

Ledersohlen. Erst in Grönland sahen wir Reiestiefel aus Segeltuch und Kreppsohlen und lernten die amerikanischen arctics mit Gummisohle und Schaffell kennen. Andere deutsche Expeditionsgruppen machten sich Schuhzeug selbst aus vielfach durchgestepptem Segeltuch, oder Schaffell, das sich aber natürlich sehr schnell abwetzte. In Kamikkern hat man wegen der dünnen Sohle ungefähr das Gefühl, als ginge man barfuß; man spürt die kleinsten Unebenheiten im Boden, und der weiche Strumpf gibt dem Fußgewölbe keine Stütze. Kamikker sind also nur für Leute, die an ihren Füßen nicht an den üblichen Kulturkrankheiten leiden! Wir machten auch die Erfahrung, daß Socken und Fäustlinge möglichst aus nicht entfetteter Naturwolle oder mindestens aus Trockenwolle sein sollen, damit sie wasserabstoßend sind.

Unsere Schlafsäcke waren schwer, aber wasserdicht und warm. Sie bestanden außen aus Segeltuch und innen aus Schaffell und hatten einen eng anschließenden Kopfteil. Rucksäcke und Rückentragen (Kraxen) sind auch in der Arktis unentbehrlich. Eispickel braucht man nur, wenn man auf einen Gletscher will. Skier konnten wir nur im Herbst und Frühjahr verwenden. Schon im Spätherbst wurde die Schneefläche ziegelhart und durch die Sastrugi so unregelmäßig, daß die Skier ausscheiden mußten. Bindungen mit einer Stahlspirale um den Absatz dürften wohl die praktischsten sein. Um im Winter die mit hartem und glattem Schnee bedeckten Hänge hinaufklettern zu können, waren Eisgrödeln (leichte zweizackige Gletschereisen) unentbehrlich. Auf das unerschöpfliche Thema Zelte, Zeltausrüstung, Schneebrille, Schlitten und Hunde möchte ich hier verzichten, zumal ich darüber einiges in meinem Buch gesagt habe. Erwähnen möchte ich aber, daß man gar nicht genug Werkzeug haben kann für Arbeiten mit Holz und Eisen, besonders dann, wenn technische Einrichtungen vorhanden sind. Aber auch Segelhandschuhe und Segelnadeln waren bei uns ständig in Gebrauch.

Unsere Vorräte lagerten wir so, daß wir bei einem Hüttenbrand nicht alle lebenswichtigen Güter eingebüßt hätten. Es wurden deshalb Depots im Gelände angelegt. Als unsere Lage bedrohlich wurde, legten wir auch Schlafsäcke draußen aus, was sich nach dem Verlust unserer Hütte sehr bewährte. — Benzin- und Petroleumfässer wurden überhaupt nur im Gelände unweit des Strandes gelagert. Das ergab sich nicht nur aus Sicherheitsgründen, sondern weil sie die schwersten Stücke der ganzen Ausrüstung waren. Bei anderen Unternehmungen nahm man flüssige Brennstoffe nur in kleinen Kanistern mit, so daß man sie leicht im Gelände transportieren konnte. Aber je mehr Kanister, desto mehr Verschlüsse, die lecken können, desto mehr Gasbildung und desto mehr Feuersgefahr, zumal im Laderaum an Bord. An Kohle rechnet man $2\frac{1}{2}$ t pro Brennstelle und Winter. Sofern im Laderaum genügend Platz ist, nimmt man sie fertig gesackt in Kokossäcken mit.

Unsere wichtigste Erfahrung war, daß man im Grunde mit ganz wenigen, aber zweckmäßigen Mitteln auskommen kann. Als wir das zweitemal ausreisten, war unsere Ausrüstung viel kleiner als das erstmal. Wenn man zuerst von der norwegischen Primitivüberwinterung hört, ist es einem unklar, wie Menschen in einer winzigen Bude aus Brettern und Dachpappe und angetan mit Wollsocken, deren Sohlen aus alten Autoreifen geschnitten sind, in der Arktis existieren können. Als wir aus Grönland zurückkamen, verstanden wir es; denn auch wir hatten gelernt, mit wie wenig man auskommen kann.

Die Funkausbreitung als Hilfsmittel in der Polarwetterforschung

Von Karl Schenk, Oberkochen/Württg.

Betrachten wir die Ausrüstung und Hilfsmittel der heutigen Antarktis- und Arktisexpeditionen, so stellen wir gegenüber den früheren Jahren einen beachtlichen Unterschied fest. Gerade die wissenschaftlichen Expeditionen gaben in sehr vielen Fällen den Anstoß zu Weiterentwicklungen von Geräten der verschiedensten naturwissenschaftlichen und technischen Fachrichtungen. Andererseits wurden von

solchen Unternehmungen Geräte und Instrumente mitgeführt, um die Bewährungsprobe unter ungünstigen Bedingungen abzulegen. Auch Beobachtungsmethoden und Theorien, z. B. astro- und geophysikalischer Probleme, mußten in den Polargebieten ihre Richtigkeit unter Beweis stellen.

Mein heutiger Aufsatz wird ein Problem behandeln, das sich noch in den Anfängen befindet und an dem sich schon viele vergeblich versucht haben. Ein positives Ergebnis wird erst dann zu erwarten sein, wenn sich die Wissenschaft ernstlich damit befaßt und auf breiter, internationaler Basis längere, durchgehende Beobachtungsreihen durchführt. Die Polarforschung wird hier von äußerster Wichtigkeit sein, da gerade in den Polargebieten die extremen Verhältnisse und Störungen der hohen Atmosphäre und Ionosphäre vielseitige und aufschlußreiche Erkenntnisse erwarten lassen.

Eine Beziehung zwischen Funkempfang und Wetterlage herzustellen, wurde schon in den Anfängen des Rundfunks versucht. Auf den damaligen Vorstellungen der Vorgänge bei der Ausbreitung der drahtlosen elektromagnetischen Wellen konnte eine erfolgreiche Untersuchung nicht aufbauen. Auch die Kenntnisse des Wetterablaufes waren auf die untersten Atmosphärenschichten beschränkt und so fehlten auch hier die notwendigen Grundvoraussetzungen zu einer erfolgreichen Zusammenschau und Verbindung von Funkausbreitung und Wetter. Die letzten 15 Jahre haben uns gerade hier große Fortschritte gebracht. Zu der Erforschung der Kurzwellen kam die Entdeckung und Weiterentwicklung der Ultrakurz- und cm-Wellen hinzu. In der Meteorologie wurden durch regelmäßige Ballon- und Flugzeugaufstiege die Wettervorgänge bis in die Stratosphäre erforscht und regelmäßig beobachtet. Auf diesem neuesten Stand, auch der anderen beteiligten Fachgebiete, habe ich meine Beobachtungen und Überlegungen aufgebaut. Die Funkausbreitungsbeobachtungen erstrecken sich aus bestimmten Gründen nur auf den Mittelwellenbereich des üblichen Rundfunkbandes.

Die Funkausbreitungsstörung macht sich hier schon sehr deutlich bemerkbar. Wenn ganz bestimmte Rundfunksender mehrere Tage lang zur gleichen Zeit beobachtet werden, ergeben sich merkbliche Unterschiede in der Empfangslautstärke und Empfangsqualität. Außer langsamen Lautstärke- oder Schwundänderungen treten auch solche auf, die in kurzzeitigen Pulsationen erfolgen. Zum Teil werden diese Störungen in den hochwertigen Rundfunkgeräten durch den Schwundausgleich aufgehoben. Übersteigt aber die Amplitude der Feldstärkeänderungen eine gewisse Größe, wie es beim Kurzwellenempfang fast ständig der Fall ist, so versagt die Schwundregelung und der Sender wird leiser oder ganz unhörbar. Beobachten wir nun die Empfangsqualitäten bestimmter Sender über einen größeren Zeitraum und vergleichen wir diese Hörbarkeitskurven mit der Wetterlage, so können wir schon grobe Abhängigkeiten feststellen, die aber noch keineswegs bindend sind und örtlich sehr unterschiedlich sein werden. So habe ich z. B. bei Beobachtung des Südwestfunks (Baden-Baden, Freiburg und Koblenz) feststellen können, daß beim Herannahen einer Kaltfront aus Westen die Lautstärke beachtlich anstieg. Andererseits aber ergab sich beim Empfang von Berlin und Leipzig (vor der Wellenumstellung) gerade das Gegenteil. Guter Empfang dieser Sender bedeutete Aufbau oder weiteres Anhalten hohen Druckes bei uns, während Empfangsverschlechterung das Herannahen eines Tiefes schon bis zu vier Tagen im voraus ankündigte. Ich konnte an Hand dieser Funkbeobachtungen die Angaben des „Täglichen Wetterberichtes“ erheblich ausdehnen und vieles schon vorzeitig berichtigen und begründen.

Die ganzen Funkausbreitungsstörungen lassen sich in erster Linie auf Erscheinungen der Ionosphäre zurückführen. Unter dieser verstehen wir heute die Schichten der hohen Atmosphäre, die sich von etwa 40—400 km Höhe erstrecken und sich durch verschiedene Ionisationsmaxima auszeichnen. Von unten nach oben werden diese Ionosphärenschichten als D-, E-, F₁- und F₂-Schicht bezeichnet. Sämtliche Schichten verdanken ihre Entstehung in der Hauptsache einer Wellenstrahlung verschiedener kurzer ultravioletter Wellenlängenbereiche sowie einer Korpuskularstrahlung, die beide von der Sonne ausgehen. Beide Strahlungsarten zeigen gut trennbare Wirkungen in der irdischen Ionosphäre. Während die ultraviolette Wellenstrahlung ihre höchste Intensität dort in der Lufthülle entwickelt,

wo die Strahlung möglichst senkrecht einfällt, wird die Korpuskularstrahlung schon in großer Höhe vom Erdmagnetfeld nach den beiden Polen zu abgelenkt und entfaltet dort ihre größte Wirksamkeit, wie wir es anschaulich in den Polarlichtern vorgeführt bekommen. Diese, gerade für die Polarforschung äußerst wichtige Tatsache, erschwert es außerordentlich, die in niederen und mittleren Breiten gefundenen Erkenntnisse auf die Polgebiete zu übertragen.

Betrachten wir nun den Einfluß, den die Ionosphärenschichten auf die elektromagnetischen Wellen vom Langwellen- bis zum Ultrakurzwellenbereich ausüben. Wir unterscheiden zunächst bei der Funkwellenausbreitung die Boden- und Raumwellen. Die Bodenwellen breiten sich praktisch längs des Erdbodens aus. Die Reichweite ist dabei durch Absorption in den bodennahen Luftschichten und der Bodenbeschaffenheit begrenzt und hängt von der dabei verwendeten Wellenlänge ab. Die Raumwellen verlassen die Erdoberfläche unter den verschiedensten Winkeln und werden auf diesem Weg nach oben von einzelnen oder mehreren Ionosphärenschichten mehr oder weniger beeinflusst. Auch hier ist die dabei verwendete Wellenlänge von ausschlaggebender Bedeutung. Je kürzer die Wellenlänge ist, desto weniger wird die Raumstrahlung durch ionisierte Luftschichten beeinflusst, bis unter einer kritischen Wellenlänge die Ionosphäre praktisch bedeutungslos wird und die Strahlung fast ungehindert in den Weltraum austreten kann. Verständlicherweise ändert sich diese kritische Wellenlänge mit der Ionenkonzentration der beteiligten Schichten, die ihrerseits wieder von der Sonnenstrahlung bzw. der Sonnenfleckenaktivität abhängt. Im allgemeinen liegt die kritische Wellenlänge bei 20 m. Einen schönen Beweis, der die Durchlässigkeit der Ionosphäre für sehr kurze Wellen (unter 10 m die Ultrakurzwellen) demonstrierte, stellte eine amerikanische Heeresradarstation an. Im Januar 1946 richtete diese ihre Dipolantenne zum Mond und konnte nach wenig mehr als zwei Sekunden ihr Funkecho, das vom Mond reflektiert wurde, wieder empfangen. So wurde auf modernster Grundlage die Entfernung von der Erd- zur Mondoberfläche ausgemessen.

Die unterste, bis heute eindeutig bekannte D-Schicht, befindet sich in etwa 40–80 km Höhe. In merklicher Konzentration ist diese aber nur bei Tage vorhanden und reflektiert vor allem die Langwellen, während sie Mittel- und Kurzwellen stark dämpft. Sobald nach Sonnenuntergang der Ionisierungsprozeß der D-Schicht aufhört und sich diese fast völlig auflöst, werden die Mittel- und Kurzwellen nicht mehr gedämpft und können bis zur E- bzw. F-Schicht dringen und von da aus zum Erdboden reflektiert werden. Daraus erklärt sich zwanglos der gute Fernempfang der Mittelwellensender am Abend und in der Nacht. Die Übertragung der Rundfunksender des Mittelwellenbereiches erfolgt also bei Tag vorwiegend durch die Bodenwelle und bei Nacht durch Boden- und Raumwelle, die sich überlagern. Die über der E-Schicht liegenden F-Schichten sind dann allein noch für die Kurzwellenübertragung maßgebend.

Aus dem Vorstehenden kann man entnehmen, daß es einen eindeutigen Zusammenhang nur zwischen Bodenwelle und der Wetterlage in Bodennähe geben kann. Dieser ist insofern nachweisbar, da innerhalb feuchter Luftmassen die Bodenwellenreichweite merklich größer wird. Zu einer Wettervorhersage kann diese Erscheinung aber nicht herangezogen werden, da aus funktechnischen Gründen eine einfache Trennung von Boden- und Raumstrahlung nur bedingt durchzuführen ist. Außerdem wäre eine solche Vorhersage durch geringen Zeitvorsprung nur von sekundärer Bedeutung. Die elektromagnetische Echolotung erschließt uns ganz andere Möglichkeiten, die eine rechtzeitige Erkennung von Umstellungen der Großwetterlagen von der Stratosphäre her gestattet, ehe Luftdruckänderungen am Boden oder in der Höhe dies ermöglichen.

Schauen wir uns die Raumwellen eines bestimmten Rundfunksenders, der auf Mittelwelle sendet, genauer an. Die Tagausbreitung bleibt hierbei außer Betracht. Wird dieser Sender täglich zu einer bestimmten Abendstunde abgehört und bleibt während eines Zeitraumes von einigen Tagen die Empfangsqualität konstant, so können wir mit einiger Sicherheit dies von der reflektierenden Ionosphärenschicht (in diesem Fall die E-Schicht) ebenfalls annehmen. Ist aber entsprechend den Vortagen die Empfangsgüte besser oder schlechter geworden, so muß sich auf dem

von den Funkwellen zurückgelegten Weg ebenfalls eine Veränderung vollzogen haben. Die unteren Luftschichten bis etwa 50 km Höhe können dabei außer Betracht bleiben, da ihre Ionisierung zur merklichen Beeinflussung dieser Wellen nicht ausreicht. Wir müssen also die Ursache zu Änderungen in der Funkausbreitung in den Ionosphärenschichten suchen, wo örtliche und großräumige Änderungen der Ionenkonzentration oder eine Höhenverlagerung der Schichten diese Ausbreitungsstörungen verursacht haben kann. Es setzt nun die Schwierigkeit ein, wie eine Korrelation zum Wetter herzustellen ist.

Die Meteorologie hat im Verlauf der letzten beiden Jahrzehnte eine durchgreifende Wandlung erfahren, wie es auch im Bereich der Hochfrequenztechnik besonders augenfällig ist.

Aus der kleinräumlichen Wetterbeobachtung entwickelte sich die Großwetterforschung, die die Witterung während mehrerer Tage in einem geographischen Großraum, etwa Europa, betrachtet. Dies war auch nur möglich durch einen großzügigen Ausbau des aerologischen Netzes und durch tägliche regelmäßig erfolgende Höhengaufstiege bis in die Stratosphäre. In der Großwetterkunde fällt auf, daß die bisher gebräuchlichen Begriffe der Warm- und Kaltfronten, Niederschlags- oder Nebelgebiete, sowie der nur am Boden ausgeprägten Tief- oder Hochdruckgebiete deutlich in den Hintergrund getreten sind und dafür neue Ausdrücke aufgestellt wurden. Suchen wir eine Verbindung von Ionosphärenänderungen zur Wetterlage, so müssen wir uns ebenfalls von diesen kleinräumlichen Begriffen freimachen.

Die bis in die Stratosphäre reichenden Zyklonen und Antizyklonen, welche ihrer Auswirkung entsprechend, Steuerungs- oder Aktionszentren genannt werden, verändern ihre Lage nur langsam und bleiben meistens mehrere Tage oder sogar Wochen für ein bestimmtes Gebiet maßgeblich. Von ihnen werden die bodennahen Wetteränderungen gesteuert, was sehr deutlich schon den Karten der mittleren Höhe der 500 oder 225 mb-Fläche entnommen werden kann. Müssen wir nicht annehmen, daß auch die langsam veränderlichen Aktionszentren von noch höheren Zentren gesteuert werden? Unsere bisherigen Höhengaufstiege reichen zur Beantwortung dieser Frage nicht aus. Hier kommt uns aber die Ionosphärenforschung zur Hilfe. Sie gibt uns die Möglichkeit mit dem elektromagnetischen Echolotungsverfahren, das auf der Wellenlänge zwischen 10 und 100 m arbeitet, nicht nur den Ionisationszustand aller Schichten jederzeit festzustellen, sondern auch die genaue Höhe der einzelnen Schichten über dem Beobachtungsort anzugeben.

Der Wetterdienst hat somit die Möglichkeit, bei entsprechender Bearbeitung der Ionosphärenmessungen eine Weiterführung seiner Höhenwetterkarten bis rund 400 km durchzuführen.

Heute läßt allerdings die geringe Anzahl der im Betrieb stehenden Stationen eine Zeichnung von Ionosphärenkarten für diese Zwecke noch nicht zu. Auf der ganzen Erde sind heute nur etwa 80 Ionosphärenstationen, davon fünf europäische in Betrieb. Die sogenannten Funkwetterkarten, die für Kurzwellen- und Amateurfunkverkehr über große Entfernungen veröffentlicht werden, sind hier wohl zu unterscheiden, da diese auf anderen Auswertemethoden beruhen, wie sie für unsere Zwecke gebraucht werden.

Wollen wir eine Verbindung von der Ionosphäre zum Wetter herstellen, dürfen wir uns nicht in kleinräumlichen Vorgängen verlieren, sondern müssen den Änderungen der Großwetterlage und dem Höhengdruckverlauf unser Hauptaugenmerk schenken.

Meine bisherigen Ausführungen konnten nur von Beobachtungen und Erfahrungen ausgehen, die in niederen und mittleren Breiten gemacht wurden. Sollen diese Erkenntnisse speziell für die Polarforschung ausgewertet werden, so sind die total veränderten Bedingungen der Polgebiete zu berücksichtigen. Hier tritt vor allem die solare Korpuskularstrahlung in Erscheinung, die, von den Polen ausgehend, das gesamte Erdmagnetfeld und damit auch alle Ionosphärenschichten beeinflusst. Da bis heute noch keine Polarionosphärenstation besteht, können wir über den Aufbau der Ionosphäre, ihren tages- und jahreszeitlichen Verlauf, ihrer Höhe und Ionenkonzentration nur vorläufige Angaben machen, die sich an Beobachtungen von

anderen Breiten anlehnen. Eingehende Untersuchungen, die vor allem im Nordlichtobservatorium Tromsø gemacht wurden, zeigen eine erstaunlich hohe Abhängigkeit des Ionosphärenaufbaues und seiner Änderungen mit der Nordlichttätigkeit. Es konnten auch Störungen der Ionosphärenschichten durch Polarlichterscheinungen nachgewiesen werden, die in unseren Breiten nicht mehr auftraten. Eine besonders enge Koppelung des Korpuskularstromes und damit direkt auch der Nordlichter läßt sich mit dem Erdmagnetismus herstellen. Dadurch wird es in hohen Breiten möglich, die Ionosphäre indirekt durch erdmagnetische Messungen sowie auch durch die Funkausbreitungsbedingungen zu beobachten. Diesen Angaben ist natürlich nur ein bedingter Wert zuzuschreiben, und es soll hier möglichst bald der Aufbau von Echolotstationen erfolgen. Die moderne Funkindustrie ist heute durchaus in der Lage, solche Stationen auf kleinstem Raum unterzubringen und die Geräte entsprechend wetterfest herzustellen. Es wird also notwendig, daß diese Probleme auch seitens der Polarforschung baldigst bearbeitet werden. Naturgemäß kann man deshalb über Fragen der Funkausbreitung nur wenig sagen, es hängt alles von den Ergebnissen ab, die zukünftige Beobachtungen eines gut ausgebauten Stationsnetzes in den Polargebieten bringen werden.

Zusammengefaßt läßt sich bis jetzt ein direkter Zusammenhang von Funkausbreitung, Ionosphäre und Wetter noch nicht eindeutig beweisen. Ich habe hier gezeigt, daß eine Korrelation nicht mehr auf der bisher üblichen Basis des kleinräumlichen und bodennahen Wetters gesucht werden darf, sondern daß die Gesichtspunkte von der großräumigen Witterung sowie den stratosphärischen Potentialflächen ausgehen sollen. Ferner wird es notwendig, die Erforschung und laufende Beobachtung der Ionosphäre, die heute nur stichprobenartig durchgeführt wird, auf eine breitere, internationale Basis zu stellen und vor allem das Beobachtungsnetz gewaltig zu vergrößern. Wir wären heute im Wetterdienst auch nicht in der Lage, täglich die Höhe der 500-mb-Potentialfläche der Nordhalbkugel zu zeichnen, wenn nur spärliche Höhengaufstiege vorliegen würden! Der Polarforschung fällt hier noch eine umfangreiche Forschungsaufgabe in Meteorologie, Geo- und Astrophysik sowie der Hochfrequenztechnik zu, die nur in langjähriger, schwierigster Arbeit zu bewältigen sein wird. Es gilt hier nicht nur den Vorsprung der Erkenntnisse in den dichter besiedelten Erdteilen einzuholen, sondern endlich die überall spürbaren Lücken zu schließen, die unserem Fortschritt und Wissen auf diesen Gebieten noch im Wege stehen.

Die Katastrophe der „Coburg“ im Eis vor Shannon am 18. – 19. November 1943

Von Prof. Dr. Heinrich Schatz, Innsbruck-Patscherkofel.

Es soll aus meinem Tagebuch und aus den unmittelbar nachher gemachten Aufzeichnungen über die Eispressung in der Nacht vom 18. auf den 19. November 1943 berichtet werden.

Das Barometer war stark gefallen und seit zwei Tagen wütete ein NNW-Sturm mit heftigem Schneetreiben. Die Wächten auf der Steuerbordseite unseres Schiffes waren mehrere Meter hoch angewachsen. Trotz des Decksegels fegte der Schneestaub über das Verdeck und sammelte sich in tiefen Schneewehen, welche die Aufbauten des Schiffes kaum noch erkennen ließen. Für einen Gang über das Deck mußten wir uns ankleiden wie für eine Polarreise. Seit gestern konnten wir die Wetterhütte nicht mehr erreichen, die etwa 100 Schritte entfernt seitlich vom Schiff auf dem Eis stand. Bei einem Versuch am Abend hatte mich der Sturm ein Stück weit über eine Eisplatte fortgerissen, und ich kam erst nach einem schwierigen Umweg wieder auf das Schiff. Seitdem machten wir die Wetterbeobachtungen auf dem Peildeck.

In unserem warmen und behaglichen Raum fühlten wir uns geborgen und gingen unserer täglichen Arbeit nach. Wohl hörten wir am Morgen des 18. an den Bordwänden das uns wohlbekannte Schaben und Seufzen einer Eispressung, es ließ aber bald wieder nach und wir hatten weiter keine Sorge, zumal sich das Eis in