

# **Meteorologische Erfahrungen im Kriege.**

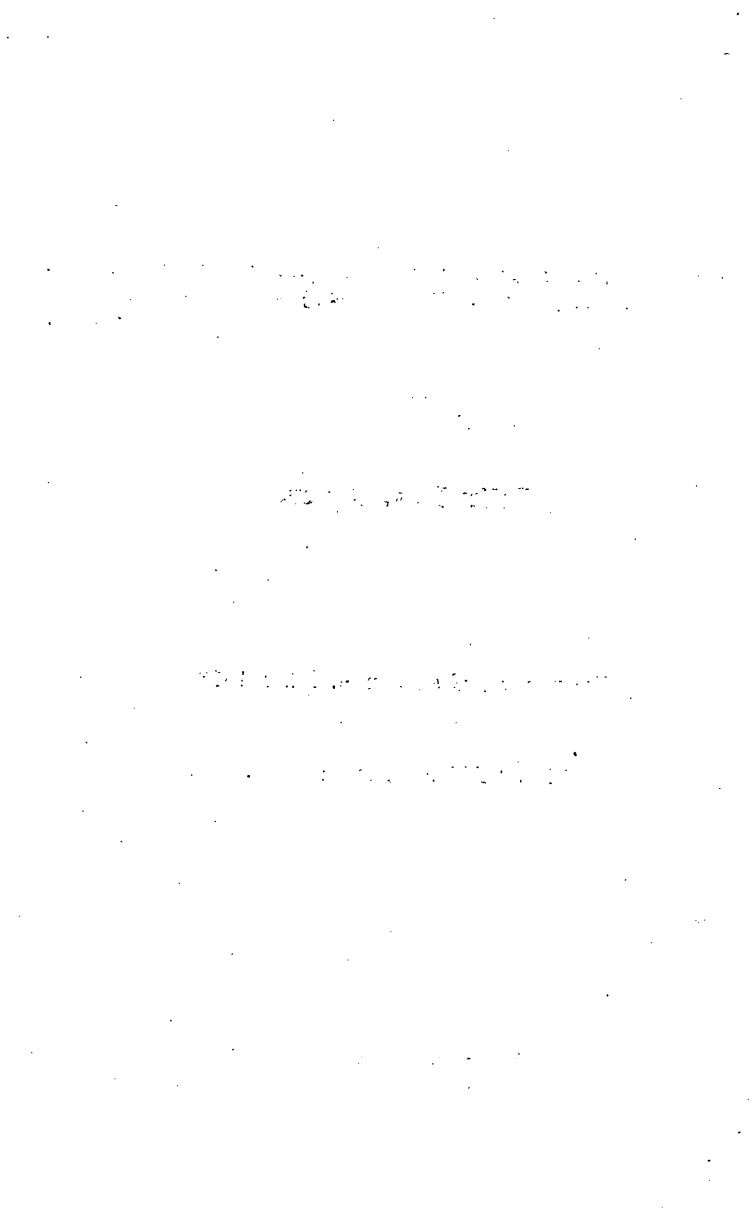
Von

**Felix M. v. Exner.**

---

Vortrag, gehalten den 6. März 1918.

Mit 9 Abbildungen im Texte.



Im Weltkriege ist vieles anders gekommen, als man gedacht hatte, so auch in der Meteorologie und in ihrer so häufig angezweifelte praktischen Verwendbarkeit.

In unserer Monarchie hatte der staatliche Wetterdienst vor dem Jahre 1914 nur eine recht beschränkte Verbreitung, der Wert der Wetterprognosen wurde vielfach angezweifelt, und da das Publikum meist, was die Meteorologie anlangt, nur die Wettervorhersage aus den Zeitungen kennt, so war auch diese ganze Wissenschaft mehr als andere der Kritik, oft dem Spott ausgesetzt.

In Deutschland und noch früher in den Vereinigten Staaten von Nordamerika hat nichtsdestoweniger der Wetterdienst auch vor dem Kriege schon eine erhebliche Rolle im Dienste der Landwirtschaft gespielt, bei den seefahrenden Völkern, in Küstengebieten ist er längst durch seine Sturmwarnungen für den Schiffsverkehr unentbehrlich geworden.

Da man naturgemäß geneigt ist, die Förderung einer Wissenschaft aus öffentlichen Geldern von ihrem praktischen Nutzen abhängig zu machen, so sind in Österreich vor dem Kriege verhältnismässig wenig

Mittel zum Ausbau der wissenschaftlichen Meteorologie zur Verfügung gestanden. Trotzdem konnte sich gerade bei uns eine intensivere wissenschaftliche Erforschung der Atmosphäre entwickeln als in vielen anderen Staaten, da die ersten öffentlichen Einrichtungen auf diesem Gebiete hier auf lange Zeit zurückreichen und das Zurückbleiben gegenüber anderen Ländern mehr auf die neueren Einrichtungen technischer Natur beschränkt blieb.

Besonders zu nennen sind hier die modernen Hilfsmittel zur Erforschung der höheren Schichten unserer Atmosphäre, worin Österreich bisher leider gegen alle europäischen Kulturstaaten zurücksteht.

Im Laufe des Krieges haben sich, wie ich vorausnehmen will, Ansätze zu einer Besserung auf diesem Gebiete gezeigt. Wir müssen hoffen, daß es gelingen wird, sie auszubauen, damit Österreich seine geachtete Stellung in der internationalen meteorologischen Wissenschaft auch in Zukunft bewahren könne.

Wenn der Krieg hier befruchtend gewirkt hat, so darf man nicht glauben, daß besondere wissenschaftliche Entdeckungen die Brauchbarkeit der praktischen Meteorologie, des Wetterdienstes, inzwischen erhöht haben. Der Fortschritt liegt vielmehr hauptsächlich in der Organisation: in der Vermehrung der Beobachtungsdaten, die dem Wetterdienst jetzt zugrunde gelegt werden können, und in ihrer Verbreitung. Das sind Errungenschaften, die sich auch schon vor dem Kriege mit den nötigen Geldmitteln hätten

erzielen lassen. Aber erst der Zwang, das dringende Bedürfnis der Kriegführung hat die Entwicklung mit sich gebracht.

Wie wenig man auch an den höheren Stellen der Monarchie vor dem Kriege an eine Verwendbarkeit der Meteorologie für Heereszwecke gedacht hatte, erhellt z. B. daraus, daß man im Gebäude der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie in Wien noch im Jahre 1915, fast ein Jahr nach Kriegsbeginn, ein Genesungsheim des Malteser-Ritterordens einquartiert hat, das heute vom Wetterdienst sehr schmerzlich entbehrtete Amtsräume einnimmt.

Die Entwicklung, welche der meteorologische Dienst im Kriege seither genommen hat, ist in zweifacher Hinsicht von Bedeutung. Einmal ist es nicht uninteressant, die Verwendung zu betrachten, die er allmählich bei der Kriegführung gewann. Diese Verwendung ist natürlich nicht auf die Monarchie, nicht auf die Vierbundstaaten beschränkt geblieben; fast die gleiche Ausbildung scheint sie in den feindlichen Staaten genommen zu haben, wie aus manchen Berichten und aus gelegentlichen Funden nahe der Front hervorgeht.

Zweitens ist der meteorologische Dienst im Felde durch seine zahlreichen Beobachtungen und durch neue Anregungen für die meteorologische Wissenschaft von großer Bedeutung geworden. Wir verfügen derzeit in Mitteleuropa über eine viel genauere Kenntnis der täglichen Wetterzustände als jemals vorher; und wenn

uns auch die täglichen Nachrichten aus dem feindlichen Ausland abgeschnitten sind, so bilden doch diese detaillierten Kenntnisse aus unserem Gebiete ein Tatsachenmaterial, dessen Bearbeitung nach dem Kriege sehr wertvolle wissenschaftliche Aufschlüsse verspricht.

Welche Verwendung die Meteorologie bei der Kriegführung gefunden hat, kann heute, wo der Krieg noch nicht beendet ist, nur in allgemeiner Weise angedeutet werden. Wie natürlich, war es in allen Vierbundstaaten die Luftschiffahrt, die zuerst die physikalischen Erscheinungen im Luftmeere kennen zu lernen verlangte. Im Deutschen Reiche, wo das lenkbare Luftschiff schon vor dem Kriege für militärische und sportliche Zwecke recht häufig in Verwendung war, hat schon damals ein Luftfahrerwarnungsdienst bestanden; in den übrigen Staaten unseres Verbandes hat er sich dann im Anschluß an den deutschen entwickelt. Dieser Dienst erfüllt heute wesentlich zwei Aufgaben: er verschafft und vermittelt Nachrichten über atmosphärische Zustände und er stellt Wetterprognosen für jeweilig verschiedene Zwecke auf.

Der Nachrichtendienst ist nur insofern wissenschaftlicher Natur, als er die Anstellung von zweckmäßigen Beobachtungen verlangt. Hier sind zunächst die gewöhnlichen meteorologischen Messungen an der Erdoberfläche zu nennen, wie sie unsere klimatologischen Stationen seit vielen Jahrzehnten ausführen. Es ist klar, daß der Himmelszustand, also Bewölkung, Nebel, Gewitter und auch der Niederschlag, die Höhe der

Schneedecke für mancherlei militärische Unternehmungen von Wichtigkeit sind, namentlich im Gebirge und im Winter, wo das Wetter von bestimmender Bedeutung für militärische Operationen ist. Da will natürlich ein höheres Kommando über die herrschenden Witterungszustände in den einzelnen Frontabschnitten orientiert sein. Für die Tätigkeit der Artillerie ist die Sichtigkeit von großer Bedeutung. Von Interesse ist ferner der Wind; von ihm hängt die Möglichkeit der Luftschiffahrt in einem gewissen Grade ab, auch die Geschosse der schweren Artillerie werden in ihrer Flugbahn durch den Wind beeinflusst. Nicht zuletzt verdient auch die Lufttemperatur Erwähnung. Denken wir uns ein lenkbares Luftschiff von z. B. 30.000 m<sup>3</sup> Inhalt; sein Gleichgewicht in der Luft hängt wesentlich von der Temperatur der Außenluft ab. Wir wollen annehmen, es kehre in einiger Höhe von einem größeren Ausflug in seinen Heimatshafen zurück. Es ist in der Nacht abgefahren und nun, bei der Rückkehr, scheint die Sonne auf das ebene Land und sommerliche Hitze erfüllt die untersten Luftschichten. Da muß das Luftschiff nun Kenntnis von der Temperatur am Hafenplatz, in der Nähe des Hangars erhalten. Denn seine Tragfähigkeit ist um so geringer, je wärmer die Außenluft. Steigt diese um 1° C, so wird die Luft um  $\frac{1}{273}$  leichter, die Tragfähigkeit im gleichen Verhältnis geringer. Ist diese angenähert 30.000 kg bei Wasserstofffüllung, so macht der Verlust an Tragfähigkeit für 1° Temperaturzunahme schon

rund 100 kg aus. Das Luftschiff ist also in seinem Gleichgewicht sehr empfindlich und muß rechtzeitig von Temperaturänderungen, die ihm begegnen, avisiert werden.

Aber nicht nur in der Luftschiffahrt sind solche besondere Beobachtungen am Boden nötig, auch für andere Zwecke sind sie erforderlich. Besteht z. B. die Gefahr, daß der Feind an einer Stelle der Front einen Gasangriff versucht, so muß fortwährend beobachtet werden, ob der Wind eine für eine solche Absicht günstige Richtung und Stärke anzunehmen scheint. Da braucht man nun Beobachtungen über die Winde nahe dem Boden von viel größerer Detailliertheit und Genauigkeit, als sie sonst üblich waren. Denn der Wind ist von Ort zu Ort so sehr verschieden wie kein anderes meteorologisches Element, und die Beobachtungsergebnisse hängen in höchstem Grade von kleinen Ungleichheiten des Bodens, von Terrainwellen, Bergkuppen, ja auch von der Bodenbedeckung (Wald usw.) ab.

Aber man ist bei den Beobachtungen an der Erdoberfläche nicht stehen geblieben, sondern hat auch Messungen in der Höhe angestellt. Am einfachsten läßt sich der Wind, seine Stärke und Richtung, in höheren Luftschichten feststellen. Die Methode ist nicht neu: man füllt einen kleinen Ballon mit Wasserstoff, bindet ihn zu und läßt ihn steigen. Bei bekanntem Auftrieb weiß man, wie rasch er steigt, z. B. 200 m in einer Minute. Nun visiert man ihn unten mit einem Fernrohr an, einem

sogenannten Theodolithen, wie ihn ähnlich die Geometer benützen, an dem man die Richtung, in der er gerade ist, und den Höhenwinkel alle Minuten abliest. Um den Ballon während seines Steigens im Fernrohr zu sehen, muß man die Richtung des Rohres fortwährend ändern, was mit zwei Schrauben geschieht. Wenn nun der Beobachter dem Ballon fortlaufend nachschraubt, so liest eine zweite Person alle Minuten den Höhenwinkel und die Himmelsrichtung, in der er gerade ist, den Azimutwinkel, ab und notiert die Zahlen. Nach der ersten Minute ist der Ballon 200 m hoch; weht aber Wind, so ist er nicht mehr senkrecht über dem Aufstiegsort, sondern von ihm in einer Richtung vertragen worden. Die abgelesenen Winkel ermöglichen es, zu berechnen, an welchem Orte er gerade nach der ersten Minute ist. Nach zwei Minuten ist er 400 m hoch und in einer anderen Richtung. Wir berechnen wieder den Ort und bekommen daraus die Windrichtung und Windgeschwindigkeit in der Schichte von 200 bis 400 Meter. So fahren wir fort und können bei günstigen Verhältnissen den Ballon verfolgen, bis er mehrere Kilometer hoch ist. Wir erhalten dann auch die Windverhältnisse bis hinauf in diese Höhen. Das Verfahren heißt das „Pilotieren des Windes“.

Man hat während des Krieges an sehr vielen Orten Mitteleuropas, namentlich an den Fronten, solche Pilotierstationen errichtet. Sie unterrichten uns über die Windverhältnisse in der Höhe und dienen damit nicht nur den Fahrten der lenkbaren Luftschiffe, sondern

auch jenen der Aeroplane. In Gebieten, wo der Wind mit der Höhe starke Änderungen erfährt, wie namentlich in der Nähe des Gebirges, ist es augenfällig, daß die Kenntnis der höheren Luftströmungen sehr vorteilhaft ist für den Luftfahrer, der eben aufsteigen will.

Aber auch die schwere Artillerie kann von ihnen nützlichen Gebrauch machen; denn die Geschosse der Mörser, die steil abgeschossen werden, fliegen in große Höhen und werden vom Winde etwas vertragen, was sich voraussehen läßt, wenn die Winde der Höhe bekannt sind.

Wie später noch näher ausgeführt wird, sind die Windbeobachtungen aus der Höhe auch von größtem Wert für die Beurteilung der Wetterveränderungen.

Seltener und schwieriger zu beschaffen sind Temperaturmessungen aus der Höhe. Hier braucht man thermometrische Apparate, die zuerst in die Höhe befördert und dann herabgeholt und abgelesen werden müssen. Hier muß also der Ballon an einem Draht aufsteigen und kann nicht frei dem Winde überlassen werden wie der Pilotballon. Da sind denn größere Ballons und drehbare Drahtwinden nötig, die nicht so leicht aufgestellt werden können. Häufig kann man auf den Ballon als Tragkörper verzichten und benützt statt dessen den Drachen, wohl nicht in der Form des Kinderspielzeuges, aber auf dem gleichen Prinzip beruhend: der Wind hebt den Drachen am Drahte in die Höhe, die Kraft genügt, um auch den registrierenden Thermometer noch zu tragen.

Diese eigentliche aerologische Technik ist ein besonderes Gebiet, das schon vor dem Kriege in den meisten Ländern gut ausgebildet war und hoffentlich auch bei uns, wenn auch erst nach dem Kriege, die nötige Pflege finden wird.

Die Kenntnis der Temperatur in der Höhe, eventuell auch die der Feuchtigkeit, ist nötig, um die Dichte der Luft dort oben festzustellen. Sie spielt wieder beim Gasluftschiff und bei der schweren Artillerie eine unmittelbare praktische Rolle und ist außerdem durch ihren Einfluß auf die Witterungsveränderungen von großer Bedeutung für die Wettervorhersage.

Wenden wir uns nach dieser kurzen Übersicht über die Bedeutung meteorologischer Berichte nun der zweiten Aufgabe des militärischen Wetterdienstes, der Wetterprognose zu, so will ich die Bemerkung voranschicken, daß es viel eher möglich ist, eine verlässliche Prognose im Felde für einen einzelnen Ort, eine gewisse Zeit und einen ganz genau umschriebenen Zweck zu geben, als eine solche in allgemeiner Art aufzustellen, wie dies von der Meteorologie sonst verlangt wird. Denn dort ist eine derartige Konzentration der Aufmerksamkeit sowohl wie aller Hilfsmittel auf den einen Zweck möglich, wie sie wohl nur jener kennt, der selbst die eigenartige Atmosphäre des Feldlebens eingeatmet hat. Auch ist es viel dankbarer, für eine ganz genau bekannte Aufgabe zu arbeiten, als mit einer notwendig kurz

gefaßten Vorhersage sowohl dem Landmann, wie dem Touristen, dem Schiffer wie dem Luftfahrer zu dienen. Infolgedessen ist die Verwendbarkeit der Prognose im Felde bedeutend besser ausgefallen, als dies nach den oft zweifelhaften Erfahrungen in der Heimat vor dem Kriege zu erwarten war.

Die Wettervorhersage blieb nichtsdestoweniger natürlich immer noch unsicher; trotzdem erwies sie sich als nützlich, und zwar für verschiedene Zwecke der Heeresleitung. Hier ist insbesondere ihre Bedeutung für die neue Waffe, das Gas, den Gasangriff und die Gasabwehr, zu erwähnen. Aus Zeitungsberichten ist uns bekannt, das man hüben und drüben Stickgase verwendete, die dem Erdboden aufliegen und durch schwache Winde in die Schützengräben getragen werden. Hier ist es unerläßlich, alles daran zu setzen, um die Windverhältnisse nahe dem Erdboden vorauszubestimmen; denn bei ungünstigem Winde geht das eigene Gas in die eigenen Linien zurück und das feindliche Gas wird gefährlich.

Was den Wert der Wetterprognose für die Luftfahrten anlangt, so erwähnen wir nur noch als ein sinnfälliges Beispiel die Fahrten der Zeppeline nach England. Geraten diese in Sturm oder Nebel, so können sie verloren sein, und hier hat die Meteorologie gewiß viel Nützliches leisten können.

Erst wenn der Krieg beendet ist, wird man Näheres über solche und ähnliche Dinge erfahren. Wir begnügen uns daher mit diesen wenigen Daten

über die Verwendung des Wetterdienstes im Felde und gehen nun zu den wissenschaftlichen Ergebnissen der Kriegsmeteorologie über, obwohl, wie ich gleich vorausschicke, auch hier erst allmählich und nach dem Kriege ein volles Verständnis möglich sein wird.

Die vielen Beobachtungen aus dem Tiefland, aus dem Gebirge und aus der Höhe sind natürlich noch nicht oder nur zum Teil meteorologisch verarbeitet. Sie erstrecken sich in ziemlich einheitlicher Weise über das ganze Gebiet des Vierbundes. Am Balkan, besonders in Serbien, Montenegro und Albanien werden Beobachtungen gemacht, die früher fast vollständig gefehlt haben, die Türkei hat ein modernes meteorologisches Netz unter deutscher wissenschaftlicher Anleitung erhalten und aus Kleinasien liegen heute fast ebensolche klimatische Beobachtungen vor wie aus Österreich oder Deutschland. Natürlich werden die klimatischen Daten nur dann wirklich vollwertig werden, wenn diese Stationen lange genug auch nach dem Kriege bestehen bleiben; aber der Anfang ist gemacht.

Was speziell die Gebirgsmeteorologie anlangt, so hat es niemals so viele Höhenstationen gegeben als jetzt; und über wenig begangene Gebiete Österreichs wie das Karstplateau oder die Julischen Alpen hat man viele klimatisch wichtige Daten gesammelt.

Die Bedürfnisse verschiedener militärischer Dienstzweige brachten auch neuartige meteorologische Detailuntersuchungen, z. B. über die Einwirkung von

Bodenerhebungen auf die Winde, mit sich, deren Verarbeitung von Interesse sein wird.

Am bedeutungsvollsten ist aber wohl der Fortschritt in der aerologischen Forschung, namentlich in unserer Kenntnis der höheren Luftströmungen. Wenn wir in Österreich in den letzten Jahren vor dem Kriege die Winde oberhalb Wiens täglich einmal beobachteten, so sind uns heute die Luftströmungen über ganz Mitteleuropa täglich für Vormittag und Nachmittag gegeben.

Da die Veränderungen der Wettersituationen zum großen Teil auf der Verlagerung der Luftmassen beruhen, so ist es erklärlich, welche große Bedeutung dieser neuen Kenntnis des Lufttransportes zukommt.

Man hat gelernt, die Beobachtungen der einzelnen Stationen zu gemeinsamen Bildern zu vereinigen und Strömungskarten der Luft für verschiedene Seehöhen zu zeichnen. Die tägliche Wiener Wetterkarte enthält sie für die Höhenstufen 500, 1000, 2000, 3000 und 4000 Meter. Wenn diese Karten auch noch keineswegs als vollkommen gelten können, so sind sie doch ein ungeheurer Fortschritt gegen früher. Ihre Bedeutung läßt sich vielleicht am besten erfassen, wenn ich erinnere, daß die wechselnden Erscheinungen des Wetters stark an die Gebiete verschiedenen Luftdruckes geknüpft sind. Die Tiefdruckgebiete nun, die erfahrungsgemäß mit Niederschlägen verbunden zu sein pflegen, sind meist im Osten warm, im Westen kalt; das heißt, sie bestehen, sehr schematisch ge-

sprochen, aus einer warmen südlichen Luftströmung im Osten und einer kalten nördlichen im Westen. Diese Strömungen sind, wie es scheint, das Ursprüngliche, Bedingende. Aus ihnen erst entwickelt sich die häufige Form des abgeschlossenen Tiefdruckgebietes oder Minimums. Da läßt sich nun erwarten, daß kalte Nordströmungen und warme Südströmungen schon vorhanden sind, ehe das Barometer das Minimum anzeigt.

Die Windbeobachtungen aus der Höhe ermöglichen es, solche Strömungen zu beobachten. Zwar haben wir nur von wenigen Orten auch Temperaturbeobachtungen aus der Höhe. Aber die Nordströmung ist doch fast immer kalt, die Südströmung fast immer warm. Wo die kalten schwereren Massen sich unter die warmen, leichteren einschieben, da entsteht eine Art Wetterkatastrophe, Sturm, Bewölkung, Niederschlag, meist auch ein Tiefdruckgebiet. Die Strömungslinien aus der Höhe erleichtern es uns demnach, solche Katastrophen vorherzusehen.

Als Beispiel für derartige kalte und warme Strömungen wollen wir die vom 8. und 9. Juli 1917 benützen.

Am 8. Juli vormittags war über Mitteleuropa in 500 m Ostwind, in 1000 m Südwind und darüber Südwest, in 3000 und 4000 m fast reiner Westwind (Fig. 1). Die Windverhältnisse können sich also mit der Höhe sehr stark verändern. Am Nachmittag hatte der Südwind bis zum Erdboden durchgegriffen und in 3000 m

zeigte sich über dem westlichen Österreich eine nördliche Strömung neben der vorherrschenden südlichen (Fig. 2). An diesem Tage zog sich ein flaches Gebiet tieferen Druckes von der Nordsee zum Mittelmeer quer durch Mitteleuropa.

Die Nordströmung am Nachmittag des 8. ließ erwarten, daß von Nordwesten her kalte Luft hereindringen werde. Tatsächlich sehen wir, daß am 9. Juli vormittags (Fig. 3) eine deutliche Nordwestströmung in 500, 1000 und in 3000 m Höhe sich entwickelt hatte. Zugleich fiel der Luftdruck über Mitteleuropa, es entstanden zwei Tiefdruckgebiete im Norden und im Süden der Alpen. Bis zum Nachmittag (Fig. 4) ist die kalte Luft tiefer hereingedrungen, die Grenze zwischen den beiden Luftschichten ist nach Osten gerückt und verläuft jetzt über Ungarn, der Wettersturz zieht nach Osten ab. Tatsächlich zeigt die Wetterkarte vom 10. Juli früh das nördliche Minimum bereits über Polen und Wolhynien, das südliche ist fast ganz verschwunden.<sup>1)</sup>

Wie ich seinerzeit rechnerisch gezeigt habe,<sup>2)</sup> muß sich aus den oberen Luftströmungen angenähert die Zugrichtung der Luftdruckgebilde ergeben. Ich habe damals betont, daß die Wetterprognose mit etwa 20 über Europa verteilten Pilotstationen erheblich

---

<sup>1)</sup> Auf den Strömungskarten bedeuten die Pfeile an den Linien die Richtung des Windes, die Zahlen die Windstärke in m/sec.

<sup>2)</sup> Met. Zeitschrift. 1910, Seite 361.

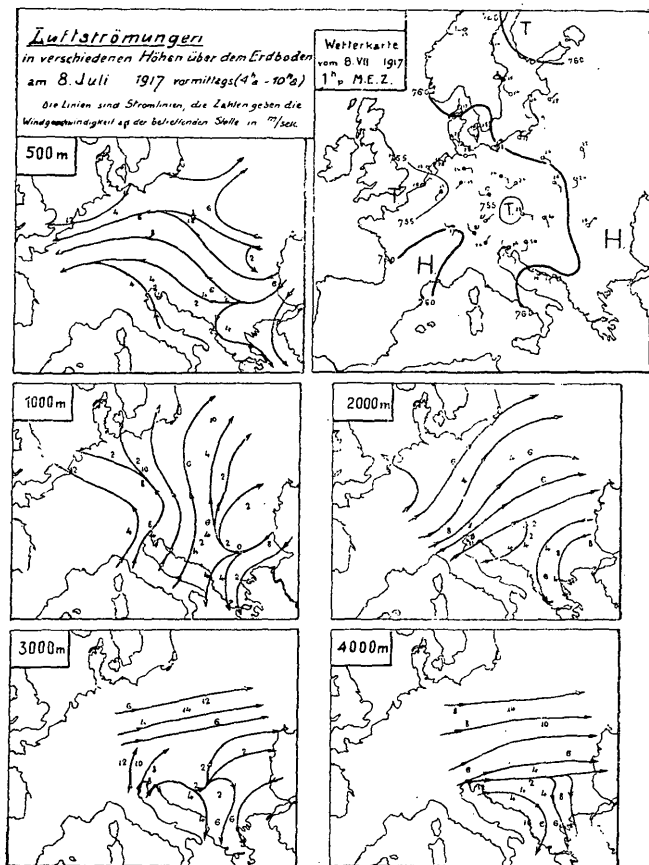


Fig. 1.

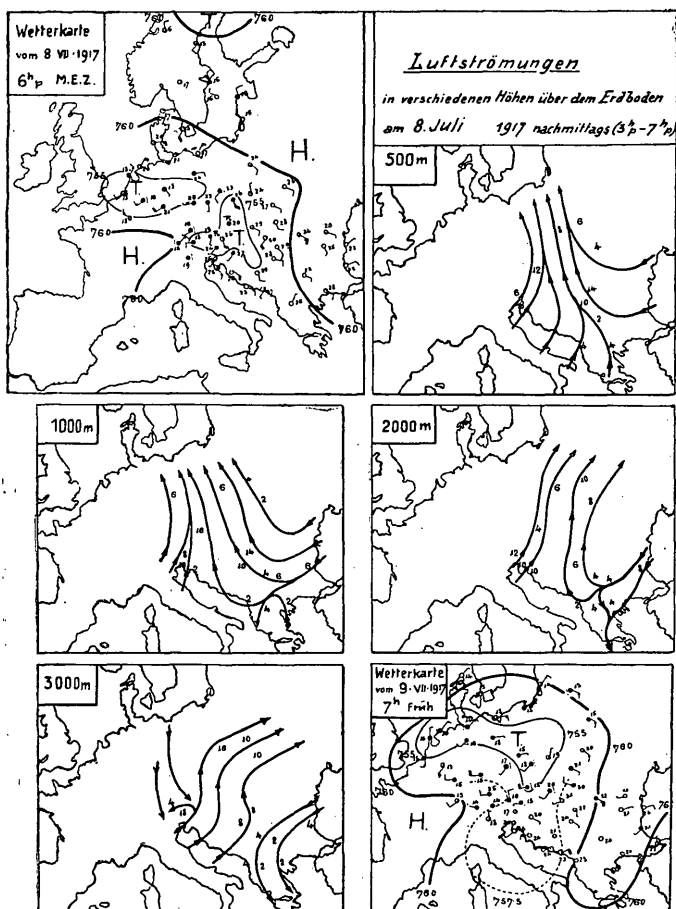


Fig. 2.

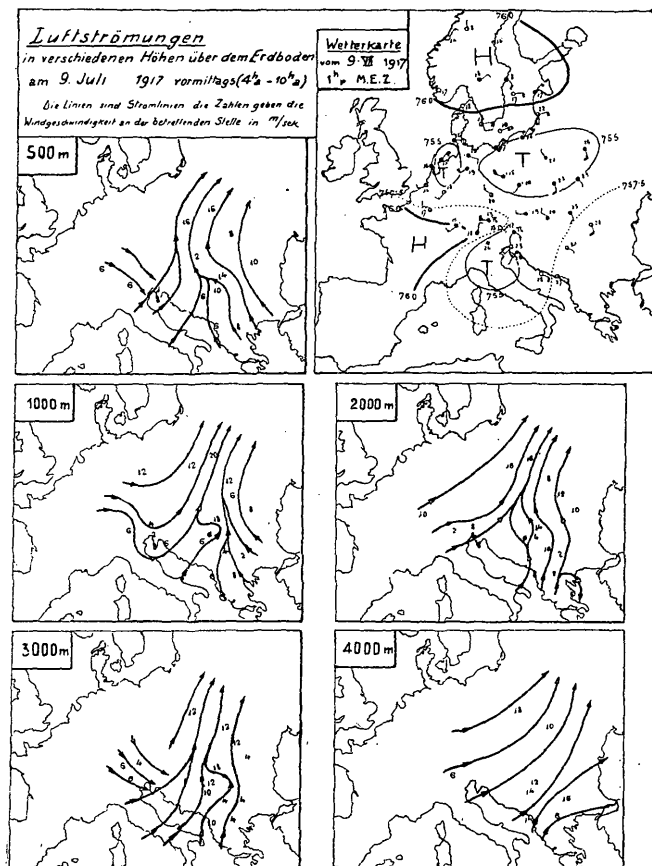


Fig. 3.

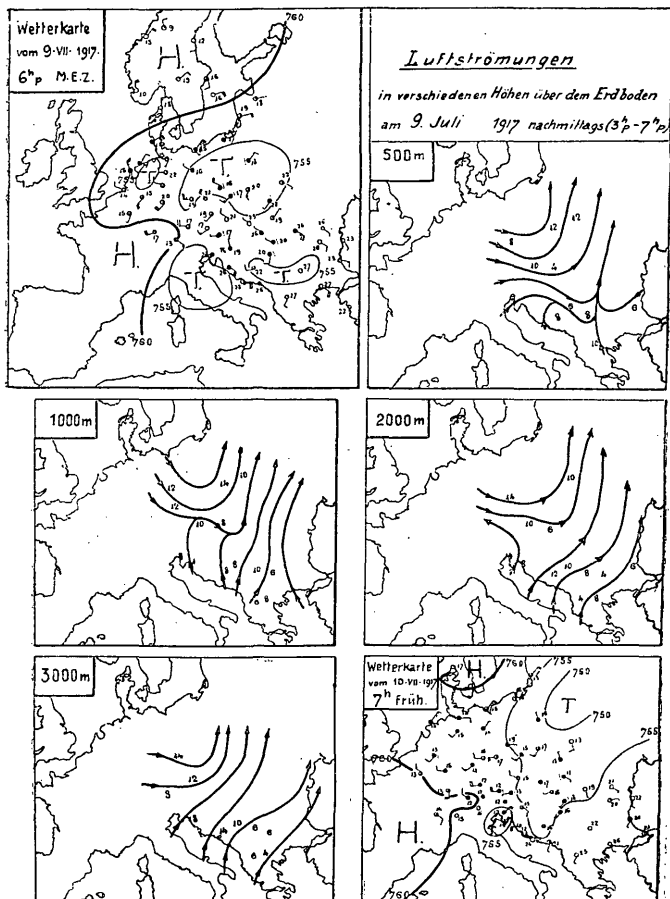


Fig. 4.

verbessert werden könnte. Was damals nicht möglich war, hat der Krieg erreicht.

Aus der Theorie ließ sich ableiten, daß z. B. ein Tiefdruckgebiet die Tendenz hat, sich in jene Richtung zu bewegen, nach welcher in den oberen Schichten der Atmosphäre der Wind aus dem Minimum hinausweht. Das gleiche gilt vom Hochdruckgebiet. Vergleichen wir daher die Druckverteilung am Boden mit der Windverteilung in der Höhe, so erhalten wir aus unserer Regel Anhaltspunkte für die Fortpflanzung der Druckgebilde und damit auch des Wetters. Natürlich wird das Resultat um so befriedigender ausfallen, je stärker die quer zu den Isobaren wehenden Höhenwinde sind.

Ein Beispiel gibt uns das Strömungsbild vom 3. Januar 1918 (Fig. 5). Die Wetterkarte zeigt um 2<sup>h</sup> p. ein Tiefdruckgebiet über Italien und der Adria, ein Hochdruckgebiet über Westeuropa und keilförmig gegen Südosten abnehmenden Druck. Von 500 m an bis zu 4000 m Höhe, soweit als die Beobachtungen reichen, weht über Mitteleuropa heftiger Nordwestwind mit Stärken bis über 20 m/sec. Infolgedessen hat sich bis 7<sup>h</sup> p., also in bloß 5 Stunden, das genannte Tiefdruckgebiet ganz verloren und die Isobare von 770 mm ist vom Rhein bis nach Böhmen und Oberösterreich vorgestoßen. In diesem Falle ist es ganz einleuchtend, wie wichtig die Kenntnis der oberen Winde für die Wettersvorhersage ist.

Zwei zueinander ähnliche Fälle zeigen, wie ein Hochdruckgebiet einmal bei starken Westwinden in

der Höhe rasch über Mitteleuropa hinzieht (Fig. 6), ein anderes, über dem Ostwinde wehen, aber liegen bleibt (Fig. 7). Am 14. Januar 1918 vormittags finden wir in 500 und 1000 m Höhe sehr heftige Westwinde. Um 2<sup>h</sup> p. liegt ein Hochdruckgebiet über Westösterreich, am nächsten Morgen ist es im Osten über Ungarn und Rußland und ein tiefes Minimum (745 mm) nähert sich über die Nordseeküste her. Der Luftdruck ist beispielsweise zu Aachen in dieser Zeit um 15 mm gefallen.

Am 2. Februar 1918 mittags liegt ein Gebiet besonders hohen Druckes (780 mm) über Österreich. Aus ihm wehen östliche und südöstliche, in größerer Höhe nordöstliche Winde. Am nächsten Morgen liegt das Maximum unverändert am gleichen Fleck.

Im ersten Falle, dem Maximum vom 14. Januar, strömt die Luft in der Höhe im Westen ins Maximum ein, im Osten aus ihm heraus; das bedeutet, daß der hohe Druck nicht hoch hinaufreicht, sondern schon in einigen Kilometern den normalen Westwinden Platz macht. Dieses Maximum bewegt sich nach unserer Regel rasch gegen Osten.

Hochdruckgebiete haben im allgemeinen auf der Westseite östliche, auf der Ostseite westliche Winde. Wenn sie in Ruhe sind, so reichen diese Winde hoch hinauf. Das Maximum vom 2. Februar zeigt die hohen Ostwinde auf der Westseite aufs deutlichste. Es ist somit ein ziemlich still stehendes, stationäres Hochdruckgebiet, der hohe Druck ist auch in großen Höhen

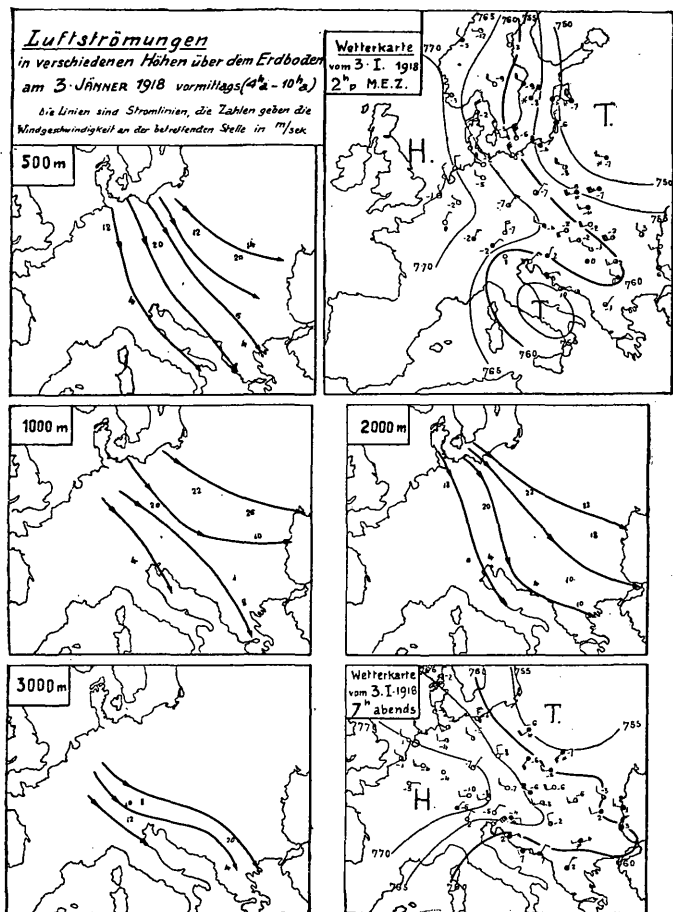


Fig. 5.

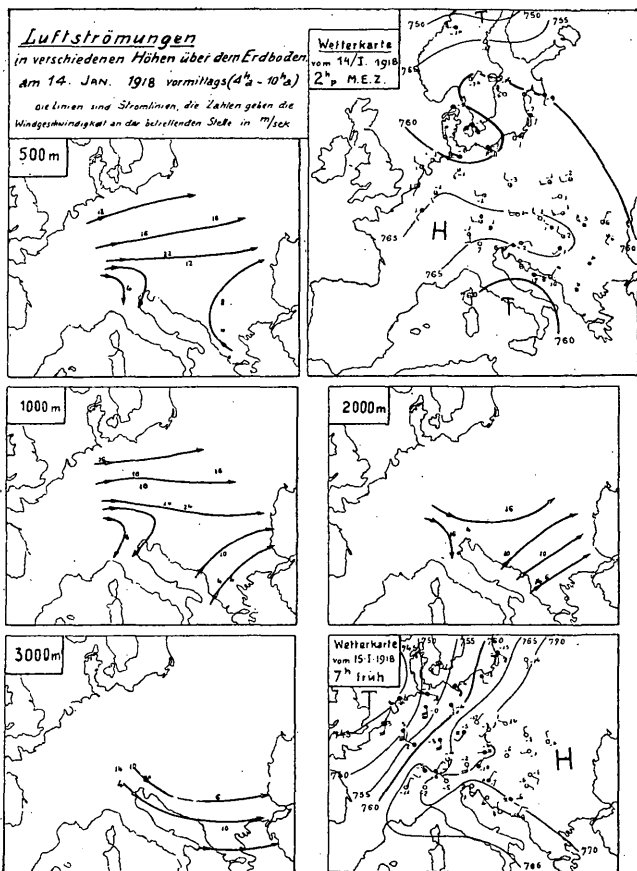


Fig. 6.

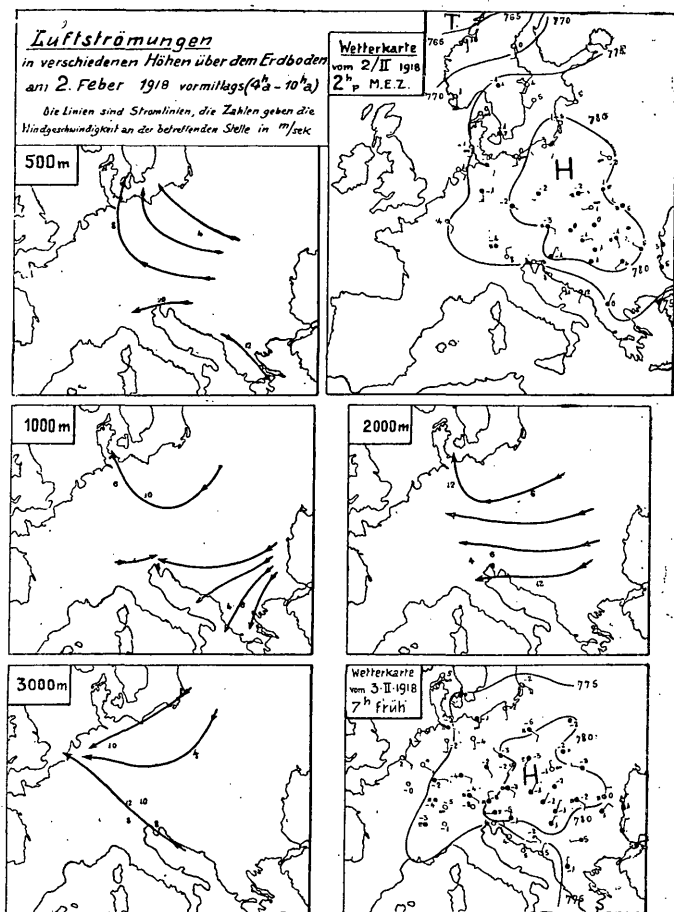


Fig. 7.

noch vorhanden; er hat seinen Sitz sogar wesentlich oben und ist nicht durch eine seichte kalte Schichte nahe dem Boden verursacht, sondern die schweren kalten Massen finden sich erst in großer Höhe, darunter sind warme Schichten. Diese Maxima sind viel stabilere, ruhigere Gebilde als die leicht beweglichen, niedrigen kalten Massen. Über solche Konstitutionsunterschiede der Hochdruckgebiete können uns also die Stromlinien rasch orientieren.

Wie ausgezeichnete Dienste die Strömungslinien in der Höhe bei Anwendung unserer Regel leisten können, zeigt sich besonders schön an dem Fall eines sogenannten „rückläufigen“ Minimums; das ist eines Minimums, das sich nicht, wie dies sonst meist geschieht, von Westen nach Osten, sondern von Osten nach Westen bewegt. Dieser seltene Fall trat vor zwei Tagen, am 4. März 1918, ein. Die Wetterkarte (Fig. 8) zeigt an diesem Tage um 2<sup>h</sup> p. ein Minimum über Westdeutschland und Westösterreich. Am Vormittage wehten über ganz Mitteleuropa östliche Winde bis zu 4000 m Höhe von ansehnlicher Stärke (bis zu 18 m/sec.). Die Folge war, daß das Minimum bis zum nächsten Morgen nach Westfrankreich wanderte. Die Strömungslinien ließen dies voraussehen.

Ich bringe noch ein Beispiel, das die Ausfüllung eines Tiefdruckgebietes durch allseitiges Zuströmen der Luft in der Höhe darstellt. Am 12. Dezember 1917 um 2<sup>h</sup> p. (Fig. 9) lag eine Depression über der Nordadria. Am Vormittag zeigen die Strömungs-

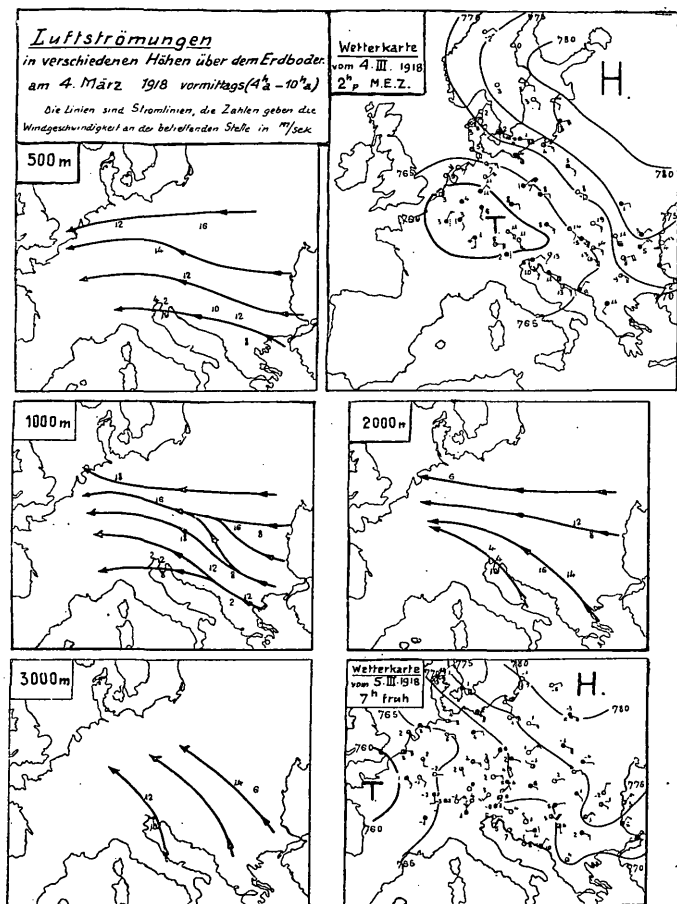


Fig. 8.

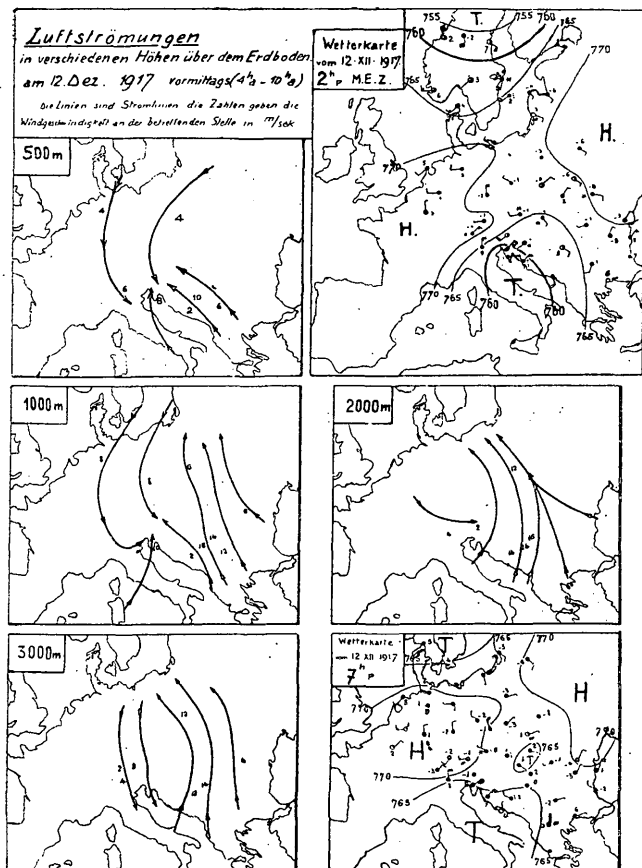


Fig. 9.

linien in 500 und 1000 m Höhe ein Zusammenströmen der Luft aus Norden und Süden im Gebiete vom Küstenlande bis Steiermark. Fünf Stunden später, um 7<sup>h</sup> p., ist das Minimum stark ausgefüllt, wenn auch noch nicht ganz verschwunden, das Luftdruckgefälle recht verkleinert. Hätten die Winde in der Höhe aus dem Minimum herausgeweht, so hätte eine Vertiefung des Druckes stattgefunden.

Bekannt ist es, welch große Rolle die Windrichtungen im Gebirge für die Witterung spielen. Bei Nordwind steigt die Luft am nördlichen Alpenhang auf, bildet hier Wolken und Niederschläge, auf dem südlichen Hang aber bringt die nördliche Strömung heiteres, trockenes Wetter, stellenweise sogar den warmen Föhn. Umgekehrt ist der Süden der Alpen bei südlichen Winden trüb und niederschlagsreich.

Da kann man sich nun vorstellen, mit welchem Interesse auf beiden Seiten unserer Frontlinie in Südtirol der Wind in der Höhe beobachtet wird; bei Südwind und schlechtem Wetter kommt die Besserung meist aus Nordwesten. Wenn man in 3000 m nur das erste Anzeichen eines einsetzenden Nordwest- oder Nordwindes beobachtet, so kann man schon mit großer Wahrscheinlichkeit den Umschwung für die nächste Zeit erwarten. Wir Meteorologen haben nach diesen Erfahrungen natürlich das Bestreben, die Pilotierstationen auch nach dem Kriege zu erhalten. Es ist durch herübergetriebene Ballons bekannt, daß unsere Feinde ähnliche Windstationen besitzen wie wir. So

ist die Hoffnung nicht unberechtigt, es werde in friedlichen Zeiten möglich sein, ein Netz von Pilotierstationen über ganz Europa zu unterhalten, das uns täglich die Kenntnis der Windverhältnisse über diesem großen Gebiete verschafft. Der Wert eines solchen für die Wettervorhersage ist nicht mehr zweifelhaft.

Eine gewisse Förderung erfuhr im Kriege auch unsere Kenntnis der Temperaturverhältnisse in der Höhe. Wie erwähnt, erhalten wir sie durch Registrierapparate, die durch Drachen oder Ballons in die Höhe gehoben werden. Stationen, wo solche Messungen täglich erfolgen, sogenannte Drachenstationen, sind namentlich im Deutschen Reiche in größerer Zahl aufgestellt worden; dort war schon vor dem Kriege im großen aeronautischen Observatorium in Lindenberg (Preußen) ein natürliches Zentrum für diese Bestrebungen geschaffen worden. Das Institut besorgte schon damals einen allgemeinen Luftfahrerwarnungsdienst und wurde darin durch mehrere Drachenstationen unterstützt. Bei uns ist im Kriege die erste Drachenstation aufgestellt worden; hier fehlt noch das Mutterinstitut, in welchem die nötigen Vorarbeiten vorgenommen, die nötige Schule geschaffen werden müßte. Die Drachenstationen und die Bergobservatorien haben zusammen die ersten Anfänge für tägliche Übersichten der Temperatur in der Höhe und damit der Massenverteilung in der Atmosphäre geliefert. Aus ihr und aus der Verteilung der Winde läßt sich direkt die zeitliche Druckveränderung zusammensetzen, wenn auch

auf sehr mühsame Weise. Freilich sind die Beobachtungsergebnisse noch nicht zahlreich genug, um wirklich praktisch verwendbar zu sein.

Wiederholt hat sich während des Krieges das Bedürfnis gezeigt, über die Windverhältnisse unserer Monarchie eingehende Daten zu haben, so insbesondere für die Luftschiffahrt und ihre technischen Einrichtungen. Hier liegt nun ein Mangel der meteorologischen Forschung vor dem Kriege vor, der freilich entschuldbar ist. Die Windverhältnisse nahe dem Boden, wie sie ein Beobachter an der Erdoberfläche ohne weitere Hilfsmittel als höchstens eine Windfahne feststellen kann, sind sehr von der örtlichen Beschaffenheit der Beobachtungsstation abhängig. Nicht nur Gebirge und kleinere Bodenerhebungen beeinflussen sie, auch die Art der Beobachtungen ist nicht leicht einheitlich zu gestalten. Benutzt man kostspielige Windmeßapparate, so hängt alles von ihrer Aufstellung ab. Windschatten der Häuser, Bäume, Hügel usf. sind allgemein bekannt, doch auch die Aufstellung auf einem Dache ist nicht frei von zufälligen Einflüssen; steht das Anemometer um 2 Meter höher, so zeigt es ganz andere Winde als 2 Meter darunter. Bei Schätzungen der Windstärke ist andererseits wieder die Auffassung der Beobachter verschieden. Die Windrichtung ist leichter feststellbar. Es war darum bisher nicht verlockend, den Versuch zu machen, die zahlreichen Windbeobachtungen der klimatologischen Stationen Österreich-Ungarns einheitlich zu bearbeiten.

Auch ist das vorhandene Zahlenmaterial so umfangreich, daß die Arbeit für wenige Mitarbeiter zu groß ist.

Im Laufe des Krieges war es nun möglich, diese Bearbeitungen mit militärischen Hilfskräften durchzuführen. Von mehreren Hundert Stationen der ganzen Monarchie läßt sich heute angeben, was die vorherrschenden, was die seltenen Windrichtungen sind, wie sich die Winde im Laufe des Tages drehen, auf welche Windstärken man durchschnittlich rechnen kann, wie häufig Stürme und Windstillen sind, usw. Die Ergebnisse sind wissenschaftlich noch nicht verarbeitet. Ich will daher nur, um der Vorstellung von diesen Tatsachen zu Hilfe zu kommen, anführen, daß beispielsweise in unserem vielumstrittenen Görz im Juli am Morgen der Nordostwind etwa 70mal so häufig vorkommt als der Westwind, daß hingegen nach Mittag der letztere 30- bis 40mal so häufig ist als der Nordost. Auf dem Rollepaß in Tirol ist die Häufigkeit von Winden der Stärke 10 m/sec. im Januar etwa dieselbe wie die der Stärke 3 m/sec., die Winde der Stärke 7—8 m/sec. sind aber etwa 4mal so zahlreich. An der dalmatinischen Küste, in Ragusa, sind die stärksten Winde im Winterhalbjahr die Nordostwinde, im Sommer aber die Südostwinde. Diese wenigen Beispiele mögen genügen, um die Art der Resultate anzudeuten.

Mit dem hier Gesagten sind die wissenschaftlichen Resultate der Kriegsmeteorologie angedeutet. Wie

unsere kurzgefaßte Übersicht zeigt, ist es im Laufe des Krieges gelungen, einerseits für die Kriegführung Nutzen zu ziehen, anderseits aber auch zahlreiche für die Wissenschaft wertvolle Beobachtungen zu erhalten.

Der ungeheure Weltkrieg streckt nach allen Seiten seine Fühler aus und ist bestrebt, überallher Hilfsmittel, die seine Führung erleichtern, zu ziehen. Wenn er solche bei der Meteorologie in erheblicherem Maße gefunden hat als bei manchen anderen Wissenschaften, so liegt der Grund zum größten Teil darin, daß dieser Krieg in die Zeit der Entwicklung der Luftschiffahrt gefallen ist und dadurch die Wissenschaft, welche uns Kunde vom Luftmeer und seinen Eigenschaften gibt, besondere Bedeutung gewonnen hat. Es hat den Anschein, als würde die Meteorologie einer Blütezeit entgegengehen, die sich aus ihrem praktischen Nutzen ergibt. Die Sache der Meteorologen ist es, sich den kommenden Anforderungen gegenüber wissenschaftlich zu rüsten, die Sache des Staates und der Öffentlichkeit aber, die materiellen Grundlagen für die Entwicklung zu schaffen. Wenn, wie man dies vielfach erwartet, die kommenden Jahrzehnte einen Aufschwung des Luftfahrzeuges von einem Kriegs- und Sportmittel zu einem praktischen Verkehrsmittel bringen sollten, dann wird der praktische Luftfahrwarnungsdienst ebenso notwendig sein, wie es heutzutage die Leuchttürme oder die Messungen der Meeresströmungen und Meerestiefen für die Schifffahrt sind. Dann aber werden wir in erster Linie ein

aerologisches Zentralobservatorium brauchen, welches von kleineren Drachen- und Pilotstationen unterstützt wird und einen permanenten Luftfahrernachrichtendienst unterhält. Gelingt es diesem Dienst, auch nur alle paar Jahre einmal ein Luftfahrzeug durch rechtzeitige Warnung vor dem Untergang zu retten, so werden schon seine Kosten hereingebracht sein, von dem Werte der Errettung von Menschenleben ganz zu schweigen.

Bei diesen Aussichten in die Zukunft ist es gewiß nicht gleichgültig, ob die Öffentlichkeit der Sache Interesse entgegenbringt. Wenn jedermann das Seinige zu einer modernen Auffassung der hier vorgebrachten Aufgabe beiträgt, so wird man schließlich auch bei uns der Meteorologie geben, was sie braucht, nämlich Beobachtungen aus der Höhe. Dann wird sich allmählich auch der zweifelhafte Ruf verlieren, welcher der Wettervorhersage heute leider und doch begreiflicherweise noch anhaftet.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [58](#)

Autor(en)/Author(s): Exner Felix Maria von

Artikel/Article: [Meteorologische Erfahrungen im Kriege. 219-252](#)