthabenden auf der unweit entfernten Fort Point-Rettungsstation bemerkten aufgrund des Nebels von der Katastrophe nichts. Ohne Todesfolgen blieb dahingegen das Stranden des Dampfschiffs *Princess May* am 05. August 1910. Das Schiff lief im alaskischen Favorite Channel nahe Sentinel Island in einem dichten Nebel auf Felsen. Da das Schiff bei Niedrigwasser nahezu vollständig aus dem Wasser ragte, ging die *Princess May* ‚on the rocks‘ in der damaligen Tagespresse viral (vgl. Abb. 20).



Abbildung 20: Die *Princess May* nach ihrer Strandung bei gelichtetem Nebel.

Diese vier Beispiele mögen beliebig ausgewählt sein. Sie stehen aber programmatisch für Schiffs-katastrophen in Fällen der Destabilisierung optischer Wegfindung aufgrund von Nebel. Und sie eint, dass sie theoretisch vermeidbar gewesen wären – durch ein Ankern statt einer Weiterfahrt –, aber praktische Belange der Seefahrt

eine möglichst kontinuierliche Aufrechterhaltung von Fortbewegung erfordern. Und dies galt auch dann, wenn diese im Nebelfall mitunter existenzielle Risiken barg. Lloyd's Register of Shipping listete, dass allein während des Jahres 1926 schätzungsweise 25.000.000\$ Schaden aufgrund von Schiffsstrandungen entstanden; das United States Shipping Board Bureau of Research berichtete, dass 1927 insgesamt 1799 Schiffe gestrandet seien, 1928 noch 621; Statistiken der Liverpool Underwriters Association listeten für 1927 insgesamt 1805, für 1928 insgesamt 1663 und für 1929 insgesamt 1813 Schiffsstrandungen – die meisten davon aufgrund von Nebel.⁶ Als Gefahr der maritimen Navigation virulent wurde Nebel nicht erst Anfang des 20., sondern bereits im 19. Jahrhundert, als durch Fortschritte im Schiffsbau Schiffe größere Ausmaße annahmen und zudem schnellere Fahrtgeschwindigkeiten erreichten. So kam es bereits zwischen 1893 und 1902 aufgrund von Nebel international zur Strandung von annähernd 1.000 Schiffen mit einem Schaden von insgesamt über 57.000.000\$ und 530 Menschenleben.⁷

Auf den Weltmeeren navigiert wurde bereits in der Antike; etymologisch verdankt sich der Navigationsbegriff ohnehin dem ‚Führen eines Schiffes‘. Dabei wurde Schiffsnavigation per Sicht und die Markierung wichtiger Orte mit Befeuerungsanlagen, Leuchtschiffen oder Leuchtbojen ebenso seit der Antike praktiziert. Nebel stellte für diese eine inakzeptable Störung dar, da er etablierte navigatorische Praktiken unmöglich machte. Daher durfte die „Schiffsführung bei Nebel“ als eine der „schwierigsten Aufgaben der Schifffahrt“⁸ gelten und verlangte nach technischen Lösungen. Verstärkt im 19. Jahrhundert, evoziert durch die Expansion des Schiffsbaus, wurden akustische Signalgeber an kritischen Passagepunkten und Küsten installiert: Nebelglocken und später, ab der Mitte des 19. Jahrhunderts, Nebelhörner und -sirenen. Positioniert wurden sie meist an bestehenden Leuchttürmen, um maritime Wegfindung durch die zusätzliche Ausnutzung des auditiven Kanals für den Fall von schlechter Sicht sensorisch zu stabilisieren.⁹ Jedoch war es ausgerechnet wieder Nebel, der die Effektivität von Nebelglocken und -hörnern limitierte: Nebel beeinflusst die Ausbreitung von Schall, da er Klang reflektiert,

-
- 6 Vgl. Submarine Signal Company (1930): *The Submarine Signal Fathometer for Visual Echo Soundings*, Boston, MA., 7.
 - 7 Sawyer, F. L. (1914): „Submarine Signaling and a Proposed Method of Safe Navigation in Fog“, in: *Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers* 22, 115-128, 115.
 - 8 Lichte, Hugo (1920): „Entwicklung und heutiger Stand des Unterwasserschall-Signalwesens“, in: *Zentralblatt der Bauverwaltung mit Nachrichten der Reichs- und Staatsbehörden* 40(29), 249-253, 249.
 - 9 Zur Geschichte der Nebelsignalgebung in der Luft mit u.a. Nebelhörnern vgl. Allan, Jennifer Lucy (2021): *The Foghorn's Lament: The Disappearing Music of the Coast*, London.

beugt oder bricht, wodurch es unmöglich ist, den exakten Ort der Schallaussendung anzupeilen.

In England untersuchte prominent John Tyndall als wissenschaftlicher Berater der britischen Leuchtfeuerverwaltung Trinity House Formen akustischer Nebelsignale in den 1860er bis 1880er Jahren.¹⁰ In den USA war die Erforschung akustischer Signalgebung in der Luft bei Nebel eng an den Physiker Joseph Henry gebunden, der erste Sekretär der Smithsonian Institution und späterer Präsident der National Academy of Sciences sowie ab 1871 Vorsitzender des Lighthouse Board der USA.¹¹ Beide kamen übereinstimmend zum Schluss, dass sich Nebelsignalgebung in der Luft ausgerechnet in Fällen von Nebel als dysfunktional erwies. In der Praxis erzeugte Nebel kontraintuitive Höreindrücke, die wiederum fatale Folgen nach sich ziehen konnten, da zynischerweise Nebelsignale Strandungen provozierten. So berichtete bspw. der Kapitän des Schiffs *California*, dass am 28. Juni 1914 ein lediglich eine halbe Meile entferntes Nebelhorn nicht hörbar gewesen sei – und das Schiff daraufhin auf Tory Island in dichtem Nebel strandete. „There are many instances where ships have gone on the rocks within hearing distance of ordinary bell buoys and sirens, because of inability to hear the warning signal or to judge of the direction whence it came“,¹² konstatierte der Begründer des Boston Symphony Orchestra Henry L. Higginson. Für die navigatorische Praxis in Fällen von Nebel galt daher für akustische Nebelsignale in der Luft Folgendes:

„The Mariner should not assume:

- (a) That because he fails to hear the sound he is out of hearing distance.
- (b) That, because he hears a fog-signal faintly, he is at a great distance from it.
- (c) That because he hears the sound plainly he is near it.
- (d) That, because he does not hear it, even when in close proximity, the fog-signal has ceased sounding.
- (e) That the distance from and the intensity of the sound on any one occasion, are a guide to him for any future occasion.“¹³

10 Tyndall, John (1878): „Recent Experiments on Fog-Signals“, in: *Proceedings of the Royal Society of London* 27, 245-258; oder Tyndall, John (1874): „On the Atmosphere as a Vehicle of Sound“, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 164, 183-244.

11 Henry, Joseph (1886): *Researches in Sound, in Relation to Fog-Signalling. Scientific Writings of Joseph Henry Vol. 1*, hrsg. v. Smithsonian Institution, Washington D.C., 370-510; oder Henry, Joseph (1879): *A Summery of Researches in Sound: Conducted in the Service of the United States Light-House Board During the Years 1865 to 1877*, Washington, D.C.

12 Higginson, Henry L. (1914): „The Art and Practice of Submarine Signaling“, in: *The North American Review* 200(706), 418-421, 420.

13 Joly, John (1918): „Scientific Signalling and Safety at Sea“, in: *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science Series* 6(36), 1-36, 2.

Akustische Nebelsignale in der Luft wurden also ausgerechnet durch eben jene „atmosphärische[n] Störungen“¹⁴ negativ beeinflusst, denen sie Abhilfe schaffen sollten: Sie „versagen häufig gerade dann, wenn sie am notwendigsten gebraucht werden.“¹⁵ Nebel erwies sich für die Seefahrt als eine letzte natürliche Gefahr, die schwerlich technisch überwunden werden konnte, wie ihr zum Anfang des 20. Jahrhunderts bescheinigt wurde:

„Bit by bit the dangers which beset the early navigators have been overcome. The chart told him the best course to take from one point to another. The mariner's compass enabled him to maintain his course when the stars were blotted out by clouds. With sextant and chronometer he located his position, with log and soundings he guarded himself when a sight could not be obtained. More recently wireless telegraphy has enabled him to call assistance in time of danger. But with all this, many dangers remain. The more important of these are due to fog.“¹⁶

Die Unzuverlässigkeit von Luft als Übertragungsmedium von Nebelwarnsignalen verschob das Erkenntnisinteresse zum Ende des 19. Jahrhunderts auf einen bis dato vernachlässigten Signalkanal maritimer Navigation – das buchstäbliche Trägermedium der Seefahrt: Wasser. Auch auf deutscher Seite kam man 1895 nach experimentellen Studien zu dem Ergebnis, dass „die absolute Unzulänglichkeit und Unzuverlässigkeit jeder Art der Signalisierung mittels Schalles in der Luft im weitesten Umfange bestätigt“ sei und durch die Restriktionen der Schallübertragung in der Luft man sich „auf das Wasser als ein weit geeigneteres schallvermittelndes Medium“¹⁷ zu spezialisieren habe. Seit den Messungen der Schallgeschwindigkeit in Wasser von Jean-Daniel Colladon und Charles Sturm am Genfersee 1826 war die gute Leitfähigkeit von Wasser für auditive Signale bekannt. Damit präsentierte sich Wasser als ideale Instanz bzw. ‚agency‘ akustischer Übertragungen, wie man 1910 attestierte: „Water is a less mobile medium than air, less responsive to marked variations of density arising through changes in temperature and pressure, and, therefore less subject to variations of homogeneity and more reliable as

14 Hahnemann, W. (1920). „Die Unterwasserschalltechnik“, in: *Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft*, Berlin/Heidelberg, 281-317, 281.

15 BArch R/4701/8934.

16 Blake, R. F. (1916): „Submarine Signaling – The Protection of Shipping by a Wall of Sound and Other Uses of the Submarine Telegraph Oscillator“, in: *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution 1915*, 203-213, 203.

17 Peck, F. (1907): „Unterwasser-Schallsignale, ihre historische Entwicklung, ihre Fortschritte und ihr gegenwärtiger Stand“, in: *Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie* 35, 9-17, 9.

an agency of the transmission of sound waves.“¹⁸ Oder in den Worten der eingangs erwähnten SSC: „Water is (...) a far better medium for transmitting sounds than is air.“¹⁹ Damit war seit den Experimenten von Sturm und Colladon ein Wissen um die gute Leifähigkeit von Schall im Wasser angelegt, dessen technische Operationalisierung zunächst ausblieb. Es existierte mithin ein theoretisches Wissen der Physik, das zunächst seiner praktischen Verwendung harrte, wie es bereits im historischen Kontext, 1920, expliziert wurde: „Die Eigenschaft des Wassers, den Schall gut fortzuleiten, ist erst am Anfang unseres Jahrhunderts für praktische Zwecke, und zwar für die Schifffahrt, nutzbar gemacht worden.“²⁰ Wasser geriet als Übertragungsmedium akustischer Signale Ende des 19. Jahrhunderts in den epistemischen Fokus von Ingenieur:innen – zuvorderst bei der SSC.

Für den Ozean als um 1900 neu entdeckten Signalraum galt es den Akteuren der SSC, zunächst geeignete Sender und Empfänger zu entwickeln, bevor es zur „navigatorischen Ausbildung dieses Signalmittels“,²¹ gemeint war Unterwasserschall, kommen konnte. Als Sender für „Unterwasserschallsignale“ – wie sie im historischen Kontext genannt wurden – erwiesen sich Unterwasserglocken als geeignet. Allerdings sind Navigierende selten unter Wasser und selbst wenn, funktioniert unter Wasser das binaurale Hören nicht, wodurch navigatorische Unterwasserschallsignale ihr entscheidendes Moment verlieren. Schließlich galt es mit Unterwasserschall die Orte seiner Aussendung – die Positionen von Unterwasserglocken – akustisch zu detektieren, um auf akustischer Basis Wegfindung zu praktizieren. Was es zu implementieren galt, war, in einer Paraphrase von Frieder Nake, ein technisches „Interface“, das „Subface“ – der fluide Raum des Meeres, in welchem akustische Signale zirkulierten – und „Surface“ – die Meeresoberfläche, auf welchem ein *human operator* navigierte – verschaltete.²² Elisha Gray entwickelte hierzu mit dem Unterwasserakustiker Arthur Mundy ein Format auditorischer Schiffsnavigation, für das sie 1899 das Patent „Transmission of Sound“ erhielten. Dieses nobilitierte das Wasser der Ozeane – und nicht etwa Kabel – zum nunmehr fluiden Kanal, den es zu durchschwimmen galt (vgl. Abb. 21).

18 Hopkins, Albert A. (1910) (Hrsg.), *The Scientific American Handbook of Travel*, New York, 210.

19 Submarine Signal Company (1930): *The Submarine Signal Fathometer*, 9.

20 Lübcke, E. (1920): „Über das Hören unter Wasser“, in: *Die Naturwissenschaften* 6, v. 6. Februar, 117-118, 117.

21 Peck (1907): „Unterwasser-Schallsignale“, 10.

22 Nake, Frieder (2008): „Surface, Interface, Subface. Three Cases of Interaction and One Concept“, in: Uwe Seifert/Jin Hyun Kim/Anthony Moore (Hrsg.), *Paradoxes of Interactivity. Perspectives for Media Theory, Human-Computer Interaction, and Artistic Investigations*, Bielefeld, 92-109.

No. 636,519.

E. GRAY & A. J. MUNDY.
TRANSMISSION OF SOUND.
 (Application filed Apr. 14, 1899.)

Patented Nov. 7, 1899.

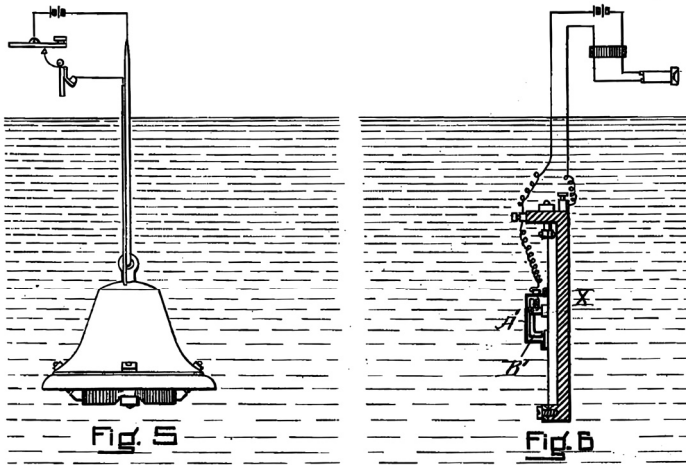


Abbildung 21: Die erste techno-akustische Durchdringung des Meeres als Schema: Neukonzipierte Unterwasserglocken senden Schall aus, der von Unterwasserempfängern zu Zwecken der Schall-Navigation verwendet wird.

1901 gründeten Mundy, Joshua Millet und Edward Wood die in Boston ansässige SSC als erstes Unternehmen, welches Unterwasserakustik institutionalisierte, infrastrukturierte und kapitalisierte. Dazu erwarben sie die Patentrechte von Elisha Grays „Hydrophon“ – obgleich die Patentschrift diesen Begriff noch nicht nutzte – und erprobten die Funktionalität der konzipierten Unterwasserglocken zu Zwecken der auditiven Signalsendung im Hafen von Boston. Denn zunächst war es keineswegs gewiss, ob Unterwasserglocken tatsächlich Unterwasserschall zu produzieren vermögen und ob dieser Schall über gewisse Entfernungen hinweg gehört werden konnte. In zeitgenössischer Berichterstattung wurde über die gelungenen und erfolgreichen Klangexperimente wie folgt berichtet:

„It is announced that a discovery which will stir scientists the world over into new activity was made in Boston harbor recently when representatives of the Submarine Signal Co. of Boston found that the blows on their submarine bell, striking in the upper harbor, caused vibrations in every vessel in port, and furthermore, that the sound could be heard distinctly by simply placing the ear against wharf piles. According to the story of one who helped in the experiment an attempt was made at the time to learn of the sound from a bell could travel

from one side of the harbor to another, successfully pass all obstructions, and pierce the thick skin of an ocean liner.“²³

Damit hatte sich die potenzielle Produktivität von Signalisierung via Wasserschall im Praxistest erwiesen. Noch im selben Jahr, 1901, erhielt die SSC von der US-amerikanischen Regierung die Rechte, bei Egg Rock, nahe des Bostoner Hafens, ein Unterwassersignalsystem zu installieren. Dieses sollte den Navigatoren einfahrender Schiffe erlauben, „[to] determine their position when ten miles or so from the shore, thus escaping the danger of approaching too near dangerous shoals and ledges in the entrance to the harbor.“²⁴

Bei der singulären Implementierung einer Unterwasserglocke sollte es nicht bleiben. Der infrastrukturelle Plan der SSC sah vor, wichtige Häfen und kritische Passagestellen in globaler Perspektive mit Unterwasserglocken auszustatten, um im Nebelfall den Schiffsverkehr akustisch zu stabilisieren. Nachdem die US-Regierung das 1901 infrastrukturell noch provisorische „Unterwasserschallsignalwesen“ bzw. das „Submarine Signaling“ testete – unter diesem Begriff wurde die Unterwasserschallnavigation in anglophonen Ländern vermarktet –, bekam die SSC die Erlaubnis, Unterwasserglocken in der Nähe von Leuchttürmen, Feuerschiffen und Leuchtbojen in den USA zu installieren. Die britische Admiralität prüfte das Prinzip im Jahr 1906 und berichtete anschließend:

„[The] submarine bell increases the range at which the fog signal can be heard by a vessel, until it approximates to the range of a light-vessel’s light in clear weather, and moreover its bearing can be determined with quite sufficient accuracy for safe navigation in fog, from distances far beyond the range of aerial fog signals if the vessel is equipped with receivers.“²⁵

Von der SSC konnte Empfangstechnik gemietet werden, um an der expandierenden Infrastruktur des Submarine Signaling zu partizipieren. Diese basierte darauf, die Signale von Unterwasserglockenstationen durch zwei Apparate zu empfangen und so die relative Lage eines Schiffes als auditive Differenz wahrnehmbar zu machen: Um mit dem Unterwasserschallsignalwesen zu navigieren, mussten im Schiff auf jeder Seite – Back- und Steuerbord – nah am Bug und unter der Wasserlinie je ein Hydrophon in einem gusseisernen, mit Wasser gefüllten Tank platziert wer-

23 Anonym (1902): „Successful Test of a Submarine Bell“, in: *Marine Review* 25(4), v. 23. Januar, 24.

24 Anonym (1901): „Submarine Signaling: To Be Given a Practical Test Off Boston Harbor“, in: *The St. Paul Globe* v. 6. August 1901, 8.

25 Zit. n. Joly (1918): „Scientific Signalling and Safety at Sea“, 10.

den.²⁶ Die Hydrophone transduzierten das akustische Unterwasserschallsignal in elektrische Impulse. Die Mikrophone waren mit einer „indicator box“ verbunden, die sich meist auf der Schiffsbrücke befand. Diese Box bestand aus einem konventionellen Telefonempfänger, der aus den elektrischen Signalen wieder akustische transduzierte, wobei – das ist entscheidend – ausgewählt werden konnte, ob die Signale des einen *oder* des anderen Empfängers abgehört werden sollten. War ein Glockensignal lauter, wenn es backbordseitig empfangen wurde, war auch die Unterwasserglocke backbordseitig und *vice versa*. Die Unterwasserglocke war gerade voraus, wenn das Glockensignal in beiden Empfängern gleich laut klang. Telefone dienten in diesem Setting demnach nicht als akustische Medien einer wechselseitigen Kommunikation, sondern als infrastrukturelle Sensoren der akustischen Anzeige georäumlicher Relative.

In dieser Formatierung konnte schließlich in Fällen von Nebel an Orten, in deren Nähe Unterwasserglocken platziert worden waren, lauschend navigiert werden (vgl. Abb. 22). Damit wurde im Kontext der SSC Unterwasserschall das historisch erste Mal zu praktischen Zwecken implementiert; es wurde systematisch submarinen Schallsignalsignalen gelauscht; und es wurde das notwendige Equipment hierfür entwickelt. So wurde in diesem Kontext der Begriff ‚Hydrophon‘ von Gray für Unterwassermikrophone eingeführt. Bis dato bezeichnete man mit diesem Wort in der diagnostischen Praxis mit Wasser gefüllte Beutel, die an Stethoskope angebracht wurden, um den Klang des Herzschlags aufgrund der Leiteigenschaften des Wassers zu verstärken.

Das Unterwasserschallsignalwesen kann als Form symbolischer Rationalisierung des Raums auf auditiver Basis durch infrastrukturelle Medien angesehen werden. Ebenso kann es als erste systematische Ausgestaltung von *Acoustic Intelligence* avant la lettre gelten.²⁷ Meereswasser wurde als dreidimensionaler Kanal operationalisiert, womit etymologisch der originäre Kontext des Kanalbegriffs reaktualisiert wurde, schließlich haben sowohl der *Channel* und *Canal* explizit fluide

26 Diese Tanks gewährleisteten, dass die Hydrophone innerhalb des Schiffes installiert werden konnten. Zudem schirmten diese aufgrund ihrer Flüssigkeitsfüllung Eigenlärm des Schiffes weitgehend ab. Dieses „Tankprinzip“ wurde in Deutschland als D.R.P. Nr. 162.600, vom 18. Juni 1902, unter dem sperrigen Titel „Vorrichtung zur Aufnahme und Übertragung von durch Wasser übermittelten Schallwellen für unterseeische Signalisierung, dadurch gekennzeichnet, daß ein unter Wasser befindliches wasserdichtes Gehäuse, welches den Schallempfänger und -überträger enthält, mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, welche den Signalgeber oder -empfänger vom äußeren Wasser isoliert und die erzeugten Schallwellen aufzunehmen und fortzupflanzen bestimmt ist“ patentiert. Vgl. Peck (1907): „Unterwasser-Schallsignale“, 11.

27 Mit *Acoustic Intelligence* (ACINT) werden Verfahren des medientechnischen Empfangens und Auswertens hydroakustischer Phänomene bezeichnet.

Herkünfte und schlossen erst im Laufe des 19. Jahrhunderts Kommunikationsanordnungen mit ein.²⁸ Zudem stellte das Submarine Signaling eine erste Form von Sonar dar, nämlich Passivsonar, da systematisch nach akustischen Phänomenen im Raum unter den Meeren gelauscht wurde.

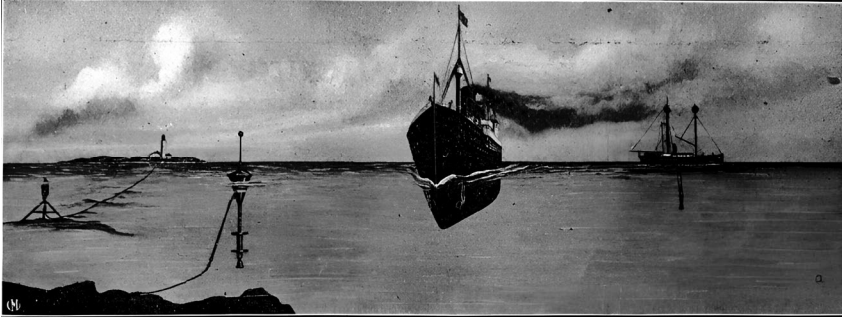


Abbildung 22: Historische Werbedarstellung der SSC für das Submarine Signaling. Zu sehen sind die drei Formen von Unterwasserglocken – installiert unter Feuerschiffen, unter Bojen und auf dem Meeresgrund an Dreibeinen – sowie schematisch ein Schiff mit inwendiger Empfangsanlage an Back- und Steuerbord.

Diese Formatierung maritimer Navigation adressierte das navigierende Subjekt als Hörendes und etablierte mit seinem akustischen Interface eine Infrastruktur, die in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts massive Relevanz entfaltete. Im September 1912 waren bereits 949 Schiffe mit dem Unterwasserschallsignalwesen kompatibel, d.h. mit Empfängern für Unterwasserschallsignale ausgestattet; selbst die bekannte *Titanic*, die noch im selben Jahr mit einem Eisberg kollidierte, verfügte über Empfänger für das System. Zu dieser Zeit waren 53 Unterwasserglockenstationen in den USA, 27 in Großbritannien, 16 in Deutschland, und 12 in Kanada aktiv; weitere Stationen befanden sich in Frankreich, Belgien, den Niederlanden, Dänemark, Russland, Uruguay, Chile, Brasilien und China – insgesamt 135 Sta-

28 Shiga, John (2015): „Sonar and the Channelization of the Ocean“, in: Paul Théberge/Kyle Devine/Tom Everett (Hrsg.), *Living Stereo: Histories and Cultures of Multichannel Sound*, New York, 85-106, 87. Hinzuzufügen ist, dass auch der Kommunikationsbegriff im 19. Jahrhundert nicht auf den Austausch von Nachrichten oder Signalen beschränkt war, sondern den Austausch von Gütern und Personen mit einschloss, mithin *communication* eher als *transportation* – von Dingen, Personen und Nachrichten – verstanden wurde. Kanäle waren in diesem Sinne die künstliche Bedingungen von maritimer ‚Kommunikation‘, verstanden als ‚Transportation‘, wie sie sinnbildlich auch Informationsaustausch ermöglichen, weshalb der Kanalbegriff auch jenseits von Navigation und Transportwesen zirkulieren und für medientechnische Kommunikation Verwendung finden konnte.

tionen weltweit.²⁹ Insbesondere entlang der britischen Südküste, der deutschen Nordseeküste und der US-amerikanischen Ostküste errichteten die Glockenstationen einen kohärenten hydroakustischen Raum, in welchem Seefahrende in Fällen von Nebel ihren Weg vollständig erhören konnten. Zu diesem Zweck sendeten die Glockenstationen ihre Signale codiert aus, sodass die relative Position erhörter Glocken mit entsprechenden Karten georeferenziert werden konnte. Das System erwies sich als derart funktional, dass 1920 bereits 3.500 Schiffe mit Empfängern ausgestattet waren. Nebelnavigation erfuhr damit eine auditorische Standardisierung, womit das Submarine Signaling in den Worten eines Zeitzeugen eine „völlige Umwälzung auf dem Gebiete des Schiffs-Signalwesens“³⁰ evozierte, die der bis dato visuell-dominierten Sphäre der Navigation eine auditive Dimension beifügte. In einer Veröffentlichung der SSC aus dem Jahr 1920 wird ersichtlich, wie engmaschig das Netz an Unterwasserglockenstationen insbesondere im Englischen Kanal war (vgl. Abb. 23). Die strategische Vision der SSC war es dabei, die Küsten sämtlicher Seefahrtsnationen mit Unterwasserglocken zu bestücken, um „walls of sound“³¹ zu errichten: ‚Klangmauern‘, die der Aufrechterhaltung navigatorischer Praxis bei destabilisierter Sicht dienen sollten.

Neben dieser infrastrukturierten Unterwasserbeschallung zur Navigation erweiterte die SSC ihre Produktpalette um Unterwasserglocken für Schiffe zur akustischen Signalisierung etwaiger Notsituationen. Dadurch sollte bspw. ein im starken Nebel gekentertes oder sonst in Not geratenes Schiff auf Basis von Schall angesteuert und im besten Fall via Unterwasserschall wechselseitig kommuniziert werden. Virulent war dies bereits u.a. 1909 geworden. Als Anfang des Jahres die Schiffe *Republic* und *Florida* kollidierten, benötigte das zu Hilfe kommende Schiff *Baltic* in dichtem Nebel 12 Stunden, um die genaue Stelle der Kollision aufzufinden. Dabei fuhr es circa 200 Meilen im Zickzackkurs durch ein Gebiet von 10 Quadratmeilen Größe – ein in Anbetracht bereits existierender hydroakustischer Techniken ihrerzeit vermeidbares Unterfangen, wie es in der Berichterstattung hieß: „Der ganze zwölfstündige Zeitverlust hätte vermieden werden können, wenn die ‚Republic‘ eine Not-Unterwasserglocke gehabt hätte, nach deren Signalen sie von der ‚Baltic‘ hätte angesteuert werden können.“³²

29 Lübcke, E. (1920): *Unterwasserschall-Signale als Hilfsmittel für die Navigation und Signalgebung auf See*, Berlin, 12.

30 BArch R 4701 (Reichspostministerium)/8934.

31 Vgl. Blake (1916): „Submarine Signaling“, 203-213.

32 BArch R 4701 (Reichspostministerium)/8934.

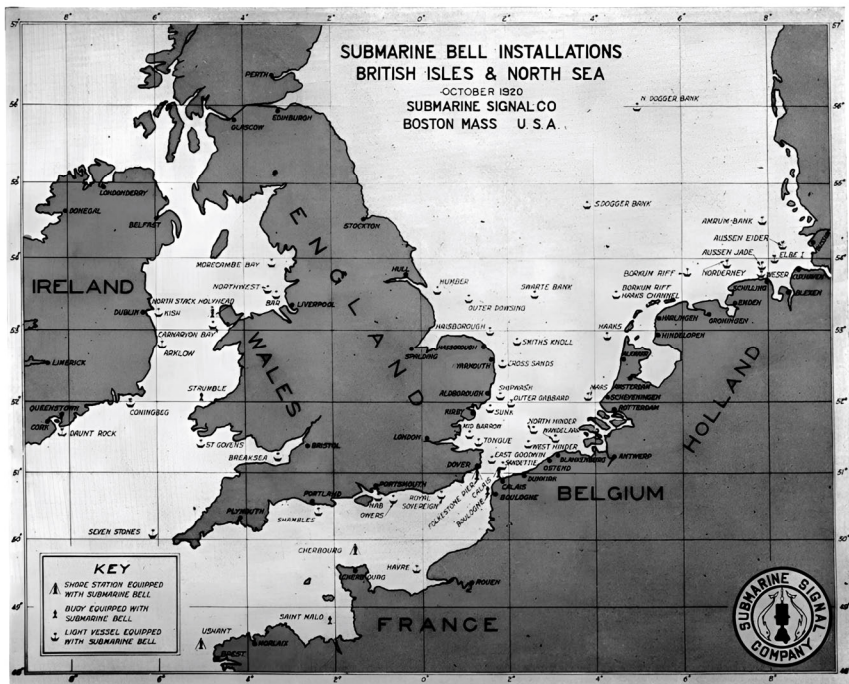


Abbildung 23: Das engmaschige Netz an Unterwasserglockenstationen im Englischen Kanal im Jahr 1920. Vom *acoustic space* einer Unterwasserglocke konnte in den Schallbereich der nächsten navigiert werden, sodass eine rein akustische Wegfindung realisiert wurde.

Es war eine naturinduzierte Störung, die potenzielle Kommunikation per Unterwasserschall zunächst verhinderte: Meeresrauschen.³³ Die SSC hatte bis 1913 noch keinen nennenswerten Gewinn verzeichnen können, auch machte die sich konsolidierende Funktelegraphie dem navigatorischen Unterwasserschall medientechnische Konkurrenz. Um das Submarine Signaling nachhaltig als funktionale

33 Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass Meeresrauschen noch für das Sonar der frühen 1940er Jahre ein Problem darstellte, wie es in Testberichten des Harvard Underwater Sound Laboratory hieß: „Trouble has been experienced with signal-to-noise ratio in the microphone system used at present. In order to eliminate this difficulty it will be necessary to either increase the output power and directivity of the transmitter or increase the directivity and possibly the sensitivity of the microphones. Several ways of overcoming these difficulties have been investigated; using a reflector in back of the transmitter and of the microphone; increasing the size of the transmitter and of the microphone; using a large parabolic reflector constructed in a manner similar to that of the plane reflector already illustrated.“ Harvard Underwater Sound Laboratory (HUSL), UA V 859.295.2, 15. November 1941.

Infrastruktur und Unterwasserglocken als veritable Indikatoren von Notsituationen in der Praxis zu verankern, musste der Signal-Rausch-Abstand der Unterwasserkommunikation erhöht werden. Dies war allein durch Frequenzselektion zu erreichen. Zwar nutzte man für die Glockentöne aus medienökologischen Gründen eine hohe Frequenz, da diese „das Rauschen des Bugwassers, Wellenschlag und die sonstigen Bordgeräusche (...) am besten durchdringt.“³⁴ Allerdings standen dem empfängerseits keine selektiven Hydrophone zur Verfügung, die lediglich jene Signalfrequenzen statt zudem das sie umgebende Meeresrauschen empfangen. So berichtete man 1913 von Seiten SSC unter der Überschrift „What Remains to be Done“ über das bereits erwähnte ‚submarine problem‘:

„What remains to complete the solution of the whole problem is the development of an apparatus that will send out powerful signals from a moving ship and of a selective receiving apparatus which will make it possible for the ships of a fleet to signal to each other without interference and for signals from danger points close together to be sent without risk of confusion.“³⁵

Diesbezüglich kam der SSC der Besuch Fessendens im April 1912 überaus gelegen. Hatte sich beim Unterwasserschallsignalwesen das Meeresrauschen in der Praxis als problematisch erwiesen, beabsichtigte die SSC, die Defizite der Übertragungsanordnung mit verbesserten Hydrophonen zu beheben. Fessenden schlug dahingegen vor, das Problem von der anderen Seite des fluiden Kanals anzugehen: Statt die Hydrophone zu verbessern, fokussierte er auf die Sender der hydroakustischen Kommunikation. Er empfahl, die von der SSC verwendeten, aufgrund ihrer Mechanik fast archaisch anmutenden Sender von Unterwasserschall – Unterwasserglocken – durch ein elaboriertes hydro-elektro-akustisches Verfahren zu ersetzen, das einen Transducer als Klangerzeuger verwendete. Dieser könnte aufgrund seiner Technizität nicht allein singuläre Schläge ertönen lassen, wie es Unterwasserglocken vermochten, sondern ebenso in ihrer Frequenz eindeutig festlegbare kontinuierliche Töne. Dies war essenzielle Notwendigkeit, um ‚sound signals for communication‘ in den Unterwasserraum zu verlegen. Denn die anvisierte Unterwasserkommunikation sollte sich via Morsecode ausgestalten und dieser basiert schließlich auf Punkten und Strichen bzw. auditiv gewendet: aus Impulsen und Tönen. Die SSC lehnte diesen Vorschlag Fessendens ab, da die firmeneigenen Ingenieure diesbezüglich vermeintlich über fundiertere Expertise verfügten. Sie beauf-

34 Peck (1907): „Unterwasser-Schallsignale“, 12.

35 Submarine Signal Company (1913): „What Remains to be Done“, in: *Submarine Signal Bulletin* 42, 3.

tragte ihn jedoch mit der Konstruktion eines Hydrophons, das den bis dato etablierten überlegen sein sollte, insofern es selektiv empfangen, d.h. für die erfolgreiche Unterwasserkommunikation unerwünschte Frequenzen filtern sollte, wie es Gary Frost resümiert:

„Fay described to Fessenden a longstanding weak link in the SSC system. A ship-mounted hydrophone picked up background noise – splashing water, fish, machinery – that masked the bells. Often only coming to a dead stop helped. Fay asked his visitor if he could redesign SSC’s hydrophones to filter out such noise.“³⁶

Prima facie mochte dies einem vollständig anderen Konstruktionsauftrag gleichgekommen sein, als es Fessendens originärer Vorschlag war, sollte sich das Interesse des Elektrotechnikers doch auf die Verbesserung von Empfangstechnik beschränken. Allerdings – und das ist elektrotechnisch entscheidend sowie für das später konstruierte Objekt von epistemischer Tragweite – entsprach dies nur *scheinbar* einer Fokusverschiebung. Fessenden als Radiopionier – also eines Mediums, das genealogisch zunächst „als Wechselsprechanlage“³⁷ einer bidirektionalen Kommunikation diente und erst später zum Unterhaltungsmedium des reinen Empfangens degradiert wurde³⁸ – praktizierte bis dato im elektromagnetischen Wellenspektrum derart, dass Senden *und* Empfangen durch *dasselbe* technische Objekt realisiert wurde. In dieser retrograden Lesart des Konstruktionsauftrags der SSC an Fessenden erwies es sich allein als eine begriffliche Frage, ob Fessenden selektive Hydrophone als hydroakustische Schwingungsempfänger oder Tongeneratoren als elektroakustische, frequenzkontrollierbare Schwingungssender konstruieren sollte. Ganz im Sinne von Fessendens originärem Vorschlag funktionieren Transducer schließlich als bidirektionale Schnittstellen, da sie Frequenzen transduzieren: elektrische in akustische *et vice versa*. Fessenden konnte daher seinen originären Konstruktionsvorschlag realisieren, auch wenn sein Auftrag *de facto* anders lautete. Noch im Sommer 1912 wurde der Auftrag erteilt und Fessenden als „consulting engineer“³⁹ bei der SSC angestellt.

36 Frost, Gary L. (2001): „Inventing Schemes and Strategies: The Making and Selling of the Fessenden Oscillator“, in: *Technology and Culture* 42(3), 462-488, 467.

37 Siegert, Bernhard (1994): „Eskalation eines Mediums. Die Lichtung des Radiohörens im Hochfrequenzkrieg“, in: TRANSIT (Hrsg.), *On the Air. Kunst im öffentlichen Datenraum*, Innsbruck, 13-39, 18.

38 Vgl. Borbach, Christoph (2017): „Experimentelle Praktiken. Apparative Radioexperimente in der Weimarer Republik“, in: *Navigationen: Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften* 17(1), 129-149.

39 Frost (2001): „Inventing Schemes and Strategies“, 468.

Bereits im Juli 1912 stellte Fessenden Fay gegenüber in Aussicht, dass er mehr als ein selektives Hydrophon zu konstruieren gedachte, nämlich ebenso ein Gerät zur Lokalisierung entfernter Eisberge. Ein Prototyp des Geräts präsentierte er im Januar 1913. Bevor das Medium später als „Fessenden-Oszillator“ bekannt werden sollte (vgl. Abb. 24), verwies sein ursprünglicher Name „Vibrator“ auf den Status des Objekts, der historisch erste elektroakustische – nämlich magnetostriktive – Transducer zu sein. D.h., dass er elektrische und akustische Schwingungen qua Vibration ineinander zu übersetzen vermochte, was gegenüber dem originären Konstruktionsauftrag einen wesentlichen Vorteil darstellte, wie auch Gary Frost dem apparativen Verfahren bescheinigt:

„The company had obtained in the oscillator the superior underwater receiver that Fay and [vice president of the SSC] Perkins had requested, but Fessenden overstepped his assignment and ingeniously contrived a device that doubled as the very continuous-tone sound transmitter that Fay had explicitly ruled out.“⁴⁰

Als Transducer verdoppelte bis verdreifachte der Oszillator den möglichen Radius der Übertragung von Unterwasserschall. Diese von der SSC originär nicht bestellte Funktion des Mediums zu Zwecken der Kommunikation wurde euphorisch begrüßt. In den Worten von Fay:

„[The oscillator] revolutionized the art of Submarine Signaling, doubling and trebling the range at which it was possible to send sound signals through water. The ease and speed at which sound signals in the form of dots and dashes could be sent through the water with the Oscillator marked a tremendous advance over the older slow method of submarine signaling by means of dots with a bell.“⁴¹

Möglich war dies nur, da Fessenden seine elektrotechnische Expertise nicht auf die Verbesserung bestehender Empfängertechnik beschränkt hatte, sondern ein epismetisches Ding der Schwingungsforschung – den Transducer – in den Kontext submariner Elektronik transferierte. Die SSC hatte auftragsgemäß ihren selektiven Empfänger erhalten, aber aufgrund der möglichen praktischen Diversität des technischen Objekts mehr bekommen: Erstens einen elektroakustischen Soundgenerator, der unterwassertelegraphische Sendungen erlaubte; zweitens konnte das Gerät aufgrund seiner Eigenschaft, als Sender und Empfänger gleichermaßen zu funktionieren und zwischen beiden Zuständen schnell hin- und herzuschalten, zu wech-

⁴⁰ Ebd., 470.

⁴¹ Zit. n. Fessenden (1940): *Builder of Tomorrows*, 215.

selseitiger Kommunikation verwendet werden; und dritten, entscheidend für eine Mediengeschichte des Delays, konnte das Gerät als *Ortungsmedium* fungieren.⁴²



Abbildung 24: Der Fessenden-Oszillator. Grafik aus dem Jahr 1920.

Das Medium war also nicht nur fähig, Botschaften zu empfangen, sondern auch zu senden, womit das technische Objekt für die SSC zum Kommunikationsmedium avancierte. Ganz in diesem Sinne wurde über den Oszillator von Seiten der SSC im September 1914 als „Submarine Telegraph Oscillator“ zur „inter-ship communication“ berichtet.⁴³ Für Fessenden jedoch galt dieses Senden keineswegs allein dem Übertragen semantisch gehaltvoller Botschaften. Der Apparat sollte auch senden können, allein, um Gesendetes wieder zu empfangen. Die Unterwassertelegraphie war nämlich *ein* Anwendungsbereich des Mediums neben *anderen* möglichen. Fessenden selbst betrachtete seinen Oszillator als auditiven Indikator entfernter Prä-

42 Diese qua Duplexer realisierte Doppelfunktion des technischen Objekts – zu senden und zu empfangen – wurde von Fessenden bereits eingangs im Patent dargelegt: „The invention herein described relates to electrodynamic apparatus and methods and to the generation, the utilization, the transmission and the receipt of electric energy and more particularly to the production and detection of compressional waves, and still more particularly to submarine signaling.“ Fessenden, Reginald A. (1913): „Dynamo-Electric Machinery“, United States Patent Office No. 1.167.366, Application filed January 29, 1913, Patented January 4, 1916, 1.

43 Higginson, Henry L. (1914): „The Art and Practice of Submarine Signaling“, in: *The North American Review* 200(706), 418-421, 420.

senz: als Medium des *remote sensing*. Der von der SSC anvisierte Zweck „of signaling through water to a suitable receiving apparatus“ war im Sinne des technischen Objekts „but half the story“, da seine Affordanz nicht darauf limitiert war: „[i]ts Echo possibilities opened up a field of extraordinary promise“, wie es Reginald Fessendens Frau Helen formulierte.⁴⁴

In dieser Funktion unterschied sich der Oszillator epistemisch betrachtet massiv von seinen anderen Verwendungsweisen. Laut Fessenden, der im Eindruck des *Titanic*-Unglücks stand, wurde der Oszillator diesbezüglich explizit zum „ice-berg detector“. Galten Echos in der Unterwassertelegraphie als Störungen, war es eben jenes Übel, das Fessenden als Strategie verstanden wissen wollte, um die etwaige Anwesenheit von Eisbergen unter Wasser hörbar zu machen. Im Unterschied zum passiven Sonar konnte mit dem Oszillator nicht nur das Problem gelöst werden, die entfernte Präsenz eines Objekts und seine Richtung zu wissen (*detection*), sondern auch die Entfernung zu diesem angegeben werden (*locating*). Für diese Echoortungen war der Oszillator imstande, hinreichend starke, akustische Impulse zu erzeugen, d.h. einen Impuls von maximaler Lautstärke binnen 1/1.000 Sekunde zu generieren, um hydroakustische Echoortungen zu praktizieren.

Die Operativität des Fessenden-Oszillators in seiner Verwendung als *echo sounder* lag in einer spezifischen Delaymessung, die mit ihm geleistet werden konnte – wenn auch noch nicht automatisiert, so doch als konditionierte Praxis durch *human operators*. Am 10. Mai 1913 führte Fessenden erste Echoortungstests in South Framingham mit einer Stoppuhr durch: Hierfür sendete er qua Oszillator kurze Impulse aus und maß das Delay, wann eben jene von einem entfernten Objekt reflektierten Impulse wieder-empfangen wurden.⁴⁵ Eigeninitiativ überzeugte er anschließend in Washington, D.C., Entscheidungsträger des US Revenue Cutter Service – ein Vorläufer der US-Küstenwache –, sein Gerät einem Praxistest mit tatsächlichen Eisbergen zu unterziehen. Dies wurde ihm zugestanden, sodass er auf einer Eispatrouille des Schiffs *Miami* die soundreflektorischen Eigenschaften von Eis unter Wasser vor den Grand Banks (zu Deutsch Neufundlandbank) testen konnte. Ungewiss war dies allemal; nicht nur weil akustische Distanzmessungen unter Wasser ein Novum darstellten, sondern weil es aufgrund der irregulären Form von Eisbergen zweifelhaft schien, ob in Ermangelung einer glatten Oberfläche überhaupt ein Echo erzeugt werden konnte.

Anfang April 1914 begann der Praxistest, den Fessenden nicht delegieren wollte, sondern selbst durchführte. Die mit dem Oszillator durchgeführten Ortungen verliefen erfolgreich: Mit dem Oszillator wurde ein kurzer hydroakustischer

44 Fessenden (1940): *Builder of Tomorrows*, 216.

45 Ebd., 217.

Impuls gesendet, dieser wurde von einem Eisberg reflektiert und die Verzögerung zwischen Senden und Empfangen konnte bei bekannter Schallgeschwindigkeit im Wasser in eine Entfernungsangabe umgerechnet werden. Mithin wurde ein Eisberg auf Basis von Delays hydroakustischer Impulse geortet.⁴⁶ Ebenso bestimmte Fessenden die Tiefe des Wassers unter dem Schiff mit dem Oszillator. Im Gegensatz zu den mit einer Stoppuhr vorgenommenen akustischen Eisbergdetektionen, die nur sporadisch glückten – vermutlich tatsächlich aufgrund der unebenen Oberfläche der Eisberge –, waren die akustischen Tiefenbestimmungen durchweg erfolgreich. So berichtete Reginald Fessenden an seine Frau Helen, „the echo from the bottom, depth about one and a half miles, was always very clear and loud“.⁴⁷ Der Kapitän der *Miami* berichtete anschließend, die Methode der Echoortung qua Oszillator sei „practical and reliable both for detecting the presence of ice and for sounding“.⁴⁸ Ebenso sendete der an Bord befindliche SSC-Mitarbeiter Blake am 27. April 1914 ein Radiotelegramm nach Boston zum Firmensitz, das kondensiert den Erfolg der Experimente zusammenfasste, insofern es schlicht mit konkreten Entfernungsangaben zu per Delaymessung lokalisierten Dingen aufwarten konnte: „First test today, bottom one mile. Berg two miles.“⁴⁹ Damit bestätigte Fessenden die Praktikabilität von Echoortungen im unterseeischen Feld zur gleichen Zeit, zu der Alexander Behms unter kontrollierten Laborbedingungen durchgeführten Experimente zur Klärung von Unterwasserreflexionen glückten (vgl. Kap. 5).

Eisberge und Meeresböden zu lokalisieren, war für die Schifffahrt ihrerzeit ein dringliches Anliegen. Ebenso galt es im historischen Kontext, ein Verfahren zu finden, das der Detektion einer weiteren ‚unsichtbaren‘ Gefahr unter den Meeren diene, die mit dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs virulent wurde: Uboote. Noch im selben Jahr, 1914, führte Fessenden erste Tests mit dem Oszillator durch, die zeigten, dass nicht nur Meeresböden und Eisflächen als Reflektoren akustischer Unterwasserimpulse fungieren können, sondern ebenso die metallenen Oberflächen untergetauchter und potenziell gefährlicher Schiffe. Als problematisch erwies sich dabei das „operating environment“⁵⁰ der Uboote selbst: Der Ozean in seiner

46 Über diese ersten erfolgreichen akustischen Eisberg-Lokalisationen wurde in der damaligen Presse berichtet, vgl. Middleton, P. Harvey (1914): „An Underwater Siren to Prevent Collisions at Sea“, in: *Scientific American* 111(1), 8-10.

47 Zit. n. Fessenden (1940): *Builder of Tomorrows*, 222.

48 Zit. n. Frost (2001): „Inventing Schemes and Strategies“, 476. Der Bericht des Kapitäns Quinan wurde zunächst im *Hydrographic Office Bulletin* v. 13 Mai 1914 abgedruckt.

49 Zit. n. Fay, Harold (1963): *Submarine Signal Log*, Portsmouth, RI, 16.

50 Vgl. titelgebend United States Office of Naval Research (1958) (Hrsg.), *The Ocean as the Operating Environment of the Navy: A Symposium Sponsored by the Office of Naval Re-*

Dreidimensionalität verlangte nach Verfahren der Detektion, die sich grundsätzlich von Methoden der Ortung auf der sichtbaren Wasseroberfläche unterschieden. Eine Ubootlokalisierung in schmalen Flüssen, Kanälen oder Hafeneinfahrten war im historischen Kontext mit s.g. Indicator Loops⁵¹ möglich. In logischer Inversion maritimer „Leitkabelanlagen“⁵² erlaubten solche Loops die Ortung von metallenen Schwimmkörpern durch die physikalische Beeinflussung eines qua Kabelanlagen erzeugten elektromagnetischen Feldes durch ihre eigene Präsenz. Eine Schematisierung des Prinzips liefert eine Abbildung einer Patentschrift aus dem Jahr 1908 (vgl. Abb. 25). Derartige Loops entsprechen einem *proximity sensor*, d.h. einem Annäherungssensor, im Makrobereich. Allerdings konnte dieses raumkritische Verfahren der Detektion in den dreidimensionalen Weiten der Meere und Ozeane keine Implementierung erfahren.

Militärisch akut wurde das Nichtwissen um die Position potenziell gefährlicher Uboote spätestens am 22. September 1914, als das deutsche Uboot *U9* drei Panzerkreuzer der britischen Navy versenkte. Bis dato wurde das Uboot-Problem seitens der Engländer:innen unterschätzt bzw. als „underhand, unfair and damned un-English“ angesehen – so der damalige Flottenadmiral Sir Arthur Wilson⁵³ – und damit als einer imperialen Seefahrernation unwürdig degradiert. Mit Beginn des Ubootkrieges gab es in England entsprechend weder elaborierte technische Gegenmaßnahmen zur Abwehr von Ubootangriffen noch Verfahren der Lokalisation oder zumindest Detektion untergetauchter Boote. Die seit 1914 daher umso dringlichere Suche nach Verfahren der Ubootortung führte zu dem kurzzeitigen Pilotprojekt, in Tierstudien die Tauglichkeit biologischer Sensorien als Uboot-Indikatoren zu erproben: Möwen wurden zur Ubootverfolgung mit künstlichen Periskopen trainiert, welche Futter ausstießen. Das Projekt, sowohl in Großbritannien als auch den USA erprobt, scheiterte am Unvermögen der Vögel zur Pawlow’schen Konditionierung. Auch Tests mit Seelöwen verliefen zwar insofern erfolgreich, da

search, March 11, 12, and 13, 1958, U.S. Navy Electronic Laboratory, San Diego, California, Washington, D.C.

- 51 Zu Verfahren und zur Entwicklung von Indicator Loops siehe Maxwell, Diana (2016): *Listen Up! HMS Tarlair and Memories of the Hawkcraig Admiralty Experimental Establishment Station, Aberdour, Fife, 1915-1918*, Aberdour. Umfangreiche Forschungen von Richard Walding hierzu finden sich unter: <http://indicatorloops.com>, 22.11.2022.
- 52 Vgl. Borbach, Christoph (vorauss. 2024): „Lines of Navigation. Das Kabel als Leit-Medium im submarinen Raum“, in: Ruth Schilling/Dennis Niewerth (Hrsg.), *Medialitäten des Meeres*, Bielefeld.
- 53 Zit. n. Hackmann, Willem D. (1986): „Sonar Research and Naval Warfare 1914-1954: A Case Study of a Twentieth-Century Establishment Science“, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 16(1), 83-110, 93.

diese Unterwasserklänge problemlos zu lokalisieren imstande waren, aber mehr Interesse an Fischschwärmen zeigten als an Ubooten.⁵⁴

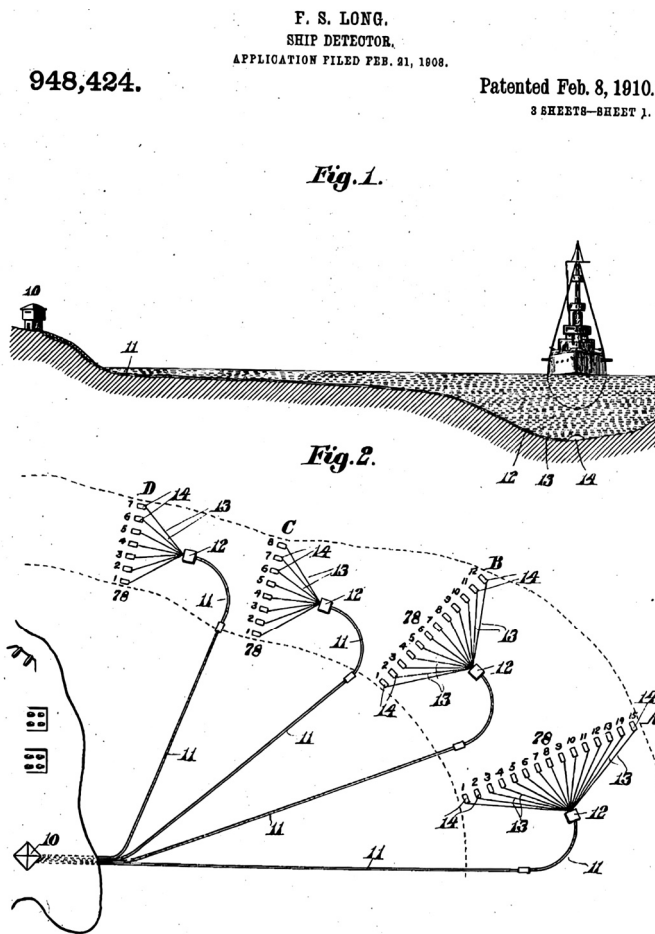


Abbildung 25: Eine frühe Form eines räumlich verteilt vorliegenden Sensorsystems: Schematisierung der Schiffsdetektion mit einer unter Wasser befindlichen Kabelanlage, die die Beeinflussung ihrer elektrischen Felder durch die Präsenz von Metallkörpern an einem zentralen Ort anzeigt, von welchem aus Sprengsätze detoniert werden konnten.

54 Ebd., 94-95.

Im Laufe des Ersten Weltkriegs wurden die durch Uboote verursachten Verluste im Mittel mit 5.000.000\$ und 40 Menschenleben täglich dotiert.⁵⁵ Karl Dönitz' bekannte Aussage, das Wesen des Uboots liege in seiner „Unsichtbarkeit“, datiert zwar erst auf das Jahr 1939,⁵⁶ doch bereits während des Ersten Weltkriegs wurde in Anbetracht dieser beträchtlichen Verluste ein Sensormedium zur Detektion von ‚unsichtbaren‘, weil untergetauchten Booten notwendig. Mit dem Fessenden-Oszillator stand ein Objekt zur Verfügung, welches das ‚Unsichtbarkeitsproblem‘ getauchter Uboote zu lösen imstande gewesen wäre. Seine prinzipielle Lokalisierungsfunktion per Delaymessung war technisch möglich. Nur: Diese Affordanz des technischen Objekts blieb zunächst ungenutzt.

Für die SSC stellte der Oszillator – wie beauftragt – ein selektives Hydrophon dar; auch wurde er als hydroakustisches Medium der Kommunikation höchst begrüßt und vermarktet. Allein als Medium der Detektion sollte es zunächst keine Aufmerksamkeit erfahren, wie es von Seiten der SSC 1914 hieß, die das Unterwassermorsen als zentral für den Oszillatoren deklarierte. Der Oszillator sei

„the last word on submarine signaling, and it is of immense importance, for it opens the door to a field which is filled with extremely important possibilities. Without going into a detailed description of the oscillator, it is necessary to say that it consists of a very large and heavy diaphragm vibrated under water by an electric mechanism with sufficient force and frequency to generate waves of sound of tremendous power. As these vibrations may be stopped and started at any time by the pressing of a button, it becomes evident that the Morse alphabet may be used for the purpose of sending signals.“⁵⁷

Der Oszillator in seiner Funktion als Unterwassertelegraph bescherte sowohl der SSC und Fessenden finanziellen Reichtum. Noch im Jahr 1913 verzweieinhalfachte sich der Aktienwert der SSC und sie zahlte Fessenden einen Bonus von 7.500\$ aus, dem weitere folgen sollten. Die Vermarktung des Geräts erfolgte nicht allein in den USA, sondern gemäß der verteilten Infrastruktur des tendenziell global implementierten Unterwasserschallsignalwesens international. Bereits zum Jahresende 1913 bestellte bspw. die italienische Marine Oszillatoren für alle ihre Uboote.

55 Vgl. Fessenden (1940): *Builder of Tomorrows*, 245; sie berief sich auf Artikel des *London Engineering* und der *London Times*.

56 Dönitz, Karl (1939): *Die deutsche Ubootswaffe*, Berlin. Vgl. Vehlken, Sebastian (2017): „Der Anti-U-Boot-Krieg und die Operationalisierung der Ozeane im Kalten Krieg“, in: Lars Nowak (Hrsg.), *Medien – Krieg – Raum*, Paderborn, 357-375.

57 Millet, Josiah Byram (1914): „Recent Developments in Submarine Signaling“, in: *Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers* 22, 107-114, 111.

Bei der US-Marine zählte der Oszillator Anfang des Jahres 1916 zur kommunikationstechnischen Standardausrüstung.⁵⁸

Morsen vs. Orten

Dass sich die SSC sorgsam darauf beschränkte, den Oszillator als Kommunikations- statt Ortungsmedium zu bewerben und zu vermarkten, ist aus dem historischen und institutionellen Kontext zu erklären. Die SSC dominierte das Feld der Medien für Unterwasserkommunikation, weshalb die Verbesserung einer bereits bestehenden Technik weniger Risiko barg, als die Einführung einer neuen Produktlinie technischer Geräte der Echoortung. Im Jahr 1913 waren Delaymedien der Echoortung noch von keinem Unternehmen weltweit ökonomisch erfolgreich vermarktet worden. Sie stellten bis auf exklusive Ausnahmen ein Novum dar, dessen Praktikabilität und Praxisvorteile keineswegs gewiss erschienen. Das zeigt sich auch daran, dass Fessenden – als überzeugter Britischer Nationalist – nach Ausbruch des Ersten Weltkriegs der britischen Navy den Oszillator als ‚Submarine Detector‘ bewarb und erfolgreich vorführte, diese jedoch zunächst lediglich Interesse an submariner Kommunikation statt Detektion zeigte. Dieser Erfolg des Oszillators als Kommunikationsmedium lässt sich auch an seiner Verbreitung ablesen: So hieß es im *Scientific American* von 1930, dass praktisch jedes Uboot weltweit ein Unterwassertelegraphiesystem mitführe, dessen Grundlage der Oszillator darstellte.⁵⁹

Der Oszillator als Kommunikationsmedium hatte der SSC tatsächlich geholfen, sich bis circa 1930 gegen die Funktelegraphie zu behaupten. Es ließe sich ausagen, dass sich das Medium in einem Zirkelschluss durch die praktische Verwendung zu Zwecken der Kommunikation als ein eben solches Medium der Kommunikation stabilisierte, da sich die „Praxen in die Struktur der Medien“⁶⁰ einschrieben. Spannend ist der Oszillator damit aufgrund seiner Dingbiographie. Er verdeutlicht, dass und wie ein Medium während seiner institutionellen Vermarktung von den Intentionen seiner Entwickler:innen abweichen kann. Dadurch zeigt sich, wie offen die Zukünfte technischer Objekte zu Zeiten sind, in denen sich ihre „material meanings“ im Sinne Lisa Gitelmans⁶¹ – aufgrund institutioneller oder politischer

58 Fessenden (1940): *Builder of Tomorrows*, 236.

59 Hopkins (1930): „Sea-Safety Contest Winners“, 40.

60 Winkler, Hartmut (2004): „Übertragen – Post, Transport, Metapher“, in: Jürgen Fohrmann (Hrsg.), *Rhetorik. Figurationen der Performanz*, Stuttgart, 283-294, 292.

61 Gitelman, Lisa (2004): „Media, Materiality, and the Measure of the Digital; or, the Case of Sheet Music and the Problem of Piano Rolls“, in: Lauren Rabinovitz/Abraham Geil (Hrsg.), *Memory Bytes: History, Technology, and Digital Culture*, Durham, 199-217.