

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 33 (1960)
Heft: 10

Artikel: Radaranwendung in der Meteorologie
Autor: Schilgen, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-563739>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.01.2025

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

die 25-Jahrfeier der Sektion Luzern und die Operation Polygon einen unvergesslich schönen Abschluss.

Die wichtigsten Daten aus der Geschichte der Sektion Luzern:

30. März 1935:
Gründungsversammlung im Hotel «Engel»

22. Juli 1945:
Erstmals Übermittlungsdienst an den Rudermeisterschaften am Rotsee

2. Juni 1947:
Bezug des Sendelokals Arnosti in Horw

24./25. Januar 1948:
Erstmals Übermittlungsdienst an den Armeemeisterschaften der 8. Division in Engelberg

22. Mai 1948:
Bezug des Sendelokals im Sälischulhaus Luzern

9. Oktober 1949:
Erstmals kombinierte Alarmübung (mit Samariterverein Luzern)

24. Juni 1950:
Erstmals Übermittlungsdienst am Seenachtfest für Stadtpolizei Luzern

12. Oktober 1950:
Bezug des heutigen Sendelokals Kaserne Allmend

2. Juni 1951:
Standartenweihe in der Zunftstube zu Safran im Nölliturm Luzern

8./9. September 1951:
Übermittlungsdienst am Eidg. Trachtenfest; Grossveranstaltung

15./17. Mai 1953:
Übermittlungsdienst an den Schweiz. Artillerietagen Luzern; Grossveranstaltung, 15 km Kabel, Vermittlung von rund 6500 Gesprächen

21. Mai 1954:
Beitritt zur Alarmorganisation Funk-Hilfe; Gruppen Luzern und Engelberg

12. August 1956:
Erstmals Übermittlungsdienst an der Ruderregatta Stansstad

10./11. Mai 1958:
Tag der Übermittlungstruppen in Luzern

20./21. Juni 1959:
Kombinierte Katastrophenhilfeübung mit 7 militärischen Verbänden Luzerns nach Maschwanden

21. Juni 1959:
Gründung der Funkhilfegruppe Kerns

1. April 1960:
Jubiläumsversammlung im Hotel «Astoria»; 25 Jahre Sektion Luzern

3. September 1960:
Fahnenweihe vor der Zentralbibliothek

3./4. September 1960:
Hauptzentrum der Operation Polygon

Technik ist kein Geheimnis

Radaranwendung in der Meteorologie

Die meteorologische Prognose

Die Vorhersage des Wetters ist das Ergebnis einer Fülle von Messungen der einzelnen meteorologischen Stationen. Die Wetterwarten sind über den ganzen Kontinent verstreut und stehen untereinander in telefonischer sowie direkter Fernschreibverbindung. Drahtlos oder über Draht übermitteln sie sich gegenseitig alle massgebenden Werte, wie Luftdruck, Lufttemperatur, Regen- oder Schneemengen, Windrichtung und Windgeschwindigkeit. Das Ergebnis sind dann die Wetterkarten, aus denen entnommen werden kann, wie sich das Wetter wahrscheinlich entwickeln wird. Es gibt Vorhersagen für kurze und längere Zeiträume. Die Folgerungen von gegenwärtigen auf zukünftige Zustände stützen sich dabei zum grossen Teil auf Erfahrungstatsachen, für die es keine einfachen Gesetzmässigkeiten gibt. Mit anderen Worten: das Wetter lässt sich nicht berechnen. Die Statistik beweist allerdings, dass sich die Fehlprognosen prozentual in annehmbaren Grenzen halten. Die Eintreffwahrscheinlichkeit beträgt im Mittel bezogen auf die Vorhersagen der ganzen Erde 85 Prozent.

Die Meteorologie bemüht sich ständig, die Wettervorhersagen exakter zu geben. Durch die Anwendung von Radar ist sie in diesem Bemühen ein gutes Stück weitergekommen. Es gelingt den Meteorologen mit der Radaranlage, das heisst mit Hilfe elektromagnetischer Strahlen kurzer Wellenlänge, die Wetterlage auf sehr grosse Entfernungen zu beobachten und zu verfolgen. Die maximale Reichweite einer Wetterradaranlage beträgt 250 nautische Meilen, das sind etwa 450 Kilometer. Damit ist die Prognose für kurze Zeiträume sehr viel genauer geworden.

Besondere Bedeutung hat die kurzfristige Wettervorhersage in den Gebieten unserer Erde, in denen häufig Wetterkatastrophen auftreten. Das gilt vor allem für Landstriche, die von Wirbelstürmen oder Überschwemmungen heimgesucht werden. Hier kann jetzt rechtzeitig gewarnt werden. Mit dem Radargerät verfolgen die Meteorologen den Weg des Unwetters. In den Vereinigten Staaten ist die Vorhersage in den bedrohten Gebieten so durchorgani-

siert, dass sich die Bevölkerung in Sicherheit bringen kann.

In Großstädten hat die Wetterradaranlage noch eine versorgungstechnische Bedeutung, ganz abgesehen davon, dass man die Bevölkerung überhaupt rechtzeitig von einem herannahenden Gewittersturm oder einem starken Regenfalle in Kenntnis setzen kann. Gewitterschauer und Regenfälle sind mit einer starken Eintrübung verbunden. Mit Hilfe des Radargerätes können die Elektrizitätswerke früh genug gewarnt werden, um bei plötzlicher Verdunkelung Belastungsspitzen in der Stromversorgung aufzufangen. Auch die Verkehrsbetriebe, die Polizei und die städtische Entwässerung und Strassenreinigung können sich auf etwaige Notfälle und Höchstbelastungen einstellen.

Auch für die Landwirtschaft bedeutet das Wetterradar eine grosse Unterstützung: vor allem während der Erntezeit können plötzliche Niederschläge zu kostspieligen Schäden führen. Auch hier kann nun eine entsprechende Vorwarnung gegeben werden.

Reflexionsverhalten von Wasser, Hagel, Schnee

Die ersten Feststellungen, dass Radaranlagen auch der Wetterbeobachtung dienen können, machte man, als während des Krieges bei der Beobachtung militärischer Ziele vom Flugzeug aus unerwünschte Trübungen auf dem Bildschirm auftraten, die durch Niederschläge hervorgerufen waren. Diese Echos von Niederschlägen störten die Anzeige. Man erforschte diese Effekte und entwickelte Radaranlagen, die besondere Eignung besitzen, die im Luftraum befindlichen verteilten Regentropfen, Schneeflocken oder Hagelkörner auf dem Radarbildschirm sichtbar zu machen.

Es ist uns eine Selbstverständlichkeit, dass unser Rundfunkempfang in keiner Weise durch Schnee, Hagel oder Regen gestört wird. Das hat seine Ursache darin, dass diese Wettererscheinungen, die oft zwischen Sender und Empfänger vorhanden sind, von den für den Rundfunk benutzten langen, mittleren und kurzen elektromagnetischen Wellen durchdrungen werden. Das Licht, das

auch eine elektromagnetische Welle ist, wird aber von allen Wolken reflektiert. Zwischen den Wolken durchdringenden Wellen, die man zur Feststellung von Flugzeugen verwendet, und den Lichtwellen gibt es nun elektromagnetische Wellen, die gleichfalls von Wolken und Niederschlägen reflektiert werden wie das Licht und genau wie die längeren Wellen durch Röhrensender erzeugt werden können. Diese Wellen eignen sich besonders gut, Wetterzonen zu beobachten, die uns unter Umständen eine Wetteränderung bringen. Es handelt sich dabei um die Feststellung der Wanderung von Niederschlags- und Sturmgebieten. Mit den im Kriege angewandten Radaranlagen mit einer Wellenlänge der Funkstrahlen von 10 Zentimeter und 3 Zentimeter stellte man bereits Störungen bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen fest. Diese Funkstrahlen werden schon von Niederschlägen reflektiert.

Nachdem man das Reflexionsverhalten von Wasser, Hagel und Schnee grundsätzlich untersucht hatte, kam man zu dem Ergebnis, dass sich die Funkstrahlen von einer Wellenlänge zwischen 10 Zentimeter und 3 Zentimeter am besten für die Wetterbeobachtung eignen. Für die technische Verwirklichung ergab sich, dass sich bei geringen Niederschlagsintensitäten, wie sie in unseren Breiten vorkommen, die Wellenlänge von 3 Zentimeter am vorteilhaftesten verhält. Bekanntlich geben diejenigen Objekte auf dem Radarschirm die hellsten Abbildungen, welche relativ viel von den auf sie auftreffenden Funkstrahlen reflektieren. Die Grösse der von der Radar-Empfangsantenne wieder aufgenommenen Energie ist in solchem Falle ausschlaggebend. Vergleichsweise wird Licht von einer kleinen glänzenden Fläche stark reflektiert, eine grosse schwarze Fläche reflektiert fast nichts. Analog gibt es für die elektromagnetischen Wellen, die zwischen dem Licht und den für den Rundfunk benutzten Frequenzen liegen, Reflexionserscheinungen, die von der rückstrahlenden Fläche und vom Stoff abhängen. Metallische Gegenstände verhalten sich hier wie Spiegel im Licht.

Wassertropfen verhalten sich ungünstiger. Fällt ein Funkstrahl auf einen Tropfen, so wird der grösste Teil der Strahlung diffus in den Raum gestreut, und nur ein kleiner Anteil davon kehrt zur Empfangsantenne des Wetterradar

zurück. Das Verhältnis der auf ein Regengebiet auffallenden Strahlung zur Rückstrahlung ist aus diesen Ursachen ungünstig.

Angenommen, man hat eine Radaranlage bestimmter Leistung, die mit einer Wellenlänge von 10 Zentimeter arbeitet, so wird von einem Regengebiet mittleren Regens (1,6 Millimeter pro Stunde), welches 100 Kilometer vom Standort der Anlage entfernt ist, so viel Energie reflektiert, dass man ein gutes Bild auf dem Radarschirm erhält. Ist die Wellenlänge nur 3 Zentimeter, so erhält man bei gleichem Leistungsaufwand in der gleichen Entfernung bereits ein gutes Bild von einem Regengebiet mit sehr schwachem Regen (0,3 Millimeter pro Stunde). Demnach wären die 3-Zentimeter-Funkstrahlen zweckmässiger. Sie haben jedoch den Nachteil, dass sie schneller verschluckt werden, etwa wie Lichtstrahlen im Nebel.

Will man Beobachtungen auf grössere Entfernungen anstellen, in denen beispielsweise mehrere Regengebiete hintereinander liegen, dann dringen die 10-Zentimeter-Strahlen immer noch durch das nächstliegende Regengebiet hindurch und werden auch an den Wassertropfen des entfernteren, in gleicher Richtung liegenden Regengebieten reflektiert. Sie ergeben ein auf dem Schirm wahrnehmbares Echo. Die 3-Zentimeter-Strahlen dagegen werden von dem ersten Regengebiet zum Teil geschwächt, etwas wird reflektiert, so dass nur wenig Strahlung das zweite Regengebiet erreicht.

Wetterbeobachtungen mit Radargeräten haben weiterhin ergeben, dass die Exaktheit der Feststellungen nicht nur von der benutzten Wellenlänge abhängt, sondern auch von der Grösse der Regentropfen. Bei Regen schwankt die Tropfengrösse zwischen 0,5 und 7 Millimeter Durchmesser. Wird ein einzelner Tropfen von 2 Millimeter Durchmesser von Funkstrahlen getroffen, so reflektiert er ebenso viel Energie wie rund 4000 Tropfen von 0,5 Millimeter Durchmesser. Bedingung für eine Wetterradaranlage ist aber in jedem Fall, dass sie auch Regengebiete geringerer Niederschlagsmenge mit kleinen Tröpfchen erfasst, soweit dieses mit vernünftigem technischen Aufwand möglich ist.

Bei der Wahl der Wellenlänge, kürzer oder länger, ist ein Umstand entscheidend für die Verwendung der kürzeren Wellenlänge. Geht man von 10 Zenti-

meter herunter, so erhöht sich die von einem beliebigen Tropfen reflektierte Energie etwa auf das 80fache. Daher ergibt auch das mit einer 3-Zentimeter-Radaranlage beobachtete Regengebiet mit einer Niederschlagsmenge von nur 0,3 Millimeter pro Stunde bereits ein brauchbares Bild. Berücksichtigt man weiterhin, dass das Reflexionsvermögen von Eis fünfmal kleiner ist als das von Wasser, so ergibt sich daraus ebenfalls, dass man die kürzere Wellenlänge von 3 Zentimeter für das Radargerät wählen soll, denn es sollen auch bei Eis und Schnee exakte Prognosen gemacht werden.

Die Wetterradaranlage

Die in folgendem angegebenen technischen Einzelheiten einer Wetterradaranlage beziehen sich auf ein Gerät, das für meteorologische Zwecke in unseren Breitengraden eingesetzt wird.

Die Antenne, welche die Funkstrahlen aussendet, dreht sich stetig. Die Funkwellen, die die Atmosphäre bis zu einer Entfernung von 250 nautischen Meilen (etwa 450 Kilometer) abtasten, verlassen die Antenne mit einer Spitzenleistung von 20 Kilowatt. Die etwa 4 m breite Antenne rotiert mit 5 bis 6 Umdrehungen pro Minute. Die Wellen sind sehr scharf gebündelt mit $0,5^\circ$ in horizontaler und $1,9^\circ$ in vertikaler Richtung. Sie verlassen gruppenweise (Impulse) in kurzen Abständen die Antenne, 250mal in der Sekunde, d. h. alle 4 Millisekunden.

Die Impulsdauer beträgt wahlweise 2 bzw. 0,2 Mikrosekunden. Die Wellen breiten sich mit Lichtgeschwindigkeit aus, werden von entfernten Niederschlagsgebieten reflektiert und kehren, allerdings stark geschwächt, zur Antenne zurück. Ihre Energie wird im Empfänger verstärkt und dem Bildschirm zugeführt, auf dem die kartenmässige Verteilung der Wolken der Regengebiete oder der Schneeschauer dargestellt wird. Der Weg der Funkwellen hin und zurück beträgt im äussersten Falle 900 Kilometer. Die Funkwellen benötigen dazu eine Zeit von 3 Millisekunden. Da der folgende Impuls erst nach 4 Millisekunden die Antenne verlässt, ergeben sich keine Überschneidungen zwischen dem empfangenen und dem neu ausgesandten Impuls. Die Impulsdauer ist auf 0,2 Mikrosekunden oder 2 Mikrosekunden umschaltbar, weil bei grösserer Impulsdauer mehr

Energie auf ein Regengebiet trifft, und man auch von entfernten Regenfronten Echos zu erhalten vermag. Die kurze Impulsdauer von 0,2 Mikrosekunden ergibt dagegen eine bessere Auflösung eines Regengebietes im Nahbereich, d. h. die Konturen zeichnen sich auf dem Bildschirm schärfer ab.

Der Radarbildschirm hat einen Durchmesser von etwa 30 Zentimeter. Auf ihm sind Entfernungsrings für die Abstände 5, 25, 50, 100, 150 und 250 nautische Meilen, entsprechend 9, 45, 90, 180, 240 und 450 Kilometer, eingeblendet.

Höhenwindmessung mit Radar

Durch die Anwendung von Radaranlagen zur Messung von Höhenwinden ist ein weiteres Hilfsmittel für die Wettervorhersage gegeben. Wetterstationen, die etwa 300 Kilometer voneinander entfernt sind, starten alle 6 Stunden Ballons, die auf eine Höhe von ungefähr 20 Kilometer steigen und vom Wind weitergetrieben werden. An den Ballons hängen für Funkstrahlen wirksame Reflektoren. Die Radaranlagen der Wetterstationen verfolgen diese Ballons. Die Reflektoren ergeben gute Echos bis auf etwa 100 Kilometer Entfernung. Auf dem Radarschirm ist die jeweilige Entfernung der Ballons abzulesen. Der Höhenwinkel und der Seitenwinkel

werden durch die Drehung der Radarantenne bei der Verfolgung erfasst. Die Messungen erfolgen jede Minute.

Bord-Wetterradargeräte

Auf den Mittel- und Langstrecken, also etwa auf den Flugrouten Nahost und Übersee spielt das Wetter eine besonders wichtige Rolle für die Planmässigkeit des Luftverkehrs. Für eine Flugstrecke wie z. B. Kloten-London ist die Voraussage der Wetterstation am Boden völlig ausreichend. Auf einem Flug von Frankfurt nach New York kann sich das Wetter jedoch plötzlich ändern, der Pilot kann beim Start nicht wissen, in welche Schlechtwetterfronten er über dem Atlantik geraten wird. Um allen unvorhersehbaren Wettereinflüssen während eines langen Fluges zu begegnen, sind die Flugzeuge mit Bord-Wetterradargeräten ausgerüstet. Das Bord-Wetterradar arbeitet nach dem gleichen technischen Prinzip wie das Wetterradar am Boden. Der Radarbildschirm ist in der Kanzel angebracht, und bis zu einer Reichweite von 250 Kilometer kann der Pilot die Wetterlage beobachten. Mit Hilfe des Bord-Wetterradargerätes kann der Flugzeugführer eine Gewitterfront früh genug erkennen, um sie in einem langgestreckten Bogen zu umfliegen.

Dipl.-Ing. F. Schilgen

schen Marine die ganze Welt getaucht umfahren kann, wurde das wirkliche Unterwasserschiff erfunden.

Für das Radar, das in das Wasser nicht eindringen kann, ist es unauffindbar. Auf dem Funkwege ist das ständig getauchte Boot mit den auch von der deutschen U-Bootwaffe im Krieg benutzten Längswellen bis zu gewissen Tiefen erreichbar und somit taktisch zu führen.

Um Funksprüche senden zu können, steckt das Atom-U-Boot für einige Sekunden aus geringer Tauchtiefe eine Peitschenantenne über die Wasseroberfläche. Für die Navigation kann es mit einem zum Sextanten ausgebildeten Seerohr die Sterne «schliessen», oder gänzlich auf jede äussere Hilfe verzichten. Die amerikanische Marine hat Kursrechner nach dem Trägheitsprinzip entwickelt, die mit Hilfe von Elektrogehirnen laufend mit höchster Präzision den Schiffsort bestimmen. Ohne diese Geräte wäre es unmöglich gewesen, dass amerikanische Atom-U-Boote die Eismasse am Nordpol unterqueren, wo alle herkömmlichen Navigationsmittel versagen. Die Luft für die Besatzung wird mit chemischen Verfahren ständig erneuert, so weitgehend, dass bei Tauchfahrten sogar das Rauchen im Boot gestattet werden kann.

Kürzlich wurde von dem getaucht in 30 Meter Tiefe fahrenden Atom-U-Boot «George Washington» die erste «Polaris»-Rakete in ein 1700 km entferntes Ziel geschossen. Die Rakete soll im Endstadium eine Reichweite von 2400 km haben. Neun Zehntel der Erdoberfläche liegen dann «im Griff» der getaucht die Weltmeere befahrenden amerikanischen Atom-U-Boote. Die sowjetischen Raketenbasen an Land sehen sich einem atomaren Gegenschlag eines Gegners ausgesetzt, der für sie unerreichbar ist.

Sicher geborgen unter der Eiskecke des Nordpolarmeeres, oder aufgetaucht zwischen dem aufgetürmten Packeis liegend, ja selbst regungslos mit einigen Tonnen Auftrieb von unten gegen die Eiskecke «gelehnt», kann das Atom-U-Boot in Wartestellung gehen. Unerwartet erblickt die Sowjetunion in ihrem militärischen «Hinterhof» mit Raketen gespickte amerikanische Atom-U-Boote. Die arktische Eiskecke schützt nicht mehr die offene weite Flanke der Sowjetunion, sondern die mit der Energie von ein paar Kilogramm Uran von Witterungseinflüssen völlig unabhängige

Die gefährlichsten Gegner der Sowjetunion: Atom-U-Boote

Kürzlich entdeckte der Navigationsoffizier auf der Brücke des deutschen Passagierdampfers «Bremen» in seinem handelsüblichen Drei-Zentimeter «Decca»-Navigationsradar ein Hindernis im Fahrwasser. Als das Ozeanschiff sich näherte, verstärkte sich die Peilung im Radargerät, aber auch mit scharfen Gläsern konnte nichts entdeckt werden. Erst auf kürzester Entfernung wurde das «Hindernis» sichtbar. Es war eine schwimmende Blechbüchse.

Das Erlebnis kennzeichnet die Rolle der Elektronik in der modernen Verteidigung und veranschaulicht, wie es zur Niederlage einer Waffe kam, die noch bis zum Frühjahr 1943 das Wasser zu ihrem schützenden Element machen konnte: dem Unterseeboot. Aber weder elektronische Abwehrmassnahmen, noch die Erfindung des «Schnorchels», mit dem die U-Bootdiesel auch unter Wasser mit Verbrennungsluft versorgt und die kurzlebigen Akkumulatorenbatterien entlastet wurden, retteten schliesslich den «Untergang» einer

Waffe im Seekrieg. Auch die «Schnorchelspitze» konnte noch geortet werden und das U-Boot von Flugzeugen und den schnelleren Überwasserschiffen eingeholt und vernichtet werden. Es war im eigentlichen Sinne des Wortes auch höchstens ein «Tauchboot». In den Marinestäben festigte sich die Ansicht, dass die Todesstunde des U-Bootes, wie man es damals kannte, mit der Geburt des Radar zeitlich zusammenfällt.

Erst mit der Entwicklung des von Atomkraft getriebenen Unterseebootes, das wie die «Triton» der amerikani-