Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 18 (1945)

Heft: 7

Artikel: Ultraschallwellen

Autor: Friedli, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-563350

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 13.09.2025

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

in den einzelnen Sektionen interessante Veranstaltungen geboten werden und sie in Ihrem Kreise gute Kameradschaft finden können, so darf man sicher mit einem spätern Mitgliederzuwachs aus diesen Reihen rechnen. Wir wenden uns nun speziell an Sie, weil wir wissen, dass die persönliche Werbung die besten Resultate bringt. Jedes Verbandsmitglied möge deshalb ihm bekannte Jünglinge der Jahrgänge 1928—1931 auf unsere Funkerkurse aufmerksam machen und dafür sorgen, dass sich die Interessenten rechtzeitig bei der Zentralstelle für Funkerkurse, Feldpost 17, anmelden.

Aus verschiedenen Gründen fallen im neuen Kursjahr eine Anzahl Kursorte weg; einige wenige, günstig gelegene Kurse sollen nach Möglichkeit eröffnet werden (vgl. das Verzeichnis auf Seite 166).

Avis du Service du Génie, office central pour les cours de radiotélégraphistes

Cours préambulaires pour radiotélégraphistes 1945/46

Vers la fin du mois de juin le Service du Génie a terminé la distribution des *affiches de propagande* pour le prochain semestre des cours. Environ 6000 affiches se feront voir aux greffes municipales, aux piliers publics, dans les écoles et dans les usines. Nous espérons que toutes les sections de l'AFTT profiteront des possibilités pour l'engagement de nouveaux membres futurs, possibilités qui se présenteront de manière si naturelle à cette occasion. Ces jeunes gens élèves des cours préambulaires feront bientôt des radiotélégraphistes bien instruits qui s'intéresseront certainement à l'activité et à la bonne camaraderie des différentes sections. C'est spécialement en pensant au bon succès des engagements par contact et relations personnelles que nous nous adressons à vous. Que chaque membre donc cherche à gagner les jeunes gens de sa connaissance des classes 1928 à 1931 pour nos cours préambulaires, et surtout les tienne à s'inscrire auprès de l'office central pour les cours de radiotg., Poste de Campagne 17, à temps.

Pour divers raisons le nombre des cours a été diminué pour le prochain semestre; pourtant nous restons prêt à organiser quelques nouveaux cours d'une situation géographique spécialement favorable (voir la liste sur page 166).

Ultraschallwellen

Von *Hans Friedli*, Hünibach

Wie schon der Name sagt, handelt es sich beim Ultraschall um echte Schallwellen, die aber «jenseits» des hörbaren Schallgebietes liegen. Wir kennen das vom Licht her, bei dem wir jenseits des sichtbaren Lichtes auf der einen Seite infrarote, auf der andern ultraviolette Strahlen vorfinden, die trotzdem noch Lichtcharakter aufweisen, obschon sie für die Augen nicht mehr wahrnehmbar sind. Genau so verhält es sich mit den Ultraschallwellen; physikalisch betrachtet sind es Schallwellen, jedoch von einer so hohen Frequenz (über 20 kHz), dass sie für uns nicht mehr hörbar sind. Ihnen gegenüber stehen die extrem langsamen mechanischen Schwingungen, die wir Infraschall benennen wollen.

Wegen der hohen Frequenz der Ultraschallwellen müssen die zugehörigen Wellenlängen bei gleichbleibender Schallgeschwindigkeit äusserst klein werden. Tatsächlich liegen sie für den heute bearbeitbaren Bereich (20 bis 500 000 kHz) in Luft zwischen 1,6 cm und $0{,}6 \times 10^{-4}$ cm, in Flüssigkeiten (Fortpflanzungsgeschwindigkeit C = zirka 1200 m pro Sek.) zwischen 6 cm und $2{,}5 \times 10^{-4}$ cm (0,0025 mm) und in festen Körpern (C = zirka 4000 m pro Sek.) zwischen 20 cm und 8×10^{-4} cm (0,008 mm).

Erst durch diese Kleinheit der Wellenlängen wurde es möglich, viele wissenschaftliche Probleme neu zu erfassen und bekannte Effekte genauer zu untersuchen, weil ja dementsprechend kleine Wellenlängen auch kleine Versuchsanordnungen erfordern. So kann man zum Beispiel Schallgeschwindigkeitsmessungen in seltenen oder leicht verdampfenden Flüssigkeiten, in kostbaren Metallen oder Gasen mit wenigen Kubikzentimetern dieser Stoffe auskommen, wobei man beim hörbaren Schall erst mit wesentlich grösseren Versuchsanordnungen dasselbe Messresultat erzielen würde.

Die riesig grosse Schallintensität der Ultraschallwellen zeitigte natürlich umwälzende Neuerungen, die beim hörbaren Schall überhaupt nicht vertreten waren. Man unterscheidet hier von mechanischen, termischen sowie chemischen Wirkungen des Ultraschalles, die sich jedoch nicht immer einwandfrei trennen lassen. Deswegen bezeichnet man die Wirkungen genauer, z. B. koagulierende, dispergierende, biologische, kolloidchemische, peptisierende und andere Wirkungen. Wegen der Kürze der Ultraschallwellen lässt sich das Verhältnis zwischen schallabstrahlender Fläche und Wellenlänge immer sehr gross gestalten, wodurch bekanntlich eine gute Richtwirkung erzielt wird.

Das nützt man für die Nachrichtenübermittlung unter Wasser aus; z. B. zwischen Unterseebooten, wobei je nach der verwendeten Frequenz Entfernungen bis zu mehreren Kilometern möglich sind. Die Richtwirkung dient ebenfalls zur Echolotung unter Wasser. Die Echolotung dient zur Tiefenmessung des Meeresboden und etwa vorhandener Hindernisse, z. B. in der Hochseefischerei zur Feststellung von Heringschwärmen. Gemessen wird praktisch die Laufzeit einer vom Schiff ausgesandten und vom Meeresboden bzw. von einem Heringschwarm reflektierten Schallwelle. Die Laufzeit lässt sich unmittelbar am Echolotgerät mittels eines Leuchtzeigers in Metern ablesen. Ein solches Gerät ist oft in zwei Bereichen ausgeführt; z. B. 1,5—65 m und 50—450 m.

Wie bereits erwähnt, gestattet die Kleinheit der Wellenlängen bei wissenschaftlichen Untersuchungen eine räumlich kleine Anordnung. Auf grössere Räume ausgedehnt, ergibt sich anderseits eine höhere Messgenauigkeit. Dazu kann man diese noch steigern, indem man die Ultraschallwellen mittels Piezoquarzen erzeugt, deren Eigenfrequenz man bis auf wenige Promille ge-

nau konstant halten kann. Der wichtigste Erfolg in dieser Weise ausgeführten Messungen war die Tatsache, dass die Schallgeschwindigkeit in Gasen frequenzabhängig ist. Man kann Ultraschallwellen mit Intensitäten herstellen, die beim Hörschall bei weitem nicht erreichbar sind. So werden leicht Energiedichten von einigen 10 W je cm^2 erzeugt, wobei vergleichsweise dazu die normale Zimmerlautstärke unseres Radios nur etwa 2×10^{-9} Watt cm^2 beträgt. Das ist das Verhältnis von 500 Mill. zu 1 und etwa gleichbedeutend mit der 10 000fachen Stärke eines Kanonenschusses. Hieraus können wir uns leicht vorstellen, dass die vom Ultraschall betroffenen Artikel irgendeines Stoffes ausserordentlich stark hin- und hergeschüttelt werden. Dadurch werden z. B. an sich unmischbare Flüssigkeiten und Stoffe wie Quecksilber und Wasser, Blei und Aluminium usw. so innig ineinander vermischt, dass sich ziemlich haltbare Emulsionen und Werkstoffe erzeugen lassen. Nach demselben Verfahren kann man Schmelzen und Flüssigkeiten mittels Ultraschall entgasen und Schmelzen dadurch veredeln.

Auf das «Durcheinanderschütteln» dürften einige biologische Wirkungen des Ultraschalls zurückzuführen sein, zumal sich errechnen lässt, wie zerstörend die Wirkungen sein können. Denn es treten in den gewiss sehr kleinen Abständen einer halben Wellenlänge sehr stark beschleunigte (bis 10^5fachen Erdbeschleunigung) Druckunterschiede von mehreren kg/m^2 auf. Dadurch werden rote Blutkörperchen zerstört, kleine Tiere gelähmt oder getötet, Infusorien und Algen zerrissen und scheinbar auch einzelne Bakterien vernichtet. In Amerika wird seit längerer Zeit die Milch mit Ultraschall entkeimt. Wie wir wissen, wird da, wo heftige Bewegungen ausgelöst werden, immer Reibungswärme erzeugt. Als bei den ersten Versuchen von Wood und Lomis der eine ein Thermometer in ultraschallbeschicktes Oel eintauchte, verbrannte er sich die Finger, die das obere Ende des Thermometers festhielten, obgleich das Quecksilber nur um wenige Grade stieg. Aber die Moleküle der Glaswandung waren in so schnelle Schwingungen versetzt, dass an der Berührungsstelle Glas/Finger eine entsprechend hohe Reibungswärme auftrat. Die Wärmewirkung, die auch bei unmittelbarer Berührung mit Ultraschall auftritt, hofft man, entsprechend dosiert, in der Heilkunde ausnützen zu können. Es zeigte sich hier, dass durch geeignete Wahl der Frequenz und Intensität eine mehr oder weniger grosse Tiefenwirkung erzielt werden kann. Durch Beschallung mit Ultraschall kann man nämlich die Körperzellen zum Anschwellen bringen, in diesem Zustand absorbieren sie Medikamente leichter als sonst.

Die Ausbreitungseigenschaften der Ultraschallwellen ergeben noch weitere Anwendungen: Wie wir aus dem Verhältnis der Schallgeschwindigkeiten sowie aus anderen Ergebnissen der klassischen Akustik wissen, wird der Schall in Metallen und Flüssigkeiten weit besser fortgeleitet als in der Luft. Daraus ergeben sich erfolgversprechende Versuche in der Materialprüfung. In Flüssigkeiten in durchsichtigen Körpern haben die Ultraschallwellen die Eigenschaft, hindurchtretendes Licht zu brechen. Darauf beruht das Ultraschallstroboskop, seine Anwendung in Fluorometern zur Messung der Abklingzeit von Luminiszenzerscheinungen und die Benutzung von Ultraschallzellen an Stelle von Kerrzellen zur Lichtmodulation beim Fernsehen. Die hierbei erzielten Helligkeiten wirken sich günstig aus für die Grossobjektion bei Fernsehempfängern.

Der Wissenschaft ermöglicht diese Beugungserscheinung des Lichtes eine sehr genaue Bestimmung der elastischen Konstanten des untersuchten Körpers. Chemische Wirkungen des Ultraschalls ermöglichen die Reinigung von Leitungswasser oder technischen Wässern, hier insbesondere die Ausfällung von Sulfaten, während die gleichzeitig feststellbare Verringerung der Karbonathärte auf thermische Wirkungen des Ultraschalles zurückzuführen sind.

Grundsätzlich genügt schon eine Stimmgabel mit wenigen Millimetern Zinkenlänge zur Ultraschallerzeugung. Für die oben genannten Anwendungsgebiete muss man sich jedoch nach kräftigeren Schallgebern umsehen.

1. Der magnetostriktive Ultraschallgeber (bis 50 kHz): Unter dem Einfluss eines hochfrequenten Wechselfeldes wird ein ferromagnetischer Stab (meist Nikkel) zu Dehnungsschwingungen angeregt. Die Spulen sind in der praktischen Ausführung konzentrisch um den Nickelstab gelagert. Der Stab selbst ist in der Mitte gehaltert, seine Enden strahlen dann den Ultraschall ab.
2. Der piezoelektrische Ultraschallgeber: Er verwendet den bekannten piezoelektrischen Quarzkristall. Wie der Name sagt, wird ein in geeigneter Richtung aus einem Quarzkristall geschnittenes Stück unter Druck (auch durch Zug) elektrisch, d. h. an seiner Oberfläche entstehen Ladungen. Wenn Zug und Druck rasch miteinander wechseln, entstehen dann in gleichem Rhythmus wechselnde entgegengesetzte Ladungen und damit Wechselspannungen, die man den Elektroden abnehmen kann. Wie viele physikalische Erscheinungen, ist auch dieser Effekt umkehrbar. Bringt man nämlich das Kristallstück in ein hochfrequentes Wechselfeld, so führt es im Gleichtakt mechanische Schwingungen aus, da es sich unter dem Einfluss der auf seiner Oberfläche gebrachten, dem Vorzeichen nach wechselnden, Ladungen ausdehnt und zusammenzieht. Diese mechanischen Schwingungen sind trotz ihrer kleinen Amplituden recht kräftig, besonders im Resonanzfall, d. h. wenn die elektrische Erregungsfrequenz mit der mechanischen Eigenfrequenz des Kristallstückes übereinstimmt. Die mechanischen Schwingungen des Kristalles teilen sich dem umgebenden Medium mit; die Schwingungen des Mediums sind aber nichts anderes als Ultraschallwellen. In der praktischen Ausführung lässt man den Ultraschallquarz in Oel schwingen, erstens, um die Isolation gegen Ueberschag zu erhöhen, und zweitens, weil das Oel als Flüssigkeit ein besserer Schalleiter ist als Luft. Dadurch lassen sich die Abstrahlungsbedingungen bedeutend verbessern.

Im übrigen sei der Leser, der sich über diese Fragen näher befassen will, auf die sehr umfangreiche Spezialliteratur verwiesen.

Verbandsabzeichen

für Funker oder Telegraphen-Pioniere zu Fr. 1.75 können bei den Sektionsvorständen bezogen werden