

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. inw.

2727

Methodik des wetterkundlichen Unterrichts

6 Vorträge
mit Anhang

Von
Prof. O. Freybe

Leiter der Wetterdienststelle Weilburg



Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W 35

G 39

837

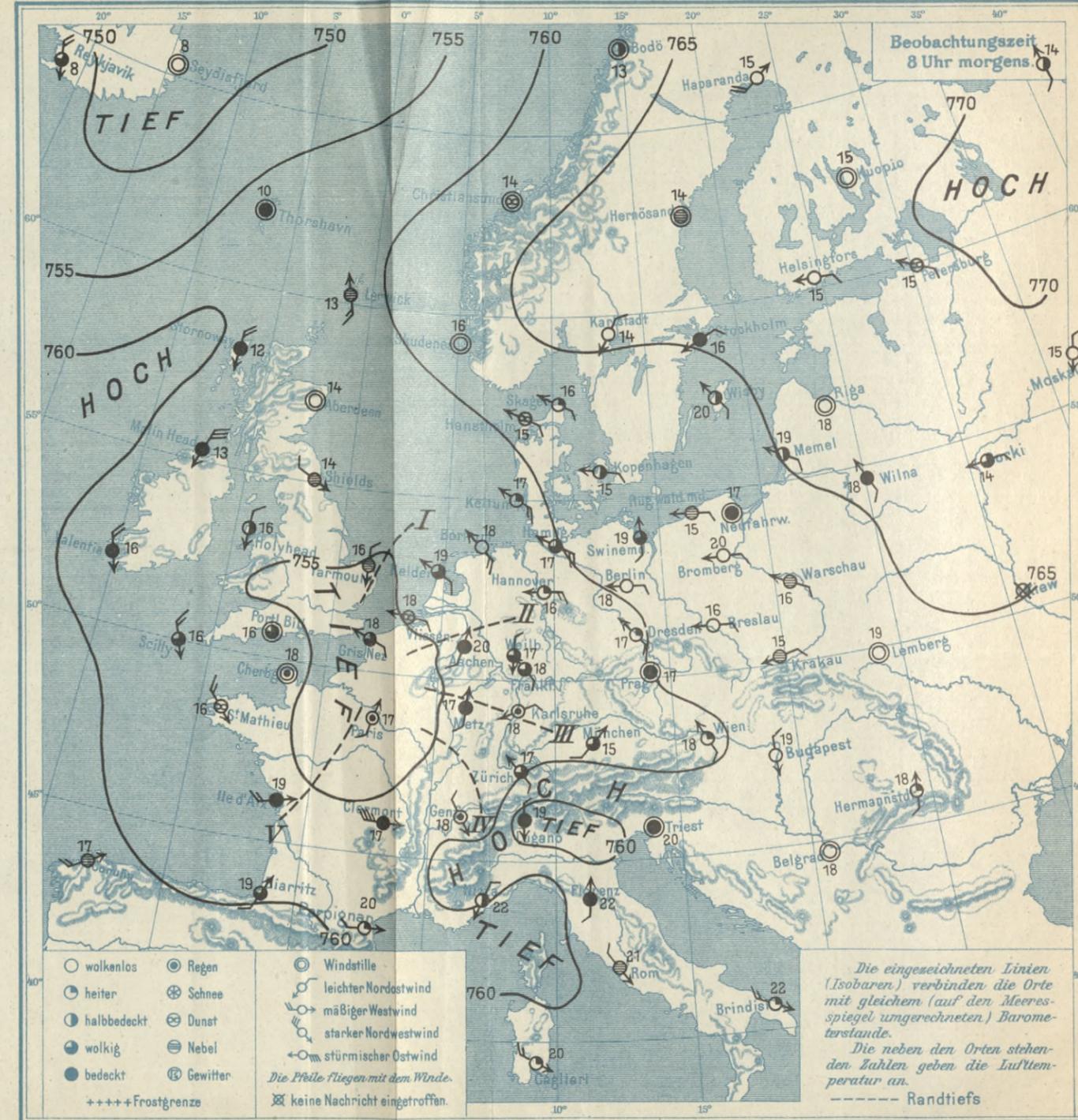
Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297478

x
2.114

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW



Methodik

des

wetterkundlichen Unterrichts.

6 Vorträge mit Anhang.

Von

Prof. O. Freybe

Leiter der Wetterdienststelle Weilburg.

Mit 35 in den Text gedruckten Abbildungen
und 9 farbigen Tafeln



4447

Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W. 35

1914

x
2.114

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

112727

Akc. Nr. 2029/49

Vorwort.

Als Leiter der Wetterdienststelle Weilburg hatte ich in den letzten Jahren sehr häufig Gelegenheit, eintägige (meist sechsstündige) Wetterkurse für Lehrer abzuhalten. Die ersten derartigen Kurse fußten auf dem, was ich in eigener Lehrtätigkeit an Schulen und am hiesigen Seminar für Landwirtschaftslehrer, ferner in mehrtägigen Fortbildungskursen für Lehrer an Landwirtschaftsschulen und ländlichen Fortbildungsschulen allmählich als das Wichtigste am Stoff und das Beste an der Art seiner Verarbeitung gefunden zu haben glaubte. Jene später erst eingerichteten eintägigen Wetterkurse schlossen fast immer mit einer eingehenden Besprechung des Dargebotenen durch die Teilnehmer. Ihr Ergebnis hat die Stoffauswahl für den wetterkundlichen Unterricht an Volks- und Mittelschulen nach und nach umgestaltet, entsprechend den Erfahrungen aus der Praxis. Er wurde im wesentlichen noch weiter gekürzt und vereinfacht. Das Endergebnis enthalten die nachfolgenden Blätter. Ihr Inhalt ist in der gleichen Form und Reihenfolge zusammengestellt, wie ich ihn bei den sechsstündigen Wetterkursen zuletzt darbot. Die Zusammenstellung und Drucklegung geschah auf ständigen Wunsch der Kursteilnehmer, um ihnen ein nachträgliches Durcharbeiten des den meisten neuen Stoffes zu ermöglichen. Die Abfassung ist schon seit einiger Zeit vollendet, die Herausgabe wurde durch den Ausbruch des deutschen Krieges verzögert.

Mit der Herausgabe wünschte ich ein klein bescheiden Teil in dem großen Ringen um unseres Vaterlandes Größe beitragen zu können, da es mir nicht mehr vergönnt war, mich draußen nutzbringender zu betätigen. Denn so sicher der Ausgang des großen Krieges Deutschland auch äußerlich zum ersten Lande der Erde heraufheben wird, so sicher glaube ich, daß das Kriegsergebnis auch ändernd und ausbauend auf die Arbeitsweise der deutschen Schule einwirken wird. An sie werden künftig noch höhere Anforderungen gestellt werden. Auf die körperliche Ausbildung der Jugend wird größerer Wert gelegt werden. Manches von alters her Überkommene und auf der vielleicht übertriebenen Wertschätzung fremder Völker Beruhende wird zurücktreten. Wir werden unser Eigenstes stärker betonen. Manches wird aus dem Unterrichtsstoff verschwinden, weit mehr wird aber aufgenommen werden. Da heißt es, durch verbesserte Methoden Zeit gewinnen. Hoffentlich schwindet mancher Gedächtnisballast, wird weniger Wert auf umfangreiches Wissen, höherer auf selbständiges Können, eigenes Wollen, Liebe zur Sache gelegt werden. Ich hege die bescheidene Hoffnung, daß die auf dem Weilburger Seminar für Landwirtschaftslehrer seit langem ausgebaute Unterrichtsmethode, die dem Folgenden zu Grunde liegt, hierbei helfen kann und wird. Ich habe auch die Hoffnung, daß in Zukunft die realen Wissenschaften stärker

betont werden, auf daß sich in unserem Volke ein noch besseres Verständnis für die praktischen Aufgaben erschließt, die seiner harren. Dabei wird hoffentlich auch ein Strahl fallen auf das seitherige Stiefkind der Naturwissenschaften, die praktische Wetterkunde. Sollte schließlich nicht auch ein höheres Verständnis der zur Eigenart unserer Heimat mehr als manches andere gehörenden Witterungserscheinungen die Liebe zu ihr vertiefen, die nun einmal die Grundlage der Liebe zum Vaterlande ist und bleibt?

Nicht alle Leser werden von vornherein Ansichten und Methode des Verfassers billigen. Nähere Prüfung wird aber hoffentlich die Zahl der Freunde mehren. Ein Lehrbuch der Wetterkunde soll diese Arbeit nicht sein, vielleicht kann sie aber ein solches teilweise ersetzen oder ergänzen. Vollständigkeit wird niemand verlangen, die kann die Schule ja doch nie erreichen. Aufgabe des Lehrers ist nur, die wichtigsten Ergebnisse der Wissenschaft zu einem dem Schüler faßlichen und abgerundeten Ganzen umzuarbeiten. Daß hierbei oft das äußere Gewand der „Wissenschaftlichkeit“ zu einem einfachen Hauskleide umgearbeitet werden muß, ist für den erfahrenen Lehrer selbstverständlich, wenn dadurch auch der Wert des Kleides in den Augen manchen Vertreters der reinen Wissenschaft gemindert werden mag. Von einem für die Schulpraxis bestimmten Buch wird auch niemand verlangen, daß es die allerneuesten Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung eingehend berücksichtigt. Wissenschaft zu bieten ist nicht Aufgabe des Schulunterrichts, also auch nicht die meinige. Doch glaube ich, daß nichts im Folgenden den sicheren Ergebnissen der Wissenschaft widerspricht.

Keinesfalls aber erhebt meine Darbietung auch nur den Schein des Anspruchs, daß die dargelegte Methode die allein richtige sei. Sie soll nur dem Anfänger — und wie viele Lehrer sind denn auf dem Gebiete des wetterkundlichen Unterrichts nicht Anfänger — eine Stütze bieten, falls er eine solche wünscht und keine bessere hat. Glaubt ein Kollege nach eigener oder anderswo entlehnter Methode besser arbeiten zu können, so bitte ich ihn, sich nicht als Gegner, sondern als Mitarbeiter zu betrachten in der Förderung der Sache.

In diesem Sinne hoffe ich, daß meine bescheidene Gabe zu Deutschlands größtem Weihnachten sich Freunde erwerben wird.

Weilburg, Weihnachten 1914.

Der Verfasser.

Erster Vortrag.

Einleitung.

In neuerer Zeit wird der Wetterkunde in weiten Kreisen ein höheres Interesse dargebracht als früher. Dazu hat die Hauptanregung wohl die Einrichtung des Öffentlichen Wetterdienstes gegeben, der sich allmählich einarbeitet und dem auch die anfangs kritisch Gegenüberstehenden jetzt mehr Beachtung schenken. Seine Leistungen werden ja langsam besser. Da aber die von ihm aufgestellten Wettervorhersagen auf lange Zeit hinaus noch nicht immer zuverlässig sein können, wird seine Arbeit nur dann wirklichen Nutzen bringen, wenn das Verständnis für die Grundlagen, auf denen er arbeitet, und für die Grenzen seiner Leistungsfähigkeit sich in weiten Schichten unseres Volkes ausbreitet. Zwar hat schon eine große Anzahl Erwachsener, insbesondere aus den Kreisen der Landwirtschaft, sich ein sehr erfreuliches Verständnis durch eigenes Einarbeiten verschafft. Zum Gemeingut kann aber das Verständnis dafür, was der Wetterdienst will und was er nicht will, was er jetzt schon kann und was er in absehbarer Zeit noch nicht können wird, erst durch die Mitarbeit der Schule werden. Zu dieser Mitarbeit ist besonders die Volksschule, als die wichtigste deutsche Schule, berufen, und deswegen wird auch dem wetterkundlichen Unterricht in den letzten Jahren von seiten der Lehrer selbst und der Unterrichtsverwaltungen ein größeres Interesse geschenkt. Auch hierbei ist der Öffentliche Wetterdienst besonders beteiligt, insofern er Unterrichtsmittel zur Verfügung stellt, die früher in dem Maße nicht vorhanden waren. Ich erinnere nur an die täglich ausgegebenen Wetterkarten.

Die Bestrebungen, wetterkundlichen Unterricht an den Volksschulen etwas eingehender, vielleicht auch in anderer Weise als früher zu betreiben, finden nun freilich auch manche Gegner. Und nicht ohne Grund. An die Volksschule werden in den letzten Jahren immer neue Anforderungen gestellt. So soll sie Bürgerkunde treiben, die Jugendpflege beachten oder vorbereiten und vieles andere. Es kann auch

keinem Zweifel unterliegen, daß manche der neuerdings der Volksschule gestellten Aufgaben wichtiger sind als der Unterricht in der Wetterkunde. Und deswegen sträuben sich manche Lehrer aus durchaus beachtenswerten, sachlichen Gründen dagegen, schon wieder ein neues Fach einzuführen. Aber auf allen Schulen ist ja Wetterkunde in irgend einer Form seit langem schon getrieben. Vielleicht können wir auch unser Ziel dadurch erreichen, daß wir ohne wesentlich erhöhten Zeitaufwand nur die Art des wetterkundlichen Unterrichts etwas umgestalten. Daß das möglich ist und wie es möglich ist, zu zeigen, muß meine Aufgabe sein. Ich stütze mich dabei nicht nur auf meine eigenen Unterrichtserfahrungen an verschiedenen Arten von Schulgattungen, sondern auch auf die Erfahrungen, die ich in sehr ausgedehntem dienstlichen und privaten Verkehr mit Lehrern jeder Art, so besonders auch mit Lehrern an Volksschulen, gewonnen habe.

Leitsätze für den wetterkundlichen Unterricht.

Wollen wir den sachlichen Einwendungen gegen einen stärkeren Betrieb des Unterrichts in der Wetterkunde begegnen, so müssen wir von vornherein uns folgende Ziele stellen:

1. Nicht zu viel Stoff, nur das Allerwichtigste und hiervon besonders das praktisch Wichtigste.
2. Unterrichtlich gute Form, vor allem also im Anfangsunterricht auf einem Wege vorgehen, der sofort das volle Interesse der Schüler erweckt, denn dann kann man in kürzerer Zeit viel mehr erreichen.
3. Verwendung der einfachsten Mittel, die an die ohnehin stark in Anspruch genommene Arbeitskraft des Lehrers und an die Schulkasse möglichst geringe Anforderungen stellen.

Diesen Leitsätzen wird wohl jeder gern zustimmen. Auf Grund meiner Erfahrungen möchte ich noch einen vierten Leitsatz hinzufügen, nämlich:

Grundlage und wesentlichste Stütze für den wetterkundlichen Unterricht muß die Wetterkarte sein.

Diesem letzteren Leitsatz werden vielleicht von vornherein nicht alle Leser zustimmen. Ich erinnere jedoch daran, daß die Wetterkarte im wetterkundlichen Unterricht die gleiche Stelle einnimmt wie die Landkarte im erdkundlichen Unterricht. Und ohne Landkarte wird wohl kein Lehrer glauben erdkundlichen Unterricht nutz-

bringend erteilen zu können. Ferner können selbst die einfachsten Fragen aus der Wetterkunde ohne Wetterkarte nicht beantwortet werden, so z. B.: Wie entsteht der Wind? Woher kommt es, daß der Wind mitunter warm, mitunter kalt, manchmal stark, manchmal schwach ist? Wie entstehen Wolken? Wie entsteht der Regen? So könnte man noch eine große Reihe von wichtigen Fragen aufstellen, deren Beantwortung in nutzbringender Weise ohne Wetterkarte nicht möglich ist. Die Bedeutung z. B. des Barometers, dieses so wichtigen Instruments, sein Steigen und Fallen, den Zusammenhang seines Gangs mit dem Auftreten von Bewölkung, mit dem Eintritt von Aufheiterung u. a. wird kein Lehrer den Schülern klar machen können ohne Zuhilfenahme von Wetterkarten. Wohl kann man manche Witterungsvorgänge unterrichtlich behandeln, indem man den Schülern sagt: so ist es und nicht anders. Das ist aber doch nicht die Art, wie wir Unterricht treiben wollen. Wir wollen ja auch in andern Zweigen der Naturkunde und Naturlehre den Schülern die Zusammenhänge der Erscheinungen, ihre Ursachen und Wirkungen in einer Weise klarmachen, daß jeder von der Richtigkeit überzeugt ist. Beim wetterkundlichen Unterricht können wir das aber für zahlreiche sehr wichtige Fragen nicht ohne Wetterkarte. Die Richtigkeit dieser Behauptung zu beweisen, wird ebenfalls meine Aufgabe sein.

Nachteile eines systematischen Lehrgangs.

Die andern drei oben aufgestellten Leitsätze machen es unmöglich, bei dem wetterkundlichen Unterricht, wenigstens auf Volksschulen — ich glaube aber auch auf fast allen Schulen — systematisch oder, wie man zu sagen pflegt, „gründlich“ vorzugehen. Zwar ist von anderer Seite der Vorschlag gemacht, daß man dies solle. Daß man z. B. schon auf der Unterstufe hie und da die Schüler auf einzelne Himmelserscheinungen aufmerksam machen solle, gelegentlich mit ihnen etwa die Entwicklung eines Gewitters, das Auftauchen der verschiedenen Arten von Wolkenformen usw. beobachten solle. Auf der Mittelstufe solle man dann die Schüler in Witterungsbeobachtungen sich regelmäßig üben lassen. Man solle in jeder Schule eine kleine Wetterwarte einrichten mit einigen Instrumenten und diese täglich durch Schüler beobachten lassen. Solche Beobachtungen müssen natürlich täglich aufgezeichnet werden nach einem vorgeschriebenen Schema. Es gibt hierfür auch besondere Tafeln, wo Platz für Eintra-

gungen an jedem Tage eines Monats sich findet. Am Ende des Monats solle dann der Lehrer die Einzeichnungen der Schüler mit diesen besprechen und daraus Folgerungen ziehen, um so allmählich weiter fortzuschreiten. Der Gedanke ist an sich scheinbar zweckmäßig. Man geht so scheinbar vom Einfachsten aus und kommt allmählich zum Zusammengesetzten.

Doch sprechen sehr viele Gründe gegen ein solches Verfahren. Jeder Lehrer, der in der Praxis steht, weiß, daß es unendlich schwierig ist, jüngere Schüler zu regelmäßigen richtigen Beobachtungen anzuleiten. Der Lehrer müßte die Beobachtungen ständig beaufsichtigen. Die Annahme, daß ein Schüler den andern ohne Zutun des Lehrers anleiten könne zu solchen Beobachtungen, ist, wie jeder Lehrer gern zugeben wird, falsch. Überläßt man die Beobachtungen und die Ausbildung anderer in ihnen den Schülern allein, dann schleichen sich sehr bald Unrichtigkeiten ein, die sich zu schlimmen Erbfehlern auswachsen. Jeder, der selbst eine meteorologische Station, und sei es auch nur eine Regenstation, verwaltet, weiß, was sogar für den Erwachsenen dazu gehört, die Beobachtungen regelmäßig und richtig zu machen. Jeder Lehrer würde sich also bei Befolgung jener Vorschläge eine sehr große Arbeitslast aufbürden, was die Liebe zu einem neuen Fach ja bekanntlich nicht zu stärken pflegt. Vor allem aber erfordert die „graphische Zusammenstellung“ des Witterungsverlaufs am Ende des Monats und die Besprechung des Verlaufs mit den Schülern sehr viel Zeit, und die haben wir nicht. Es ist auch nicht so leicht, wie sich das mancher denkt, Volksschülern das Verständnis für Kurvendarstellungen, ohne die ja nicht auszukommen ist, beizubringen.

Ferner pflegt die Bedienung einer Wetterwarte an einer Schule den Schülern zwar im Anfange unter dem Reiz der Neuheit einige Freude zu machen, bald werden aber solche regelmäßigen Beobachtungen der großen Masse der Schüler sehr langweilig. Sie sind es ja auch für Erwachsene. Wollen wir aber ein neues Fach in die Schule einführen, das schon im Anfange Langeweile und Interesselosigkeit erweckt, so ist von vornherein alles verfahren.

Außerdem ist die Anschaffung der nötigen Instrumente (man schlägt ein gewöhnliches Thermometer, Maximum-Minimum-Thermometer, Regenschüssel, Barometer, Feuchtigkeitsmesser, vielleicht auch eine Windfahne vor) mit so unverhältnismäßig hohen Kosten verknüpft, daß nur große Schulsysteme die Anschaffung sich leisten werden. Bei kleineren Schulen, etwa Dorfschulen, — und die sind uns doch nicht minder wichtig — wird die Einrichtung einer derartigen

Wetterwarte eine große Ausnahme bleiben. Jeder Lehrer an einer Dorfschule weiß, welche Mühe es macht, auch nur die bescheidensten Beträge zur Anschaffung von besonderen Lehrmitteln zu erhalten.

Und schließlich: weshalb das alles? Durch die monatlichen Vergleiche des Verhaltens der einzelnen Witterungselemente sollen die Schüler einfache Erfahrungssätze — kleine Wetterregeln, wie ich mich kurz ausdrücken will — selbst aufstellen. So z. B.: Wenn das Barometer sinkt, nimmt die Bewölkung in der Regel zu. Es regnet gewöhnlich nur zur Zeit des tiefsten Barometerstandes. Ehe Niederschläge einsetzen, dreht der Wind meist nach Südwesten usw. Hiergegen ist einzuwenden, daß diese Regeln wohl häufig, aber durchaus nicht immer, ja vielleicht noch nicht einmal in der Mehrzahl der Fälle zutreffen.

Gar nicht selten tritt gerade das Gegenteil ein. Recht häufig wird es regnen, wenn die mühsam erhaltene Barometerkurve deutlich steigt. Das liegt erstens daran, daß der Zusammenhang zwischen Luftdruck und Regenbildung gar nicht so einfach ist, wie ihn der obige Satz auszudrücken scheint. Dann aber ergeben selbst täglich ein- oder auch zweimal angestellte Barometerbeobachtungen — und noch häufigere wird wohl niemand von einer Schulwetterwarte verlangen — durchaus nicht immer die richtige Luftdruckkurve. In den Zeiten zwischen den Beobachtungen, z. B. während der Nacht, können Veränderungen des Luftdrucks geschehen, die für die Aufstellung einer brauchbaren Luftdruckkurve nicht entbehrt werden können. Was hat es aber für Nutzen, wenn wir durch mühselige Beobachtungen nur finden: mitunter folgt auf ein Fallen des Barometers Regen, mitunter aber auch Sonnenschein? Verwirren wir damit nicht die Köpfe der Schüler?

Angenommen aber, wir könnten durch recht lange Beobachtungsreihen der Schüler wirklich feststellen, daß es am häufigsten bei Südwestwind regnet: was sollen wir dann mit den tatsächlich recht häufigen „Ausnahmen“ anfangen, wo entweder bei Südwestwind das schönste Wetter ist oder wo es bei Ostwind regnet? Glaubt wirklich jemand, daß dadurch das Interesse von Lehrer und Schülern an den nicht nur mühsamen, sondern auch herzlich langweiligen Beobachtungen gestärkt wird?

Brauchen wir denn derartige „Wetterregeln“ überhaupt mit so großem Arbeitsaufwand erst mühsam zu gewinnen? Für Großstadtkinder ist das vielleicht nötig. Die meisten Volksschulkinder stammen aber aus Kreisen, in denen einige wetterkundliche Erfahrungen sich von Geschlecht zu Geschlecht fortpflanzen. Einem Kleinstadt- oder

Dorfjungen hat der Lehrer nicht nötig, erst mühsam beizubringen, daß bei fallendem Barometer häufig Regen eintritt, daß nordöstlicher Wind im Winter häufig Kälte „bringt“ usw. Das hat ihm sein Vater oder Großvater schon längst gesagt. Kein erfahrener Lehrer wird aber über das, was der Junge zu Hause gehört hat, ohne weiteres mit dem Bemerkten hinweggehen: das ist falsch. Dadurch würde nicht das Ansehen des Vaters leiden, sondern das des Lehrers — — und der Wetterinstrumente!

Allgemeine Zielstellung für einen methodischen Unterricht.

Wenn wir als Leitsatz für den wetterkundlichen Unterricht den aufstellen: nur das Notwendigste, das aber in unterrichtlich guter Form, so gehört zu letzterer vor allem, daß der Unterricht von vorn herein das Interesse der Schüler weckt. Denn haben die Schüler von Anfang an für einen Unterrichtsgegenstand Interesse, dann sind wir ihrer frischen Mitarbeit sicher und können in erheblich kürzerer Zeit wesentlich mehr schaffen. Daß die Schüler der Wetterkunde im allgemeinen Interesse entgegenbringen, ist zweifellos. Dazu greifen die Witterungserscheinungen zu sehr ins menschliche Leben ein, und die Schüler haben schon zu oft ihnen unbegreifliche Witterungsvorgänge erlebt. Wahrscheinlich hat auch der Öffentliche Wetterdienst mit seinen Wetterkarten und den am Postgebäude angeschlagenen Wettervorhersagen ihr Interesse noch stärker erweckt.

Wie findet man aber aus dem überreichen Stoff der Wetterkunde für den Anfangsunterricht das heraus, was bei den Schülern besonderes Interesse erweckt? Nun, diese Frage gilt schließlich für jeden Anfangsunterricht. Als einfachstes und bestes Mittel habe ich in meiner Lehrtätigkeit stets das gefunden: man frage die Schüler selbst! Wenn man sie so erzogen hat, daß sie frei ihre Meinung heraussagen — und darauf arbeitet doch wohl jeder einsichtige Lehrer hin — dann geben uns ihre Wünsche vorzügliche Anhaltspunkte für die Stoffauswahl besonders des Anfangsunterrichts, und wir sind ihres vollen Interesses sicher. Ob und wie wir im späteren Unterrichtsverlauf allmählich ihr Interesse auch für andere Dinge zu wecken vermögen, an die sie von Anfang an gar nicht gedacht haben, die wir aber von unserm höheren Standpunkte aus zu behandeln für notwendig halten müssen: das ist unsere Kunst als „Meister von der Schule“.

1. Stunde.

Fragen wir nun die Schüler in der ersten wetterkundlichen Stunde, was sie in diesem neuen Unterrichtsfach kennen lernen möchten — wenn auch vielleicht mit anderen Worten —, dann kommen nach meinen Erfahrungen niemals Fragen wie folgende: Wie mißt man die Lufttemperatur? Wie ist ein Feuchtigkeitsmesser eingerichtet? Wie bestimmt man die Windrichtung? Wie mißt man die Regenmenge? Welche verschiedenen Wolkenformen gibt es? usw. Dergleichen glaubt der Schüler entweder schon längst zu wissen, oder er hat gar kein Interesse daran, weil er es für nebensächlich, vielleicht auch für langweilig hält. Vielmehr werden stets Fragen entweder folgender allgemeiner Art gestellt: Wie entsteht der Regen? Woher kommt (d. h. wie entsteht) der Wind, der Sturm? Woher kommt Kälte und Wärme? — Oder auch Fragen besonderer Art: Woher kommt es, daß wir gestern ein so starkes Gewitter hatten? Woher kommt es, daß es mit einem Male so kalt geworden ist? Daß über Nacht Tauwetter eingetreten ist? Daß es so lange nicht geregnet hat? u. a. Daraus folgere ich aber, daß gerade frische und geistig gesunde Schüler, denen auch Liebedienerei gegen den „Herrn Lehrer“, der vielleicht einen Regenmesser besitzt, fernliegt, an Wetterbeobachtungen und Messungen mit Hilfe von Instrumenten keine Freude haben. Wohl aber, daß sie den Witterungsvorgängen im allgemeinen und dem Witterungsverlauf im besonderen Interesse entgegenbringen. Sie wollen vor allem die ihnen auffallenden Witterungserscheinungen erklärt haben, wir Erwachsenen ja schließlich auch.

Wir gehen nun im Unterricht darauf ein und sagen den Schülern: Schön, damit wollen wir uns beschäftigen. Aber wir können nicht alles auf einmal nehmen, also wählt selbst einmal das Wichtigste heraus. Darauf pflegen die Schüler nach meinen Erfahrungen als wichtigste Fragen etwa die folgenden aufzustellen: Wie entsteht der Regen? Wodurch bilden sich die Wolken? Woher kommt die Wärme und die Kälte? u. a. Geht der Lehrer auf irgend eine dieser Fragen ein, so stellt sich bald heraus, daß die Mehrzahl, wenn nicht alle Schüler meinen, der hauptsächlichste „Wetterbringer“ sei der Wind. Auch den Erwachsenen gilt ja (wenigstens im mittleren und westlichen Deutschland, weiter reichen meine eigenen Erfahrungen nicht, doch habe ich es vielfach auch für andere Gegenden bestätigen hören) der Wind von alters her als Hauptwetterbringer. Man spricht von „Regenwind“. Der Westwind soll Bewölkung verursachen. Ostwind soll

heiteres Wetter bringen. Westliche Winde sollen im Winter mildes Wetter, östliche Frost bringen. Ein Temperatur-, überhaupt ein Witterungswechsel soll besonders dadurch eintreten, daß der Wind wechselt usw. Schüler, die mit der Landwirtschaft und Gartenarbeit oder ähnlichen Berufen und Beschäftigungen irgend welche Fühlung haben — und in dieser Lage sind doch die allermeisten — sind vom Vater oder Großvater meist schon hiermit vertraut gemacht und werden mancherlei Beispiele anführen können. Gewöhnlich werden sie aus sich selbst heraus ihre Ansichten auch sofort **b e g r ü n d e n** (sonst genügt eine kurze Frage des Lehrers danach): so nämlich, daß westlicher Wind vom Meere stamme, also viel Feuchtigkeit mitbringe; östlicher Wind stamme dagegen aus dem weiten osteuropäischen Festlande, etwa aus Rußland. sei also aus diesem Grunde trocken; im Winter sei es dort kälter als bei uns, also bringe uns jener Wind Kälte usw.

Wenn der Lehrer auch weiß, daß solche Ansichten nicht einwandfrei sind, wird er die Ausführungen der Schüler, da es sich noch um den **A n f a n g** des Unterrichts handelt, freundlich und zunächst ohne Widerspruch hinnehmen und darauf nur etwa erwidern: Wenn so viele von Euch das meinen, so wird wohl etwas Wahres daran sein. Da Ihr aber in Euren Meinungen nicht ganz übereinstimmt, wollen wir, damit kein Zweifel bleibt, es auch einmal selbst prüfen und in der nächsten Zeit gemeinsam **b e o b a c h t e n**, was wir für Wind haben und welches Wetter gleichzeitig herrscht.

Sollte es nicht schon vorher bei anderer Gelegenheit geschehen sein, muß natürlich jetzt festgestellt werden, in welcher Richtung vom Schulgebäude Norden, Osten usw. liegt, und das Auffinden der Himmelsrichtungen muß auch eingeübt werden. Es muß ferner besprochen werden, wie man die Windrichtung feststellt, etwa mit Hilfe einer benachbarten freigelegenen Windfahne, z. B. der des Kirchturms. Doch empfiehlt es sich, die Schüler darauf aufmerksam zu machen, daß manche Windfahnen die Windrichtung nur bei stärkerem Winde anzeigen, weil sie entweder sich schwer bewegen oder auch „hängen“. Bei schwächerem Winde benutzt man daher besser die Rauchfahne eines hochgelegenen Schornsteins; doch ist auch hierbei Vorsicht nötig, wenn man in einiger Entfernung davon steht, den Rauch also von der Seite betrachtet. Erfahrungsgemäß laufen auch dadurch Verwechslungen unter, daß die Schüler z. B. Wind, der nach Osten weht, Ostwind nennen. Ferner wird mancher Schüler geneigt sein, zur Bestimmung der Windrichtung den Wolkenzug zu Hilfe zu nehmen, was bekanntlich nicht zulässig ist, da die Wolken nicht selten in anderer Richtung ziehen, als der „Unterwind“ weht.

Übungen.

Auf alles dies ist bei den nun folgenden täglichen Beobachtungen zu achten. Anfangs wird bei jeder passenden Gelegenheit beobachtet, z. B. auch in den Pausen. Sind die Schüler an richtige Beobachtung gewöhnt, so wird eine bestimmte Zeit für die tägliche Beobachtung angesetzt. Hierzu empfiehlt sich die Zeit morgens 8 Uhr, weil für die gleiche Zeit die Beobachtungen der Wetterkarte gelten. Selbstverständlich ist, daß der Lehrer ebenfalls um 8 Uhr beobachten muß, was aber kaum Zeit in Anspruch nimmt. Es wird dann regelmäßig an Schultagen vor oder zu Beginn der 8-Uhr-Stunde gemeinsam festgestellt, was für Wind und Wetter ist, letzteres aber nur ganz allgemein, also etwa, ob es heiter oder vorwiegend trübe ist, ob es regnet oder schneit, ob es auffallend kalt oder warm ist.

Die vorhin angedeutete Art Vorbesprechung läßt sich in einer Stunde erledigen, auch wenn man den Schülern reichlich Zeit läßt, ihre Ansichten zu äußern. In der nun folgenden Übungszeit zur Feststellung der Windrichtung werden anfangs zu Beginn der 8-Uhr-Stunde mitunter einige Minuten nötig sein, da erfahrungsgemäß immer wieder Fehler unterlaufen. Aber schon nach wenigen Tagen ist hierzu nur noch ein Bruchteil einer Minute erforderlich, so daß wir kaum von Zeitverbrauch reden können.

Vielleicht wird man jetzt darauf hinweisen, daß wir hier schon mitten in Wetterbeobachtungen darin sind, trotzdem ich solche früher als bedenklich bezeichnet habe. Nun, es ist wohl ein Unterschied, ob die Schüler täglich eine ganze Reihe von Beobachtungen und Ablesungen an mehreren Instrumenten machen sollen, deren Zweck sie noch gar nicht einsehen; oder ob sie eine bestimmte einfache Beobachtung (Feststellung der Windrichtung) noch ohne Instrumente zu einem klar ausgedrückten Zweck (Prüfung der Abhängigkeit des Wetters vom Winde) machen. Hierfür haben sie auch außerdem schon aus dem Grunde Interesse, weil sie ja selbst erzählt haben, Ostwind bringe heiteres Wetter usw., und nun nur die gemeinsam gestellte Aufgabe haben, die Wahrheit ihrer Behauptungen dem Lehrer gegenüber zu beweisen, vielleicht auch Mitschülern gegenüber, die anderer Meinung waren. Den Zweck solcher Beobachtungen sehen sie sehr wohl ein und machen sie gern, zumal sie kaum Mühe davon haben.

Ich möchte hier gleich hinzufügen, daß wir im weiteren Verlauf des Unterrichts auch noch andere Wetterbeobachtungen und Messungen mit Hilfe von Instrumenten einführen werden. Aber immer erst dann, wenn die Schüler von der Zweckmäßigkeit, ja Notwendigkeit

solcher Beobachtungen überzeugt sind. Das ist ein wesentlicher Unterschied gegen die sog. „systematische“ Methode.

Die vorgeschlagenen Beobachtungen von Wind und Wetter werden einige Zeit fortgesetzt. Vielleicht kann man das tägliche Ergebnis durch einen Schüler, der sich freiwillig dazu gemeldet hat, aufschreiben lassen. Doch ist das durchaus nicht nötig. Denn im allgemeinen werden die früher geäußerten Ansichten der Schüler durch die Beobachtungen bestätigt werden, und das behalten die Schüler schon allein. Es wird sich zeigen, daß in vielen, vielleicht in den meisten Fällen

bei östlichen Winden heiteres und trockenes Wetter,

bei westlichen Winden trübes Wetter mit Niederschlägen,

bei südlichen Winden im Winter mildes, im Sommer warmes oder auch heißes Wetter,

bei nördlichen Winden im Winter kaltes, im Sommer kühles oder auch rauhes Wetter herrscht usw.*)

Unter „östlichen Winden“ verstehen wir Winde, die aus Richtungen zwischen NO und SO wehen; unter südlichen entsprechend solche, die zwischen SO und SW schwanken können usw. Unter nordwestlichen Winden würden wir also solche zu verstehen haben, die zwischen W und N schwanken. Diese allgemeynere Bezeichnung ist besonders beim Anfangsunterricht der genaueren (z. B. Ostwind) vorzuziehen, weil tatsächlich der Wind nur selten längere Zeit aus der gleichen Richtung weht und meist schwankt.

Bald aber werden auch Fälle beobachtet werden, wo jenes nicht der Fall ist, wo es z. B. bei östlichen Winden regnet, bei südwestlichen Winden heiter und trocken ist, wo südliche, besonders südwestliche Winde im Sommer auffallend rauh sind usw. Solche Fälle brauchen übrigens auch nicht aufgeschrieben zu werden. Sie sind so auffällig, daß die Schüler sie nicht vergessen. Wir setzen unsere Beobachtungen fort, bis dergleichen „Ausnahmefälle“ so oft beobachtet sind, daß jeder Schüler davon überzeugt ist: die Windrichtung allein erklärt uns die herrschende Witterung nicht; es müssen noch andere Umstände mitsprechen.

2. Stunde.

Jetzt setzen wir wieder eine Wetterkundestunde (die zweite) an und suchen festzustellen, welche Umstände das wohl sind. Ge-

*) Dies gilt wahrscheinlich nicht für alle Teile Deutschlands, doch wird jeder Lehrer die Eigentümlichkeiten seines Wohnorts bald herausgefunden haben und sich danach richten können.

wöhnlich finden die Schüler sehr bald und ohne daß der Lehrer wesentlich einzuhelfen braucht, daß sie etwas voreilig angenommen haben: SW-Wind stamme stets vom atlantischen Ozean und dort sei es im Sommer immer kühl; oder NW-Wind stamme stets aus Rußland und dort sei es im Winter immer kalt. Eine kleine Überlegung zeigt folgendes. Wenn etwa in der Gegend von Magdeburg (der Lehrer wird natürlich den Schulort anführen) SW-Wind weht, so kann er zwar vom Meere stammen; doch kann er auch nur vom Harze herwehen. Wenn etwa in der Gegend von Erfurt NO-Wind weht, so kann er zwar aus Rußland stammen; doch kann er auch nur aus der Berliner Gegend stammen. Unsere Windfahne gibt uns zwar die Richtung an, aus welcher der Wind bei uns weht, doch sagt sie uns nichts über seinen Ursprungsort.

Es entsteht also die Frage: wie finden wir den Ursprungsort des Windes? Ja, wir müssen sie noch erweitern. Denn es nützt uns nichts, wenn wir etwa erfahren: der Wind, der an einem bestimmten Tage bei uns weht, stammt tatsächlich aus Rußland. Wir müssen auch wissen, ob es dort zur selben Zeit kalt ist, denn nur dann kann, soweit wir bis jetzt übersehen können, von Rußland kommander Nordostwind uns wirklich kalte Luft zuführen. Die Beantwortung der obigen Frage ist nicht schwer. Entweder kennen die Schüler schon die an der Schule aushängenden Wetterkarten und vermuten, daß sie uns helfen können, oder ein Hinweis auf die Erdkunde führt sie darauf. Auf die Frage z. B.: wo entspringt der Fluß, der an unserm Wohnorte vorüberfließt? können wir im allgemeinen die Antwort nur durch die Landkarte finden. So gibt es auch **Wetterkarten**, die uns zeigen, wo der Wind herweht. Selbstverständlich ist dieser Übergang leichter, wenn die täglichen Wetterkarten des Öffentlichen Wetterdienstes an der Schule aushängen, aber das sollte doch allmählich überall der Fall sein.

Jetzt tauchen im Unterrichte also zum erstenmal die Wetterkarten auf. Sie werden uns übrigens von nun ab ständig begleiten. Wollen wir sie benutzen, so müssen wir mit einigen Schwierigkeiten rechnen, die sich aber ebenso im erdkundlichen Unterricht einfinden. Benutzen wir, was zunächst das Richtige zu sein scheint, die kleinen Karten, die der Wetterdienst täglich herausgibt, so ergeben sich nachstehende Übelstände. Die Karten sind klein und infolge der Eile ihrer Herstellung nicht immer so deutlich, wie das wünschenswert ist. Der Lehrer könnte die Karten, welche die Schule bezieht, zwar ansammeln, muß dann aber jedem Schüler eine andere Karte geben. Bei Benutzung solcher kleinen verschiedenen Ein-

zelkarten ist es bekanntlich nicht leicht, festzustellen, ob irgend ein Schüler auf seiner Karte das richtig auffindet, wovon die Rede ist, selbst beim Herumgehen des Lehrers in der Klasse und Nachprüfen. Jedenfalls geht durch letzteres viel Zeit verloren. Diesen Schwierigkeiten könnte der Lehrer begegnen dadurch, daß er sich von seiner Wetterdienststelle eine hinreichende Anzahl von Karten von einem und demselben Tage schicken ließe. Die Wetterdienststelle wird dem Wunsche wohl gern Folge leisten. So verschicken wir z. B. in Weilburg eine sehr große Anzahl von Karten für solche Zwecke. Doch fürchte ich, daß dies Verfahren sich auf die Dauer nicht durchführen läßt. Die Anforderungen an die Dienststellen in dieser Hinsicht werden allmählich zu groß.

Um hier auszuhelfen, ist vom Verfasser eine kleine **Schülerwetterkarte***) herausgegeben, welche die Wetterlage vom 1. Juli 1913 genau so darstellt, wie die täglichen Karten des Öffentlichen Wetterdienstes. Die gewählte Wetterlage ist sehr einfach. Die Übereinstimmung in der äußeren Form mit den Karten des Öffentlichen Wetterdienstes erleichtert den Unterricht. Abb. I (am Ende des Buchs) stellt diese Schülerwetterkarte dar. Ihre Rückseite bringt übrigens einen erläuternden Text, der in gedrängter Form die Frage beantwortet: Was können wir aus der Wetterkarte lernen? Er enthält alles für den Schüler Notwendige und kann so ein Schülerheft ersetzen. Die Billigkeit der Karte läßt eine Einführung in jeder Schule zu. Dadurch würde die obige Schwierigkeit im wesentlichen beseitigt.

In mancher Beziehung ist es freilich vorteilhafter, wir benützen im Unterricht große Wandkarten. Auf die Vorzüge des Arbeitens mit Wandkarten brauche ich wohl nicht einzugehen. Die einzigen großen Schulwetterkarten, die in der gleichen äußeren Form wie die Karten des Öffentlichen Wetterdienstes gehalten sind, sind die vom Verfasser herausgegebenen vier **Schulwetterkarten*****) von denen die Abb. II—V (am Ende des Buchs) verkleinerte Nachbildungen bringen. Wir werden auf diese einzelnen vier Wetterkarten noch öfter zurückkommen. Jetzt soll nur festgestellt werden, daß es auch für den wetter-

*) Die Schülerwetterkarte ist auf starkes Landkartenpapier gedruckt in der Größe 23 mal 28½ cm. Sie ist vom Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W 35, in Päckchen zu je 10 Stück zum Preise von 1 Mark oder durch jede Buchhandlung auch zum Einzelpreis von 10 Pfennig zu beziehen.

**) Zu beziehen durch jede Buchhandlung oder vom Gea-Verlag, Berlin W 35. Die Karten sind 85 mal 90 cm groß. Der Preis der Karten, die auch einzeln abgegeben werden, beträgt auf festem Landkartenpapier in Papprolle 3 Mark die Karte, aufgezogen auf Leinwand mit Stäben und Ösen zum Aufhängen 6 Mark die Karte.

Was können wir aus der Wetterkarte lernen?

Die Wetterkarte zeigt uns vieles, was wir durch Wetterbeobachtung am Wohnort allein nicht erkennen können. Ihre Zeichen sind auf ihr selbst erklärt.

1. So lehren uns die Temperaturzahlen, daß es am 1. Juli 1913 morgens 8 Uhr innerhalb Deutschlands am wärmsten an der Ostseeküste, am kältesten im Westen war. Überhaupt nahm die Luftwärme in Europa nach Norden zu nicht überall ab. In Petersburg war es z. B. wärmer als in Mitteldeutschland, ja wärmer als in Rom.

2. In Deutschland war es für die Jahreszeit ziemlich kühl. Das muß zum Teil an den Winden liegen. So läßt sich der Ursprung des Nordwestwindes bei Breslau zurückverfolgen über Südschweden und Finnland bis zum Weißen Meere hin. Dorthier stammt aber auch die Luft, die als Westwind bei Krakau und als Südwestwind bei Lemberg weht. Der Nordwind bei Mes stammt aus der Gegend nördlich von Schottland. Von dort stammt aber auch die Luft, die als Nordostwind bei Orisnez und als Ostwind bei Cherbourg weht. Die Windrichtung an unserem Wohnort gibt uns keinen Aufschluß über den Ursprungsort des Windes.

3. Die Windbahnen sind stets gekrümmt. Je nach der Art ihrer Krümmung sind sie entweder Teile eines Wirbels, dessen Kern (östlich Warschau) sie, nach ihm hinstrebend, gegen den Drehungssinn des Uhrzeigers umkreisen. Oder sie sind Teile der entgegengesetzten Windbewegung — eines Gegenwirbels — und wehen von dessen Kern (bei Schottland) im Drehungssinne des Uhrzeigers nach außen.

4. Die nach dem Kern eines Wirbels von allen Seiten hinströmende Luft steigt hier empor. Andererseits senkt sich die vom Kern eines Gegenwirbels nach allen Seiten abfließende Luft dort aus höheren Luftschichten herab.

5. Dieser absteigende Luftstrom bewirkt, daß im Bereiche des Gegenwirbels der Luftdruck stärker als in der Umgebung ist, am stärksten im Kern. So entsteht am Erdboden ein Hochdruckgebiet, dessen Kern (das Hoch) mit dem des Gegenwirbels zusammenfällt. Im Bereiche des aufsteigenden Luftstroms in einem Wirbel ist andererseits der Luftdruck weniger stark als in der Umgebung. So entsteht hier ein Tiefdruckgebiet, dessen Kern (das Tief) mit dem des Wirbels zusammenfällt. In den unteren Luftschichten weht der Wind in einer doppelt gekrümmten Bahn von einem Hoch zu einem Tief. In den höheren Luftschichten wird es umgekehrt sein.

6. Die im Hoch herabstehende Luft straut sich in der Nähe der Erdoberfläche, so daß sich ihre Bewegung verlangsamt. Daher finden wir im Hoch meist schwache Winde oder gar Windstille. Das Emporwehen der Luft im Tief dagegen findet ungehindert statt, so daß die Windstärke hier größer ist.

7. Meist ist der Wind auf einer Seite eines Tiefdruckwirbels (in unserm Falle auf der westlichen) stärker als auf der entgegengesetzten. Die stärksten Winde in der Umgebung eines Tiefs pflegen dies in ihrer Richtung fortzuführen.

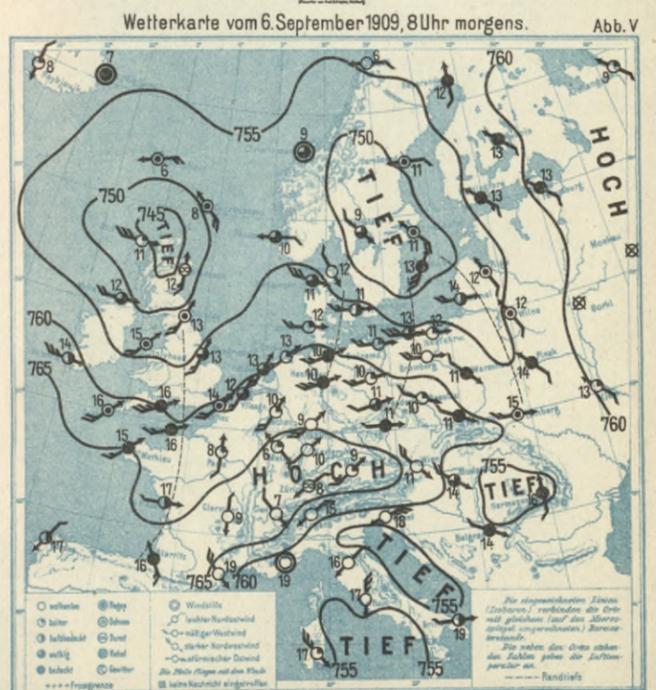
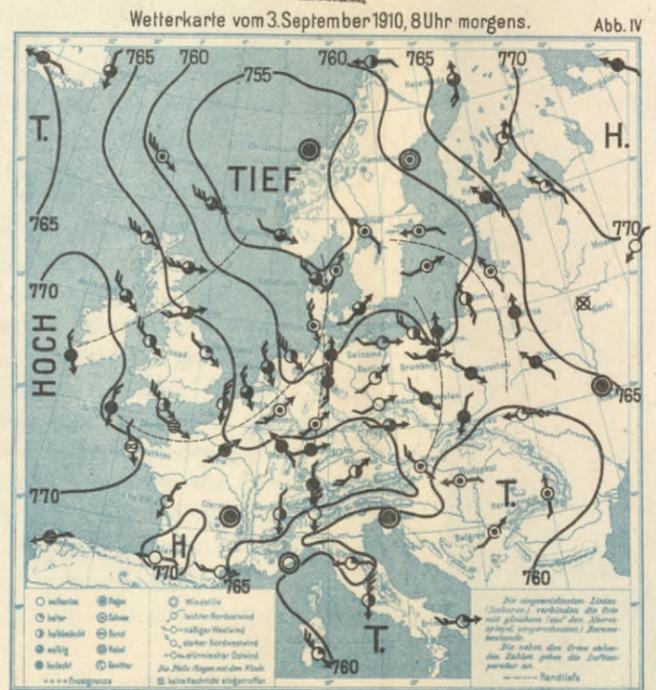
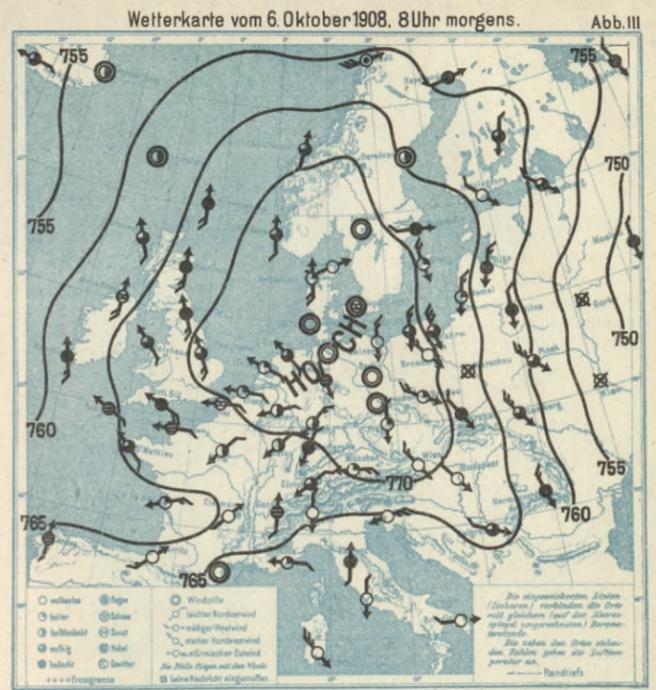
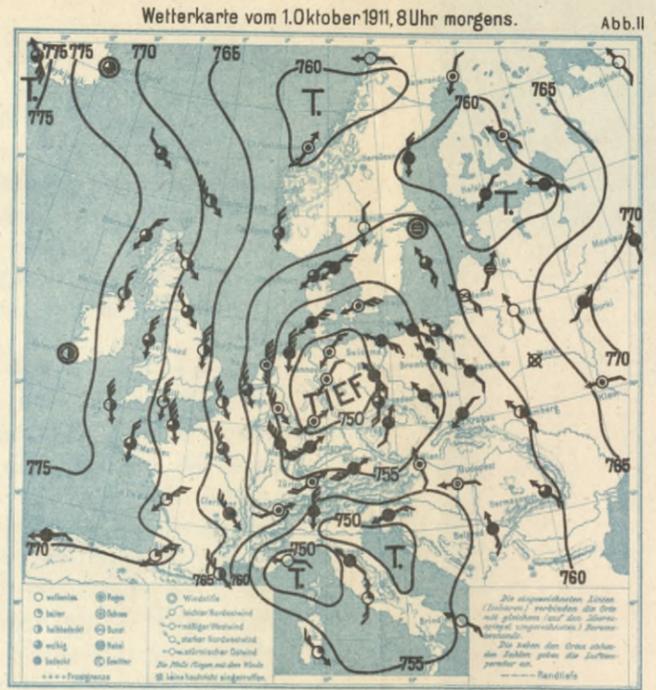
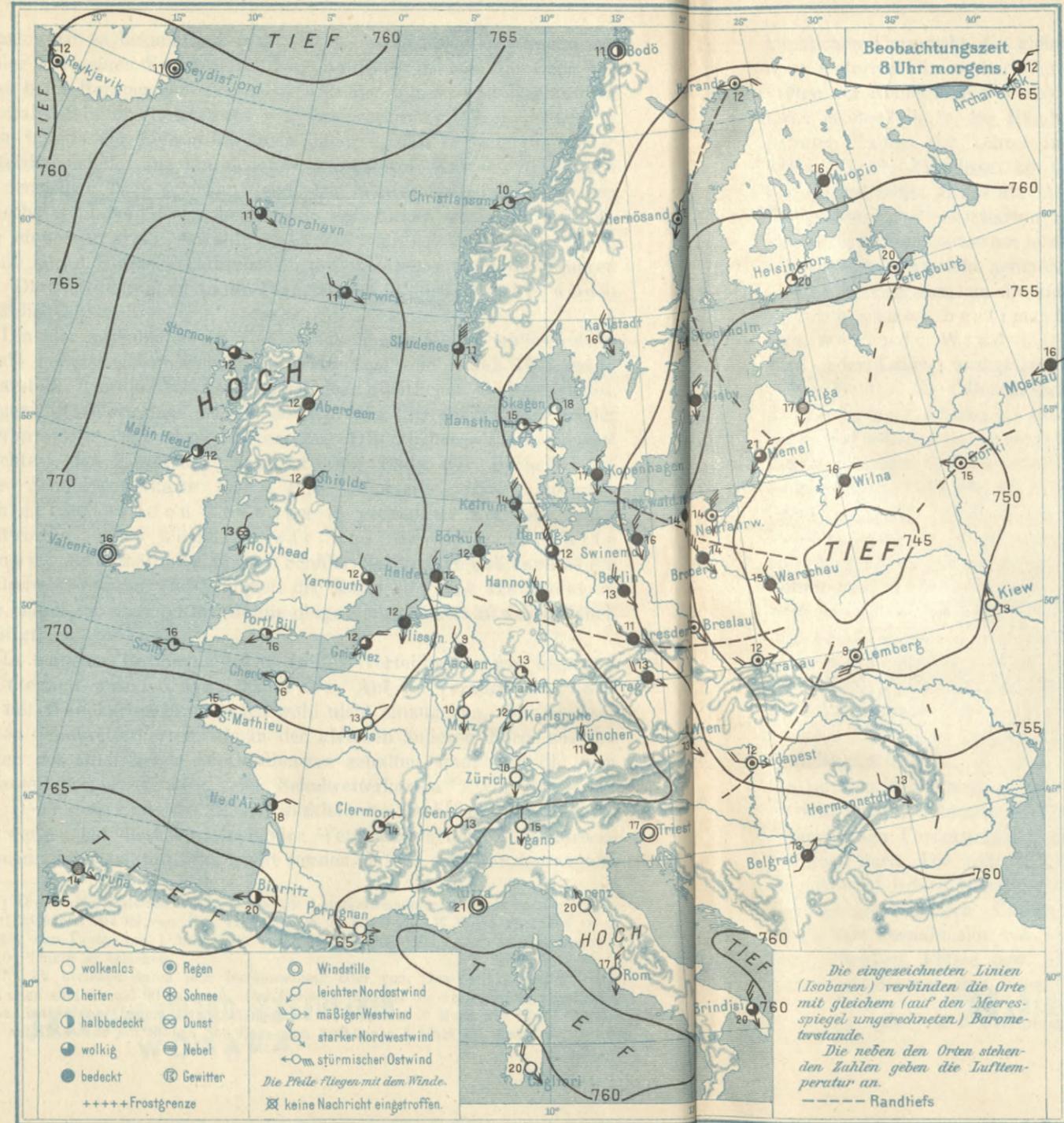
8. Die Bewölkung ist im Bereiche eines Tiefdruckwirbels im allgemeinen stärker als in einem Hochdruckgebiet. Das kommt daher, daß emporksteigende Luft kühler, also immer feuchter wird, bis sie ihre Feuchtigkeit nicht mehr in Gasform halten kann, sondern sie als Wolken ausschleudet. Die im Hoch herabstehende Luft wird umgekehrt wärmer, also trockener, so daß etwa vorhandene Wolken abnehmen oder ganz verschwinden. Daher herrscht im Hoch meist heiteres Wetter.

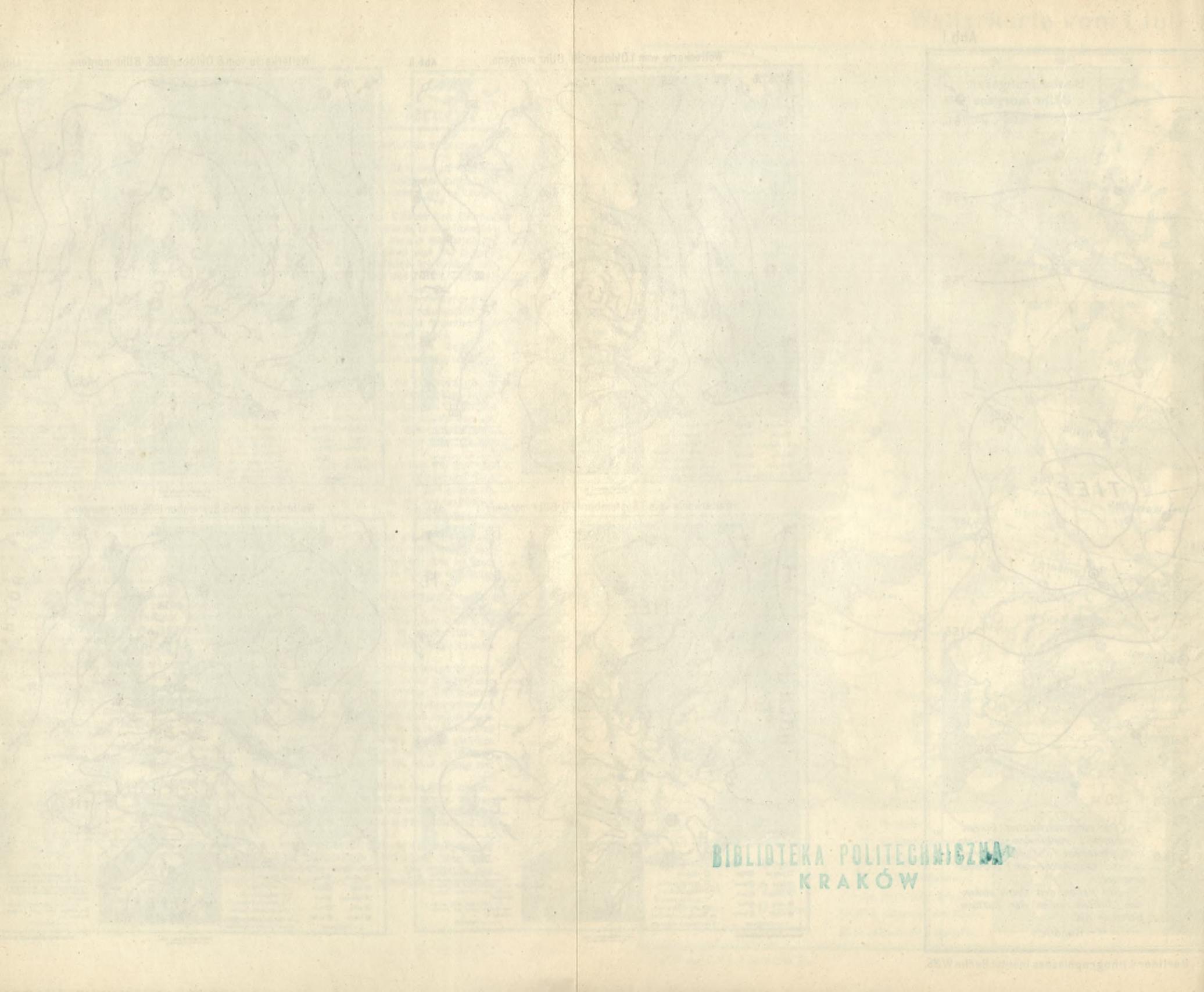
9. Doch zeigt auch unsere Karte, daß die Bewölkung nicht gleichmäßig im Tiefdruckgebiet verteilt ist. Sie ist besonders stark entlang den durch gestrichelte Linien angezeigten „Randtiefs“, die in gleichförmiger Krümmung vom Tiefdruckern nach außen sich erstrecken. Nur im Bereiche der Randtiefs finden wir Regen, mitunter aber in ziemlicher Entfernung vom Kern. Ferner ist im Bereiche der Randtiefs der Wind kräftiger als in den zwischen ihnen gelegenen Gegenden, und seine Richtung zeigt dort nicht selten Abweichungen von der allgemeinen Wirbelbahn.

10. In dem das Tief umkreisenden Luftstrom bilden sich nämlich auf- und abwärts wogende Luftbewegungen, die vom großen Wirbel mitgenommen werden, ähnlich wie wir in jedem Wasserstrom Wellen beobachten können mit Wellenbergen, in denen sich das Wasser nach oben bewegt, und Wellentälern, in denen es sich senkt. Da wo im Luftstrom des Tiefdruckwirbels die Luft besonders stark emporwogt, drückt sie schwächer nach unten als in der Umgebung. Hier entstehen also vom Kern nach außen strahlende Tiefdruckausläufer (die Randtiefs), in denen die Luftbewegung stärker ist und durch ihr kräftigeres Emporsteigen dichtere Bewölkung erzeugt, ja bei hinreichendem Aufsteigen auch Regen. In den zwischen ihnen liegenden Gegenden wogt die Luft herab, drückt also stärker nach unten und erzeugt Hochdruckausläufer (Randhochs), in denen die Windbewegung und die Bewölkung geringer ist, alles ebenso wie im Haupthoch.

11. Die Randtiefs werden vom Hauptwirbel fortgetrieben, ähnlich wie die Wellen im Fluß treiben. Sie umkreisen also den Wirbelkern und gelangen, während dieser etwa ostwärts wandert, z. B. von seiner Westseite auf seine Südwestseite usw. Mit jedem Randtief wandert aber auch die in ihm herrschende stärkere Bewölkung weiter und der in ihm entstehende Regen, samt den besonders auf der Rückseite des Randtiefs kräftiger wehenden Winden.

12. Zieht ein Randtief über unsern Wohnort hinweg, so verursacht es bei uns ein vorübergehendes Fallen des Barometers, eine Winddrehung rechts herum unter gleichzeitiger Verfärbung (eine Böe), Zunahme der Bewölkung und bei hinreichend kräftiger Ausbildung auch Regen. Im Bereiche des nachfolgenden Randhochs steigt das Barometer wieder, der Regen hört auf, Bewölkung und Windstärke werden geringer.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

kundlichen Unterricht die gleichen Hilfsmittel gibt, die der erdkundliche Unterricht in seinen Wandkarten und in seinen kleinen Einzelkarten zur Heimatkunde besitzt. Auf sehr vielen Schulen sind die letzteren ja ebenfalls in den Händen jedes Schülers. Welche von den genannten Karten der Lehrer im Unterricht benutzen will, ist in gewissem Grade Ansichtssache und hängt von der Höhe der zur Verfügung stehenden Mittel ab. Am besten dürfte es sein, im Unterricht die großen Schulwetterkarten zu benutzen, dagegen den Schülern die kleinen Schülerwetterkarten in die Hand zu geben. In folgendem wollen wir auf alles Rücksicht nehmen.

Es handelt sich um die Beantwortung der Frage: wo stammt der zu einer bestimmten Zeit an unserem Wohnort wehende Wind her? Bei der Beantwortung dieser Frage wird jeder Lehrer wenigstens vorübergehend den Schülern die täglichen Karten des Öffentlichen Wetterdienstes in die Hände geben; denn einmal müssen sie diese doch kennen lernen. Der Benutzung jeder Wetterkarte im Unterricht stellt sich aber die weitere Schwierigkeit entgegen, daß sie zu viel enthält. Die Gesamtheit der in ihr eingetragenen, dem Schüler zunächst noch unbekanntem Zeichen, kann leicht verwirren. Deshalb heißt es hier, im Unterricht mit großer Vorsicht vorgehen. Doch bieten nicht nur Wetterkarten diese Schwierigkeit, sondern jede beliebige Landkarte tut das auch. Der erfahrene Lehrer weiß, wie ungeheuer vorsichtig und langsam er vorgehen muß, wenn er den Kindern die erste Bekanntschaft mit Landkarten vermitteln will. Gut wäre es ja zweifellos, wenn dafür zunächst eine Landkarte zur Verfügung stände, die etwa nur die Gebirge enthält; dann eine zweite, in die auch die Flüsse eingetragen sind usw. Natürlich ist auch ein anderer Weg gangbar, aber dies ist wohl der häufigst begangene. Ebenso wäre es gut, wenn wir Wetterkarten, am besten wohl Wandkarten, hätten, die etwa nur die Windverhältnisse oder nur die Luftdruckverteilung usw. enthielten und die wir allmählich im Unterricht benutzen könnten.*) Die schon angeführten Schulwetterkarten geben diesen Forderungen zwar, wie wir sehen werden, in gewissem Umfange nach. Die volle Erfüllung jener methodisch richtigen Forderungen wird jedoch wahrscheinlich auf lange Zeit hinaus noch an der Kostenfrage scheitern. Zudem muß ja auch der Lehrer in der Erdkunde fast ausnahmslos von vornherein eine Karte benutzen, die Gebirge, Straßen, Flüsse usw. auf einmal bringt. Er muß die Schüler dann vorläufig nur eins dieser Kartenelemente betrachten lassen. Das

*) Vgl. später den Wetterkartenatlas.

hat zwar seine Schwierigkeiten, doch überwinden wir die schon jetzt im erdkundlichen Unterricht. Die von mir in diesem Buch vorgeschlagene Methode hat nun den Vorzug, daß sie ähnlich das „Zuviel“ der Wetterkarten in verhältnismäßig einfacher Weise auflöst. Wir haben uns ja zunächst nur das Ziel gestellt, mit Hilfe der Wetterkarte die Frage zu beantworten: wo stammt unser Wind her? Versuchen wir, dies Ziel zu erreichen.

Wir wollen den einfachsten Fall annehmen, daß dem Lehrer nur eine Anzahl Karten des Öffentlichen Wetterdienstes von verschiedenen Tagen zur Verfügung stehen, die er allmählich gesammelt hat. Er wird die Karten verteilen und die Schüler angeben lassen, was sie auf diesen sehen. Der untenstehende Text und die kleinen Täfelchen auf dem Blatt, die von den einzelnen Wetterdienststellen verschieden gefaßt sind, werden die Aufmerksamkeit nicht so sehr auf sich lenken wie die auf dem Blatt oben aufgedruckte Karte eines Teils von Europa, welche die Schüler wohl als die eigentliche Wetterkarte erkennen. Natürlich müssen sie erst mit dem (meist) blau gehaltenen Kartenbilde selbst vertraut gemacht werden. Hieraus folgt, daß dieser Unterricht erst dann einsetzen kann, wenn die Landkarte von Europa im Unterricht schon behandelt worden ist. Wir werden auf unserer blauen Karte einige Länder und Meere aufsuchen lassen. Dann finden die Schüler auch anderes, ihnen schon Bekanntes, so einige Flüsse, Städte usw. Auch von ihnen werden wir eine Reihe zur Übung erst aufsuchen lassen. Daß die Schüler das Gewünschte richtig finden, ist hier nicht allzuschwer festzustellen, weil das bisher Erwähnte auf allen Wetterkarten gleich ist, selbst wenn sie von ganz verschiedenen Tagen stammen.

Ist das blaue Kartenbild vertraut geworden, so können wir uns zu den schwarzen Eintragungen wenden. Hierbei fällt sofort auf, daß diese auf den Karten von verschiedenen Tagen verschieden sind. Von jetzt ab ist es für den Unterricht entschieden vorteilhafter, wenn der Lehrer Karten vom gleichen Tage benutzt, und hier hat die Verwendung der oben erwähnten Schülerwetterkarte den nicht zu unterschätzenden Vorzug, daß die Zeichnung auf ihr deutlicher ist, als sie auf den Wetterkarten des Öffentlichen Wetterdienstes infolge der Eile ihrer Herstellung häufig sein kann. Zunächst wird die Frage entstehen, woher es kommt, daß die schwarzen Eintragungen auf den seither benutzten Karten verschieden sind. Die Antwort ist leicht durch die Schüler selbst aufzustellen. Es steht ja oben auf jeder Karte ein anderes Datum und außerdem die Bemerkung: Beobachtungszeit 8 Uhr morgens oder etwas Ähnliches. Das

schwarze Kartenbild gilt also nur für einen bestimmten Zeitpunkt. Es verändert sich fortgesetzt, das Wetter bei uns ändert sich ja auch ständig.

Wir suchen jetzt der Beantwortung unserer Frage näher zu kommen. Wenn die Wetterkarten dazu helfen sollen, so müssen auf ihnen die Windverhältnisse dargestellt sein. Der Wind ist das hauptsächlich Bewegliche im Wetter. Die Wolken oder die Schneeflocken usw. werden erst durch den Wind bewegt. Demnach wird auch wohl auf dem schwarzen Kartenbilde der Wind durch etwas dargestellt sein, dem wir ohne weiteres Beweglichkeit zuschreiben. Das sind die in der Karte eingetragenen Pfeile.*) Die Schüler finden auch leicht die Erklärung für die Pfeile in dem kleinen blauegedruckten Täfelchen unten links. Hier steht: „Die Pfeile fliegen mit dem Winde“ und ferner sind auf unseren Wetterkarten einige Beispiele angegeben, so für Nordostwind, Westwind usw. Die Windrichtung wird demnach durch die Richtung des Hauptstrichs eines jeden Pfeiles angegeben, nicht durch die kleineren Nebenstriche am hinteren Ende des Pfeiles, die uns vorläufig nichts angehen. Nun müssen die Schüler sich üben im Ablesen der Windrichtung.**) Das muß schließlich zwar an den Tageskarten des Öffentlichen Wetterdienstes geschehen. Vorläufig ist es jedoch zweckmäßig, wir halten uns dabei an eine allen Schülern vorliegende Wetterlage (Schülerwetterkarte) oder an eine Wandkarte. Benutzen wir etwa die Schülerwetterkarte (Abb. I), so

*) Wirkliche Windpfeile mit Spitze finden sich allerdings nicht auf allen Wetterkarten. Manche Ausgabestellen zeichnen nur die Pfeilachse und die „Befiederung“ am Ende des Pfeiles, lassen aber die Pfeilspitze weg. Es gilt dann die Vorschrift, daß man sich die Pfeilspitze im Stationskreis liegend denken soll. Das ist eine Übereinkunft von Vertretern der Wissenschaft. Für Fachleute ist eine solche Vereinbarung auch unbedenklich. Für jeden aber, der sich in das Lesen der Wetterkarten neu einarbeiten will — und das ist vorläufig doch die weit überwiegende Mehrzahl — bietet sie Schwierigkeiten. Dem Verfasser ist es wiederholt begegnet, daß Gebildete, die sich sehr für die Sache interessierten und sich schon mit Wetterkarten beschäftigt hatten, die Richtung der kleinen Striche am Ende des Windpfeils für die Windrichtung hielten. Wenn das bei Erwachsenen möglich ist, wie viel mehr wird diese Gefahr bei Schülern sich einstellen. Was soll gerade ein Schüler sich unter einem „Pfeilbilde“ vorstellen, das keine Spitze hat! Übrigens halten sich auch eine ganze Anzahl deutscher und ausländischer Ausgabestellen von Wetterkarten nicht an jene Übereinkunft. Weshalb sollen wir es daher tun, wenn wir dadurch das Verständnis erschweren, also die Sache schädigen? Aus diesen Gründen lassen wir in Weilburg und an unseren Nebenstellen den Windpfeil durch den Stationskreis gehen, was ja dem Bilde der Wetterfahne, von oben gesehen, auch mehr entspricht, und geben ihm nicht nur ein Ende (Windstärke), sondern auch einen Anfang (Spitze). Im Unterricht bewährt sich das allgemein.

**) Hierbei dürfen wir nicht vergessen, daß die Westostrichtung mit den Breitenkreisen (nicht mit dem oberen Kartenrand) und die Nord-südrichtung mit den Längengraden (nicht mit dem seitlichen Kartenrand) gleichläuft.

finden wir, daß zum Zeitpunkt der Karte Metz Nordwind, Genf Nordostwind, Biarritz Ostwind, Florenz Südostwind, Kiew Südwind, Lemberg Südwestwind, Krakau Westwind und Breslau Nordwestwind hat. Ebenso können wir, wenn wir es für nötig halten, auch Beispiele für die Zwischenwindrichtungen, z. B. Nordnordost usw. auffinden. Wahrscheinlich wird bei diesen Übungen schon den Schülern auffallen, daß an einigen Stationen gar kein Pfeil vorhanden, sondern um den Stationskreis noch ein zweiter gezogen ist. Die Erklärung auf dem vorhin schon benutzten Täfelchen läßt erkennen, daß hier Windstille herrschte. So z. B. in Triest. Weiter berücksichtigen wir das vorläufig nicht. Erfahrungsgemäß ist es sehr gut, die Schüler ja nicht zu wenig im Ablesen der Windrichtung zu üben, da sonst leicht später Fehler unterlaufen.

Wir wollten die Windangaben der Wetterkarte dazu benutzen, um den Ursprung des Windes aufzufinden. Auch das müssen wir später an den Tageskarten des Wetterdienstes tun. Vorläufig wollen wir uns aber üben an der Hand etwa der Schülerwetterkarte (Abb. I). Suchen wir z. B. den Ursprung des Berliner Windes an jenem Morgen. Wir müssen dabei die Pfeilrichtung von Berlin rückwärts verfolgen und kommen nach Mecklenburg. Hier liegt zwar keine Station, doch deuten die Windpfeile an den beiden benachbarten Stationen Hamburg und Swinemünde an, daß auch in Mecklenburg etwa Nordwind wehen wird. Wir gehen also nach Norden weiter rückwärts und kommen nach Kopenhagen. Auch hier ist Nordwind. Gehen wir daher noch mehr nach Norden zurück, so kommen wir ungefähr in die Gegend von Karlstadt in Schweden. Hier ist Nordnordwestwind. Verfolgen wir seine Richtung rückwärts, so kommen wir in die Gegend zwischen den Stationen Christiansund und Hernösand. Erstere hat Ostnordost, letztere Nordnordost. Zwischen beiden wird also wahrscheinlich Nordostwind wehen. Wir biegen daher nach Nordosten um und kommen nach Haparanda. Hier ist Ostwind, dessen Richtung uns, rückwärts verfolgt, nach dem Weißen Meere zu führt, wo die Karte aufhört. Der Nordostwind bei Archangelsk deutet aber an, daß der Wind noch weiter aus dem Nordosten stammen wird. Verfolgen wir nun mit der Finger- oder Bleistiftspitze die eben rückwärts zurückgelegte Bahn in der Richtung, wie der Wind wirklich weht, so erhalten wir eine krummlinige Bahn*) und stellen dadurch fest, daß

*) Tatsächlich legt der Wind eine etwas andere Bahn zurück, wie hier angegeben. Denn während er nach dem Kern des Tiefs hin strebt, bewegt sich dieser selbst von der Stelle. Das braucht uns hier aber nicht zu stören. Denn erstens weicht die wirkliche Windbahn von der aus den Wetterkarten abgelesenen in den meisten Fällen

der Berliner Nordwestwind nicht aus dem Nordwesten Europas, sondern aus seinem Nordosten stammt. Das muß den Schülern auffallen. Wir suchen daher den Ursprung auch der Winde an anderen Stationen zu finden, z. B. des Südwestwindes bei Lemberg. Hier kommen wir rückwärts gehend in die Gegend der Stationen Budapest, Wien, Prag usw., d. h. wir finden, daß der Südwestwind bei Lemberg auch aus der Gegend des Weißen Meeres stammt und eine sehr gekrümmte Bahn hinter sich hat. Ähnlich können wir die Herkunft des Ostwindes bei den Scilly-Inseln zurückverfolgen nach Mittelengland, Nordengland und die Gegend nördlich von Schottland. Wichtig ist, daß wir, nachdem wir die Windbahn rückwärts verfolgt haben, sie jedesmal auch von ihrem gefundenen Ursprungsort vorwärts gehend bis zu der Station verfolgen, von der wir ursprünglich ausgehen, am besten immer mit Bleistift oder Finger. Bei diesen Übungen fällt den Schülern stets als etwas ganz Neues auf, daß alle Windbahnen krummlinig sind und daß der Wind aus einem ganz andern Orte stammt, als wir nach seiner letzten Richtung vermuten mußten. (Der Rückseitentext der Schülerwetterkarte enthält übrigens hierfür einige Beispiele, so daß die Schüler bei der Benutzung dieser Karte auch etwas Bleibendes mit nach Hause nehmen.)

Die gleichen Übungen können wir noch besser an den schon erwähnten vier Wandkarten vornehmen. Auch hiervon einige Beispiele. Auf Karte 1 (Abb. II) können wir feststellen, daß der Südwestwind bei Frankfurt aus der Gegend von Island stammt. Ebenso daß der Nordostwind bei Hannover etwa aus Galizien oder wahrscheinlich aus der Gegend des Schwarzen Meeres stammt. — Auf Karte 2 (Abb. III) können wir feststellen, daß der Nordostwind bei Frankfurt aus der Gegend von Hamburg oder Süddänemark stammt. Denn im nördlichen Dänemark wehen Süd- und Südwestwinde, die aus der gleichen Gegend stammen. Dies Beispiel zeigt, daß der Wind aus ziemlicher Nähe stammen kann. Nach dem gleichen Ursprungsorte können wir auch die Winde bei Schottland zurückverfolgen. — Auf Karte 3 (Abb. IV) können wir feststellen, daß der Südwind bei Hannover aus der Frankfurter Gegend und dann etwa vom Wasgau her weht. Wir können seinen Ursprung nicht weiter zurückverfolgen, denn Zürich hat Nordwind. In diesem Falle scheint also der Wasgau der Ursprungsort für mehrere Winde aus der Nachbarschaft zu sein. Auf der gleichen Karte können wir feststellen, daß der Südwestwind bei

nicht stark, jedenfalls nicht wesentlich ab. Dann aber sprechen wir ja auch im erdkundlichen Unterricht davon, daß die Erdbahn eine Ellipse sei, während die wirkliche Erdbahn eine ganz andere ist, da sich ja die Sonne auch fortbewegt.

Aachen wahrscheinlich aus der Gegend von Island stammt. — Auf Karte 4 (Abb. V) können wir ebenso finden, daß der Nordwestwind bei Warschau aus der Gegend westlich vom Kanal stammt. An diesem Morgen wehte der Südostwind von Stockholm ferner aus dem südlichsten Norwegen her, vielleicht sogar aus der Gegend westlich von Irland. Die große Lücke, welche die Nordsee im Stationsnetz noch schafft, läßt uns hier im Zweifel bleiben. Überhaupt kann man bei dieser Art des Zurückverfolgens der Windrichtung über den wirklichen Ursprungsort mitunter verschiedener Meinung sein. Das liegt aber nur daran, daß das Stationsnetz nicht überall gleichmäßig dicht ist.

Übungen.

Diese Arbeit an der Schülerwetterkarte oder an den Wandkarten sollte nur eine Vorübung sein. Hauptsache ist nun natürlich, daß die Schüler den Ursprung des zu einer bestimmten Zeit an ihrem Wohnorte wehenden Windes aufzusuchen verstehen. Zu diesem Zwecke schieben wir jetzt **Ü b u n g e n** ein, die sich vielleicht auf eine längere Zeit erstrecken. Einige Schüler werden in passender Abwechslung beauftragt an der Hand der laufenden Wetterkarten des Öffentlichen Wetterdienstes festzustellen, woher der Wind stammt, der morgens 8 Uhr am Wohnorte weht. Wir wählen hierzu die 8-Uhr-Stunde, denn das ist ja auch die Beobachtungszeit der Wetterkarten. In den ersten Tagen wird das sicher einige Schwierigkeiten machen. Deswegen ist es gut, man wählt anfangs einige geschicktere Schüler, am besten solche, die sich freiwillig melden. Das Aufsuchen kann in der Pause geschehen. Zu Beginn der Stunde hat der betr. Schüler dann nur zu sagen, was für Wind am Wohnorte an dem betreffenden Morgen wehte, ferner woher er stammt, und hat seine Bahn mit der Fingerspitze auf der Wetterkarte zu verfolgen. Erfahrungsgemäß dauert es nicht lange, bis die Schüler das fehlerfrei können. Entstehen dabei, wie oben angedeutet, Meinungsverschiedenheiten über den Ursprung, so ist es gar nicht nötig, bei solch' zweifelhaften Fällen lange zu verweilen. Jedenfalls nehmen derartige tägliche Übungen nach kurzer Übergangszeit nur eine ganz geringe Zeit in Anspruch, meist nur einen Bruchteil einer Minute. Ebenso entsteht für den Lehrer nur sehr geringe Mühe dadurch. Bis jetzt haben wir also nach unserm Plan erst zwei Stunden auf Wetterkunde verwandt; alles übrige sind kurze **Ü b u n g e n**, deren Zeitdauer wir nicht zu berücksichtigen brauchen.

Bei diesen Übungen halten wir unseren ursprünglichen Zweck fest im Auge. Wir wollen den Windursprung aufsuchen, um uns so die Eigenart des Windes besser erklären zu können, als wir es durch

bloße Beobachtungen der Windrichtung bei uns vermögen. So etwa die Tatsache, daß er einmal Kälte, einmal Wärme „bringt“. Die Schüler verstehen bald, daß ein Wind, der bei uns zwar aus Südwesten weht, in Wirklichkeit aber aus Nordskandinavien stammt, nicht milde sein kann. Ebenso, daß ein Wind, der bei uns aus Süden weht, aber in Wirklichkeit vom Atlantischen Ozean herkommt, nicht heiß sein kann. Und so in vielen andern Fällen.

Die laufenden Wetterkarten des Öffentlichen Wetterdienstes geben uns zudem nicht nur den Ursprungsort des Windes an, sondern sie zeigen auch die Temperatur an, die am Ursprungsort des Windes an dem betreffenden Morgen tatsächlich vorhanden ist. Die Temperaturen werden, wie die Schüler an dem kleinen Täfelchen unten rechts auf der Wetterkarte selbst ablesen können, durch die neben den Orten stehenden Zahlen angegeben. Bei dieser Gelegenheit würden wir festzustellen haben, daß es sich hier um Celsiusgrade und um Temperaturen handelt, die im Schatten gemessen sind. Suchen wir wiederholt die Temperaturen auf, die am Ursprungsort des Windes vorhanden sind, so werden die Schüler auch hier einige Überraschungen erleben. Denn die Tageskarten zeigen, daß es nicht etwa stets im Norden von Europa kälter ist als in Mitteldeutschland. Oder daß es mitunter im Winter in Rußland milder ist als bei uns u. a. (Auch hierfür bietet die Schülerwetterkarte einige Beispiele dar. Der rückseitige Text weist darauf hin.)

3. Stunde.

Sobald wir bei diesen täglichen Übungen auch die Temperatur am Ursprungsort eines Windes aufsuchen und also die Temperaturzahlen auf der Karte beachten, ist wohl die beste Gelegenheit, das Thermometer einzuführen. Dies wichtige Instrument wird ja jetzt schon auf jeder Schule behandelt, aber das geschieht nicht immer im Zusammenhange mit der Witterung. Im täglichen Leben wird es jedoch vorwiegend, ja fast ausschließlich benutzt, um die Temperatur der Luft festzustellen. Demnach ist es folgerichtig am besten auch im wetterkundlichen Unterricht zu behandeln. Ähnliches gilt später für das Barometer u. a. Fügen wir das Thermometer unserm Lehrplan ein, so vermehren wir zwar scheinbar die Anzahl der auf ihn zu verwendenden Unterrichtsstunden. In Wirklichkeit liegt darin aber keine Neubelastung der Unterrichtszeit, denn die Zeit ist ja doch schon seither dafür aufgewandt.

Weiter brauchen wir hier auf die unterrichtliche Behandlung des Thermometers (dritte Stunde) wohl nicht einzugehen.

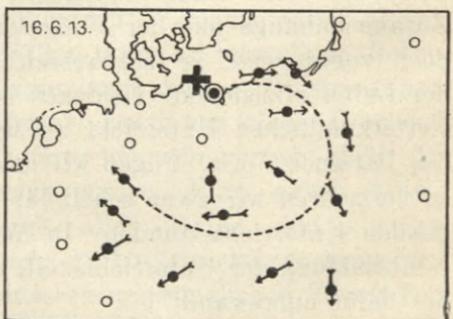
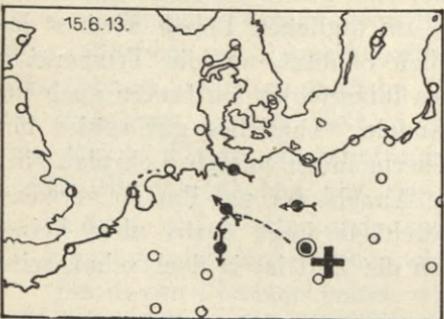
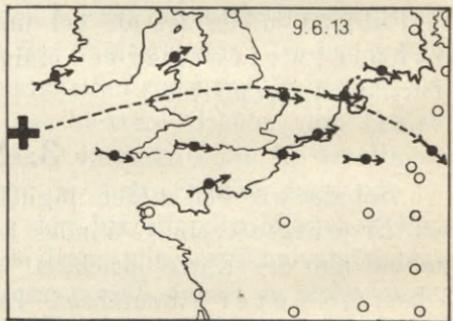
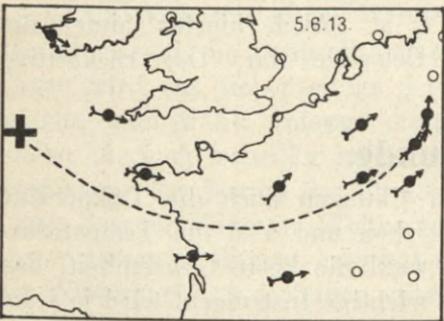
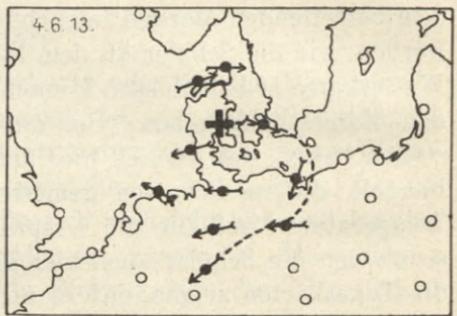
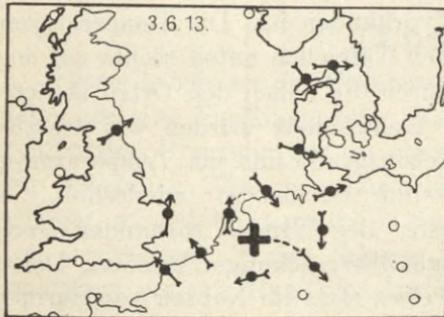
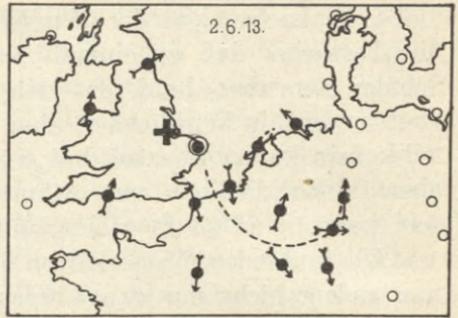
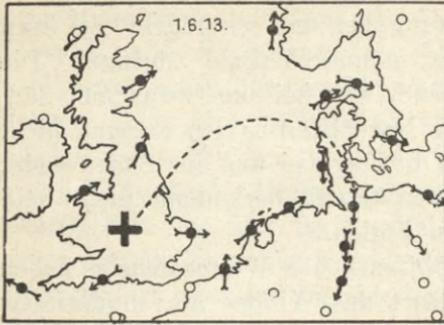


Abb. 1.

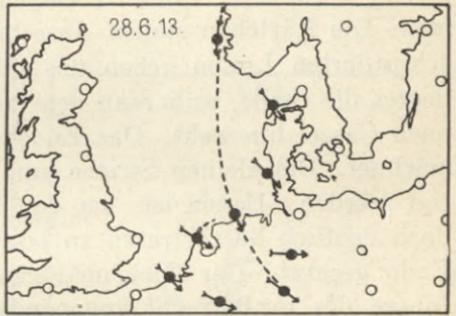
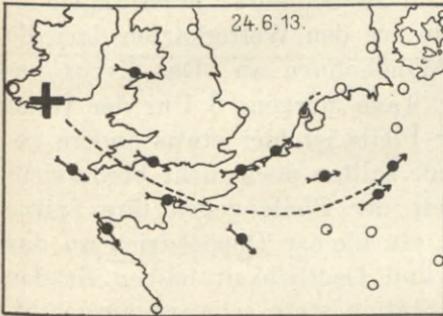
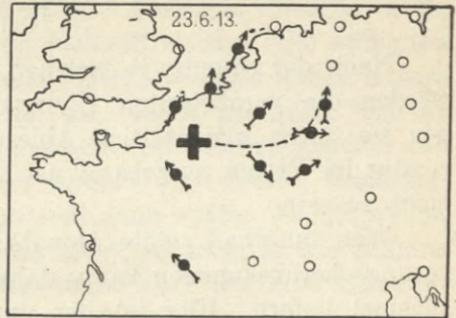
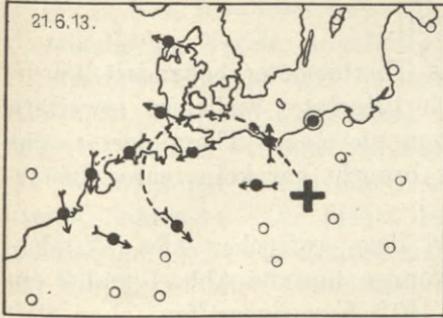


Abb. 2.

Übungen.

Nach der Stunde, in welcher das Thermometer behandelt wurde, werden die verabredeten Übungen fortgesetzt. Vielleicht erweitern wir sie durch gleichzeitige Ablesungen an einem Thermometer, das richtig im Freien aufgehängt ist. Es braucht gar kein teures Instrument zu sein.

Was innerhalb eines Monats bei dem Aufsuchen des Windursprungs herauskommen kann, dafür können uns die Abb. 1 und 2 ein Beispiel liefern. Hier ist der Juni 1913 herausgegriffen, ohne daß hierfür besondere Gründe vorlagen, und als Schulort Cassel angenommen. Die Kärtchen stellen Ausschnitte aus den Wetterkarten dar; die schraffierten Linien geben uns die Windbahnen an. Das Kreuz bedeutet die Stelle, woher an dem betr. Tage morgens 8 Uhr der Wind nach Cassel hin weht. Das Ende der Pfeile ist hier etwas anders gezeichnet. Die kleinen Striche am Ende sollten noch nicht berücksichtigt werden. Daher ist, um das Ende der Pfeile gegen ihre Spitze doch deutlich hervortreten zu lassen, ein kleiner Doppelstrich an das Ende gesetzt. Der Gleichmäßigkeit und Deutlichkeit halber ist das Innere der in Betracht kommenden Station stets schwarz ausgefüllt. Wir sehen auf den 13 dargestellten Kärtchen lauter verschiedene Windbahnen. An den Tagen, für welche Wetterkartenausschnitte nicht angefügt sind, bot die Wetterlage nichts Neues dar. Aus den Kärtchen erkennen wir, daß die Windbahnen stets gekrümmt sind.*) Wir bemerken drei Arten von Windbahnen:

1. solche, welche die Höhlung auf der linken, die Wölbung auf der rechten Seite haben (2., 5., 15., 21., 23., 24., 25., 28. Juni);
2. solche, welche die Höhlung auf der rechten, die Wölbung auf der linken Seite haben (1., 3., 9., 16 Juni);
3. solche, welche doppelte Krümmung haben (4. Juni, vielleicht auch 25. Juni).

Sobald die Schüler bemerkt haben, daß es diese drei Arten von Windbahnen gibt, tragen wir zunächst die eine Art auf eine Karte ein. Abb. 3 gibt eine Zusammenstellung der im Juni gefundenen Windbahnen der ersten Art, so also, daß alle in Cassel enden. Im Unterricht werden wir das am besten auch in eine Wetterkarte eintragen. Dazu gibt es Wetterkartenformulare auf Linoleum oder auf Wachtuch mit Stäben (zum Zusammenrollen), die von H. Behse

*) Es gibt überhaupt keine geradlinigen Windbahnen. Scheint es so, dann handelt es sich um Bahnen von sehr geringer Krümmung.

in Berlin N 4, Invalidenstraße 42, oder von O. Eisele in Frankfurt a. M., Physikalischer Verein, angefertigt und verkauft werden. Sie enthalten Umrißlinien Europas und Stationskreise. Die Anfertiger geben nähere Auskunft. Besitzen wir solche, hierfür am besten geeignete Karten nicht, so können wir eine beliebige Landkarte von Europa nehmen und die Windbahnen mit weicher, weißer Kreide (am besten Magnesia-creide) eintragen. Die Linien lassen sich dann später leicht wieder auswischen. Will ein Lehrer auch das nicht, so kann er die Bahnen auf die Ecke einer Wandtafel, nötigenfalls auch auf eine Schiefertafel eintragen.

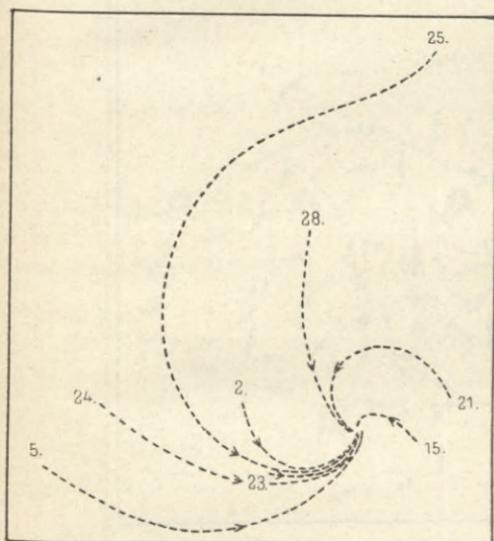


Abb. 3.

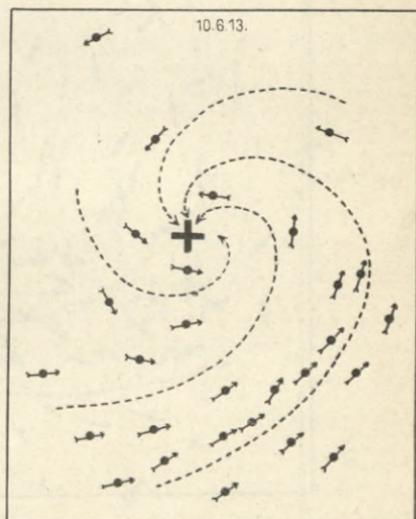


Abb. 4.

Je mehr derartige, aus den täglichen Karten des Wetterdienstes wirklich abgelesene Windbahnen zusammengestellt sind, desto deutlicher erkennen die Schüler, daß die Windbahnen alle in einem Sinne verlaufen. Die Schüler selbst pflegen den Ausdruck Wirbel für das Gesamtbild anzugeben. Dies Wirbelbild haben wir zwar aus einer Reihe von Tagen allmählich zusammengesetzt. Bald aber wird ein solcher Wirbel auch auf der Wetterkarte selbst auftreten. Meist ist auf jeder Karte mindestens ein derartiger Windwirbel vorhanden, doch liegt er nicht immer vollständig auf unserem Kartenfelde. Vielfach liegt sein westlicher Teil draußen auf dem Ozean und nur sein östlicher Teil etwa in der Gegend von Großbritannien. Mitunter liegt

auch sein östlicher Teil über dem mittleren Rußland und nur sein westlicher Teil in unserem Kartenfelde. Wir müssen daher warten, bis ein einigermaßen vollständiger Wirbel ganz im Kartenfelde liegt. Im Juni 1913 war das schon am 10. der Fall. Abb. 4 stellt ihn dar. Das Kreuz soll auch hier den Ort kennzeichnen, nach dem die Winde hinwehen: den Kern des Wirbels. Haben die Schüler einmal auf die krummlinigen Windbahnen geachtet, dann fallen ihnen die auf der Wetterkarte ganz oder teilweise vorhandenen Wirbel ohne weiteres auf.

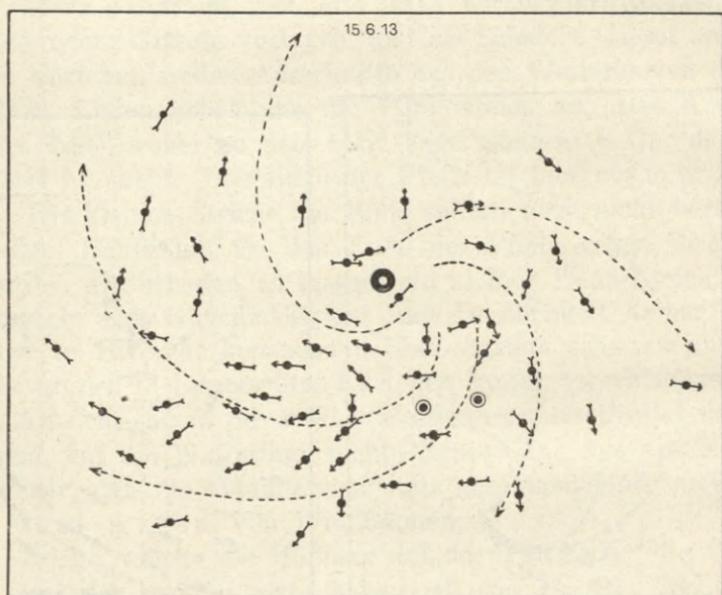


Abb. 5.

Die auf verschiedenen Wetterkarten aufgefundenen Windbahnen der zweiten Art (Höhlung rechts, Wölbung links) können wir nicht wie die vorigen auf einer Karte oder einer Tafel so darstellen, daß Cassel der Mittelpunkt ist; denn diese Bahnen haben, wie wir uns bald auf der Wetterkarte überzeugen, nicht einen Kern, nach dem sie sämtlich hinwehen. Wohl aber werden wir im gleichen Monat schon mehrere derartig gekrümmte Windbahnen auf einer oder mehreren Wetterkarten finden und erkennen, daß sie sämtlich von einer Gegend nach außen streben. Im Juni 1913 bot schon der 15. ein solches ziemlich vollständiges Bild dar. Abb. 5 zeigt es. Die Winde wehen hier alle aus einer Gegend, deren Lage durch den großen Kreis gekennzeichnet ist.

Es bleiben jetzt noch die Windbahnen mit doppelter Krümmung übrig (4. Juni). Auch diese werden wir binnen kurzem deutlich auf einer Wetterkarte sehen und zwar dann, wenn auf dem Kartenfelde ein Windsystem der ersten und ein solches der zweiten Art gleichzeitig vorhanden sind. Derartige Doppelbilder finden sich ebenfalls fast auf jeder Wetterkarte vor, doch nicht immer in solcher Vollständigkeit und Deutlichkeit, daß sie den Schülern ohne weiteres auffallen. Im Juni 1913 z. B. fand sich ein derartiger vollständiger Doppelwirbel in großer Deutlichkeit nicht vor. Aber wohl bot der 1. Juli 1913

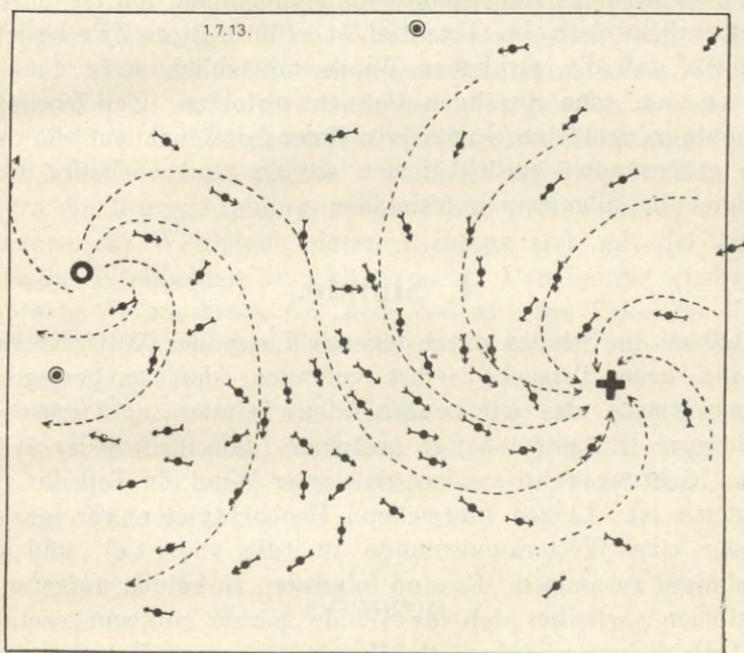


Abb. 6.

einen dar. Abb. 6 zeigt ihn uns. Es ist übrigens die Wetterlage, die auch für die Schülerwetterkarte verwandt ist. In dieser Abbildung sehen wir, den wirklichen Verhältnissen entnommen, die beiden oben schon angeführten Windsysteme. Beim Kreuz der Karte ist der Kern eines Windwirbels, alle Winde der Nachbarschaft wehen in spiraligen Bahnen auf den Kern zu. Der Kern des andern Windsystems liegt an diesem Morgen beim Kreis der Karte. Hier wehen ebenfalls in spiraligen Bahnen alle Winde der Gegend von jenem Kern nach außen. Zwischen beiden Kernen findet sich eine Windbahn der dritten Art, die in doppelter Krümmung vom Kreis zum Kreuz führt.

Ähnliche Ergebnisse werden wir haben, wenn wir in einem beliebigen anderen Monat täglich den Windursprung aufsuchen. Mitunter gelangen wir schneller, mitunter allerdings auch langsamer dahin, daß die Schüler die beiden verschiedenen Windsysteme erkennen. Betrachten wir unsere Zeichnungen genauer, so sehen wir, daß die „Windbahnlinie“ nicht immer vollständig mit der Windrichtung der benachbarten Stationen übereinstimmt. Doch wird man gern zugeben, daß die Windbahnen der mittleren Windrichtung benachbarter Stationen leidlich gut folgen. Fallen den Schülern die Abweichungen verschiedener Windpfeile von den großen Windbahnen auf, so darf man das nicht zurückweisen. Im Gegenteil ist es für spätere Zwecke wichtig, festzustellen, daß die wirklichen Winde tatsächlich nur im großen ganzen jene spiraligen Bahnen verfolgen. Um Zweifeln der Schüler entgegenzutreten, sagen wir ihnen, daß wir auf die Abweichungen später noch zurückkommen werden und vorläufig nur die Windbahnen im allgemeinen feststellen wollen.

4. Stunde.

So haben die Schüler durch eigenes Lesen der Wetterkarten die ihnen ganz neue Tatsache selbst gefunden, daß im beweglichsten Witterungselement, das wir kennen, den Winden an verschiedenen Orten Europas, Zusammenhänge bestehen; daß nicht jeder Wind in beliebiger Richtung weht, sondern daß jeder Wind ein Teil der großen Windsysteme ist. Liegen hinreichend Beobachtungen vor, so setzen wir wieder eine Wetterkundestunde an (die vierte) und stellen die Ergebnisse zusammen. Es sind folgende: In beiden aufgefundenen Windsystemen verhalten sich die Winde gerade entgegengesetzt.

- a) Beim ersten wehen die Winde um einen Kern gegen den Drehungssinn des Uhrzeigers (links herum), allmählich dem Kern näher kommend.
- b) Beim zweiten wehen die Winde im Drehungssinn des Uhrzeigers (rechts herum) vom Kern allmählich nach außen.

Die letztere Drehung pflegt man kurz zu nennen: im Zeigersinn, die erstere: im Gegenzeigersinn. Das erste Windsystem nennt man Zyklone, das zweite Antizyklone. In der vom Griechischen abgeleiteten Bezeichnung „Anti“ ist der Gegensatz beider Windsysteme ausgedrückt. Für unsere Schulzwecke lassen wir diese wissenschaftlichen Namen wohl besser weg oder erwähnen sie auf höheren Schulen nur nebenbei. Das erste Windsystem können wir sehr wohl so nennen, wie es die Schüler selbst ohne weiteres zu nennen

pflügen: Windwirbel oder kurz *Wirbel*. Das zweite würde dann in Übereinstimmung mit dem „wissenschaftlichen“ Ausdruck als *Gegenwirbel* zu bezeichnen sein. Der Ausdruck *Wirbel* hat sich schon vielfach eingebürgert, gegen den Gebrauch des Wortes *Gegenwirbel* dürften sachliche Bedenken wohl auch nicht erhoben werden können, umsomehr, als er genau in der gleichen Weise gebildet ist wie der schon längst eingeführte Ausdruck: *Gegenzeigersinn*.

Das Bild des Windwirbels müssen die Schüler sich einprägen. Die zahlreichen Windbahnen der Abb. 6 bereiten dem gedächtnismäßigen Behalten vielleicht einige Schwierigkeiten. Wir können aber leicht herausfinden, daß allen Windbahnen südlich vom Kern des Wirbels die südwestliche Richtung gemeinsam ist, allen Windbahnen westlich vom Kern die nordwestliche usw. Wir können also das Wirbelschema noch einfacher darstellen durch eine Zeichnung, wie sie Abb. 8 d gibt. Hier ist südlich vom Kern ein Südwestpfeil, westlich vom Kern ein Nordwestpfeil gezeichnet und so kreisförmig angeordnet im ganzen acht Windpfeile, deren Richtung sich mit der aller entsprechenden Windbahnen in Abb. 6 deckt. Der Lehrer wird gut tun, das einfache Windschema der Abb. 8 d an eine Ecke der Tafel zu zeichnen und hier mehrere Tage stehen zu lassen, bis die Schüler es sich eingeprägt haben.

Ebenso können wir die Windbewegung im Gegenwirbel der Abb. 6 noch einfacher so darstellen, wie es Abb. 9 d zeigt. Zweckmäßig zeichnen wir auch dies Schema an die Tafel und lassen es dort einige Tage stehen.

Übungen.

Inzwischen setzen wir unsere täglichen Übungen an den Wetterkarten fort. Erfahrungsgemäß suchen die Schüler jetzt mit Interesse die Windwirbel auf der Karte auf. Wir stellen die Aufgabe, täglich festzustellen, ob wir im Bereiche eines Wirbels sind und wo dessen Kern liegt. Wir können jetzt auch eine zweite Aufgabe stellen, nämlich folgende. Haben wir morgens 8 Uhr Südwestwind bei uns beobachtet, so fragen wir morgens schon, wo der Kern des Wirbels liegen wird, in dessen Bereich wir uns augenblicklich befinden. Die Antwort wird nach dem Schema der Abb. 8 d lauten: nördlich von uns. Genauer können wir das allerdings nicht bestimmen. Wohnen wir z. B. in Cassel, so kann der Kern des Wirbels bei Hannover, bei Hamburg, aber auch im nördlichen Dänemark oder noch weiter nördlich liegen. Das können wir nur feststellen durch die später eintreffende Wetter-

karte des gleichen Morgens. Diese zeigt uns dann aber auch stets, daß der Wirbelkern in jenem Falle nördlich von uns liegt. Weht an einem anderen Tage bei uns Nordwestwind, so werden die Schüler selbst annehmen, daß der Kern des Wirbels, in dessen Bereich wir uns befinden, östlich von uns liegen muß. Die später eintreffende Wetterkarte wird es bestätigen. Und so in andern Fällen. Bei Ostwind z. B. wird der Wirbelkern südwestlich von uns liegen. Derartige „Vorhersagen“ pflegen den Schülern Freude zu machen, zudem eine immer größere Vertrautheit mit der Wetterkarte zu erzielen.

Diese Übungen erstrecken sich natürlich auch auf unsere Lage zu einem Gegenwirbel. Weht bei uns z. B. Südwestwind, so liegt zwar nördlich von uns der Kern eines Wirbels, gleichzeitig aber südlich von uns der Kern eines Gegenwirbels usw. Durch solche Doppelübungen wird nebenbei auch stets deutlich, daß der Wind aus einem Gegenwirbel in einen Wirbel weht.

Allerdings werden wir bei derartigen Übungen recht häufig finden, daß der Kern nicht genau in der Himmelsrichtung liegt, in welcher wir ihn vermuten. Macht ein Schüler solche Wahrnehmungen, so weisen wir sie natürlich nicht zurück, sondern vertrösten ihn auf später. Wir wollen ja vorläufig nur die Windverhältnisse im allgemeinen feststellen. Auf Einzelabweichungen im besonderen müssen wir natürlich später zurückkommen. Dies vorläufige Verfahren, das man vielleicht als etwas ungenau bezeichnen könnte, pflegt Schülern aber wenig Bedenken zu machen, besonders wenn wir sie darauf hinweisen, daß auch unsere Windfahne nur ganz ausnahmsweise längere Zeit stillsteht, sondern auch meist etwas schwankt. Vielleicht erklären sich diese kleinen Schwankungen der Windfahne dann auch später.

Überblicken wir noch einmal den Weg, den wir gegangen. Wir hatten uns die Aufgabe gestellt, die wichtigsten Witterungserscheinungen zu erklären. Die Schüler hatten den Wind als Hauptursache hingestellt. Beobachtungen lehrten, daß dies nicht ohne weiteres zulässig ist. Eine Untersuchung mit Hilfe der Wetterkarten zeigte uns den Grund, und bei dieser Gelegenheit hat sich die äußerst wichtige Tatsache ergeben: jeder Wind ist ein Teil eines Wirbels oder eines Gegenwirbels.

Das ist ein Ergebnis, das die Schüler nicht erwarten konnten. Umso mehr pflegt es das Interesse an der Wetterkunde und besonders an den Wetterkarten zu steigern.

Zweiter Vortrag.

5. Stunde.

Sind die täglichen Übungen einige Zeit fortgesetzt, wozu kaum nennenswerte Zeit erforderlich ist, so setzen wir eine neue Wetterkundestunde an. Wir stellen zunächst wiederholend noch einmal fest, daß der Wind im Gegenwirbel nach außen, im Wirbel nach innen weht. Das Hauptinteresse pflegen die Wirbel zu erwecken, schon deshalb, weil sie auf den Wetterkarten häufiger und deutlicher auftreten. Das hauptsächlichste Kennzeichen eines Wirbels ist, daß der Wind nach innen weht.

Für das Folgende können wir zweckmäßig eine Art Windmodell benutzen, wie es in Abb. 7 dargestellt ist. Es besteht aus einer kreisrunden Holzscheibe, die ein Schüler uns gern mit der Laubsäge anfertigt. In der Nähe ihres Umfangs sind mit Schrauben (nicht mit Nägeln, da das Holz sonst gern platzt) einfache Holzpfeile befestigt, die drehbar sind. Sie werden zweckmäßig farbig angestrichen. Auch solche Holzpfeile fertigen uns die Schüler gern an. An dem Windmodell der Abb. 7 sind die Windpfeile mit Absicht ziemlich regellos gestellt. Das soll andeuten, daß wir sie beliebig einstellen können.

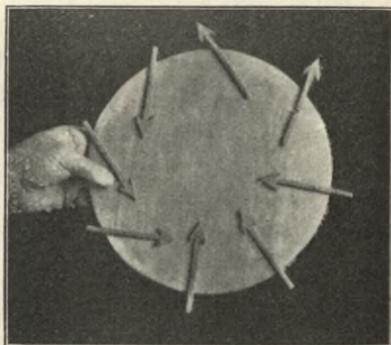


Abb. 7.

Dies Windmodell können wir benutzen zur Darstellung von Wirbeln, Gegenwirbeln und anderem. Das Hauptmerkmal für die Wirbel gegenüber den Gegenwirbeln ist, wie schon gesagt, daß die Pfeile beim Wirbel nach innen zeigen. Wir geben das Modell einem Schüler in die Hand und stellen ihm die Aufgabe, die regellos gerichteten Pfeile so zu drehen, daß sie alle nach innen gerichtet sind. Mit größter Wahrscheinlichkeit wird der Schüler die Pfeile so richten, wie sie in Abb. 8 a stehen, also etwa wie die Speichen eines Rades. Die Aufgabe ist richtig gelöst, aber die Pfeile stehen anders wie in unserm Wirbelschema (Abb. 8 d). Vergleichen wir beides, so sehen wir, daß z. B.

* Am Schlusse ist unser Lehrgang kurz umrissen. Wir finden den Inhalt der hier genauer ausgeführten Stunden und der Zwischenübungen dort zusammengestellt.

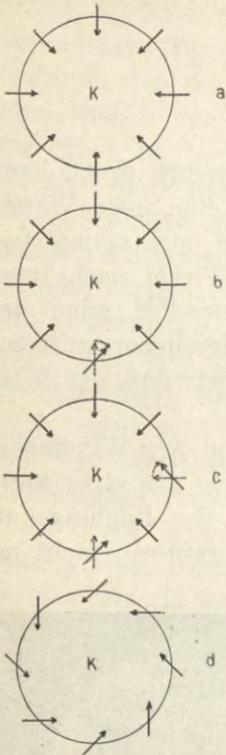


Abb. 8.

auf der Südseite des Kerns bei unserm Windmodell der Pfeil Südwind anzeigt, beim Wirbelschema aber Südwestwind. Wollen wir auch auf unserm Windmodell hier Südwestwind haben, so müssen wir den Pfeil rechts herum drehen. Auf die Größe der Drehung kommt es vorläufig nicht an, wir nehmen also eine mittlere von 45° . Abb. 8b deutet es an. Ebenso weht auf der Ostseite des Kerns in unserm Windmodell Ostwind, im Wirbelschema aber Südostwind. Soll der östliche Pfeil im Windmodell so wehen, wie er an dieser Stelle beim Wirbel tatsächlich weht, so müssen wir ihn ebenfalls (um 45°) rechts drehen. Abb. 8c zeigt es. Auf den übrigen Seiten ist es entsprechend, d. h. wir müssen sämtliche Pfeile unseres Windmodells aus der Speichenstellung (der radialen Richtung) des Windmodells nach rechts drehen, sollen die Pfeile des Windmodells einen Windwirbel darstellen.

Die Gegenaufgabe würde sein, die Pfeile des Windmodells so zu stellen, daß sie sämtlich nach außen gerichtet sind, was ja das Hauptmerkmal des Gegenwirbels gegenüber dem Wirbel ist. Zunächst wird ein Schüler sehr wahrschein-

lich die Pfeile so stellen, wie es Abb. 9a andeutet. Ein Vergleich mit dem Schema des Gegenwirbels (Abb. 9d) zeigt, daß wir auch hier die Pfeile des Windmodells sämtlich um 45° nach rechts drehen müssen, wollen wir durch das Windmodell die Verhältnisse im Gegenwirbel darstellen. Abb. 9b und 9c deuten das ähnlich an wie beim Wirbel.

Wir haben jetzt gefunden: Der Wind weht im Wirbel zwar nach dem Kern zu, aber nicht auf dem kürzesten Wege, wie etwa die Speichen eines Rades nach der Mitte zu streben, sondern jede Windrichtung ist von dieser Speichenrichtung rechts abgelenkt. Ebenso wehen die Winde im Gegenwirbel zwar nach außen, aber auch hier nicht auf dem kürzesten Wege, wie die Speichen des Rades von der Mitte nach außen streben, sondern die Windrichtungen sind auch hier gegen jene Speichenrichtung rechts abgelenkt. Diese Rechtsablenkung ist beiden Windsystemen gemeinsam: im Wirbel weht der Wind mit Rechtsablenkung nach innen, im Gegenwirbel mit Rechtsablenkung nach außen. Durch die Feststellung dieses

Gemeinsamen wird, wie immer, den Schülern die Auffassung erleichtert. In dem Gemeinsamen muß aber auch die Erklärung für die Rechtsablenkung liegen, auf die einzugehen jetzt gegeben ist. Beide Windsysteme stellen die Windverhältnisse an der Erdoberfläche dar. Es liegt daher für die Schüler nahe, die Ursache der gemeinsamen Rechtsablenkung, wobei es sich ja um eine Bewegung handelt, in der Bewegung der Erde zu suchen. Diese vorläufige Annahme pflegen die Schüler nach meiner Erfahrung immer selbst aufzustellen. Nötigenfalls hilft der Lehrer etwas nach. Wir müssen jetzt die Frage beantworten: woher kommt die Rechtsablenkung des Windes? Für unsere Zwecke kann es sich dabei allerdings nicht um einen mathematischen Beweis handeln, sondern nur um eine Veranschaulichung. Die läßt sich etwa auf folgende Weise geben.

Ist ein Globus zur Hand, so können wir ihn benutzen. Zweckmäßig ist es, die Globusachse, wenn möglich, senkrecht zu stellen. Wir stellen zunächst fest, wie die Erde sich dreht: am Gleicher (Äquator) nach Osten (oder wenn wir von oben auf den Nordpol sehen: links herum). Dann beauftragen wir einen Schüler mit einem Stück weicher Kreide (Magnesiakreide) von Norden nach Süden, also vom Nordpol senkrecht auf den Gleicher (zunächst auf stillstehendem Globus) einen Kreidestrich zu ziehen. Das würde die Bahn des Nordwinds andeuten. Der Kreidestrich, der natürlich einen Mittagskreis entlanggeht, wird gezeigt, dann ausgelöscht. Jetzt drehen wir die Erde im richtigen Sinne und beauftragen den Schüler das gleiche zu tun wie vorher. Damit er der Drehung des Globus nicht nachgibt, hält er seinen Arm gestreckt. Abb. 10 deutet beide Arm- und Handstellungen an. Bewegt der Schüler die Kreide jetzt senkrecht zum Gleicher, so erhalten wir eine ganz anders gerichtete Kreidelinie. Sie ist nicht von Norden nach Süden, sondern von Nordosten nach Südwesten gerichtet: die Windrichtung ist also rechts abgelenkt, aus dem Nordwind ist Nordostwind geworden. Das veranschaulicht schon, daß in der Erddrehung die Ursache für jene Rechtsablenkung zu suchen ist.

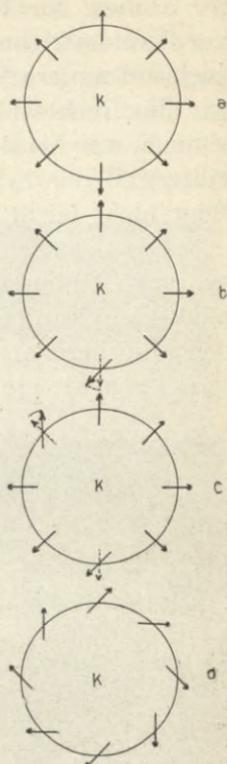


Abb. 9.

Haben wir keinen Globus zur Verfügung oder wollen wir ihn vor Kreidestrichen bewahren, so können wir die Veranschaulichung auch auf andere Weise ausführen. Diese hat überdies den Vorteil, daß wir die Rechtsablenkung für jede andere beliebige Richtung zeigen können, was bei der Verwendung des Globus sich nicht gut durchführen läßt, weil der Schüler eine andere Richtung wie die Nord-Süd-Richtung nicht leicht einzuhalten vermag.

Wir denken uns den Globus in der Nord-Süd-Richtung zusammengedrückt. Wir würden dann eine Scheibe erhalten, deren Mittelpunkt den Nordpol (auf der Rückseite den Südpol) und deren Umfang den Gleicher darstellen würde. Haben wir die Mittel zur Verfügung, so können wir eine solche Erdscheibe, die ja gut drehbar sein muß, so



Abb. 10.

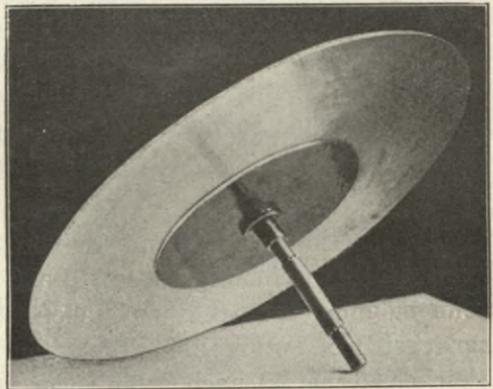


Abb. 11.

herstellen, wie es Abb. 11 zeigt. Hier ist eine Metallscheibe genommen, die wir in der Abb. von unten sehen. Die Mitte der Scheibe ist der besseren Haltbarkeit wegen durch eine kleinere Metallscheibe noch versteift. Beide Scheiben sind durch Metallschrauben aneinander befestigt. In Abb. 14 kann man die Köpfe der (natürlich versenkten) Schrauben auf der oberen Seite erkennen. Die kleinere Scheibe trägt eine Hervorragung, in welcher die Achse eines Zweirades mit Kugellager befestigt ist. Eine so angefertigte Scheibe dreht sich sehr gut und hat kräftigen Schwung. Wir werden sie uns allerdings nicht selbst anfertigen können. Deshalb ist später eine einfachere Art der Herstellung angegeben.

Was die Scheibe bedeuten soll, wird natürlich zuerst mit den Schülern besprochen. Wir nehmen dann die „Erdachse“ in die linke Hand und drehen die Scheibe vor den Augen der Schüler erst einmal so, wie

sich die Erde dreht: von oben gesehen links herum. Dann machen wir mit der Scheibe das gleiche, wie wir es vorhin mit dem Globus machten. Wir halten die Achse in der linken Hand und deuten (zunächst auf der ruhenden Scheibe) mit Kreide, die wir selbst in der rechten Hand halten können, Nordwind an. Natürlich kann auch ein Schüler den Kreidestrich ausführen. Er fährt dabei am besten vom Mittelpunkt der Scheibe nach dem unteren Rande, was auf der Erde einer Bewegung vom Nordpol nach einem beliebigen Punkte des Gleichers entsprechen würde. Es ergibt sich eine gerade Linie. Jetzt setzen wir die Scheibe in Bewegung. Der Schüler oder der Lehrer selbst fährt mit der rechten Hand ebenso mit der Kreide vom Mittelpunkt nach unten. Abb. 12 ver-



Abb. 12.

deutlicht diesen Versuch. Jetzt haben wir keinen geraden Kreidestrich erhalten, sondern einen gebogenen, der schon an die krummlinigen Windbahnen erinnert. Abb. 13 a zeigt in der von der Mitte (dem Nordpol) ausgehenden gekrümmten Linie eine solche an. Nun deuten wir mit einem daraufgehaltenen Windpfeile die Richtung an, die wir einhalten wollten, und die, welche wir wirklich erhalten haben. Hierzu können wir uns eines mit der Laubsäge aus Holz ausgesägten Windpfeils bedienen, den wir auf die Scheibe halten. Da wir dann aber mit unserer Hand den Schülern den wichtigsten Teil der Scheibe verdecken würden, nehmen wir besser einen kleinen Holzpfeil, den wir in der Mitte auf einen Stab, (einen abgeschälten geraden Zweig) aufgenagelt haben. Halten wir den Stab etwas nach unten, wie Abb. 14 (übertrieben) andeutet, so sehen die Schüler sowohl den Windpfeil als auch die gekrümmte Kreidelinie. Die Spitze dieses

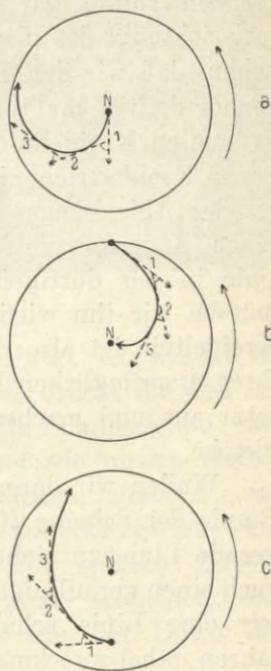


Abb. 13.

Pfeils wird zweckmäßig lebhaft gefärbt. Das Ergebnis ist folgendes. Wir halten den Pfeil erst in der Richtung vom Mittelpunkt der Scheibe nach unten (Nordwind). Der gestrichelte Pfeil 1 der Abbildung 13 a stellt das dar. Der große äußere Pfeil deutet die Richtung an, in welcher die Scheibe gedreht worden ist. Dann halten wir den Pfeil an

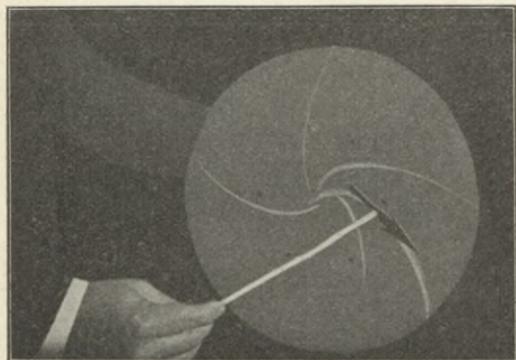


Abb. 14.

eine dem Mittelpunkt der Scheibe (Nordpol) noch ziemlich benachbarte Stelle der gekrümmten Kreidelinie in der Richtung, welche diese Linie an der betr. Stelle hat, also in der Tangente. Der gestrichelte Pfeil 2 der Abb. 13 a soll diese Richtung darstellen. Der Pfeil ist jetzt nicht mehr von Nord nach Süd, sondern etwa von Nordost nach Südwest ge-

richtet. Wir brauchen uns, falls dies den Schülern Schwierigkeiten machen sollte, gar nicht lange bei der Bestimmung dieser Himmelsrichtung des Pfeils aufzuhalten. Es genügt, wenn die Schüler sehen, daß wir den Pfeil oder, was dasselbe ist, seine Stabachse nach rechts drehen mußten, wollten wir ihn an der jetzigen Stelle der gekrümmten Kreidelinie in ihrer Richtung einstellen. Die Richtung unseres Kreidestrichs ist also nach rechts abgelenkt. In der Abb. 13 ist der Ablenkungswinkel angedeutet. Stellen wir den Pfeil jetzt auf einem andern, vom Mittelpunkt weiter entfernten Punkte der Kreidelinie in der dortigen Richtung der gekrümmten Kreidelinie ein, so müssen wir ihn wiederum rechts drehen: Abb. 13 a, Pfeil 3. Unsere Kreidelinie ist also durch die Drehung der Scheibe immer mehr von ihrer ursprünglichen Richtung nach rechts abgelenkt. Wischen wir sie jetzt aus und machen den Versuch noch einmal, so finden wir das gleiche.

Wollen wir dann Südwind darstellen, so müssen wir von dem Rande der Scheibe (Gleicher) nach ihrem Mittelpunkt (Nordpol) eine gerade Linie zu ziehen suchen. Auf stillstehender Scheibe ergibt dies auch einen geradlinigen Kreidestrich. Auf sich drehender Scheibe werden wir eine Linie erhalten, wie sie in Abb. 13 b dargestellt ist. Wir fahren dabei zweckmäßig vom oberen Ende der Scheibe nach deren Mittelpunkt, das ist für den Schüler am bequemsten. Doch ist es durch-

aus nicht nötig, er kann von jedem beliebigen Punkte des Scheibenumfangs nach ihrem Mittelpunkte fahren. Prüfen wir jetzt mit unserem Stabpfeil, so erhalten wir das Entsprechende wie vorher. Auch hier ist unsere von Süden nach Norden strebende Kreidelinie immer mehr rechts abgelenkt. Abb. 13 c deutet einen dritten entsprechenden Versuch an, bei welchem der Schüler Ostwind darzustellen versuchte. Das Ergebnis ist das gleiche: Rechtsablenkung.

Macht der Vergleich unseres Kreidestrichs mit einer Windbahn im Unterricht Schwierigkeiten, so kann folgender Hinweis helfen. Wir nehmen an, ein bestimmter Wind führe Staub mit und lasse ihn unterwegs allmählich fallen. Dann würde der Staub auf der Erde in ähnlicher Weise lagern, wie die Kreideteilchen auf unserer Scheibe oder dem Globus. Tatsächlich hat man solche Spuren von Winden beobachtet, welche Wüstenstaub oder leichte vulkanische Asche mit sich führten und allmählich fallen ließen.*)

Mit Hilfe unserer Drehscheibe können wir die ständige Rechtsablenkung aller Winde auf der Nordhalbkugel wohl hinreichend veranschaulichen. Doch läßt sich dies Unterrichtsmittel auch einfacher herstellen. Abb. 15 stellt z. B. (etwas von der Seite gesehen) eine Pappscheibe dar, durch deren Mitte eine Pfrieme (ein Nagel genügt auch) gesteckt ist. Eine solche Pappscheibe kann man ebenfalls benutzen. Man steckt die Pfrieme in die Wand oder die Tafel. Damit das Loch in der Mitte der Pappe sich nicht zu schnell ausweitet, ist, wie die Abb. zeigt, auf die Mitte (beiderseitig) je eine kleine Pappscheibe aufgeklebt, in deren Mitte je eine kleine Öse eingedrückt ist, wie sie für Schnürschuhe verwandt werden. Ein Schuhmacher drückt die Öse mit seiner Zange gern ein. Eine derartig versteifte Pappscheibe hält dauernd. Leider hat sie nicht so guten Schwung wie unsere Metallscheibe. Wir dürfen daher hier keine Kreide nehmen, sondern einen weicheren Stift, z. B. Zeichenkohle. Damit sich die Striche gut abheben, kann man weißen Karton nehmen. Für spätere Zwecke ist es gut, wenn man die Kartonscheibe so groß schneidet, daß ihr Durchmesser etwa 1000 mal so groß ist wie die Dicke des

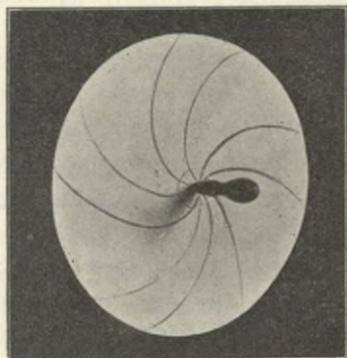


Abb. 15.

*) Das Besprochene gilt nur für die Nordhalbkugel, auf der Südhalbkugel ist es umgekehrt.

Kartons. Eine Holzscheibe läßt sich natürlich auch verwenden, doch zieht sich eine solche aus Laubsägeholz mit der Zeit krumm, und dann läßt sich nur schwer darauf zeichnen. Unsere Abb. stellt übrigens eine Scheibe dar, auf der neunmal mit Kohle vom Mittelpunkt zum Rande gezogen ist. Wir sehen, daß die Kohlestriche den Windbahnen im Gegenwirbel entsprechen. Der Kern dieses Gegenwirbels würde am Nordpol liegen. Bei einiger Übung kann man übrigens auch von einem andern Punkte der Scheibe mehrere Kohlestriche nach außen ziehen und erhält dann ebenfalls Gegenwirbel-Linien.

Die angedeuteten Versuche und ihre Besprechung erfordern im Unterricht weniger Zeit, als unsere Darstellung vermuten läßt. Sie veranschaulichen für Schulzwecke hinreichend, daß wir in der Drehung der Erde die Ursache dafür suchen müssen, daß die Winde auf der Nordhalbkugel nicht in Speichenrichtung, sondern in den eigentümlichen Spiralbahnen zum Kern des Wirbels hin oder vom Kern des Gegenwirbels weg streben. Immerhin ist zu diesen Darstellungen und Besprechungen eine Stunde nötig (die fünfte). Bei Zeitmangel können wir jedoch diese Stunde schließlich sparen.

6. Stunde.

Stellen wir bei Beginn der nächsten Stunde das Gelernte nochmals kurz zusammen und fragen dann die Schüler, ob sie hierzu noch irgend etwas zu fragen haben, so kommt nach meiner Erfahrung immer die Frage: Wo kommt die Luft hin, die von allen Seiten nach dem Kern des Wirbels zu fließt? Das ist also die nächste Zielfrage. Ihre Beantwortung ist nicht schwer und wird durch die Schüler gewöhnlich sofort selbst gefunden. Die Luft kann nicht verschwinden, sie kann auch nicht in die Erde kriechen: sie muß in die Höhe steigen. Im Wirbel bewegen sich also die Luftmassen nicht nur links herum nach innen, sondern gleichzeitig nach oben. So einfach diese Schlußfolgerung zu sein scheint, so ist durch sie doch überzeugend für die Schüler nachgewiesen, daß die Luft im Wirbel sich nach oben bewegt, emporwirbelt. Dies Ergebnis ist aber, wie wir später sehen werden, von größter Wichtigkeit. Ich möchte auch schon hier darauf hinweisen, daß die Schüler es selbst durch eigene Arbeit gefunden haben und daß man es kaum auf einem anderen Wege als unter Benutzung der Wetterkarten finden kann.

Auf Anregung des Lehrers stellen die Schüler jetzt sicherlich eine weitere Frage, nämlich die: Wo kommen die Luftmassen

hin, die in einem Wirbel emporsteigen? Denn ihr Gefühl sagt ihnen schon, daß die in einem Wirbel emporsteigende Luft wieder herunterkommen muß. Wollen wir die Sache ganz einfach erledigen, so begnügen wir uns mit dieser Vermutung der Schüler, denn es ist ja selbstverständlich, daß die Luft irgendwo wieder herunterkommen muß, weil sonst die Luft allmählich von der Erdoberfläche verschwinden würde. Sehr nahe liegt es dann auch, daß die Schüler vermuten, sie wird wahrscheinlich in irgend einem Gegenwirbel wieder herunterkommen. Denn vom Kern des Gegenwirbels fließt die Luft ja nach allen Seiten ab. Das kann aber nur geschehen, wenn sie sich im Kern aus höheren Schichten ergänzt. Dies genügt nötigenfalls, um den Schülern einen Begriff, ja die Überzeugung vom Kreislauf der Luft beizubringen.

Haben wir ein wenig mehr Zeit, so können wir etwa auf folgende Weise vorgehen. Daß die Luft im Wirbel emporsteigt, davon sind die Schüler überzeugt. Ihre Hauptfrage ist die: was veranlaßt denn die Luft wieder herabzukommen? Zu veranschaulichen, daß und wie dies geschieht, lohnt sich. Wir brauchen hierzu den Begriff Fliehkraft (Zentrifugalkraft). Wie die Fliehkraft entsteht, daß sie nur eine Folge des Beharrungsvermögens der Körper ist, werden wir auf der Volksschule nicht besprechen. Das ist auch nicht nötig, da jeder Schüler die Fliehkraft kennt. Wir brauchen nur daran zu erinnern, was geschieht, wenn wir einen an einen Faden gebundenen Stein mit der Hand herumschwingen. Das haben alle Schüler schon einmal gemacht und wissen, daß wir dann in der Hand spüren, daß der Stein (oder der Faden) nach außen zieht und zwar um so kräftiger, je schneller wir schwingen. Das gleiche hat der Schüler auch schon beim Turnen, etwa beim Schleuderball-Spiel, beobachtet. Aus diesen bekannten Tatsachen folgt schon, daß auf jeden in einer krummlinigen Bahn sich bewegenden festen Körper eine Kraft einwirkt, die ihn nach außen zieht. Der Lehrer würde dann den Namen „Fliehkraft“ wohl zweckmäßig einführen. Ebenso wissen die Schüler, daß die Fliehkraft auch auf flüssige Körper wirkt. Schwingen wir ein Trinkglas mit Wasser mit dem ausgestreckten Arm im Kreise herum, so läuft das Wasser nicht nur heraus, wie es geschehen würde, wenn wir das Glas nur neigen, sondern es spritzt nach außen. Umgekehrt wissen die Schüler, daß man einen Eimer, der etwa halb mit Wasser gefüllt ist, herumschwingen kann, ohne daß das Wasser ausfließt. Die Fliehkraft drückt es gegen den Boden des Eimers. Doch auch auf luftförmige Körper wirkt die Fliehkraft ein. Wenn wir den nach oben gestreckten Arm (am besten mit flacher Hand) schnell im

Kreise nach unten schwingen, so fühlt ein in der Nähe stehender Schüler eine Luftbewegung, die von der schwingenden Hand nach außen geht. Stellen wir ein Fahrrad umgekehrt auf und drehen das freigemachte größere Rad schnell herum, so spüren wir, daß die dem Reifen benachbarte Luft nach außen getrieben wird. Das veranschaulicht hinreichend, daß auch auf Luft, die auf einer gekrümmten Bahn bewegt wird, die Fliehkraft einwirkt und sie um so kräftiger nach außen treibt, je schneller die Luft sich bewegt. Das muß vorausgeschickt werden; denn so verstehen die Schüler, daß auch die Luft im Wirbel, die sich ja auf krummliniger Bahn bewegt, nach außen getrieben wird. Und zwar wird das um so kräftiger geschehen, je schneller sich die Luft bewegt, bei starken Winden also mehr als bei schwachen.

Die Schüler wissen ferner, daß die Luft in größerer Höhe sich im allgemeinen schneller bewegt als in tieferen Schichten. Auf den Bergen weht gewöhnlich kräftigerer Luftzug als in den Tälern. Ein kleiner Gasballon, wie er auf dem Jahrmarkt verkauft wird, fliegt ja, wie die Schüler ebenfalls schon beobachtet haben, um so schneller weg, je höher er steigt. Soll ein Papierdrachen ordentlich „stehen“, so müssen wir ihn in größere Höhe bringen, wenn unten nur schwacher Wind ist. Es gibt zwar Fälle, wo in größerer Höhe der Wind nicht so kräftig weht wie weiter unten, doch sind das Ausnahmefälle, die den Schülern kaum bekannt sein dürften und die wir hier im Unterricht nicht weiter zu beachten brauchen. Ebenso brauchen wir kaum darauf einzugehen, woher das alles kommt. Nötigenfalls genügt der Hinweis darauf, daß der Wind in der Nähe der Erdoberfläche an Bergen, Bäumen, Gebäuden usw. Hindernisse findet, die oben nicht vorhanden sind. Eine derartige kurze Besprechung stellt also fest: im allgemeinen ist die Windbewegung in den höheren Luftschichten stärker als in den tieferen.

Im Wirbel steigt nun, wie wir wissen, die Luft nach oben. Sie weht also nicht nur in Spiralforn nach innen und oben, sondern weht gleichzeitig mit immer größerer Geschwindigkeit. Das muß die Fliehkraft, die überall im Wirbel auf den Wind einwirkt, nach oben zu verstärken. Der Wind im Wirbel muß also je weiter nach oben, umsomehr nach außen getrieben werden.

Nehmen wir jetzt unser Windmodell Abb. 7 vor, so können wir die Einwirkung näher verfolgen. Wir stellen es erst auf das bekannte Wirbelschema ein. Abb. 16a zeigt uns die Stellung der Windpfeile. In einiger Höhe weht der Wind zwar auch noch nach innen. Da je-

doch seine Geschwindigkeit größer geworden ist, wird er durch die Fliehkraft jetzt stärker nach außen getrieben. Das können wir mit dem Windmodell veranschaulichen, indem wir die Pfeilspitzen etwas nach außen drücken. Abb. 16 b stellt die jetzige Richtung der Windpfeile dar, jetzt ist ein offenerer Wirbel vorhanden. So geht es weiter. In größerer Höhe wird der Wind sich so bewegen, wie Abb. 16 c darstellt. Wir haben die dortige Pfeilstellung erhalten, indem wir die Pfeilspitzen wieder etwas nach außen gedrückt haben. Jetzt ist die Windbahn kreisförmig oder vielmehr, da sie gleichzeitig emporsteigt, korkzieherähnlich. Noch weiter nach oben wird der Wind so wehen, wie es Abb. 16 d darstellt. Jetzt strömt der Wind aber nicht mehr nach innen, sondern schon nach außen. Abb. 16 e zeigt die Pfeilstellung, die wir erhalten, wenn wir die Spitzen noch etwas mehr nach außen drücken. Ähnlich wird die Windbewegung wohl in noch größerer Höhe da sein, wo in der Nähe des Erdbodens ein Wirbel sich befindet.

Auch diese Darstellung ist sehr schematisch gehalten und nimmt vorläufig an, daß der Wirbel ein regelmäßiges Gebilde sei. In Wirklichkeit ist er zwar nicht so regelmäßig. Doch ist es im Unterricht ja immer nutzbringend, zunächst sich an einfache schematische Verhältnisse zu halten. Später können wir zu den verwickelteren Verhältnissen der Wirklichkeit übergehen. Unter diesen Gesichtspunkten ist es wohl auch erlaubt, zur Veranschaulichung der Windbahn im Wirbel eine Sprungfeder zu benutzen, wie sie für Matratzen älterer Bauart gebraucht wird. Auch an die bekannten „Staubwirbel“ auf der Straße, die „Heuwirbel“ auf der Wiese usw. werden die Schüler erinnern. Ich betone aber schon hier, daß die Verhältnisse von Höhe und Breite bei solchen Wirbeln (auch bei der Sprungfeder) ganz anders sind, als sie sich in Wirklichkeit im Wirbel finden. Wir werden das Bild später also verbessern müssen. Vorläufig ist jedoch gegen eine derartige „übertriebene“ Darstellung ebensowenig einzuwenden, wie dagegen, daß auf der Schullandkarte bekanntlich Flüsse, Wege usw. in viel zu großem Maßstab dargestellt zu sein pflegen. Die Hauptsache

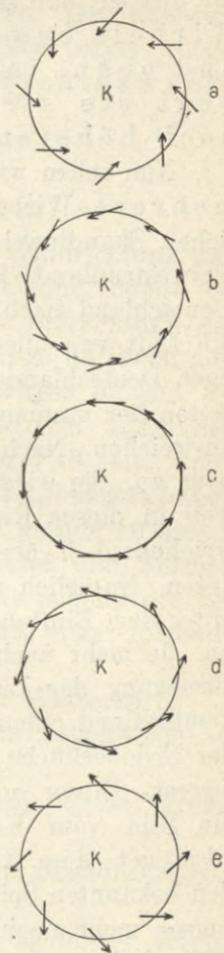


Abb. 16

für uns ist, daß der Schüler einsieht: im unteren Teile des Wirbels bewegt sich die Luft spiralig nach innen und oben; in den höheren Teilen des Wirbels bewegt sie sich korkzieherähnlich nach oben; in noch höheren Teilen strömt sie nach außen ab.

Nun sehen wir fast bei jeder Wetterlage auf unserm Kartenbilde mehrere Wirbel liegen. Nehmen wir an, einer läge über dem südlichen Skandinavien, ein anderer über Frankreich, ein dritter über Südwestrußland. Dann strömt in der Nähe des Erdbodens die Luft aus Deutschland nach diesen drei Wirbeln hin. In der Höhe aber fließt die Luft von allen drei Wirbelköpfen nach allen Seiten ab, so auch nach Deutschland zu. Hier strömt in der Höhe die Luft also von den Seiten her zusammen. Die zusammenströmende Luft muß irgendwohin ausweichen. Nach den Seiten kann sie nicht, denn von dort her strömt neue zu. Sie wird also nach oben und unten, in der Hauptsache aber, weil in dieser Richtung auch ihre Schwere wirkt, nach unten ausweichen: d. h. über Deutschland bewegt sich die Luft von oben nach unten. Natürlich geschieht das nicht in senkrechter Richtung, sondern unter dem Einfluß der Erddrehung nimmt die Luft gekrümmte Bahnen an. Je mehr nach unten, desto deutlicher entsteht eine Gegenwirbel-Bewegung der Luft. Dann würden wir auf der Wetterkarte über Deutschland einen Gegenwirbel finden, aus dem die Luft in der Nähe der Erdoberfläche nach jenen oder anderen Wirbeln wieder hinströmt. Dieser oder ein ähnlicher Gedankengang kann den Schülern ein Bild vom Kreislauf der Luft verschaffen: am Erdboden strömt die Luft vom Gegenwirbel zum Wirbel in den bekannten Spiralbahnen, im Wirbel wirbelt sie empor, immer mehr nach außen sich wendend, oben fließt sie vom Wirbelkopf nach außen ab und sammelt sich von verschiedenen Wirbelköpfen her an irgend einer Stelle an, um sich hier herabzusenken und in der Nähe der Erdoberfläche einen Gegenwirbel zu bilden.

Um Irrtümern vorzubeugen, ist es gut, festzustellen, daß die Luft, die in einem Wirbel emporgestiegen ist und sich vielleicht in der Nähe wieder herabsenkt, nun nicht nach dem gleichen Wirbel wieder hinströmen muß, in dem sie emporgestiegen ist. Es kann auch nach einem beliebigen andern sein. Ferner möchte ich hier ausdrücklich betonen, daß mit der hier vorgeschlagenen schulmäßigen Veranschaulichung des Luftkreislaufs nichts gesagt ist über die etwaige Entstehung des Emporsteigens. Davon werden wir später noch zu handeln haben. Ferner soll auch mit dem obigen nicht gesagt sein,

daß die Wirbel immer das zuerst Entstehende seien. Der Kreislauf kann auch auf andere Weise zustande kommen. Das oben vorgeschlagene Verfahren scheint mir nur für Unterrichtszwecke das einfachste zu sein.

7. Stunde.

Die Fragen, die sich bei der Beobachtung der Windrichtung und der Feststellung des Windursprungs ergeben haben, sind damit erledigt. Doch sind inzwischen bei der fortgesetzten Betrachtung der Wetterkarten den Schülern sicherlich noch andere Dinge an ihnen aufgefallen, nach denen sie jetzt erfahrungsgemäß zu fragen pflegen, wo ihnen die Wetterkarte vertrauter geworden ist und sie allmählich deren Bedeutung erkennen. Besonders wird dies der Fall sein, wenn wir die beiden ersten Schulwetterkarten, Abb. II und III, benutzt haben und sie einige Zeit im Klassenzimmer hingen. Denn gerade an diesen beiden Wetterkarten sind eine Reihe von Verhältnissen und Zeichen so gegensätzlich, daß das auffallen muß. Haben die Schüler die Erlaubnis zu fragen, so werden jetzt erfahrungsgemäß etwa folgende Fragen gestellt:

1. Was bedeuten die schwarzen Linien auf der Wetterkarte?
2. Weshalb ist der Inhalt der Stationskreise im Gegenwirbel so hell, im Wirbel so schwarz?
3. Woher kommt es, daß wir im Gegenwirbel so viel große Doppelkreise wahrnehmen?
4. Was bedeuten die Punkte, die in vielen Stationskreisen gerade im Wirbel vorhanden sind?
5. Was bedeuten die kleinen Striche, die am Ende der Windpfeile sich finden, und warum sind diese Striche auf der einen Seite des Wirbels besonders zahlreich?

Die Fragen sind in beliebiger Reihenfolge hier aufgeführt. Der Lehrer greift, wie immer, die heraus, deren Beantwortung am leichtesten ist. Das ist hier die fünfte und in Verbindung damit die dritte. Die Erklärung für die kleinen Striche am Pfeilende können die Schüler aus der Wetterkarte selbst finden. In dem Doppeltäfelchen unten links ist sie enthalten.

Die Tabelle für die Erklärung der Windstärke findet sich nicht auf allen Wetterkarten-Ausgaben an der gleichen Stelle. Das ist ja aber nebensächlich. Auf manchen Wetterkarten sind auch neun verschiedene Windstärken angegeben: sehr leicht, leicht, schwach, mäßig, frisch, stark, steif, stürmisch, voller Sturm. Auf den Weilburger, Cas-

seler und Coblenzer Wetterkarten ist hier eine kleine Vereinfachung vorgenommen. Denn jene zahlreichen Bezeichnungen können, wenigstens von Binnenländern, kaum auseinandergehalten werden. Im Unterricht vor allem pflegen sie leicht zu verwirren. Denn ein Schüler (aber auch ein Erwachsener) kann sich kaum einen Unterschied denken zwischen „sehr leichtem“ und „leichtem“ Wind, zwischen „starkem“ und „steifem“ Wind usw. Für die Zwecke des Wetterdienstes und vor allem des Unterrichts genügt es vollkommen, wenn wir die Hauptwindstärken herausgreifen, wie es auf den oben genannten Wetterkarten und also auch auf den Schulwandkarten und Schülerwetterkarten geschieht. Diese vier Hauptwindstärken werden in der Wetterkarte durch 1, 2, 3 oder 4 größere Striche am Pfeilende dargestellt. Die Zwischenwindstärken sind durch Hinzufügung von kleineren Strichen am Pfeilende dargestellt. Ein Windpfeil z. B. mit drei langen und einem kürzeren Strich stellt eine Windstärke dar, die zwischen starkem und stürmischem Wind liegt: „steifer“ Wind des Seemanns. In der Wetterkarte sind jene neun Windstärken also noch enthalten, nur vermeiden wir für die Zwischenwindstärken besondere Bezeichnungen, da wir mit neuen Namen im Unterricht ja möglichst sparsam umgehen sollen.

Auch das Ablesen der Windstärke müssen wir etwas einüben. So hatte am 1. Oktober 1911 (Abb. II) Prag leichten Südwind, Frankfurt mäßigen Südwestwind, Keitum starken Nordostwind, Metz stürmischen Nordwestwind. Das Zeichen für Windstille wird natürlich gleichzeitig mit erledigt.

Jetzt kehren wir zu der nun anders geformten Frage 3 zurück: Woher kommt es, daß im Innern eines Gegenwirbels (Abb. III) sich so viel Windstillen finden? Wir wissen, daß im Gegenwirbel die Luft sich von oben nach unten senkt. Diese Abwärtsbewegung der Luft kann nur eine allmähliche sein, da wir sie ja durch unser Gefühl nicht wahrnehmen. Die sich aus den höheren Schichten herabsenkende Luft staut sich nun naturgemäß beim Auftreffen auf den Erdboden. So wird die an sich schon allmähliche Abwärtsbewegung in der Nähe der Erdoberfläche noch mehr verlangsamt, so daß eine Luftbewegung überhaupt kaum wahrnehmbar ist, also Windstille herrscht. Auch beim Abfließen nach allen Seiten wird die jetzt wagerechte Luftbewegung, der Wind, in der Nähe des Gegenwirbel-Kerns sehr schwach sein. Daher finden wir in seiner Nähe fast überall nur schwache Winde, die erst weiter nach außen teilweise stärker werden. Eine genaue Durchsicht der Karte zeigt jedoch, daß auch hier kleine Unregelmäßigkeiten bestehen. So ist z. B.

der Wind bei Neufahrwasser auffallend kräftig. Auf diese Einzelheiten wollen wir aber, wie verabredet, erst später eingehen.

In einem Wirbel liegen die Verhältnisse anders. Hier bewegt sich die Luft nach oben. In der Höhe finden sich nicht solche Hindernisse wie am Erdboden. Die Luft kann frei emporwirbeln. Damit hängt es wohl zusammen, daß auch in der Nähe der Erdoberfläche der Wind im Bereiche eines Wirbels im allgemeinen stärker ist als im Bereiche eines Gegenwirbels. Die Wetterkarte (Abb. II) bestätigt uns das.

Auffallend bleibt aber, daß wir nach dieser Wetterkarte auf der westlichen Seite des Wirbels erheblich stärkere Winde finden als auf seiner östlichen. Das läßt uns schon vermuten, daß unser Wirbel nicht auf derselben Stelle liegen bleiben wird, sondern durch jene stärkeren Winde, die meist aus einer westlichen Richtung wehen, nach Osten zu getrieben wird. Das ist tatsächlich mit jenem Wirbel geschehen. Wir machen hier die erste Bekanntschaft mit einer der wichtigsten Erfahrungsregeln für die Fortbewegung der Wirbel: sie werden von den stärksten Winden der Nachbarschaft in der Richtung dieser Winde fortgetrieben. Den Schülern pflegt das keine Schwierigkeiten zu machen, denn sie denken dabei an die früher schon erwähnten Staub- oder Heuwirbel, die ja auch vom Winde fortgetrieben werden.

Übungen.

Die jetzt gemachte Bekanntschaft mit der Windstärke auf den Wetterkarten wird auch unsere täglichen Übungen beeinflussen, die wir ja fortsetzen. Denn naturgemäß wird ein Wind, der schnell aus einer kalten Gegend zu uns weht, unterwegs nicht soviel Wärme abgeben wie ein langsam wehender. Er wird also stärkere Kälte bringen als schwacher Wind unter sonst gleichen Verhältnissen. Das berücksichtigen wir natürlich von jetzt ab bei unseren täglichen Versuchen, die Eigenart der augenblicklich herrschenden Witterung zum Teil wenigstens auf den Wind und seine Herkunft zurückzuführen.

8. Stunde.

Jetzt können wir zu einer anderen von den Fragen übergehen, welche die Schüler gestellt haben. Am auffallendsten sind ihnen wohl die schwarzen Linien auf der Wetterkarte (Frage 1). Wir fragen also: was bedeuten sie? An ihnen stehen Zahlen: 755, 760 usw. Die Erläuterung rechts unten auf der Wetterkarte (bei anderen Wetterkartenausgaben vielleicht an einer anderen Stelle) besagt, daß die

ingezeichneten Linien die Orte mit gleichem Barometerstande verbinden. Vielleicht weiß ein Schüler auch schon, daß am Barometer die gleichen Zahlen stehen und daß daneben steht: mm. Wir müssen also hier an den Barometerstand anknüpfen, haben uns daher jetzt mit dem Luftdruck zu beschäftigen. Das Barometer wird wohl auf allen Schulen durchgenommen. Doch ist eine gesonderte Behandlung des Barometers wenig zweckentsprechend. Die Schüler betrachten dabei das Barometer naturgemäß hauptsächlich als „Wetterglas“ und legen den auf dem Barometer befindlichen Bezeichnungen „Schönes Wetter, Regen, Sturm“ usw. unnütz große Bedeutung bei. Wie wir früher schon andeuteten, läßt sich ein Zusammenhang des Barometers und seines Verhaltens mit dem Wind, dem Regen usw. kaum feststellen, wenn wir es von den Wetterkarten getrennt behandeln. Das Nachfolgende wird zeigen, daß man es im Zusammenhang mit den Wetterkarten viel besser behandeln kann. Vor allem führen wir es nicht als Wetterglas, sondern in seiner eigentlichen Bedeutung ein, nämlich als Messer des Luftdrucks.

Wenn es nicht schon bei anderer Gelegenheit geschehen ist, müssen die Schüler jetzt mit der Tatsache bekannt gemacht werden, daß Luft einen Druck ausübt. Daß bewegte Luft, Wind, einen Druck ausübt, ist bekannt. Wir spüren ihn ja am eigenen Körper. Nicht so leicht aber ist es, den Schülern zu zeigen, daß auch ruhende Luft einen Druck ausübt.

Mitunter findet man den Vorschlag, den Schülern diese Tatsache dadurch zu veranschaulichen, daß man in einem Zimmer eine Tür plötzlich öffnet oder schließt. Ein offenstehendes Fenster in dem Zimmer wird dann, wenn es leicht beweglich ist, sich ebenfalls öffnen oder schließen. Bewegt man die Tür nach dem Innern des Zimmers, so wird ein nach innen schlagendes Fenster sich schließen, sonst umgekehrt. Doch kommen die Schüler hierbei meist mit dem Einwande, daß wir durch die Bewegung der Tür ja eine Bewegung der Zimmerluft herbeigeführt haben, daß es sich also auch hier um bewegte Luft wie beim Wind handelt. Deshalb vermeiden wir diese Art von Veranschaulichung lieber.

Häufig behilft man sich auch mit einem bekannten Versuch. Wenn man ein Trinkglas mit glattem Rande ganz mit Wasser füllt und ein Stück Papier (am besten ein steifes: alte Postkarte) so darauf legt, daß keine Luft im Trinkglas mehr vorhanden ist, so kann man bekanntlich das Gefäß herumdrehen, ohne daß das Wasser herausläuft. Während des Umdrehens muß man natürlich die Postkarte gegen das Gefäß drücken, auch muß das Umdrehen ziemlich schnell geschehen.

Die Erklärung hierfür ist die, daß der Luftdruck die Postkarte so stark gegen den Rand des Glases drückt, daß das Wasser im Gefäß gehalten wird. Aber einerseits hat dieser Versuch den Nachteil, daß er „mitunter mißlingt“. Das darf jedoch besonders bei einem Anfangsversuch nie geschehen. Außerdem wird es bedenklich, wenn ein Schüler den Vorschlag macht, man solle den Versuch noch einmal machen, ohne das Glas mit Wasser zu füllen. Der Rand und die Postkarte sind ja noch naß vom vorigen Versuch, die Karte haftet auch jetzt an. Wenn dann der Schüler sagt, das alles läge daran, daß nasses Papier klebt, so können wir ihn auf dieser Stufe des Unterrichts kaum davon überzeugen, daß tatsächlich beim ersten Versuch der Luftdruck in Wirksamkeit getreten ist.

Vielleicht ist nachstehender Versuch daher zweckmäßiger. Wir nehmen eine Flasche, am einfachsten ein Milchflasche, wie sie in der Abb. 17 links dargestellt ist und wie sie überall zu haben ist. Ein passender (undurchbohrter) Gummisauger dazu ist ja auch überall zu haben. Wir legen die Flasche ohne den Sauger auf den Ofen oder Herd, zweckmäßig schon vor der Unterrichtsstunde, so daß wir sie während der Stunde jederzeit warm zur Hand haben. Wir setzen nun vor den Augen der Schüler den Gummisauger auf und stellen die Flasche auf den Schultisch. Dann wird nach kurzer Zeit der Gummisauger plattgedrückt, ja in die Flasche hineingedrückt wie Abb. 17 rechts zeigt.

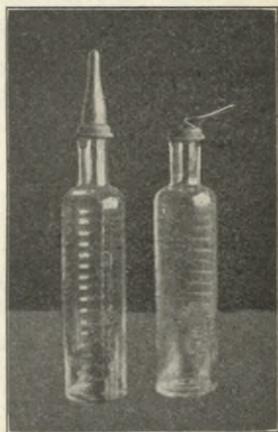


Abb. 17.

Am schnellsten geschieht das, wenn wir sie an einen kühlen Ort stellen, im Winter also in die Nähe des Fensters. Doch geht es auch, wenn wir die Flasche auf den Klassertisch stellen. Tun wir letzteres, so vermeiden wir dadurch, daß die Schüler glauben, es ginge nur „in der Kälte“. Natürlich werden wir die Flasche nicht in die Nähe des warmen Ofens stellen. Damit die Schüler nicht denken, das Gummi sei etwa durch die Wärme zusammengeschrumpft, lüften wir den zusammengedrückten Sauger, während die Flasche noch warm ist. Sofort stellt er sich wieder prall auf, um nach einiger Zeit wieder flach zu werden. Wodurch ist er zusammengedrückt worden? Das kann nur durch etwas geschehen sein, was ihn umgibt. Das ist aber nur Luft, also ist Luft imstande, einen Druck auszuüben. Das ist das einzige, was wir mit dem Versuch zeigen wollen. Auf nähere Erklärungen braucht der Lehrer eigentlich gar nicht ein-

zugehen. Zeigen die Antworten der Schüler, daß es doch wünschenswert ist, so wird der Vorgang auf folgende Weise erklärt. Auf dem Ofen ist die Flasche warm geworden, also auch die in ihr befindliche Luft. Durch Erwärmen dehnt sich aber die Luft aus. *) Verschießen wir jetzt die warme Flasche mit dem Sauger und lassen sie sich abkühlen, so wird sich auch die Innenluft abkühlen, also zusammenziehen. *) Nun sagt man häufig, damit „ziehe“ sie das Gummi nach innen ein. Das ist jedoch nicht möglich, denn die Luft besitzt ja keine Mittel das Gummi festzuhalten und nach innen zu ziehen. Wird dies, wie es in Wirklichkeit geschieht, flach und vielleicht auch in den Hals der Flasche eingestülpt, so kann das nur durch einen Druck von außen geschehen, und der kann nur von der äußeren Luft ausgeübt werden. Also ändert auch die „Erklärung“ unter Heranziehung der Wärmewirkung nichts am Ergebnis des Versuchs. Deshalb meinte ich, daß es gar nicht nötig sei, eine derartige Erklärung überhaupt zu geben. Der Versuch beweist, daß ruhende Luft einen Druck auszuüben vermag, und weiter wollten wir nichts zeigen.

Wenn nun an den schwarzen Linien in den Wetterkarten (wie auch auf dem Barometer) verschiedene Zahlen stehen, so werden sie wohl die (wahrscheinlich wechselnde) Stärke des Luftdrucks angeben. Es entsteht jetzt die Frage: wie bestimmt man die Stärke des Luftdrucks? Wahrscheinlich wissen einige Schüler schon oder vermuten es wenigstens, daß dies mit Hilfe des Barometers geschieht. Sonst muß der Lehrer es sagen und nun das Barometer behandeln. Es gibt bekanntlich hauptsächlich zwei Arten von Barometern, lange und runde. Die runden führen sich aus praktischen Gründen mehr und mehr ein, die langen Barometer kommen immer mehr außer Gebrauch, soweit es sich nicht um wissenschaftliche Beobachtungen handelt. Schafft die Schule ein Barometer an, so wird sie zunächst ein rundes nehmen und erst, wenn mehr Mittel vorhanden sind, auch ein langes. Die runden haben tatsächlich gerade für unsere Zwecke viele Vorzüge, wie wir später sehen werden. Doch können wir es nicht vermeiden, im Unterricht ein langes Barometer wenigstens einmal zu zeigen, da wir den notwendigen Begriff „Barometerstand“ nur mit Hilfe dieses langen Barometers klarmachen können. Ist ein langes Barometer in der Schule nicht vorhanden, dann werden wir uns sicherlich für unsere Zwecke eins borgen können. Auf jedem Dorf dürfte mindestens ein solches Barometer von alters

*) Vgl. später (Versuch der Abb. 22).

her noch vorhanden sein. Sein Hinschaffen zur Schule hat keine Bedenken, wenn wir es möglichst senkrecht halten und nicht anstoßen. Es erübrigt sich wohl, hier auf die Einrichtung des langen Barometers einzugehen, sie dürfte jedem Lehrer bekannt sein. Das einzige, was wir für unsere Zwecke brauchen, ist, daß die Schüler wissen müssen: Unter Barometerstand versteht man den senkrechten Abstand der oberen Quecksilberkuppe im langen geschlossenen Barometerschenkel von der Quecksilberkuppe im unteren offenen Barometerschenkel, gemessen nach Millimetern. Es ist deshalb gut, wenn der Lehrer bei Durchnahme des Quecksilberbarometers ein Metermaß an das Barometer so legt, daß der Anfang des Maßstabes in der Höhe des Quecksilberspiegels im unteren offenen Barometerschenkel sich befindet. Dann decken sich die oben am Barometer stehenden Zahlen 750, 760 usw. (ungefähr) mit den entsprechenden Millimeterzahlen des Metermaßes. Das stimmt bekanntlich nicht immer ganz genau, weil bei Verstärkung des Luftdrucks das Quecksilber in die lange Barometerröhre hineingedrückt wird und dann auch die Oberfläche des Quecksilbers in der Erweiterung des kurzen offenen Schenkels ein wenig schwankt. Auf diesen Fehler wird man beim Unterricht in der Volksschule kaum eingehen. Er ist ja zudem gering. Andere Quecksilberbarometer als die gewöhnlichen Gefäßbarometer dürften für Volksschulen kaum in Betracht kommen.

Wir brauchen diesen nur am langen Quecksilberbarometer abzuleitenden Begriff „Barometerstand“, um die Zahlen am runden Barometer verstehen zu können. Diese Zahlen sollen ja auch Millimeter bedeuten, die Zwischenräume zwischen den Millimeterstrichen sind aber meist größer als ein Millimeter. Ebenso ist die Entfernung etwa zwischen 750 und 760 am runden Barometer meist größer als ein Zentimeter. Auch die Einrichtung des runden Barometers können wir wohl als bekannt voraussetzen. Doch möchte ich trotzdem etwas darauf eingehen, um eine größere Vertrautheit und, ich möchte sagen, ein größeres Zutrauen zu den gewöhnlichen billigen runden Barometern zu erzielen.

Vor allem halte ich es für sehr gut, wenn der Lehrer das Barometer einmal auseinandernimmt, um die Einrichtung des inneren Werks zu zeigen. Denn nur dann glaube ich, daß der Schüler das Barometer verstehen und benutzen lernt. Wir können ein Barometer auseinandernehmen, ohne es zu beschädigen, wenn wir nur einige Vorsicht walten lassen. Der Messingring, der auf die Holzfassung aufgeschraubt ist, läßt sich abnehmen, wenn man die drei kleinen Schraubchen entfernt, die auf der Vorderseite des Messingrings her-

ausragen. Hierzu ist ein recht kleiner Schraubenzieher nötig, den wir nötigenfalls aus der Nähmaschine nehmen. Bei einiger Vorsicht beim Einsetzen des Schraubenziehers verletzen wir auch den Lack nicht, mit dem das Messing gewöhnlich überzogen ist. Mit dem Ring können wir dann das ganze Barometer aus dem Holzrahmen herausnehmen. Fassen wir jetzt das Blechgehäuse mit der linken Hand, so können wir den Messingring mitsamt dem Deckglas mit der rechten Hand abdrehen. In der Mitte des Deckglases sitzt der (meist gelbe) Stellzeiger. Heben wir diesen mit dem Deckglas ab und zeigen beides den Schülern, so erreichen wir dadurch nebenbei auch, daß sie sehen, der gelbe Zeiger, an dem man ja stellen kann, hängt mit dem inneren Werk gar nicht zusammen. Das ist sonst kaum zu sehen, weil es bei unzerlegtem Barometer infolge der Glasspiegelung scheint, als ob die Achse des gelben Zeigers mit der darunter befindlichen Achse des eigentlichen (meist blauen) Barometerzeigers zusammenhinge. Ist der Glasdeckel entfernt, dann können wir schon einen Blick in das Innere tun. Doch hindert dabei immer noch die auf einem Blechrahmen befestigte weiße Papierscheibe, auf welcher die Zahlen und die Wetterworte stehen. Auch diese Scheibe läßt sich entfernen, wenn wir seitwärts vom blauen Zeiger in ihre Öffnung hineinfassen, die Scheibe etwas lockern und sie dann zunächst in der Richtung nach dem Ende des blauen Pfeils zu verschieben. Dabei schnappt das Ende des blauen Pfeils in die Öffnung hinein. Jetzt können wir die Papierscheibe in entgegengesetzter Richtung verschieben, d. h. nach der Spitze des blauen Pfeils zu und auch über diese hinaus. Dabei wird die blaue Pfeilspitze zwar etwas nach außen gebogen, doch hält sie das ohne Schaden aus, sie besteht ja aus gutem Stahl. Bald schnappt auch die Pfeilspitze durch die Öffnung der Papierscheibe hindurch, und wir haben letztere in der Hand. Vielleicht ist es gerade für Unterrichtszwecke sehr angebracht, daß der Lehrer bei dieser Gelegenheit die Wetterworte überhaupt entfernt, am einfachsten durch Aufkleben eines passend geschnittenen Stücks weißen Papiers. Denn die Wetterworte nützen für die Praxis kaum etwas; sie verwirren nur, da ihre Angaben ja durchaus nicht immer stimmen. Jetzt können wir auch das eigentliche Werk ganz aus der Blechhülle herausnehmen, indem wir die beiden auf der Rückseite der Hülle herausragenden Schrauben entfernen. Sie lassen sich später ohne Schwierigkeit wieder eindrehen. Sind sie entfernt, so nehmen wir das Werk aus der Hülle heraus, indem wir an einem der größeren Messingteile anfassen, die sich in ihm befinden. Bei manchen Barometern sind diese Messingteile übrigens vernickelt. Nun können wir das Werk auf die flache Hand legen und den Schülern zeigen.

Wir sehen sofort, daß der große, wellige, silberglänzende Teil des Werks nicht etwa, wie häufig durch Vergleichen mit der Quecksilberröhre des Thermometers angenommen wird, aus einer spiraligen Glasröhre mit Quecksilberfüllung besteht; sondern daß es die obere vernickelte Fläche einer Wellblechkapsel ist. Diese Kapsel sitzt hinten mit ihrer Mitte auf einem meist dunklen, eisernen Gestell auf. Daß es sich um eine hohle Wellblechkapsel handelt, können wir den Schülern zeigen, wenn wir mit einem Bleistift leicht daran klopfen. Bekanntlich ist sie luftleer gepumpt. Das können wir zwar nicht beweisen, wohl aber finden wir an einer Stelle der Kapselseite die Lötstelle, wo nach dem Auspumpen der Luft die Kapsel wieder zugelötet ist. Die übrigen Teile des Werks sind verschieden angeordnet. Sie bestehen aber stets aus zwei Gruppen von Teilen. Die eine Gruppe umfaßt Teile eines Gestells. Das sind die Teile, an welche wir drücken können, ohne daß der blaue Zeiger sich merklich bewegt. Alle übrigen Teile sind sehr leicht beweglich, und sobald wir an sie rühren, bewegt sich auch der blaue Pfeil lebhaft. Diese letzteren Teile des Barometerwerks dienen dazu, die Bewegung der Kapselwandung auf den blauen Zeiger zu übertragen. Sie sind verschieden gestaltet. Ihr Zusammenhang wird aber leicht aufzufinden sein, wenn wir von der Spitze oder dem kleinen Stift, der allein die Metallkapsel oben berührt, ausgehen und etwa durch Andrücken mit einer Bleistiftspitze den Zusammenhang der einzelnen Teile (Hebel, Federn, Schnürchen usw.) weiter verfolgen bis zur Pfeilachse. Das muß der Lehrer vor dem Unterricht sich natürlich erst einmal ansehen.

Wollen wir den Schülern diesen Zusammenhang schließlich in seiner Wirksamkeit zeigen, so fassen wir das dunkle rückseitige Gestell des Werks mit den Fingerspitzen der linken Hand und drücken mit Daumen und Zeigefinger der rechten eine freiliegende Stelle der Kapsel ein wenig zusammen. Sofort dreht sich der Zeiger rechts herum. Seine Bewegung kann auf weitere Entfernung dadurch besser sichtbar gemacht werden, daß wir einen kleinen Papierstreifen auf die Spitze des Pfeils speißen. Durch diesen kleinen Versuch sehen die Schüler, daß der Barometerzeiger auf einen Druck antwortet.

Allerdings war das ein Fingerdruck und nicht der Luftdruck. Auch geht der Zeiger, wenn wir mit dem Fingerdruck aufhören, nur bis zu seiner alten Stelle zurück, nie aber darüber hinaus. Auf jene Weise können wir also zwar ein „Steigen“ des Barometers veranlassen, nicht aber ein „Fallen“ über seine ursprüngliche Stellung hinaus. Wollen wir beides zeigen, so ist das etwa auf folgende Weise möglich. Wir setzen uns einen Apparat zusammen, wie ihn Abb. 18

zeigt. Der untere Teil ist eine quadratisch geschnittene Glasplatte von 12 bis 15 cm Seitenlänge. Darauf steht der Zylinder einer Stalllaterne, der wohl überall zu haben und aus diesem Grunde gewählt ist. Damit der Zylinder besser an die Glasplatte schließt, ist ein Gummiring dazwischen gelegt, wie er für Weckapparate benutzt wird.



Abb. 18.

Oben ist der Zylinder durch einen Kork verschlossen. Solche großen Korke können wir in der Apotheke erhalten. Vielleicht passen auch die Korkscheiben, mit denen Fleischextraktbüchsen verschlossen sind. Nötigenfalls kann man ein rundgesägtes Brettchen darauflegen und es wieder mit einem Weckring dichten. Beide Dichtungen können natürlich auch durch Beschmieren mit Fett oder Butter erreicht werden. In unserer Abbildung ist der Kork durchbohrt. Durch ihn ragt eine gebogene Glasröhre. Die Durchbohrung können wir mit einem Bohrer vornehmen. Eine gebogene Glasröhre ist schließlich nicht nötig. Sie wird nur vorgeschlagen, weil bei ihrer Verwendung der Apparat durch unsern Kopf weniger verdeckt wird, wenn wir später hineinblasen. Kann eine derart

gebogene Glasröhre nicht beschafft werden, so genügt auch eine kurze gerade Röhre irgend welcher Art (Blechröhrchen, Teile vom Mundstück einer langen Pfeife, eine Zigarrenspitze oder eine Federspule usw.). Der zusammengesetzte Apparat wird wahrscheinlich nicht sehr dicht schließen. Das schadet auch nichts. Der mit ihm beabsichtigte Versuch wird doch gelingen. In das Innere des Zylinders stellen wir nun auf die Glasplatte unser Barometerwerk, wie die Abbildung es zeigt. Blasen wir jetzt durch die Röhre hinein, so dreht sich der Barometerzeiger rechts herum; saugen wir Luft heraus, so dreht er sich links herum. Seine Bewegung können wir wieder auf weitere Entfernung sichtbar machen durch Anbringen eines kleinen Papierstreifens oder eines Strohhalmsstückchens an der Zeigerspitze. Damit ist bewiesen, daß der Barometerzeiger sich rechts herumdreht, wenn der Luftdruck stärker wird, und daß er sich links herumdreht, wenn der Luftdruck geringer wird. In Anlehnung an die entsprechenden Vorgänge beim Quecksilberbarometer nennt man auch hier

das Rechtsdrehen des Pfeiles „Steigen“ des Barometers, das Linksdrehen „Fallen“. Die Zeigerspitze bewegt sich im ersteren Falle nach höheren Zahlen zu, im letzteren nach niederen.

Zu diesem Versuch noch einige Bemerkungen. Der verwendete Apparat scheint etwas künstlich aufgebaut zu sein, doch glaube ich, daß dies die einfachste Art ist, ein hinreichend großes Gefäß aus Glas herzustellen, in welches man ein Barometerwerk hineinstellen und in welches man auch hineinblasen kann. Zudem brauchen wir diesen Apparat später noch zu anderen Zwecken. Daß gerade der Zylinder einer Stallaterne vorgeschlagen wird, gibt der Sache vielleicht einen etwas „landwirtschaftlichen“ Anstrich. Später werden wir noch größere Milchflaschen verwenden. Vielleicht hat auch die frühere Benutzung des Milchfläschchens mit dem Gummisauger bei manchen Lesern schon ein Lächeln verursacht. Solche einfachen Apparate sind hauptsächlich deswegen vorgeschlagen, weil sie überall zu haben sind. Wir behandeln aber hier Schulversuche nicht, damit sie einen glänzenden Rahmen haben, sondern damit sie bequem im Unterricht überall nachgeahmt werden können. Das geschieht jedoch erfahrungsgemäß meist nur dann, wenn die Beschaffung der nötigen Apparate keine Schwierigkeiten macht. Haben wir feinere Glasgefäße, vielleicht sogar eine Luftpumpe usw., so lassen sich die Versuche selbstverständlich auch „feiner“ darstellen. Bekanntlich sind aber physikalische Apparate nicht auf jeder kleinen Schule vorhanden. Bauen wir uns ferner einfache Apparate mit Gegenständen des täglichen Lebens selbst zusammen, so sind sie den Schülern immer viel vertrauter, besonders dann, wenn alles Nötige durch Schüler selbst herbeigeschafft ist. Es ist durchaus nicht nebensächlich, die Mitarbeit der Schüler auch auf diese Weise anzuregen.

Setzen wir das auseinandergenommene Barometer wieder zusammen, so ergibt sich vielleicht das Bedenken, daß wir die runde Papierscheibe mit den Zahlen nicht wieder richtig aufsetzen, daß also das Barometer nicht mehr „richtig geht“. Dem kann man die Frage gegenüberstellen: Woher wissen wir, daß das Barometer vorher richtig ging? Daraus ergibt sich aber die Frage: Wie prüfen wir, ob unser Barometer richtig geht? Diese Frage behandeln wir jedoch zweckmäßig erst später.

Hat jemand Bedenken, das Barometer in der geschilderten Art auseinanderzunehmen und die einzelnen Teile zu benutzen, so kann man sich nötigenfalls so helfen, daß man in die Öffnung, die sich auf jeder Rückseite eines runden Barometers findet und hinter der eine Schraube sitzt, hineinbläst oder an ihr saugt. Dann dreht sich im

ersteren Falle der Zeiger rechts herum: das Barometer steigt. Im zweiten Falle dreht er sich links herum: das Barometer fällt. Meist braucht man nur ganz schwach zu blasen oder zu saugen, um eine auf weitere Entfernung hin sichtbare Bewegung des Zeigers zu erzielen. Es ist sogar gut, wenn wir uns vor zu starkem Blasen hüten. In einem schräg vorgehaltenen Spiegel können wir die Bewegung des Zeigers verfolgen. Sollte ein Vorversuch ergeben, daß der Zeiger sich nur unmerklich bewegt, so liegt das meist daran, daß die vordere Glaskappe oder häufiger die hintere Deckplatte nicht genügend dicht an das Holzgestell anschließt. Man kann dann eine hinreichende Dichtung durch Überstreichen mit Lack oder dergleichen erzielen. Meist ist es aber nicht nötig. Bei nicht allzu feuchtem Munde hat das Hineinblasen keine schädlichen Wirkungen für das Werk. Am besten für den Unterricht erscheint es mir, wenn wir bei der Wichtigkeit des Barometers beide Versuche machen, mit dem auseinandergenommenen und mit dem wieder zusammengesetzten Barometer.

Die Bedeutung der Zahlen 760 usw. auf dem runden Barometer können die Schüler aus diesem selbst nicht ersehen. Wir müssen ihnen sagen, wenn sie nicht allein schon auf den Gedanken kommen, daß die Zahlen durch Vergleich der Zeigerstellung am runden Barometer mit dem Barometerstande am langen Quecksilberbarometer gefunden und übertragen sind. Ob der Zwischenraum zwischen 760 und 770 auf dem runden Barometer gerade einen Zentimeter beträgt oder mehr oder weniger, das hängt von den Größenverhältnissen des Werks, von der Länge des Zeigers usw. ab.

9. Stunde.

Jetzt verstehen wir die Zahlen, die an den schwarzen Linien auf der Wetterkarte stehen. Die Erklärung der Linien selbst pflegt einige Schwierigkeiten zu machen. Doch werden diese geringer, wenn man auch hier wieder an die Landkarte anknüpft. Auf ihr sind die Höhen über dem Meeresspiegel meist nur an wenigen Punkten unmittelbar angegeben, an Gipfeln usw. Im übrigen pflegt man das Gelände durch verschiedene Farben darzustellen. So ist das Tiefland bis zu 100 m Erhebung gewöhnlich dunkelgrün, das Tiefland zwischen 100 und 200 m Erhebung über dem Meeresspiegel hellgrün, das Hügelland zwischen 200 und 500 m hellbraun, das Gebirgsland über 500 m dunkelbraun gezeichnet. Hieran sind die Schüler vom erdkundlichen Unterricht her gewöhnt. Könnten wir die Luftdruckverteilung auf den Wetterkarten auch mit Farben darstellen, so würden die Wetterkarten ohne Frage

deutlicher sein. Bei der Eile, mit welcher die Wetterkarten hergestellt werden müssen, ist das jedoch ausgeschlossen. Wir müssen uns bei der Wetterkartenzeichnung mit Linien behelfen, die auf der Landkarte auch vorhanden sind, die wir aber im Unterricht wohl kaum besonders beachten, weil wir die Farbendarstellung haben. Ich meine die Grenzlinien zwischen Dunkelgrün und Hellgrün, Hellgrün und Hellbraun usw. Zeigen wir sie auf einer größeren Landkarte zu diesem Zwecke jetzt durch Überfahren mit der Fingerspitze oder besser noch, wenn möglich, durch Überzeichnen mit weicher Kreide, so ist nicht schwer abzuleiten, daß dies die Linien sind, welche z. B. die Orte trennen, die unter 200 m Meereshöhe liegen, von denen, die über 200 m Meereshöhe liegen. Entsprechend bei den übrigen Linien. Auf der zuerst herangezogenen Linie würden also alle Orte liegen, die sich gerade in 200 m Höhe über dem Meeresspiegel befinden. Es ist die 200 m Höhenlinie.

Ähnlich wie das Gelände auf der Landkarte ist nun die Luftdruckverteilung auf der Wetterkarte durch solche Linien deutlich gemacht. Die Schüler werden meist imstande sein die Luftdruckverteilung jetzt selbst aus der Wetterkarte herauszulesen. So trennt auf Abb. II die 755 - Drucklinie, wofür das Fremdwort „Isobare“ leider immer noch gebräuchlich ist, alle Orte, die weniger als 755 mm Barometerstand haben, von denen, die mehr haben. Die ersteren liegen in unserem Falle hauptsächlich in Deutschland, die letzteren nach dem Auslande zu. Das sehen wir daraus, daß durch Mitteldeutschland die 750-Isobare verläuft und daß weiter nach außen die 760-Isobare verläuft. Die Orte Frankfurt, Hannover, Hamburg werden alle einen Barometerstand noch unter 750 mm haben. Berlin hat gerade 750 mm, Dresden, Prag, Breslau und andere haben mehr als 750 mm, aber weniger als 755 mm. Metz hat gerade 755 mm usw. Um volles Verständnis zu erzielen, werden wir natürlich auch hier einige Übungen anstellen. Für Kopenhagen z. B. können wir einen Barometerstand von etwa 753 mm annehmen, für Wien einen solchen von etwa 756 mm, für Memel einen solchen von etwa 761 mm usw.

Diese Barometerstände haben wir auf der Wetterkarte abgelesen, dadurch daß wir die Lage des betr. Ortes zu den benachbarten Isobaren abschätzten. Zweifellos ist es wünschenswert, wenn im Unterricht einigermaßen Zeit ist, den Schülern wenigstens einmal zu zeigen, welche Barometerstände wirklich an dem betr. Tage an jenem Orte abgelesen worden sind. Die Wetterkarten enthalten solche Barometerstände nicht, da ihr Inhalt sonst allzu reichhaltig wäre, und man behilft sich auf ihnen mit den Isobaren. Doch

können wir unser Vorhaben ausführen, wenn wir uns eines Unterrichts mittels bedienen, das überhaupt bezweckt, besonders Lehrer, aber auch Schüler an höheren Lehranstalten, Mitglieder von Seminaren usw. in das Lesen der Wetterkarten einzuführen. Es ist der vom Verfasser herausgegebene **Wetterkartenatlas**.*) In ihm finden wir eine größere Anzahl von Wetterkarten methodisch geordnet. Anfangs sind es nur Ausschnitte aus Wetterkarten, allmählich erst vollständige Karten und auf diesen wiederum zuerst einfache Wetterlagen, allmählich etwas schwierigere. Ein erläuternder Text verfolgt das Ziel, den Leser anzuleiten, alles das aus den Wetterkarten herauszulesen, was aus ihnen herausgelesen werden kann, und das ist recht viel. Übrigens sind die schon erwähnten vier Schulwandkarten dem Atlas entnommen, so daß **der erläuternde Text** des Atlas auch alles auf den vier Wandkarten Enthaltene erklärt.

Die Karte 1 des Atlas stellt den Windwirbel dar, der auf der ersten Wandkarte (Abb. II) ebenfalls gezeichnet ist. Doch ist auf dieser Karte des Atlas alles das weggelassen, was auf der Wandkarte grau gehalten ist, so daß der auf der Wandkarte schwarz gehaltene Wirbel allein vorhanden ist, also noch deutlicher hervortritt. Außerdem sind auf dieser ersten Karte des Atlas auch die Isobaren weggelassen, die auf der Wandkarte aus praktischen Gründen aufgenommen sind. Dagegen sind in der zweiten Karte des Atlas die Barometerstände aller Stationen eingetragen, die zu jenem Wirbel gehören und auf der Karte 1 enthalten sind. An den Stationen wird der Barometerstand allerdings auf Zehntel-Millimeter genau abgelesen. Daher enthalten auch die Wetterdepeschen den Barometerstand auf Zehntel-Millimeter genau, z. B. 746,3 mm. Zur Zeichnung der Isobaren werden diese genaueren Zahlen natürlich benutzt. In der Karte 2 des Atlas sind die Barometerstände jedoch auf ganze Millimeter abgerundet eingetragen. Es ist ja das erstemal, daß die Zahlen dem Leser gegenüberreten. Infolgedessen sollten sie möglichst einfach gehalten sein. Wir können aus der Karte 2 des Atlas ersehen, daß Hannover den niedrigsten Barometerstand hat, nämlich 748 mm. Berlin hat tatsächlich 750 mm, Dresden 751 mm, Prag 754 mm usw. Eine derartige Wandkarte, die nur die Barometerstände und die mit ihrer Hilfe gezeichneten Isobaren enthält, besitzen wir nun freilich nicht. Der Lehrer kann aber wohl die Karte des Atlas einmal ausnahmsweise in der Klasse herumzeigen,

*) Wetterkartenatlas. Eine methodisch geordnete Sammlung von Wetterkarten mit erläuterndem Text. Preis 1 M. Gea Verlag, Berlin W 35.

so daß die Schüler sehen, daß die Luftdruckverhältnisse der einzelnen Stationen tatsächlich so waren, wie wir vermutet haben.

Schon bei der Betrachtung der Luftdruckverhältnisse einer Wetterkarte (z. B. der Abb. II) lernt der Schüler etwas äußerst Wichtiges. Selbst das so sehr schwankende Witterungselement, der Luftdruck, zeigt auf große Landstriche hin Zusammenhänge. So gibt es (Abb. II) weite Gebiete, in denen der Luftdruck überall verhältnismäßig gering ist, sämtliche Barometer also verhältnismäßig tief stehen. Am 1. Oktober 1911 (Abb. II) hatte z. B. ganz Deutschland außer Memel einen Luftdruck unter 760 mm, den man ja als mittleren anzunehmen pflegt. Deutschland lag in einem Tiefdruckgebiet. An einer Stelle des Tiefdruckgebiets ist der Luftdruck am niedrigsten, in unserem Falle bei Hannover. Diese Stelle bezeichnen wir als den Kern des Tiefdruckgebiets, als das Tief. Fremdwörter, wie Depression, Minimum usw. sind hier wohl entbehrlich. Ähnliches zeigen andere Wetterkarten, z. B. die der Abb. I, IV und V.

Die Wetterkarte der Abb. III zeigt eine andere Luftdruckverteilung. Schon die Isobaren lassen erkennen, daß Nordwestdeutschland mit Umgebung einen verhältnismäßig hohen Barometerstand hat, nämlich über 770 mm. Denn die von da weiter nach außen zu liegenden Isobaren zeigen tiefere Zahlen, 765 usw. Auch hier werden wir die Barometerstände einiger Orte abschätzen. So wird Breslau wohl 771 mm Luftdruck haben, Neufahrwasser 769, Lemberg 763 usw.

Wollen wir auch hier den Schülern die wirklichen Barometerstände der einzelnen Stationen an diesem Tage (6. Oktober 1908) zeigen, so kann der Wetterkartenatlas ebenfalls aushelfen. Seine Karte 3 enthält die Windverhältnisse der Stationen, die in der Abb. III schwarz ausgezeichnet sind. Die in der Wandkarte grau gehaltenen Teile sind im Atlas weggelassen. Übrigens sind auf dieser Karte wie auf der Karte 1 des Atlas die Windbahnen eingezeichnet. Es ergeben sich dabei Bilder ähnlich wie auf den Abb. 3 und 4. Die im Atlas neben der Karte 3 sich findende Karte 4 enthält vom gleichen Tage wie die Abb. III die Barometerstände aller schwarz eingezeichneten Stationen. Diesmal sind sie genauer als auf der Karte 2 eingeschrieben, nämlich mit den Zehntel-Millimetern. Zeigt der Lehrer in Ermangelung einer Wandkarte auch diese Karte des Atlas einmal den Schülern, so können sie selbst ablesen, daß am 6. Oktober 1908, 8 Uhr morgens (Abb. III) Hamburg den höchsten Barometerstand hatte, nämlich 773,5 mm. Alle benachbarten Stationen zeigen einen tieferen Barometerstand, überhaupt nimmt er nach außen zu ab. Sämtliche

von der 770-Isobare umschlossenen Stationen haben wirklich einen Barometerstand über 770 mm, sämtliche von der 765-Isobare umschlossenen Stationen haben einen solchen über 765 mm, alle übrigen darunter.

An jenem Morgen hatte also Mitteleuropa nicht verhältnismäßig niederen, sondern verhältnismäßig hohen Luftdruck. Es lag in einem Hochdruckgebiet. Der Kern des Hochdruckgebiets, das Hoch, lag in der Nähe von Hamburg. Solche Hochdruckgebiete sehen wir auch auf den Karten der Abb. V, IV und I.

Aus alledem folgt: die Luftdruckverteilung ist nicht zusammenhangslos. Es gibt weite Gebiete, die verhältnismäßig tiefen Barometerstand haben (Tiefdruckgebiete), und ebenso weite Gebiete, die verhältnismäßig hohen Barometerstand haben (Hochdruckgebiete). Den Kern eines Tiefdruckgebiets nennt man das Tief, den eines Hochdruckgebiets das Hoch.

Übungen.

Jetzt dürfte die Isobarenzeichnung der Karten den Schülern verständlich sein, besonders wenn wir die Darstellung der Luftdruckverteilung auf den Wetterkarten mit der Geländedarstellung auf den Landkarten vergleichen. Ein Hochdruckgebiet entspräche dann einem Berglande, das Hoch dem höchsten Gipfel. Ein Tiefdruckgebiet entspräche einer Tiefebene, das Tief ihrer niedrigsten Stelle. Natürlich werden wir uns auch hier einige Zeit im Ablesen des Luftdrucks bestimmter Stationen üben. Ferner können wir unsere täglichen Übungen, die wir ja ständig fortsetzen, jetzt erweitern, indem wir nach den Wetterkarten feststellen, ob wir in einem Tiefdruckgebiet oder in einem Hochdruckgebiet liegen. Die vorgeschlagene allmähliche Erweiterung der täglichen Übungen könnte insofern Widerspruch erfahren, als eingewendet wird, daß sie allmählich zuviel Zeit in Anspruch nehmen. In Wirklichkeit ist das nicht der Fall. Die Schüler lernen bald, das an dem betreffenden Tage besonders Auffallende hervorheben. Anderes berücksichtigen sie dann weniger. An einem Tage betonen sie z. B., daß wir in einem starken Hochdruckgebiet liegen, an einem andern heben sie hervor, daß diesmal der Wind uns die scharfe Kälte bringt, weil er aus einer sehr kalten Gegend heranzweht usw. Das wird sich auch später zeigen, wenn der sachliche Inhalt der täglichen Beobachtungen sich noch mehr erweitert. Sie

erfordern dann doch nicht mehr Zeit als früher, weil Nebensächliches gar nicht mehr beachtet wird.

Wahrscheinlich kommen die Schüler selbst auf die Vermutung, daß der Stand unseres Barometers davon abhängig ist, ob wir in einem Tiefdruckgebiet oder in einem Hochdruckgebiet liegen. Liegen wir in einem kräftigen Hochdruckgebiet, so wird unser Barometer das anzeigen: es steht dann selbst hoch. Finden die Schüler anderseits an einem Morgen an unserm Barometer, dessen Beobachtung wir den täglichen Übungen natürlich eingefügt haben, einen auffallend hohen Stand, so werden sie folgern, daß wir in einem Hochdruckgebiet liegen. Die später eintreffende Wetterkarte bestätigt es auch. Umgekehrt im Tiefdruckgebiet bei tiefem Barometerstand usw. Dadurch daß wir so ständig unsere eigenen Beobachtungen mit dem Inhalt der Wetterkarten in Zusammenhang bringen, wird dieser Inhalt der Karten den Schülern immer vertrauter.

Wenn unser Wohnort auch auf der Karte selbst nicht als Station vorhanden ist, so wird das Auffinden wenigstens seiner ungefähren Lage keine Schwierigkeiten machen. Eine derartige, nur ungefähre Ortsbestimmung genügt aber. Vergleichen wir nun bei obigen Übungen den Barometerstand, den wir an unserm Wohnort wirklich abgelesen haben, mit dem, den die Wetterkarte für unsern Wohnort annehmen läßt, so werden wir wenigstens an all den Orten, die in einiger Höhe über dem Meeresspiegel liegen, eine auffallende Abweichung finden. Der an unserm Barometer abgelesene Barometerstand pflegt merklich tiefer zu sein, als der durch die Wetterkarte angegebene. In Weilburg macht das durchschnittlich 15 mm aus.

10. Stunde.

Das muß den Schülern auffallen und sie fordern eine Erklärung. Wahrscheinlich können sie aus der Wetterkarte selbst ablesen, daß hier noch etwas Besonderes vorliegen muß; denn die Erklärung für die Isobaren (auf unserer Wetterkarte rechts unten) besagt ja: sie „verbinden die Orte mit gleichem (auf den Meeresspiegel umgerechneten) Barometerstand.“ Vielleicht fällt auch den Schülern, schon ehe sie die obige Beobachtung gemacht haben, diese Klammerbemerkung der Wetterkarte auf.

Beides führt zur Bekanntschaft mit der gleichen Tatsache, nämlich der, daß der Luftdruck an höher gelegenen Orten im Durchschnitt geringer ist als an den in der Nähe des Meeresspiegels gelegenen. Die

Station München z. B. liegt 500 m über dem Meeresspiegel, Frankfurt nur 90 m, Borkum unmittelbar über dem Meeresspiegel. Unter sonst gleichen Verhältnissen muß also über Borkum eine höhere Luftsäule lagern als über Frankfurt und an beiden eine höhere als über München; d. h. das Barometer steht in München im allgemeinen tiefer als in Frankfurt und hier tiefer als in Borkum. Der Stand des Barometers ist also nicht nur von der allgemeinen Luftdruckverteilung über Mitteleuropa abhängig, sondern auch von der Höhe der betreffenden Station. Würden wir in die Wetterkarte die wirklich beobachteten Barometerstände einzeichnen, so würden wir ein durchaus unrichtiges Bild erhalten. Wollen wir ein richtiges Bild von der Luftdruckverteilung haben, so muß die Wirkung der Meereshöhe auf den Barometerstand ausgeschaltet werden. Das wäre so denkbar, daß in Frankfurt, München usw. Schächte in die Erde gegraben würden, bis man in die Höhe des Meeresspiegels käme. In der Tiefe eines solchen Schachts würde das Barometer teilweise erheblich höher stehen als an der Erdoberfläche. Da das nicht ausführbar ist, so rechnet jeder Beobachter mit Hilfe vorhandener Tafeln nach der Barometerablesung aus, wie hoch das Barometer stehen würde, wenn es in der Höhe des Meeresspiegels hinge. Die von den einzelnen Stationen einlaufenden Wetterdepeschen enthalten daher den auf den Meeresspiegel umgerechneten Barometerstand, wie die Erklärung auf der Wetterkarte unten rechts besagt.

Das muß alles im Unterricht besprochen werden, weil sonst Mißverständnisse unterlaufen. Doch ist es gut, wenn wir den Schülern auch wirklich zeigen, daß der Luftdruck mit der Höhe abnimmt. Das geht durch unmittelbare Anschauung mit unserm Barometer. Schon wenn wir mit dem Barometer einige Treppen hinaufsteigen, werden wir finden, daß es etwas fällt. Vor dem Emporsteigen stellen wir den gelben Zeiger genau über den blauen bei senkrecht gehaltenem Barometer ein, nachdem wir etwas auf das Barometer geklopft haben. Oben wird dann die Spitze des blauen Pfeils ein wenig tiefer stehen als die des gelben. Steigen wir wieder herab, so stellt sich der blaue Zeiger wieder hinter den gelben ein. Schon bei einem mittelhohen Gebäude pflegt auch ein billiges rundes Barometer das zu zeigen. Viel deutlicher ist es natürlich, wenn wir nach Ablesung im Tal mit dem Barometer einen Berg ersteigen. Es empfiehlt sich sehr, gelegentlich einer Wanderung ein Barometer mitzunehmen und die Schüler wiederholt ablesen zu lassen. So ist unmittelbar bewiesen, daß mit zunehmender Höhe der Luftdruck abnimmt und umgekehrt.

Von jetzt ab müssen wir streng unterscheiden zwischen dem wirklichen Barometerstand und dem auf den Meeresspiegel umgerechneten („reduzierten“). Wie wir später sehen werden, soll unser Barometer hauptsächlich dazu dienen, die Veränderung des Luftdrucks, also etwa das Herannahen eines Tiefdruckgebiets zu verfolgen. Das geht aber nur, wenn unser Barometer nicht den wirklichen Barometerstand anzeigt, sondern den der Wetterkarte, d. h. den auf den Meeresspiegel umgerechneten. Schon die oben erwähnten Übungen lassen das wünschenswert, wenn nicht notwendig erscheinen. Es ist also sehr zweckmäßig, unser Barometer auf den Meeresspiegel einzustellen. Bei runden Barometern ist das möglich, am einfachsten auf folgende Weise. Wir lesen nach Anklopfen etwa am einem Morgen um 8 Uhr den Stand unseres Barometers ab. Kommt dann am Nachmittag die Wetterkarte, so schätzen wir, wie früher angedeutet, den Barometerstand ab, den unser Wohnort nach seiner Lage zwischen zwei Isobaren haben müßte. Dieser Barometerstand wird ebenfalls aufgeschrieben. So machen wir es einige Tage hintereinander. Beide täglichen Ablesungen werden einen Unterschied zeigen. Schwankt dieser Unterschied von Tag zu Tag stark, dann ist das Barometer unbrauchbar. Sonst werden wir im allgemeinen finden, daß unser Barometer jedesmal um eine gewisse Anzahl von Millimetern tiefer steht, als die Wetterkarte angibt. Der Unterschied wird nicht täglich der gleiche sein, sondern um 1, 2, vielleicht selbst 3 mm schwanken, auch wenn unser Barometer brauchbar ist. Wir nehmen das Mittel aus den etwas wechselnden Unterschieden und stellen den blauen Zeiger des Barometers um dies Mittel höher. Das geschieht durch Umstellen der mittleren versenkten Schraube auf der Rückseite des Barometers mittelst eines sehr kleinen Schraubenziehers. Meist stellt man beim erstmaligen Einstellen den Zeiger zu weit, da man unwillkürlich etwas gegen die Schraube drückt. Man vergleiche dann noch einige Tage und stelle den Zeiger im Notfalle wieder zurück. Wiederholt man nun einen solchen Vergleich etwa zweimal im Jahre, so geht unser Barometer hinreichend genau, zeigt nun natürlich den auf den Meeresspiegel umgerechneten Barometerstand. Den aber brauchen wir, wie wir später noch sehen werden. Diese Überlegungen stellen wir im Unterricht an, das Beobachten, Vergleichen und Umstellen erfolgt dann in den nächsten Tagen.

Wenn die Schüler Tiefdruckgebiete und Hochdruckgebiete kennen lernen, so pflegt ihnen sofort eins aufzufallen, nämlich daß der Kern eines Tiefdruckgebiets mit dem Kern eines Wirbels zusammenfällt, und umgekehrt, daß der Kern eines Hochdruckgebiets mit dem Kern eines

Gegenwirbels sich deckt. Zwischen den Winden und der Luftdruckverteilung besteht also ein auffälliger Zusammenhang, der uns freilich bei einiger Überlegung nicht wundernehmen darf. Denn wenn im Kern des Gegenwirbels die Luft sich nach unten bewegt, so muß hier höherer Druck vorhanden sein als in der Umgebung, wohin ja die Luft aus dem Kern abfließt. Wenn anderseits im Wirbel die Luft nach oben steigt, so drückt sie auf ein dort befindliches Barometer nicht so stark, als wenn sie ruhig lagerte. Also muß im Kern eines Wirbels ein tieferer Barometerstand vorhanden sein als in der Umgebung, woher die Luft zum Wirbelkern hinströmt. Der aufgedeckte Zusammenhang zwischen Luftdruckverteilung und Windsystemen ist also ein durchaus natürlicher. Man kann jetzt auch sagen: der Wind strömt in der Nähe der Erdoberfläche von einem Hoch nach einem Tief, und wir können jetzt von Tiefdruckwirbeln sprechen, wie man das meist zu tun pflegt.

Mit alledem soll noch nichts darüber gesagt sein, ob die Windsysteme (Wirbel und Gegenwirbel) das zuerst Entstehende sind und ob durch die Abwärtsbewegung der Luft im Gegenwirbel und ihre Aufwärtsbewegung im Wirbel Hochdruck- und Tiefdruckgebiete erst entstehen. Es könnte auch umgekehrt sein. Wir lassen die Frage jetzt durchaus offen. Später werden wir darauf zurückkommen.

Dritter Vortrag.

11. Stunde.

Wir wenden uns jetzt zur Frage 2, welche die Schüler früher gestellt hatten, als sie die Wandkarten 1 und 2 (Abb. II und III) verglichen:

Woher kommt es, daß der Inhalt der Stationskreise im Gegenwirbel so hell, im Wirbel so schwarz ist?

Zuerst müssen wir die Frage beantworten: was bedeutet es, daß die Stationskreise mehr oder weniger schwarz ausgefüllt sind? Die Erklärung finden die Schüler selbst auf der kleinen Tafel links unten. Die mehr oder weniger schwarze Ausfüllung der Kreise soll die Stärke der Himmelsbedeckung darstellen. Wir können daraus also ablesen, ob es an dem betreffenden Morgen an einem Orte wolkenlos, heiter, halbbedeckt, wolkig oder bedeckt war. Der leicht zu merkende Grundsatz bei dieser Bezeichnung ist: je mehr der Stationskreis schwarz ausgefüllt

ist, desto stärker ist die Bewölkung. Auch diese Zeichen werden wir zunächst einüben. So hatte am 6. Oktober 1908, 8 Uhr morgens (Abb. III) Berlin wolkenlosen Himmel, Breslau heiteres Wetter, Aachen halbbedeckten Himmel, Borkum wolkiges Wetter und Karlsruhe ganz bedeckten Himmel. Vielleicht fragen die Schüler auch gleich nach der Bedeutung der übrigen Zeichen in den Stationskreisen. Auch hierfür finden wir auf der Wetterkarte die Erklärungen. Der Regen wird danach durch einen Punkt in der Mitte des Stationskreises dargestellt, der uns an den Regentropfen erinnert. Schnee wird durch ein Sternchen dargestellt, das Sternchen der Schneeflocke. Auf den von uns seither benutzten Wetterkarten findet sich dies Zeichen allerdings nicht. Dunst wird durch eine liegende 8 dargestellt, Nebel durch drei wagerechte Striche, welche wohl vom Lagern der Nebelschichten hergenommen sind. Das Zeichen für Gewitter findet sich ebenfalls auf den bisher herangezogenen Wetterkarten nicht. Regen finden wir auf der Abb. II in Hannover, Hamburg usw., Dunst in Memel, Nebel in Stockholm.*)

*) Die Verwendung eines Punktes für Regen, des Sternchens für Schnee und auch der übrigen Zeichen für Niederschläge u. a. geschieht auf allen deutschen Wetterkarten gleichmäßig. Nur finden sie sich auf den Karten anderer Ausgabestellen teilweise nicht im Stationskreise, sondern daneben. Es gilt dann ferner die Verabredung, daß bei Regen und Schnee, Nebel und Gewitter der Stationskreis schwarz ausgefüllt wird, bei Dunst hingegen ganz unausgefüllt bleibt. Diese Art der Zeichnung hat Nachteile. Zunächst übersieht man häufig den Regenpunkt neben dem Stationskreis, besonders wenn der Druck der täglichen Wetterkarten infolge ihrer schnellen Herstellung undeutlich ist. Ferner macht die Verabredung, daß bei Nebel, wenn also die drei Nebelstriche neben dem Stationskreise stehen, der Kreis ganz schwarz ausgefüllt sein soll, Schwierigkeiten. Bei Nebel ist ja meist die Sonne durch den Nebel verdeckt. Doch kommt auch z. B. im Herbst am Morgen eines sonst ganz klaren und heiteren Tages vielfach Nebel vor, der dann bald nach 8 Uhr zu verschwinden pflegt. So war es in Hannover am Morgen des 6. Oktober 1908 (Abb. III). Würde man hier den Stationskreis ganz schwarz zeichnen und die drei Nebelstriche daneben setzen, so störte diese Art Zeichnung das Gesamtbild sehr. Denn mitten in einem vielfach recht weiten Gebiet heiteren oder wolkenlosen Wetters scheint dann plötzlich an einer oder mehreren Stationen ganz bedeckter Himmel zu sein, während in Wirklichkeit nur eine verhältnismäßig dünne Nebelschicht über dem Erdboden lagert und darüber blauer Himmel vorhanden ist. Man sucht dann vergebens nach einem Grunde für diese „volle Himmelsbedeckung“, die doch in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Umgekehrt ist nicht selten mitten in einem Gebiet trüben Wetters an einer Station Dunst. Nach der obigen Verabredung würde dann ein Stationskreis mitten zwischen lauter ganz schwarz ausgefüllten Kreisen vollkommen unausgefüllt sein, während das Dunstzeichen neben dem Stationskreis steht. Auch das stört das Gesamtbild. Die Schwierigkeiten stellen sich natürlich besonders in der Schule ein, aber auch für den Erwachsenen, der sich im Lesen der Wetterkarten erst übt. Aus diesem Grunde sind in Weilburg und an anderen Wetterkarten-Ausgabestellen jene Zeichen für die Bewölkung, die Niederschläge usw. in den Stationskreis hineingesetzt, wodurch die Schwierigkeiten gehoben sind. Wie früher schon einmal hervorgehoben, zeichnen ja auch eine ganze Reihe in- und ausländischer Ausgabestellen für Wetterkarten anders, teilweise sehr abweichend.

Die Schüler verstehen die Zeichen zunächst für die Bewölkung und finden besonders beim Vergleich der Abb. II und III, daß im Gebiet des Tiefdruckwirbels die Bewölkung stark ist und nach außen zu allmählich, wenn auch unregelmäßig, abnimmt. Ferner, daß im Hochdruckgebiet meist heiteres Wetter oder wolkenloser Himmel vorhanden ist und die Bewölkung nach außen zu allmählich, wenn auch hier ebenfalls unregelmäßig, zunimmt. Das muß erklärt werden.

Wir kommen damit auf die Frage: Wie entsteht die Bewölkung? Da sie im Tiefdruckwirbel besonders stark vorhanden ist, wird ihre Entstehung wahrscheinlich mit dem zusammenhängen, was den Tiefdruckwirbel vor allem kennzeichnet. Das ist aber das **Emporwirbeln der Luft**. Schon daraus können wir schließen, daß wahrscheinlich durch das Emporsteigen der Luft sich Wolken bilden und daß umgekehrt durch das Herabsinken der Luft im Hochdruckgebiet sich nicht nur keine Wolken bilden, sondern auch etwa vorhandene Bewölkung abnimmt oder ganz verschwindet. Was geschieht aber mit der Luft, die emporsteigt? Vielfach hört man darauf die Antwort, sie käme dabei in Regionen, wo es kälter sei, kühle sich dadurch selbst ab, und nun geschähe das gleiche, was häufig abends über Wiesen und besonders über feuchten Wiesen geschieht. Die sich abkühlende Luft könne ihre Feuchtigkeit in Form von unsichtbarem Wassergas nicht mehr halten, sondern scheide sie in Form von Tröpfchen (nicht etwa Bläschen!) aus. Der Nebel entsteht allerdings meist auf diese Weise, ähnlich wie ja auch die Feuchtigkeit unserer Atemluft sich beim Ausatmen im Winter als Tröpfchen (Hauch) ausscheidet. Erinnern wir jedoch die Schüler an die Luftbewegung im Wirbel, soweit wir sie bis jetzt übersehen können, so erkennen sie, daß ein solcher Vorgang sich in den höheren Luftschichten im allgemeinen nicht abspielen kann. Denn während die Luft vom Erdboden in die oberen Teile des Wirbels emporsteigt, ist ja die früher in den obersten Teilen des Wirbels vorhandene Luft schon nach allen Seiten abgeflossen. Eine Mischung der wärmeren Luft der unteren Schichten mit den meist allerdings kälteren Luftmassen in den oberen Schichten findet daher im allgemeinen nicht statt. Damit soll nicht gesagt sein, daß eine Wolkenbildung durch Mischung wärmerer Luft mit kälterer niemals stattfände. Wir wissen sogar, daß dies mitunter der Fall ist, daß hierauf z. B. die Bildung von **Schichtwolken** teilweise zurückzuführen ist. Doch sind solche Vorgänge immerhin Ausnahmen. Die uns hauptsächlich interessierenden **Haufenwolken** und **Regenwolken** entstehen auf diese Art kaum einmal. Wir müssen also im Unterricht nach einer anderen Erklärung dafür suchen.

Wir fragen uns wieder: was geschieht mit der Luft, die im Tiefdruckwirbel emporsteigt? Wir wissen schon, daß der Luftdruck in höheren Schichten geringer ist als in tieferen. Wenn nun Luft emporsteigt, so wird der auf ihr lastende Druck der übrigen Luft immer geringer. Nun hat bekanntlich jedes Gas, also auch die Luft, das Bestreben, sich auszudehnen, wenn der auf ihr ruhende Druck abnimmt. Das müssen wir aber im Unterricht erst zeigen. Man könnte daran denken, das Beispiel eines mit der Hand zusammengedrückten Gummiballs heranzuziehen. Der dehnt sich ja auch sofort aus, sobald der Druck der Hand nachläßt. Tatsächlich wirkt das erwähnte Bestreben der Luft, sich in solchen Fällen auszudehnen, hierbei mit. Doch könnte ein Schüler den Einwand machen, daß die Elastizität des Gummis die Ursache für die Ausdehnung des Balls sei. Auf dieser Stufe des Unterrichts können wir das kaum widerlegen. Wir wollen daher einen Versuch machen, bei dem Gummi oder sonst ein elastischer Stoff als Umhüllung der zu betrachtenden Luftmasse ausgeschlossen ist. Wir benutzen wieder unsere Milchflasche (Abb. 19) und schütten etwas Wasser hinein, daß wir durch ein wenig rote Tinte oder Kaffee sichtbar machen. Bei schräggehaltener Flasche lassen wir dann das kleine, auf der einen Seite geschlossene Glasröhrchen in die Flasche hineingleiten, so daß das offene Ende des Röhrchens nach unten in die Flüssigkeit hinragt. Solch' kleine Glasröhrchen werden vom Apotheker vielfach zum Verpacken von Pastillen usw. benutzt. Wir können sie uns also leicht verschaffen. Haben wir chemische Proberöhrchen zur Hand, so können wir diese natürlich auch verwerten. Gewöhnlich steigt schon beim Hineingleiten des Röhrchens die Flüssigkeit etwas hinein, so daß sie im Röhrchen und außerhalb (in der Flasche) ziemlich gleich hoch steht. Stellen wir die Flasche jetzt senkrecht auf, so haftet häufig das Röhrchen an ihrer Wandung, steht also ebenfalls senkrecht. Dabei zieht sich bekanntlich die Flüssigkeit zwischen Röhrchen und Flaschenwand in die Höhe, was beim Versuch stören könnte. Wir schütteln daher die Flasche ein wenig, so daß das Röhrchen schräg steht, wie die Abb. 19 zeigt.

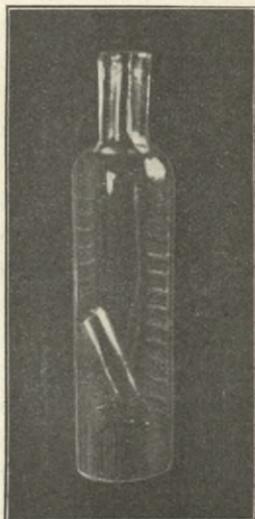


Abb. 19.

Wir wollen nun die Luft in dem kleinen Röhrchen betrachten und sehen, wie sie sich verhält, wenn der auf ihr lastende Druck vergrößert

oder vermindert wird. Hauptsächlich interessiert uns das letztere, denn es geschieht ja, wenn Luft im Wirbel emporsteigt. Doch brauchen wir auch das erstere für die Erklärung des Verhaltens der Luft im Hochdruckgebiet. Hier senkt sie sich von oben herab und kommt in Luftschichten, wo der Druck immer stärker wird. Wir wollen uns zunächst einmal an diesen Fall halten, weil der hier anzustellende Versuch leichter verständlich ist als der andere.

Durch Hineinblasen in die Flasche verstärken wir den Luftdruck in ihr, ähnlich wie wir das früher beim Barometer taten (Abb. 18). Die Luft in der Flasche drückt jetzt stärker als vorher nach allen Seiten. Die Glaswandungen geben nicht nach. Nachgeben kann nur das Wasser, da es beweglich ist. Wir sehen auch sofort, daß das Wasser in das kleine Röhrchen hineingetrieben wird, d. h. daß die Luft im Röhrchen zusammengepreßt wird. Das kann nur daher kommen, daß das Wasser jetzt einen stärkeren Druck überall hin, so auch auf die Luft im Röhrchen ausübt. Hieraus folgt: Verstärkt sich der auf einer Luftmenge lastende Druck, so wird sie zusammengepreßt.

Jetzt machen wir den entgegengesetzten Versuch. Wir saugen mit dem Munde oben an der Flasche. Dadurch saugen wir etwas Luft heraus, vermindern also den Druck der Luft in der Flasche, ähnlich wie früher bei dem zweiten Versuch mit dem Barometer (Abb. 18). Sofort nehmen wir das Entgegengesetzte wie früher wahr. Die Flüssigkeit im Gläschen sinkt. Woher kommt das? Wir haben Luft aus der Flasche herausgesaugt. Vielleicht werden einige Schüler geneigt sein jetzt zu sagen, daß nun die Luft in der Flasche das Wasser empor-, also aus dem Gläschen heraussauge. Die Luft hat aber kein Mittel, das Wasser in der Flasche mit emporzuheben, ähnlich wie früher (Abb. 17), wo die sich zusammenziehende Luft in der Flasche das Gummi nicht hineinziehen konnte. Wenn trotzdem die Flüssigkeit im Gläschen sinkt, so kann das nur daher kommen, daß die Luft im Gläschen sich von selbst ausdehnt. Das kann sie jetzt aber tun, weil wir den Druck auf das sie einschließende Wasser vermindert haben. Hieraus folgt: Vermindert sich der auf einer Luftmenge lastende Druck, so dehnt sie sich aus.

Das gleiche muß mit der Luft geschehen, die im Tiefdruckwirbel emporsteigt. Denn in höheren Luftschichten ist der Druck ja geringer als in tieferen. Die Bildung von Wolken muß mit diesem Sichausdehnen der Luft beim Emporsteigen zusammenhängen. Umgekehrt muß das Verschwinden der Wolkendecke im Hochdruckgebiet damit zusammenhängen, daß hier die Luft beim Herabsinken mehr und mehr

zusammengepreßt wird. Wir müßten also jetzt die Entstehung von Wolken oder wenigstens das Ausscheiden von Wassertröpfchen veranschaulichen in Luft, mit der weiter nichts geschieht, als daß sie zusammengepreßt wird.

Wir benutzen den Apparat, wie ihn Abb. 20 darstellt. Zunächst sehen wir eine dickwandige, farblose Flasche, wie sie zum Transport

eines Liters Milch vielfach verwandt wird. Wir können auch jede beliebige andere farblose Flasche nehmen, nur muß auf dicke Wandung Wert gelegt werden, damit der Versuch durch die Temperatur der äußeren Zimmerluft nicht beeinflußt wird. Dieser Einfluß ist zwar in Wirklichkeit stets gering, doch

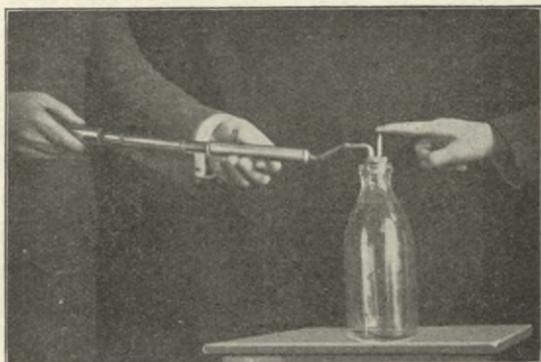


Abb. 20.

könnten die Schlußfolgerungen der Schüler gestört werden. Die vorgeschlagene Milchflasche eignet sich auch deshalb gut, weil die Öffnung ziemlich groß ist. Sie ist durch einen Kork verschlossen. Die Flaschenspunde aus Kork besitzen die passende Größe. Damit der Kork gut schließt, erweichen wir ihn vorher. Das geht durch Einlegen in Wasser oder dadurch, daß wir ihn zwischen Stiefelsohle und Fußboden bei gelindem Druck hin- und herrollen. Der Kork erhält zwei Durchbohrungen, die wir mit dem Nagelbohrer herstellen und nötigenfalls durch eine kleine runde Feile gut runden. Durch die eine Öffnung geht eine gerade Glasröhre, durch die andere eine gebogene.*) An letztere ist der Schlauch einer Hand-Radfahrerpumpe befestigt, die wohl überall zu haben ist. Natürlich müssen wir vorher das Schraubstück entfernen, durch das die Verbindung mit dem Radschlauch hergestellt wird. Halten wir, wie die Abbildung zeigt, mit einer Fingerspitze die Öffnung der geraden Glasröhre zu, so können wir mit der Pumpe Luft in die Flasche pumpen. Hierbei müssen wir allerdings das im Radschlauch sitzende Ventil ersetzen, so zwar, daß ein Gehilfe den kleinen Ansatzschlauch zusammendrückt, sobald wir

*) Nötigenfalls kann statt der gebogenen Glasröhre ein kurzes gerades Röhrchen aus Blech oder Holz genommen werden. Die andere Röhre kann nötigenfalls überhaupt wegfallen, so daß diese Durchbohrung des Korks mit dem Finger verschlossen wird, sobald es beim Versuch nötig ist.

Luft hineingepreßt haben, und ihn zusammengepreßt hält, während wir die Pumpe wieder auseinanderziehen. Dadurch wird die Luft in der Flasche zusammengepreßt. Nehmen wir dann den Finger von der geraden Glasröhre ab, so strömt Luft aus der Flasche nach außen: die Luft in der Flasche dehnt sich aus.

Weiter geschieht nichts mit ihr. Da die Flasche dickwandig ist, kann die höhere oder tiefere Temperatur der Zimmerluft nicht einwirken. Unsere Handwärme wirkt ebenfalls nicht ein, wenn wir die Pumpe nur mit den Fingerspitzen fassen, wie die Abb. 20 zeigt, und nicht in die warme Handfläche legen. Allerdings führen wir Zimmerluft in die Flasche ein. Haben wir aber die Flasche offen schon eine Weile vor dem Versuch im Schulzimmer stehen, so hat die zugeführte Luft den gleichen Wärmegrad, wie die schon in der Flasche befindliche. Derartige Ausführungen können etwaige Einwände von Schülern widerlegen, daß irgendwie die Temperatur der Luft in der Flasche von außen beeinflußt würde. Im Augenblick, wo wir die gerade Röhre öffnen, geschieht mit ihr nichts, als daß sie sich ausdehnt. Machen wir diesen Versuch mit trockener Flasche einigemal hintereinander, so werden wir eine Trübung in der Flasche bemerken, sobald der Finger von der Glasröhre entfernt wird. Doch tritt die Trübung erst allmählich auf und ist auch vielleicht nicht so stark, daß sie weithin sichtbar wird. Infolgedessen ordnen wir den Versuch besser etwas anders an.

Die Schüler wissen, daß Wolken besonders dann entstehen, wenn die Luft feucht ist. Wir füllen daher die Flasche schon vor Beginn der Stunde mit Wasser und schütten es kurz vor Anstellung des Versuchs aus. Dann sind die Innenwände feucht und ebenso die Luft in der Flasche. Die Flasche wird schon vor Beginn der Stunde gefüllt und bleibt gefüllt bis zur Anstellung des Versuchs stehen, damit das Wasser und also auch die Flaschenwand die Temperatur des Zimmers angenommen hat. Sonst kann der Versuch gestört werden, oder die Schüler können wenigstens Einwände erheben. Wir schütten das Wasser ferner erst unmittelbar vor Anstellung des Versuchs aus, weil sonst die Flaschenwandungen sich leicht im Innern beschlagen, wodurch ihre Durchsichtigkeit vermindert wird. Stellen wir mit der feuchten Flasche den Versuch an, so gelingt er schon besser. Ein Schulversuch soll jedoch so deutlich sein, daß gar kein Bedenken dagegen auftreten kann. Wir ändern daher besser noch etwas ab.

Es ist nachgewiesen, daß in ganz reiner Luft, die nur Feuchtigkeit enthält, auch bei stärkerem Abkühlen der Wassergehalt sich im allgemeinen nicht in Form von Tröpfchen ausscheidet, daß also in

solcher Luft weder Nebel noch Wolken entstehen. Abgesehen von besonderen Fällen, die hier nicht in Betracht kommen, scheidet die Luft, wenn sie sich abkühlt oder ausdehnt, nur dann Wassertröpfchen aus, wenn in ihr vorher schon irgend welche anderen flüssigen oder festen Teilchen vorhanden waren, so etwa Staub oder Rauch oder noch feinere Stoffe. Das wissen die Schüler natürlich nicht, wir müssen es ihnen erzählen, erleichtern ihnen aber das Verständnis, wenn wir daran erinnern, daß sich ja über Städten mit viel Rauchentwicklung (Hamburg, London usw.) besonders häufig Dunst und Nebel bildet. Steht unsere Flasche schon eine Weile leer da, so hat sich der in ihr befindliche Staub längst zu Boden gesetzt. Hatten wir sie mit Wasser gefüllt und gießen wir dies unmittelbar vor dem Versuch aus, dann ist die jetzt in ihr befindliche Luft ebenfalls ganz oder fast staubfrei. Wir müssen also Staub oder Rauchteilchen hineinbringen, wobei wir nicht an den groben Staub zu denken brauchen, der sich auf den Möbeln ablagert, oder an den schweren Rauch der Schornsteine. Bei den bisherigen Arten des Versuchs schaffen wir durch Einpumpen von Zimmerluft allmählich auch Staub hinein, so daß der Versuch ebenfalls leidlich gut gelingt, wenn wir ihn mehrmals vorher angestellt haben. Schaffen wir aber vorher etwas Staub oder Rauch irgend welcher Art hinein, so gelingt er erheblich besser. Das kann geschehen, wenn wir ein klein wenig Zigarrenrauch hineinblasen. Es braucht nur ganz wenig zu sein, so daß er kaum sichtbar ist. Immerhin könnten Schüler bei der späteren Tröpfchenbildung die Ansicht äußern, das sei jener Rauch. Wenn dieser Einwurf in Wirklichkeit auch nicht zutreffend ist, vermeiden wir Zigarrenrauch doch besser. Das Zuführen von andern Stoffen außer Luft und Wasser geschieht am einfachsten so, daß wir die Flasche, nachdem das Wasser ausgegossen ist, mit der Öffnung nach unten halten und nun ein brennendes Zündholz einen Augenblick hineinhalten. Selbstverständlich darf hier kein Zündholz genommen werden, das etwa wie die alten Schwefelhölzer sichtbaren Rauch entwickelt, wenn es auch nur wenig ist. Denn sonst kommen die gleichen Einwände wie früher. Verursacht das brennende Streichholz keinen irgendwie sichtbaren Rauch, so können die Schüler auch keine Einwände machen.

Verdichten wir bei dieser Versuchsanordnung die Luft mit Hilfe der Pumpe und entfernen dann den Finger von der geraden Glasröhre, so entsteht weithin sichtbar Nebel in der Flasche. Damit ist bewiesen, daß Luft einen Teil ihres Wassergehalts in Form von Tröpfchen ausscheidet, sobald sie sich hinreichend ausdehnt.

Der seither beschriebene Versuch ahmt die Verhältnisse nach, die sich im aufsteigenden Luftstrom eines Tiefdruckwirbels abspielen. Es ist zweckmäßig, auch den Gegenversuch zu machen, der uns die Vorgänge verdeutlichen soll, wie sie im absteigenden Luftstrom eines Gegenwirbels stattfinden. Zu diesem Zweck erzeugen wir noch einmal Nebel in der Flasche auf die frühere Weise und halten die Flasche noch eine Zeitlang ruhig. Die Schüler sehen, wie der Nebel sich noch eine ganze Weile hält und nur allmählich zu Boden sinkt. Auf dies Sinken sollte man besonders hinweisen, weil es die Tatsache belegt, daß die kleinen Wassertropfchen, dem Gesetz der Schwere folgend, allmählich zu Boden sinken. Wir brauchen das später. Nun stellen wir noch einmal „Nebel“ dar, verschließen aber, sobald er sich gebildet hat, die Flasche und pumpen sofort rückweise Luft hinein. Wir sehen den Nebel ruckweise verschwinden und die Flasche ganz klar werden. Hieraus folgt, daß durch das Zusammenpressen von Luft, in der Wassertropfchen enthalten sind, diese verschwinden, d. h. wieder verdunsten. Das veranschaulicht die Vorgänge im Gegenwirbel (Hochdruckgebiet), wo die Luft beim Herabsinken immer mehr zusammengepreßt wird, so daß keine Wolken entstehen und etwa vorhandene verschwinden: heiteres Wetter im Hochdruckgebiet. (Vgl. Abb. III.)

12. Stunde.

Bei dieser Behandlung der Wolkenbildung im aufsteigenden Luftstrom pflegen von den Schülern noch einige Fragen gestellt zu werden. So etwa die, woher es kommt, daß die Wolken nicht sinken, da doch die feinen Tröpfchen, aus denen sie bestehen, sich senken. Oder auch es wird nach der Entstehungsweise der verschiedenen Wolkenformen gefragt. Daß wir die Schüler mit den wichtigsten Wolkenformen gelegentlich bekannt machen, ist wohl selbstverständlich. Wir zeigen sie ihnen am besten in der Natur selbst, wenn sie besonders schön ausgebildet sind. Die höchsten Wolken (Federwölkchen und Schleierwölkchen), ebenso die etwas tieferen „Schäfchen“ kümmern uns für unsere Zwecke weniger, weil sie unsere Witterung kaum beeinflussen. Sie bringen ja keinen Regen und werfen nicht einmal merklichen Schatten. Wichtiger sind die tieferen Wolken (Haufenwolken, Gewitterwolken, Regenwolken usw.). Am deutlichsten sind die Haufenwolken, da wir sie nicht selten einzeln am Himmel „stehen“ sehen können. An sonst heiteren Tagen sehen wir ja häufig Wolken, welche die Formen haben, wie sie Abb. 21 andeutet. Hierbei ist die wage-

rechte untere Fläche und die gewölbte obere Fläche auffallend, besonders wenn wir derartige Wolken mehr von der Seite sehen. Die Erklärung ihrer eigentümlichen Form führt uns auch zur Beantwortung der obigen Fragen. Die Luft steigt ja bis in diese Höhe nicht über wenigen Quadratmetern empor, sondern über größeren Flächen. Sie erreicht also auch über einem größeren Gebiet ziemlich gleichzeitig die Stelle, wo die Tröpfchen ausgeschieden werden. Daher ist die untere Fläche solcher

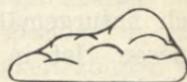


Abb. 21.

Wolken wagerecht. Man nennt diese die „Taupunktsebene.“ Ist die Aufwärtsbewegung der Luft im Wirbel sehr schwach, so wird die Taupunktsebene vielleicht gar nicht erreicht. Dann entstehen auch keine Wolken. Steigt die Luft im Wirbel nur wenig über die Taupunktsebene, so wird sich nur eine ganz flache, von der Seite gesehen streifenähnliche Wolke bilden. Ist die Wirbelbewegung stärker, so steigt die Luft höher über die Taupunktsebene hinaus, und nun scheiden sich in immer größeren Höhen Wassertröpfchen aus. Die Wolke quillt haufenförmig empor. Die neuen Wassertröpfchen bilden sich nun hauptsächlich an ihrer oberen Fläche. Ist der Wirbel noch stärker, so türmt sich die Haufenwolke immer höher auf. Schließlich können die sog. Gewittertürme entstehen. Aus alledem folgt das für uns Wichtige, daß die Höhe und Dichte der Wolken wenigstens teilweise von der Stärke des Luftwirbels abhängt. Die Taupunktsebene liegt naturgemäß nicht immer in gleicher Höhe. Ist die Luft schon in der Nähe des Erdbodens verhältnismäßig feucht, dann erreicht sie ihre Taupunktsebene früher, diese liegt dann schon tiefer. Ist die Luft unten verhältnismäßig trocken, dann bilden sich derartige Wolken erst in größerer Höhe. Das ist der einzige Sinn, den die Messung der Luftfeuchtigkeit in der Nähe des Erdbodens mit Hilfe von Feuchtigkeitsmessern, Wetterhäuschen usw. hat. Ein größerer Wert kommt diesen Instrumenten kaum zu. Für Unterrichtszwecke sind sie wohl gänzlich überflüssig.

Die in der Wolke, besonders an ihrer Oberseite, sich ständig auscheidenden Tröpfchen sinken nun, wie wir an den Wassertröpfchen in der Flasche beobachtet haben, herab. So nehmen wir ja auch im Nebel ein ständiges Herabrieseln der Tröpfchen wahr. Das Herabsinken der Wolkentröpfchen geschieht infolge ihrer Kleinheit allerdings sehr langsam. Kommen sie dabei unter die Taupunktsebene, so verdunsten sie wieder, weil die Luft hier nicht vollständig gesättigt ist. Die Wolke ist also nichts Dauerndes, sondern etwas sich stets von neuem Bildendes. Sie verschwindet aber meist nicht, weil sie sich oben stets

wieder neu bildet. Läßt allerdings das Emporwirbeln der Luft nach, dann kann die Wolke, wie man nicht selten beobachten kann, auch wieder verschwinden.

Steigt die Luft in einem größeren Tiefdruckgebiet empor, so bilden sich naturgemäß nicht einzelne Wolken, sondern größere Wolkenmassen. Ist in einem solchen Tiefdruckgebiet in der Höhe starker Wind, so verändert er die Form der Wolken, zerreißt sie, ballt sie wieder zusammen usw. Das ist in den meisten Tiefdruckgebieten der Fall, und so entstehen die dichteren, schweren Wolkenmassen, z. B. die Regenwolken und andere.

Für unsere Zwecke ist es wohl auch notwendig, auf die Regenbildung einzugehen. Damit Regen entsteht, müssen sich aus den feinen Wolkentröpfchen größere Regentropfen bilden. Das ist dadurch möglich, daß die kleinen Tröpfchen allmählich wachsen. Die so entstandenen, größeren Tröpfchen sinken dann außerdem etwas schneller als die noch kleineren, holen die letzteren beim Herabfallen ein und vereinigen sich mit ihnen zu einem Regentropfen. Es kann aber auch auf andere Weise geschehen. Wenn nämlich das Emporwirbeln der Luft hinreichend stark vor sich geht, so werden die feinen Tröpfchen wenigstens teilweise mit emporgetrieben, treffen so mit anderen herabsinkenden zusammen, so daß sich auch auf diese Weise große Regentropfen bilden können. Ähnlich können wir ja beobachten, daß, wenn Wind den Nebel in Bewegung setzt, sofort größere Tropfen entstehen. Damit ist nicht gesagt, daß die in der Wolke entstandenen Regentropfen bis zur Erde herabfallen müssen. Sie können sehr wohl unter der Taupunktsebene wieder verdunsten. Wir sehen mitunter ja sog. „Regensäcke“ aus den Wolken herabhängen, ohne daß es am Erdboden regnet. Uns kommt es hier nur darauf an, festzustellen, daß Regen entsteht, wenn der emporwirbelnde Luftstrom die Wolkentröpfchen teilweise nach oben führt. Das muß den Schülern bekannt sein, wenn sie den Witterungsverlauf später an der Hand von Wetterkarten deuten sollen.

Schnee wird sich hauptsächlich bilden, wenn die Ausscheidung der Luftfeuchtigkeit bei einer Temperatur unter 0° vor sich geht. Auf die Bildung von Graupeln, Hagel usw., ebenso auf die Entstehung von Tau, Reif und dergl. brauchen wir hier wohl nicht einzugehen, das findet jeder in einem Lehrbuch der Wetterkunde. Das für uns Wichtige ist allein folgendes: Wenn Luft im Wirbel emporsteigt, so wird sie durch die Ausdehnung feuchter. Steigt sie hinreichend stark empor, so können sich Wolken bilden. Je stärker die Luft emporsteigt, desto höher und dichter werden die Wolken (an den größeren

Haufenwolken und besonders an den Gewittertürmen kann man die wirbelnde Bewegung nicht selten beobachten). Regen usw. entsteht jedoch meist erst dann, wenn der aufsteigende Strom noch kräftiger ist. Mit dem Gesagten sind natürlich nicht alle Möglichkeiten der Wolken- und Niederschlagsbildung erschöpft. Doch glaube ich, daß das Besprochene für Schulzwecke ausreicht. Vollständigkeit können wir ja doch auf der Schule nicht erstreben.

Vielleicht beobachten die Schüler auch, daß die Richtung des Wolkenzugs durchaus nicht immer mit der Richtung des Windes in der Nähe der Erdoberfläche, des Unterwindes, übereinstimmt. Erinnern wir sie jedoch daran, daß in den oberen Teilen eines Wirbels der Wind durch die wachsende Fliehkraft immer mehr nach außen getrieben wird, daß er, wie früher schon besprochen (vergl. Abb. 16), je weiter nach oben, desto stärker in seiner Richtung nach rechts gedreht wird, so ist für unsere Zwecke wohl hinreichend erklärlich, daß die Wolken auch im allgemeinen eine andere Richtung haben müssen als der Unterwind. In dem untersten Teile eines Wirbels weht ja die Luft (Unterwind) nach innen, nach der Wirbelachse zu. In den mittleren Teilen eines Wirbels, vielleicht also da, wo die Haufenwolken und Regenwolken sich befinden, weht er rechts gedreht (korkzieherähnlich) nach oben. In den obersten Teilen eines Wirbels, da also vielleicht, wo die Schäfchenwolken und die Federwölkchen sich befinden, wird er, wie wir wissen, noch weiter rechts abgelenkt und strömt hier nach außen. Innerhalb eines und desselben Wirbels wird die Richtung des Wolkenzugs gegen die des Unterwindes also immer stärker rechts gedreht sein. Haben wir unten z. B. Südwestwind, so werden die Regenwolken nicht selten aus Westsüdwest oder gar West, die Federwölkchen aus West oder gar Nordwest ziehen.

13. Stunde.

Haben die Schüler Tiefdruckgebiete und Hochdruckgebiete und die in ihnen im allgemeinen herrschende Witterung kennen gelernt, so pflegen sie bald danach zu fragen, wie dergleichen Gebilde entstehen. Es ist selbstverständlich, daß sie auf sehr verschiedene Weise entstehen können. Für den Schulunterricht ist es wohl angebracht, die Art herauszugreifen, die wir selbst bei uns beobachten können, auch wenn das nicht die häufigste Art der Entstehung ist. Die Entstehung eines Wirbels werden wir besonders an der Bildung von Wolken erkennen können. Die Bildung von Wolken können wir aber

an ganz warmen Sommertagen auch bei uns beobachten. Morgens war der Himmel noch völlig klar. Schon in den späten Vormittagsstunden bilden sich dann zunächst kleine Wölkchen am Himmel, die sich nicht schnell bewegen, sondern fast still zu stehen scheinen. Am Mittag oder Nachmittag vergrößern sich die Wolken, es kommt Bewegung in sie, und sie bilden sich zu hohen Wolken (in diesem Falle meist Gewitterwolken) aus, aus denen dann vielleicht gegen Abend Regen entströmt. Später klärt sich der Himmel nicht selten wieder ganz auf. Einen derartigen Vorgang werden die Schüler selbst schon beobachtet haben. Wir knüpfen daher an ihn an.

Er tritt an heißen Sommertagen auf. Also muß wohl die starke Erwärmung der Erdoberfläche durch die Sonne eine Rolle spielen, die an solchen Tagen besonders kräftig ist, weil zunächst keine schützende Wolkendecke vorhanden ist. Wenn die Erde erwärmt wird, so erwärmt sie bekanntlich auch die ihr benachbarten Luftschichten. Luft aber dehnt sich beim Erwärmen aus. Ist das den Schülern noch nicht vom früheren Unterricht her bekannt, so müssen wir jetzt darauf eingehen. Beispiele sind ihnen sicher bekannt. Sie legen ja selbst einen Gummiball, der nicht mehr prall ist, in die Sonne. Eine nicht straff gefüllte Schweinsblase spannt sich, sowie wir sie auf den Ofen legen oder auch nur mit den Händen erwärmen. Da hier aber wie in

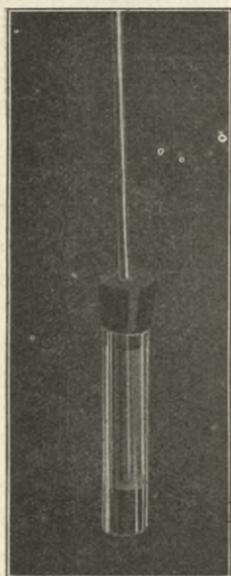


Abb. 22.

einem früheren Beispiel die Ansicht auftreten könnte, daß die Gummi- usw. umhüllung eine Rolle spielen könnte, so ist es gut, den Schülern die Ausdehnung der Luft durch Erwärmen zu zeigen, ohne daß Gummi usw. vorhanden ist. Das kann durch den kleinen Apparat geschehen, den Abb. 22 darstellt. Wir benutzen zu seiner Herstellung das kleine Gläschen der Abb. 19. Ein Pfropfen ist daraufgesetzt, durch den man eine verhältnismäßig lange, aber dünne Röhre bis fast zum Grunde des Gläschens einführt. Zweckmäßig nehmen wir eine Glasröhre, weil man dann die Vorgänge besser beobachten kann, doch tut es im Notfalle auch eine dünne Blechröhre, die Röhre einer Tonpfeife und dergl. Wir füllen in das Gläschen etwa 2 cm hoch Wasser, das wir durch Kaffee oder rote Tinte gefärbt haben. Hierbei fassen wir das Gläschen nur am obersten oder untersten Ende vorsichtig mit zwei Fingerspitzen an, damit es nicht durch die Hand unnütz erwärmt wird. Dann setzen wir den

Kork mit der langen, dünnen Röhre auf. Weil wir die Luft im Innern dabei zusammendrücken, steigt das gefärbte Wasser schon etwas in die dünne Röhre ein. Jetzt umfassen wir das Gläschen mit der vollen warmen Hand. Sehr bald steigt das Wasser allmählich in die Höhe und fließt vielleicht auch oben heraus. Das kann nur dadurch geschehen, daß die Luft im Innern des Gläschens durch die Hand erwärmt ist, sich dadurch ausdehnt und so das verschließende Wasser her austreibt: Luft dehnt sich durch Erwärmen aus. Entfernen wir die warme Hand vom Gläschen, fassen es am Kork an (halten es nötigenfalls auch in die Nähe des kalten Fensters), so sinkt das Wasser im Röhrchen wieder: Luft zieht sich durch Abkühlen zusammen. Diese beiden Tatsachen können natürlich auch auf andere Weise bewiesen werden, doch ist der angeführte Versuch wohl der einfachste.

Am Vormittag unseres warmen Sommertags wird sich daher auch die der erwärmten Erde benachbarte Luft ausdehnen, d. h. sich besonders nach oben hin auflockern. An solchen Tagen entsteht daher eine Luftbewegung nach oben. Nachstehender Versuch veranschaulicht das noch weiter. Wir setzen wieder die Glasplatte, den Gummiring und den Glaszylinder, den wir schon von Abb. 18 her kennen, so zusammen, wie es Abb. 23 zeigt. Die Glasplatte soll den Erdboden darstellen. Wir wollen sie erwärmen und das dadurch hervorgerufene Auflockern der über ihr befindlichen Luft sichtbar machen. Diese ist durch den Zylinder vor dem Einfluß von Bewegungen der Außenluft geschützt. Um die Lockerung der Luft sichtbar zu machen, führen wir Zigarrenrauch in den Zylinder ein. Das geschieht, indem wir bei ruhiger Lunge den Mund recht voll Zigarrenrauch nehmen (die Zigarre muß also gut in Brand sein) und ihn mittelst einer Röhre, wie sie in Abb. 23 angedeutet ist, langsam hineinblasen. Die Röhre darf nicht zu dünn sein, damit es nicht zu lange dauert. Sie besteht am besten aus Glas, doch genügt auch eine Blechröhre, nötigenfalls auch eine aus Papier hergestellte Röhre. Der Rauch soll so vorsichtig eingeblasen werden, daß er im unteren Teil des Zylinders bleibt. Dazu gehört einige Übung. Würden wir jetzt die Glasröhre ohne weiteres herausnehmen, so würde, wenn es schnell geschieht, der Rauch im

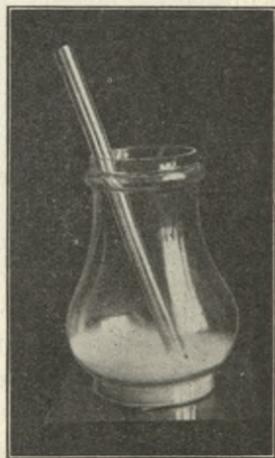


Abb. 23.

Zylinder in Bewegung geraten, wenn es langsam geschieht, der in der Röhre noch befindliche Rauch im Zylinder zurückbleiben und wie ein Schwanz aus dem unteren Rauch emporragen. Beides stört den späteren Versuch. Man vermeidet die Störung, wenn man das obere Ende der Röhre vor dem Herausnehmen mit einem Finger verschließt und dann die Röhre langsam aus dem Zylinder herauszieht. Dann bleibt zwar meist auch ein kleiner Rauchschwanz im Zylinder, doch pflegt er sich sofort zu senken und mit dem anderen Rauch zu vereinigen. Wenn wir den Zylinder jetzt ruhig halten und in der Nähe nicht unnütze Luftbewegung verursachen, so bleibt der Rauch eine ganze Weile ungestört im Zylinder. Selbstverständlich muß die Gummidichtung einigermaßen gut schließen. Jetzt soll die Glasplatte (Erdoberfläche) in der Mitte erwärmt werden. Das geschieht bei der Erde an Sommertagen von oben durch die Sonne. Wir machen es von unten, die Wirkung wird ja dieselbe sein. Ist die Glasplatte nicht zu stark, so genügt es zum Erwärmen, wenn wir das brennende Zigarrende (ohne Asche) von unten her an das Glas mäßig andrücken. Sehr bald sehen die Schüler auch auf weite Entfernung hin, daß der Rauch über der erwärmten Stelle sich emporwölbt. Die Wölbung wächst, und der Rauch steigt gewöhnlich bis oben in den Zylinder hinein. Mit Rücksicht auf den folgenden Versuch ist es allerdings zweckmäßig, auch hier die Erwärmung auf andere Weise hervorzurufen, nämlich durch eine kleine Spirituslampe. Die Flamme soll nicht zu groß sein, vielleicht nur etwa 3 cm hoch. Dazu geeignete kleine Spirituslampen aus Blech sind ja vielfach im Gebrauch. Haben wir eine solche nicht zur Hand, so genügt es, wenn wir ein beliebiges kleines Arzneifläschchen halb mit Spiritus füllen und oben einen Docht hineinstecken, den wir uns selbst aus Watte zusammengedreht haben. Wenn der Docht nur etwa 1 cm oben herausragt und nicht zu dick ist, so wird die passende Flammenhöhe gerade erreicht. Eine derartige einfache Spirituslampe genügt völlig. Sie ist auch ungefährlich, wenn wir sie ruhig mit der Öffnung nach oben halten. Erwärmen wir mit ihr die Glasplatte von unten, dann kann ein Springen der Platte auf folgende Weise vermieden werden. Wir halten die Platte mit dem Zylinder zwischen Daumen und Zeigefinger der linken Hand ruhig so hoch, daß die Schüler alles beobachten können. Die Spirituslampe haben wir in der rechten Hand und führen die Flamme nun zunächst nur einen kurzen Augenblick unter die Mitte der Glasplatte, senken sie aber sofort wieder. Dann führen wir sie wieder an die Glasplatte, jetzt schon ein wenig länger, senken sie aber nochmals usw. Dadurch wird eine zu schnelle einseitige Erwärmung der Glasplatte vermieden.

Mit unserem Versuch ist bewiesen, daß erwärmte Luft sich lockert, d. h. über dem erwärmten Erdboden emporsteigt. Doch geschieht das Emporsteigen nicht wirbelnd, wie das ja bei Tiefdruckwirbeln der Fall ist. Wir wissen schon von früher, daß die Ursache der entstehenden Wirbelbewegung in der Drehung der Erde zu suchen ist. Unsere Erde (die Glasplatte) stand aber still. Um den Schülern auch die Wirbelbewegung zu veranschaulichen, werden wir daher den gleichen Versuch nochmals anstellen müssen, die erwärmte Glasplatte dabei jedoch in Drehung versetzen. Das kann auf folgende Weise geschehen. Haben wir die Mittel zur Verfügung, so lassen wir uns einen Glaskasten bauen, wie ihn Abb. 24 darstellt. Er wird durch Holzleisten zusammengehalten, die vom Schreiner gut zusammengefügt sind. Wenn möglich, geben wir dem Kasten eine Unterfläche von etwa 30 cm im Geviert und eine Höhe von etwa 15 cm. Der Boden und die Seitenteile bestehen aus Glasplatten, die von innen an die Holzleisten möglichst dicht mit Nägeln befestigt sind. Es ist nicht zweckmäßig, sie mit Kitt zu dichten, weil sonst ein Aus-

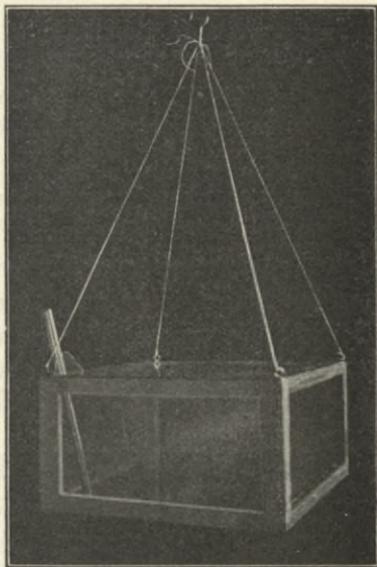


Abb. 24.

wechselln der Bodenplatte schwierig ist, die trotz aller Vorsicht immerhin einmal springen kann. Die Dichtung durch Nägel genügt auch. Wir lassen Platten und Nägel so anbringen, daß die Bodenplatte fest aufliegt und die Seitenplatten auf sie aufgeschoben werden können. An den vier Ecken sind oben kleine Öschrauben eingedreht, an denen vier etwa 40—50 cm lange Bindfäden zum Aufhängen befestigt sind. Die Aufhängung geschieht zweckmäßig so, daß wir eine Hakenschraube nehmen, wie sie die Abb. zeigt, die vier Bindfäden möglichst gleichmäßig an den Schraubenteil anlegen und nun einen andern Faden ziemlich fest herumwickeln. Die Enden der vier Bindfäden ragen, wie die Abb. zeigt, noch ein Stück über die Befestigungsstelle hinaus. Das hat den Zweck, daß wir nötigenfalls einen oder mehrere dieser Fäden nach oben oder unten ziehen können, um die Bodenfläche des Kastens

möglichst wagerecht zu hängen. Wir wollen den Kasten später drehen, und dann muß die Bodenplatte möglichst wagerecht sein, weil sonst der hineinzublasende Rauch sich nicht gleichmäßig über die Platte verteilt, sondern sich in einer Ecke sackt. Als Deckel wählen wir eine dünne Glasplatte, deren vier Ecken so abgeschnitten sind, daß wir sie zwischen die Ösenschrauben legen können. Doch dürfen wir nicht zuviel abschneiden, damit an drei Ecken keine Öffnung entsteht. An der vierten Ecke wird ein größeres Stück weggeschnitten. Hier soll später die Glasröhre eingeführt werden. Haben wir sie wieder herausgezogen, dann bedecken wir diese größere Eckenöffnung durch ein kleines bereitliegendes Stückchen Glas. In der Abb. ist es an die Glasröhre angelehnt zu erkennen. Hängen wir den Kasten nun irgendwie im Zimmer frei an der Hakenschraube auf, so können wir ihn so einstellen, daß er sich gut wagerecht drehen läßt. Diese Drehung soll möglichst gleichmäßig geschehen, entsprechend der Erddrehung. Es ist also nicht richtig, die vier Fäden oder den Faden, an dem die Hakenschraube etwa hängt, vor dem Versuch durch Drehen aufzurollen und sie dann sich von selbst entrollen zu lassen. Dadurch würde die Drehbewegung immer schneller werden. Der Versuch selbst wird so ausgeführt, daß wir zunächst eine Stelle der Bodenplatte mit unserer Spirituslampe von unten erwärmen. Die oben angegebenen Vorsichtsmaßregeln müssen hier besonders beachtet werden. Wir erwärmen nicht in der Mitte, sondern etwas abseits von der Mitte, am besten ein wenig von der Ecke weg, durch die wir die Glasröhre einführen wollen. Erwärmen wir in der Mitte, so gelingt der Versuch zwar auch, doch könnten die Schüler glauben, daß es nur ginge, wenn wir gerade in der Mitte erwärmten. Wir erwärmen ein wenig von der genannten Ecke weg, damit der Rauch, den wir durch die Röhre hineinblasen, nicht sofort auf die erwärmte Stelle trifft. Wenn wir auch den Glaser beauftragt haben, uns eine fehlerfreie Bodenplatte zu liefern (bei den Seitenplatten ist es nicht so wichtig), so sind wir doch nie sicher, daß die Bodenplatte nicht einen vorher unsichtbaren Fehler hat. Sie kann also sehr wohl springen. Daher müssen wir den Versuch vor der Unterrichtsstunde erst einigemal machen, wie das ja bei jedem Versuch sein sollte. Haben wir die Bodenplatte einigemal an einer Stelle erwärmt, ohne daß sie gesprungen ist, so wählen wir künftig stets dieselbe Stelle wieder. Sie wird bald durch braune Färbung deutlich. Wie stark wir erwärmen, muß ausgeprobt werden. Je wärmer die betreffende Glasstelle geworden ist, desto besser gelingt der Versuch, doch ist die Möglichkeit des Springens dann größer. Gerade hier ist es nicht gut, eine Spiritusflamme zu nehmen mit scharfer Spitze. Es ist besser, die Flamme

flackert ein wenig. Daher ist die Benutzung einer brennenden Kerze und eines Streichholzes unzweckmäßig. Haben wir die Stelle erwärmt, so führen wir sofort durch die schon bereitstehende Röhre (vergl. Abb.) möglichst schnell, aber doch ruhig möglichst viel Rauch hinein. Wir werden wohl den Mund ziemlich voll nehmen müssen, die Zigarre muß vorher also schon gut in Brand gesetzt sein. Sobald der Rauch hineingeblasen ist, entfernen wir schnell, aber ruhig die Glasröhre wieder, legen das Verschlußstück auf die Ecke und drehen nun oben in der Nähe der Hakenschraube den Glaskasten gleichmäßig herum. Im ersten Augenblick wird nichts weiter zu sehen sein, als daß der Rauch über der erwärmten Stelle nach oben steigt. Sehr bald bilden sich aber über dieser Stelle Rauchwirbel aus, die sich genau so drehen wie der Glaskasten und sich auch über dem Boden fortbewegen. Das ist wichtig. Deshalb heben wir, nachdem einige Wirbel von den Schülern deutlich gesehen sind, den Deckel, blasen kräftig in den Kasten, um den allmählich zerfließenden Rauch zu entfernen, und wiederholen den Versuch (die gleiche Stelle erwärmen!), drehen aber diesmal den Kasten in entgegengesetzter Richtung. Die Wirbel drehen sich auch jetzt wie der Kasten.

Dieser Rauchversuch ist für Schulzwecke so anschaulich, daß es sich sehr empfiehlt, ihn anzustellen. Man kann sich den dazugehörigen Glaskasten auch einfacher bauen. So läßt sich eine Zigarrenkiste sehr wohl dazu verwerten. Ihre Bretter lassen sich ja leicht auseinandernehmen und, nachdem sie durch Schüler mit der Laubsäge ausgesägt sind, wieder zusammenstellen. Man nehme jedoch hierzu eine möglichst quadratische Kiste, da es mit ihr besser geht als mit einer Kiste von gewöhnlicher länglicher Form. Die vier Fäden kann man an den Ecken so befestigen, daß man die Bretter durchbohrt, den Faden durchsteckt und ihn verknotet.

Vielleicht hält mancher Leser die bis ins Einzelne gehenden Vorschriften für die Anstellung der Versuche für überflüssig. Der erfahrene Lehrer weiß jedoch, daß das Gelingen von Versuchen oft an der Beachtung gerade solcher „Kleinigkeiten“ hängt. Deshalb ist auf sie hier aufmerksam gemacht. Daß sie sämtlich der Erfahrung entstammen, erkennt wohl jeder.

Was lernen wir aus dem Versuch? Zunächst daß bei Auflockerung der Luft am Erdboden infolge der Erddrehung wirbelartige Luftbewegungen entstehen müssen. Im Kasten ist die Ursache der Entstehung von Wirbeln offenbar der Umstand, daß die äußeren Teile des Kastens sich schneller drehen als die inneren. Wir sahen, daß der Wirbel sich stets in der gleichen Richtung drehte wie

der Kasten. Da der Wirbel nicht in der Mitte des Kastenbodens entsteht, läßt sich sein Drehungssinn wohl besser so kennzeichnen: die Teile des Wirbels, die dem Kastenrande am meisten benachbart sind, drehen sich in der gleichen Richtung wie dieser Kastenrand. Dem Kastenrande würde auf der Erde der Gleicher entsprechen, denn jeder Punkt der Erdoberfläche am Gleicher dreht sich schneller als jeder mehr nach den Polen zu liegende. Daher wird auch der Teil des Wirbels, der dem Gleicher benachbart ist, im gleichen Sinne sich drehen wie letzterer. Das ist auf der Nordhalbkugel aber der südliche Teil des Wirbels. Hier wird im Wirbel also die Luft sich in derselben Richtung bewegen, wie der Gleicher sich dreht, also nach Osten. Daher wehen die Winde an der Südseite eines Wirbels auf der Nordhalbkugel aus westlichen Richtungen. Eine derartige Überlegung trägt im Unterricht viel dazu bei, den Schülern zu veranschaulichen, daß die Wirbel auf der Nordhalbkugel sich im Gegenzeigersinne drehen.

Auf der Südhalbkugel wird es umgekehrt sein. Hier ist die Nordseite des Wirbels die dem Gleicher benachbarte. Hier wehen daher an der nördlichen Seite des Wirbels westliche Winde, d. h. die Wirbel drehen sich auf der Südhalbkugel im Zeigersinne. Ein Versuch mit unserer Drehscheibe Abb. 11 zeigt übrigens dann auch Linksablenkung. Wir müssen die Scheibe nur richtig (rechts herum) drehen. Vielleicht ist das Eingehen auf die Verhältnisse der Südhalbkugel bei Zeitmangel aber nicht nötig. Hat ein Schüler bemerkt, daß die Staubwirbel der Straße sich nicht immer links herum drehen, so kann der Lehrer erwidern, daß derartige Wirbel viel zu klein sind, als daß die Erddrehung einen Einfluß auf ihre Drehungsrichtung ausüben kann.

Wir haben durch die Rauchversuche nur eine Möglichkeit der Entstehung von Wirbeln im Unterricht veranschaulichen wollen. Damit ist keineswegs gesagt, daß alle Wirbel so entstehen. Die Frage ist noch gar nicht völlig geklärt. Es scheint zwar so, als ob die meisten Wirbel wenigstens auf ähnliche Weise entstünden. Doch brauchen wir im Schulunterricht, der ja doch nie Vollständigkeit erreichen kann, darauf kaum einzugehen. Wir wollten ja nur veranschaulichen, wie mitunter Tiefdruckwirbel bei uns entstehen. Das sind zudem, wie die Wetterkarten zeigen, nur die kleineren. Die größeren entstehen fast ausnahmslos an andern Stellen der Erde und kommen zu uns gezogen, getrieben von den stärksten Winden ihrer Umgebung. Die meisten kommen vom Atlantischen Ozean her, wie eine Betrachtung der täglichen Wetterkarten zeigt.

Vierter Vortrag.

14. Stunde.

Die bisher betrachteten Tiefdruckgebiete und Hochdruckgebiete waren ausgewählt einfache (Abb. II und III). Die meisten Tiefdruckgebiete, auf die es ja besonders ankommt, da sie allein Bewölkung, Regen und Wind verursachen, sind nun nicht so einfach gestaltet. Auf die Witterungsverhältnisse in einem solchen größeren Tiefdruckgebiet müssen wir daher jetzt im Unterricht eingehen. Als Beispiel kann uns das auf Wandkarte 3 (Abb. IV) dienen. Die Schüler können das Folgende selbst aus der Karte ablesen:

Sie erkennen an den Isobarenzahlen, daß es sich um ein Tiefdruckgebiet handelt. Doch zeigen die Isobaren eigentümliche Unregelmäßigkeiten, Ausbuchtungen und Einbuchtungen, die sich an den benachbarten Isobaren wiederholen. Die Ausbuchtungen sind durch gestrichelte Linien gekennzeichnet.

Im allgemeinen wird das Tief zwar von Winden im Gegenzeigerinne umkreist. Auf der Westseite finden sich nordwestliche Winde, auf der Südseite des Tiefs südwestliche, auf der Ostseite südöstliche Winde. Doch wehen durchaus nicht alle Winde in der Richtung auf das Tief zu, die wir früher als normale bei Betrachtung der Abb. II gefunden haben. So weht zwar bei Paris, Aachen, Frankfurt der Wind in normaler Weise aus Südwesten, unmittelbar daneben jedoch bei Hannover und Hamburg aus Süden, an der ganzen deutschen Nordseeküste sogar aus nordwestlichen Richtungen. Die Winde bei Hannover und Hamburg wehen noch nach dem Kern zu, die an der deutschen Nordseeküste und Nachbarschaft jedoch vom Tiefdruckkern weg nach außen. Ferner weht auf der Südostseite des Tiefs bei Neufahrwasser der normale Südwind. Unmittelbar daneben bei Bromberg weht der Wind jedoch aus Westen, bei Rügenwaldermünde sogar aus Nordwesten. Die Winde bei Karlstadt und Stockholm in Schweden wehen noch nach innen, der Wind bei Wisby jedoch dicht daneben nach außen. Solche Unregelmäßigkeiten in der Windrichtung finden sich am schärfsten ausgebildet ebenfalls in der Nähe jener gestrichelten Linien. Auch entlang der gestrichelten Linie, die nach Irland zieht, zeigen die Winde noch auffallende Richtungsänderungen, wenn sie auch nicht so stark sind wie in den übrigen erwähnten Fällen.

Auch auf die Windstärke scheinen die durch die gestrichelten Linien angedeuteten Gebilde von Einfluß zu sein. Denn wir finden im allgemeinen auf der ausgebuchteten Seite der gestrichelten Linie schwächere Winde als auf ihrer hohlen.

Betrachten wir die Bewölkungsverteilung, so finden wir, daß nicht in der Nähe des Tiefs die stärkste Bewölkung ist, von da nach außen zu abnehmend. Manche Stationen, die dem Tiefdruckkern sehr nahe liegen, besitzen keine volle Bewölkung. Andererseits haben eine große Anzahl von Stationen, die weit vom Tiefdruckkern entfernt liegen, ganz bedeckten Himmel. Ein genaueres Nachsehen läßt erkennen, daß die Bewölkung entlang den gestrichelten Linien besonders stark ist, auch in weit vom Tief entfernten Gegenden. In den Gegenden zwischen den gestrichelten Linien z. B. bei Dresden, Berlin, Swinemünde und über Mittelengland, sowie im nordwestlichsten Schottland ist die Bewölkung erheblich geringer. Das gleiche gilt für Memel, wenn es auch hier durch keine weiteren Stationen belegt werden kann, weil keine vorhanden sind. Im Wetterkartenatlas sind übrigens auf der Karte 5 (vom gleichen Tage) noch eine Reihe anderer Stationen eingezeichnet, die sonst auf den Wetterkarten und so auch auf der vorliegenden nicht enthalten sind. Durch die zahlreicher vorhandenen Stationen wird der eben angedeutete Wechsel der Bewölkung noch deutlicher.

Regen findet sich nur in den gestrichelten Linien oder in ihrer unmittelbaren Nähe.

Im Unterricht ist es vielleicht nicht leicht, die Schüler dahin zu bringen, daß sie aus einer Wetterkarte diese eigentümliche Verteilung der Witterungselemente um ein Tief herum sofort in ihrer Gesamtheit herauslesen. Das ist aber auch nicht nötig. Auf der einen Wetterkarte fällt den Schülern vielleicht ein Teil des eben Gesagten auf, etwa die Ausbuchtungen der Isobaren. Auf einer andern Tageskarte fällt ihnen später vielleicht auf, daß der Regen nicht um das Tief herum gleichmäßig verteilt ist, sondern sich in langgestreckten Zonen findet, die vom Tief nach außen eigentümlich gekrümmt (entlang unseren gestrichelten Linien) streben. Auf einer dritten Karte fällt den Schülern vielleicht wieder auf, daß heiteres Wetter sich in einer ähnlichen Zone (zwischen den gestrichelten Linien) findet. So sehen sie bei der einen Karte dies, bei der andern das, immer da, wo es auffällt. Ist der Fall besonders deutlich, so kann man gleich zur Gesamtbesprechung übergehen und etwa unsere vorliegende Wandkarte heranziehen. Ist der betreffende Fall nicht besonders deutlich, aber immerhin auffallend, so läßt man die Schüler noch weiter Tageskarten beobachten und auf ähnliches achten. Sie finden dann bald ähnliches, und schließlich ergibt sich das Gesamtbild, wie wir es oben flüchtig schon zeichnen. Jener angedeutete eigentümliche Wechsel der Witterungsverhältnisse um ein Tief herum ist jedoch, wie wir sehen werden, für unsere Witte-

rung in Deutschland und ihre Erklärung von so großer Bedeutung, daß wir näher darauf eingehen müssen. Wegen der Wichtigkeit der R a n d - t i e f s , welchen Namen unsere Wandkarte für die gestrichelten Linien (unten rechts) angibt, sind diese auf den Weilburger und einigen andern Wetterkarten durch besondere Linien besser verdeutlicht. Das ist auf sehr oft geäußerten Wunsch von Lesern unserer Wetterkarten geschehen. Vielleicht werden die Leser auch dieser Zeilen in Kürze zugeben, daß eine möglichst deutliche Hervorhebung dessen, was wir vorläufig Randtiefs nannten, durchaus wünschenswert ist.

Haben die Schüler durch Beobachten von mehreren Wetterkarten oder bei der Heranziehung unserer Wandkarten einen Überblick über jene eigentümliche Gruppierung der Witterungselemente um ein Tief herum bekommen, so suchen wir das Bild wieder durch Vergleich mit der Landkarte deutlicher zu machen. Ein Tiefdruckgebiet der Wetterkarte würde einer Tiefebene der Landkarte entsprechen. Die Luftdrucklinien der Wetterkarte entsprechen ja, wie früher schon ausgeführt, den Höhenlinien der Landkarte. Wie nun eine Tiefebene nie kreisrund ist, wie das sie umgebende Gelände also nie trichterförmig ist, so werden auch die Tiefdruckgebiete nicht von kreisförmigen oder ovalen Isobaren umgrenzt. Die Isobaren zeigen Ausbuchtungen, so z. B. auf unserer Wandkarte bei Nordjütland, der Zuidersee, nördlich von Paris usw. Betrachten wir eine Landkarte etwa von Nordwestdeutschland, so zeigt sich etwas Ähnliches, nämlich daß die grüne Tieflandstufe unter 100 m z. B. bei Münster und Köln weit in das Mittelgebirge hineingreift. — Zwischen den Ausbuchtungen der Isobaren (vom Tief aus gerechnet) zeigen sich auf der Wetterkarte Einbuchtungen, z. B. über der mittleren Nordsee. Diese können wir aber als Ausbuchtungen der Isobaren ansehen, die das bei Irland gelegene Hochdruckgebiet umschließen. Ähnlich springt auf der Landkarte von Nordwestdeutschland die 100 m-Höhenlinie, ebenso auch die 200 m-Höhenlinie, bei Aachen, Dortmund und Osnabrück weit in das dunklergrüne Tiefland vor. Oder, anders ausgedrückt, das westliche Rheinische Schiefergebirge, das Sauerland und die Weserberge haben hier Ausläufer. Die Ausbuchtungen eines Tiefdruckgebiets könnten wir also mit den Tälern vergleichen, die von der Tiefebene nach außen streben. Die Einbuchtungen der Isobaren um ein Tiefdruckgebiet herum oder, was dasselbe ist, die Ausbuchtungen der das Hochdruckgebiet umgebenden Isobaren könnten wir mit den Höhenrücken vergleichen, die vom Bergland nach außen, also in das Tiefland hinein streben. Die Täler sind Ausläufer der Tiefebene, die Höhenrücken Ausläufer des Berglands, beide wechseln miteinander ab: zwischen

zwei Tälern liegt ein Bergrücken und umgekehrt. So zeigt auch jedes Tiefdruckgebiet Ausläufer: Tiefdruckausläufer. Zwischen sie greifen Hochdruckausläufer ein, so daß auch hier ein ähnlicher Wechsel zwischen beiden um das Tiefdruckgebiet herum vorhanden ist. Da die Gegensätze zwischen Tal und Berg gewöhnlich nicht in der Nähe der Tiefebene oder in der Nähe des höchsten Berggipfels am deutlichsten sind, sondern zwischen beiden, also an ihren Rändern, so nennt man die Tiefdruckausläufer auch *Randtiefs*, die Hochdruckausläufer *Randhochs*. Wir werden sehen, daß die *Randtiefs* für die Witterung das Wichtigste sind. Die *Randhochs* werden sich mehr als *Zwischengebilde* herausstellen, daher nennt man sie auch vielfach *Zwischenhochs*.*) Wie die Bäche auch nicht immer sofort zur großen Tiefebene hin fließen, sondern zunächst in ein Seitental, dann erst in das Haupttal usw., so wehen die Winde auch nicht immer sogleich zum Haupttief, sondern meist zunächst nach einem *Randtief* hin.

Jetzt können wir die anfangs scheinbar verwickelte Verteilung von Bewölkung und Niederschlägen um das Tief herum, sowie die Abweichungen der Windrichtungen übersichtlicher darstellen: Jedes Tiefdruckgebiet besitzt Ausläufer (*Randtiefs*), zwischen ihnen liegen *Hochdruckausläufer* (*Randhochs*, *Zwischenhochs*). In den *Randtiefs* ist die Bewölkung stärker als in den *Zwischenhochs*. Niederschläge sind nur in den *Randtiefs*. Die Winde zeigen in der Nähe der *Randtiefs* Abweichungen von der allgemeinen Wirbelbahn. Sie wehen dort nicht auf das Haupttief zu, sondern nach dem *Randtief* hin, bilden also eine Art **Randwirbel**. Auf der einen Seite der *Randtiefs* sind die Winde stärker als auf der andern.

Wenn den Schülern diese scheinbar seltsame, in Wirklichkeit aber recht einfache Verteilung der Witterungselemente in einem Tiefdruckwirbel klar geworden ist, werden sie fragen: Woher kommt diese eigenartige Verteilung der Witterungselemente? Eine Überlegung zeigt folgendes. Wenn in den *Randtiefs* die Bewölkung stärker ist als in den *Zwischenhochs*, so wird die Luft in dem *Randtief* besonders stark emporsteigen. Die geringere Bewölkung in den *Zwischenhochs* deutet

*) Statt *Randtiefs* wird auch der Ausdruck *Randdepression*, *Teilminimum* usw. gebraucht. Diese Fremdwörter sind jedoch für den Schulunterricht durchaus überflüssig. Übrigens ist die Mehrzahlbildung *Tiefs* nicht etwa dem Englischen nachgeahmt, sondern eine gute alte deutsche Mehrzahlbildung.

ferner darauf hin, daß hier die Luft sich nach unten senkt. Beides würde der Bildung von Wolken in dem aufsteigenden Luftstrom des Tiefdruckwirbels und dem Verschwinden der Wolken in dem absteigenden Luftstrom des Hochdruckgebiets entsprechen. Ist dies aber so, so müssen wir folgern, daß in dem großen Luftstrom, der um das Tiefdruckgebiet allmählich nach oben steigt, sich besondere auf- und niedergehende, also wellen- oder wogenförmige Bewegungen der Luft bilden. Das legt den Vergleich mit den Wellen in einem fließenden Gewässer nahe. Wenn hier durch einen Stein auf dem Grunde oder einer Hervorragung des Ufers oder auf sonst eine Weise der Wasserströmung sich ein Hindernis entgegenstellt, so werden ja auch Wellen erzeugt mit Wellenbergen und Wellentälern. In jedem Wellenberg bewegt sich das Wasser nach oben (wenn auch nicht senkrecht nach oben), in jedem Wellentale senkt sich das Wasser (wenn auch nicht senkrecht nach unten). So entstehen vielleicht auch in dem das Tiefdruckgebiet umkreisenden Luftstrom durch irgend welche Einflüsse Luftwogen, die sich mit dem Luftstrom fortbewegen, ähnlich wie die Wellen eines Baches oder Flusses.

Jetzt entsteht die Frage: wodurch werden derartige Luftwogen im Tiefdruckwirbel gebildet? Hier müssen wir uns erst einmal ein richtiges Bild machen von den Ausdehnungsverhältnissen der Tiefdruckwirbel. Die Staubwirbel, die wir auf der Landstraße beobachten, und das sehr schematische Wirbelmodell einer Sprungfeder, das wir früher heranzogen, geben uns beide einen falschen Begriff von der Ausdehnung der Tiefdruckwirbel. Die Staubwirbel usw. sind meist viel höher als breit. Bei den Tiefdruckwirbeln ist das ganz anders. Ihre Höhe können wir ja an den Wolken ermessen, die sich in ihnen bilden. Die höchsten Wolken (Federwölkchen usw.) sind gegen 10 km hoch, die tieferen (schwere Haufenwolken, Regenwolken usw.) bilden sich meist schon in etwa 1,5 km Höhe und steigen nur ausnahmsweise über 3 km Höhe hinauf, wie z. B. manche Gewittertürme. Wir können im allgemeinen die Höhe unserer das Wetter beeinflussenden Wolken, also auch die Höhe der in Betracht kommenden Wirbelbewegung auf 6 bis 8 km annehmen. Die Höhe der Tiefdruckwirbel ist meist nur etwa ein Tausendstel von seiner Breite. Wollten wir durch unsere Sprungfeder uns ein richtiges Bild der Größenverhältnisse eines Tiefdruckwirbels verschaffen, so müßten wir sie sehr stark zusammendrücken, stärker als es wohl möglich ist. Die Tiefdruckwirbel müssen wir uns also als ganz flache Scheiben darstellen. Die früher benutzte Drehscheibe aus Pappe (Abb. 15) besitzt ähnliche Verhältnisse (1:1000). Sie ist in diesen Größenverhältnissen hergestellt, damit

wir den Schülern durch sie ein Bild von den Größenverhältnissen der Wirbel geben können.

Wenn nun die Tiefdruckwirbel tatsächlich meist nur wenige Kilometer hoch reichen, so werden sie durch die Verhältnisse der Erdoberfläche sicherlich beeinflusst werden. Wenn z. B. der das Tief umkreisende Luftstrom an ein Gebirge kommt, muß er emporsteigen. Auf der andern Seite des Gebirges wird er sich wohl herabsenken. Es entsteht also eine ähnliche wellenförmige Bewegung der Luft, wie im Bach, wenn das Wasser an einen Stein stößt. Auch andere Hindernisse am Erdboden werden die Luft emporsteigen lassen. So hemmt selbst flaches Land (z. B. Holland) den Luftstrom erheblich stärker als die See. Wald hemmt ihn merklich. Auch durch diese Hindernisse wird der Luftstrom zum Emporsteigen gezwungen. Der um das Tief wehende Luftstrom kommt aber auch abwechselnd über verschiedene warme Gegenden. So ist im Winter oder am Morgen die See wärmer als das Festland. Der Golfstrom zwischen Island und Schottland ist wärmer als die benachbarten Meeresteile. Am Tage ist im Sommer das Land wärmer als die See. Strömt die Luft über wärmere Gegenden hin, so wird sie erwärmt und lockert sich dabei nach oben. Strömt sie über kältere Gegenden, so kühlt sie sich ab, zieht sich zusammen und senkt sich. Auch hierdurch werden Auf- und Abwärtsbewegungen in dem das Tief umkreisenden Luftwirbel erzeugt, die als Wogen eine Weile mitgenommen werden. Feuchte Seeluft ferner ist unter sonst gleichen Verhältnissen leichter als trockene Festlandsluft. Auch sie wird daher leichter emporsteigen im Tiefdruckwirbel als die andere. So gibt es noch eine ganze Reihe von Ursachen, auch in den höheren Luftschichten, die es bedingen, daß in den großen Tiefdruckwirbeln auf- und abwärtsgehende, also wellen- oder wogenförmige Luftbewegungen entstehen. Sie bilden sich irgendwo, ziehen eine Weile mit dem Luftstrom und verschwinden dann vielleicht wieder. Ihre Längsrichtung ist naturgemäß rechtwinklig zur Stromrichtung gestellt, die Rücken der Wellenberge (die Randtiefs), die durch die gestrichelten Linien auf unseren Karten verdeutlicht sind, werden ebenso wie die Furchen der Wellentäler (die Randhochs) vom Tiefdruckkern nach außen gerichtet sein. Wandern nun aber derartige Wellenberge und Wellentäler im großen Tiefdruckwirbel um dessen Kern herum, so müssen sie die Witterung der Gegenden beeinflussen, über die sie hinwegziehen. Kommt im großen Wirbelstrom ein Wellenberg gezogen und bewegt sich über unsern Wohnort hinweg, so hebt sich unsere Luft. Unser Barometer wird daher fallen. Auf der Wetterkarte wird ein Tiefdruckausläufer, ein Randtief, entstehen. Die in dem Wellen-

berge, dem Randtief, geschehende Aufwärtsbewegung der Luft wird Bewölkung entstehen lassen, bei hinreichend kräftigem Emporsteigen auch Regen. Daher ist in den Randtiefs die Bewölkung besonders stark und nur in ihnen Regen. Folgt diesem Wellenberge ein Wellental, so senkt sich in ihm die Luft herab. Unser Barometer wird steigen, auf der Wetterkarte zeigt sich ein Randhoch usw. Ein Vergleich der Randtiefs mit Wellenbergen, der Randhochs mit Wellentälern läßt im Unterricht die Verteilung der Witterungselemente in einem großen Tiefdruckgebiet verhältnismäßig leicht erklären. Wir brauchen die Schüler nur an das zu erinnern, was in einem Bach oder in einem Strom sich abspielt. Selbstverständlich sind die Verhältnisse im Luftstrom wahrscheinlich verwickelter als im Wasserstrom. Immerhin ist das Bild auch wissenschaftlich haltbar. Beobachtungen haben festgestellt, daß

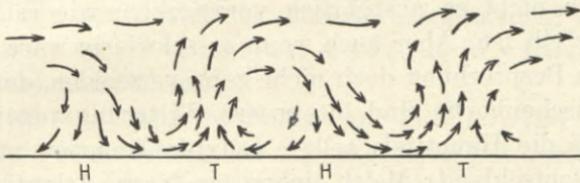


Abb. 25.

im Luftstrom wellenähnliche Luftbewegungen vorhanden sind, wie sie die Abb. 25 (im Durchschnitt) darstellt. Die Windpfeile sollen die Bewegung der Luft darstellen. Ihre Bahn ist der in einer Wasserwelle vorhandenen sehr ähnlich. Nur müssen wir die Luftwellen mit ganz flachen Wasserwellen vergleichen, wie man sie auch am flachen Meeresstrande beobachten kann. Die auf- und abwärtsgehende Bewegung der Luft ist am deutlichsten ausgeprägt in der Nähe des Erdbodens. Hier liegen ja wahrscheinlich die meisten Ursachen ihrer Entstehung. Nach oben zu verschwimmt sie mehr und mehr und geht in die allgemeine Windströmung über, wie unsere Abb. 25 andeutet. Die Randwirbel reichen noch weniger hoch als die großen Tiefdruckwirbel. In unserer Abbildung ist da, wo die Luft sich abwärts senkt, am Erdboden ein H eingesetzt. Das soll andeuten, daß sich hier ein Randhoch bildet. Wo ein T steht, steigt die Luft nach oben. Das Barometer steht hier also tiefer als beim H. Hier befindet sich ein Randtief. In der Abbildung würden sich die Luftwogen nach rechts bewegen, getrieben von den Winden in den höheren Luftschichten. Rechts vom T liegt also die Vorderseite des Randtiefs, und hier weht der Wind nicht im Sinne der allgemeinen Luftbewegung, sondern auf das T zu, also rückwärts, ähnlich wie auf der Wetterkarte die Winde in der Nähe

eines Randtiefs nach diesem hin wehen, ähnlich wie ja auch im Fluß das Wasser nach einem herankommenden Wellental strömt. Es ist selbstverständlich, daß solche rückwärts wehenden Winde weniger kräftig sein werden als die links vom T unserer Abbildung nach ihm zu im Sinne der allgemeinen Luftbewegung wehenden Winde. Auf der Rückseite des Randtiefs sind die Winde daher stärker als auf der Vorderseite.

All das scheint verwickelt und für das Verständnis von Volksschülern reichlich schwierig. Meine Lehrerfahrung hat mir jedoch gezeigt, daß es durchaus nicht schwierig ist, wenn wir immer das Beispiel der Wellen im Bach oder auf dem Fluß heranziehen und besonders wenn wir das Verhalten des Wassers in einer Flußbiegung zu Hilfe nehmen. Wir brauchen ja im Unterricht je nach den Verhältnissen vielleicht auch nicht so ausführlich vorzugehen, wie es hier für den Lehrer dargestellt ist. Aber auch wenn es schwierig wäre, könnten wir eine derartige Besprechung doch nicht ganz vermeiden, denn die Randtiefs und Zwischenhochs sind für unsere Witterung von viel größerer Bedeutung als die Haupttiefs selbst. Letztere kommen nur ausnahmsweise nach Deutschland. Meist ziehen sie vom Atlantischen Ozean her im Nordwesten und Norden an uns vorüber oder auch durch Frankreich zum Mittelmeere. Über unser Vaterland bewegen sich fast ausschließlich nur jene Randgebilde fort. Sie beeinflussen im wesentlichen unsere Witterung. Halten wir aber die Erklärung der augenblicklich bei uns herrschenden Witterung oder die Erklärung des Witterungsverlaufs an unserm Wohnort für eine Aufgabe der Schule, so müssen wir auf die Randtiefs und Zwischenhochs eingehen. Ihr Vorhandensein auf der Wetterkarte als Tatsache im Unterricht festzustellen, ist durchaus nicht so schwierig, wie es vielleicht scheint. Gewöhnlich machen die Schüler selbst auf diese Gebilde aufmerksam,*) wenn sie nur einige Zeit Wetterkarten gesehen haben.

Sehr bald finden die Schüler auch selbst beim Vergleich mehrerer aufeinanderfolgender Wetterkarten, daß die Randtiefs nicht still liegen, sondern sich mit den das Tief umkreisenden Winden fortbewegen, d. h. das Tief ebenfalls im Gegenzeigersinne umkreisen. (Die Karten des Wetterkartenatlas können hierbei gut helfen). Dadurch erklärt sich auch ihre schon als Tatsache beobachtete eigentümlich gebogene Gestalt. Meist erklären es die Schüler selbst. Nötigenfalls brauchen wir sie nur an das zu erinnern, was sie im Turnunter-

*) Besonders natürlich dann, wenn die Randtiefs in der Kartenzeichnung deutlich gemacht sind, am zweckmäßigsten durch Linien wie unsere gestrichelten.

richt häufig selbst tun, wenn sie Schwenkungen ausführen. Da heißt es bekäntlich: Richtung nach außen nehmen. Sonst bleibt leicht der äußere Flügelmann zurück, denn er hat einen erheblich größeren Weg zurückzulegen, als der innere Flügel. So bleibt auch der äußere Flügel der das Tief umkreisenden Randtiefs zurück, da er mehr Hindernisse zu überwinden hat als der innere Flügel.

Fünfter Vortrag.

15. Stunde.

Nachdem die Schüler so ein Bild gewonnen haben von den im Tiefdruckwirbel und im Hochdruckgebiet herrschenden Witterungsverhältnissen, müßte der Unterricht jetzt darauf eingehen, welchen Einfluß es auf das Wetter an unserm Wohnort hat, wenn jene Gebilde vorüberziehen.

Wir halten uns dabei vorläufig an die Tiefdruckwirbel. Später wollen wir auch die Hochdruckgebiete betrachten. Die Tiefdruckwirbel liegen, wie die Schüler sicherlich schon aus den Wetterkarten ersehen haben, nicht still, sondern wandern. Das geschieht zwar auf recht verschiedenen Bahnen, doch wollen wir uns vorläufig an die häufigste Bahn halten: das ist die von Westen nach Osten gerichtete. Wir wollen also annehmen, daß ein Tiefdruckwirbel vom Atlantischen Ozean etwa über England und die Nordsee durch Dänemark und die Ostsee nach Rußland zieht. Wir befinden uns dann in Deutschland an seiner Südseite. Den Einfluß des Wirbels auf unsere Witterung können wir im Unterrichte dadurch veranschaulichen, daß wir ein Wirbelmodell (auf Tief eingestellt) vor einer Wandkarte von Europa mit der linken Hand über die genannten Gegenden hinwegschieben. Die Lage unseres Wohnorts machen wir dadurch erkenntlich, daß wir eine Fingerspitze der rechten Hand oder die Spitze eines Zeigestocks vor die betreffende Stelle der Karte und auch vor das sich bewegende Wirbel-



Abb. 26.

modell vor die betreffende Stelle der Karte und auch vor das sich bewegende Wirbel-

modell halten. Wir wollen dazu vorläufig ein einfaches schematisches Wirbelmodell benutzen, das ähnlich dem früher benutzten Windmodell ist, nur eine (zunächst kreisförmige) Isobare besitzt. (Vgl. Abb. 26.) Hierbei berücksichtigen wir zwar die Randtiefs nicht, die sich an jedem Tiefdruckwirbel finden, doch ist es für Unterrichtszwecke besser, wenn wir uns zunächst an das einfache Modell halten. Über die Wirkung vorüberziehender Randtiefs später. Wir wollen ferner vorläufig das Windmodell nicht um sich selbst drehen, wie wir es eigentlich zufolge des Begriffs „Wirbel“ tun müßten. Da unser schematisches Windmodell kreisförmig und auf allen Seiten gleichmäßig gestaltet ist, bringen wir auf diese Weise keine falschen Gesichtspunkte hinein, erleichtern aber den Schülern das Verstehen.

Verschieben wir unser Windmodell auf die angegebene Weise und halten die Spitze des Zeigestocks ruhig, so können wir zeigen, daß unser Wohnort (die Stockspitze) zunächst auf die südöstliche Seite des Tiefdruckwirbelmodells gelangt.

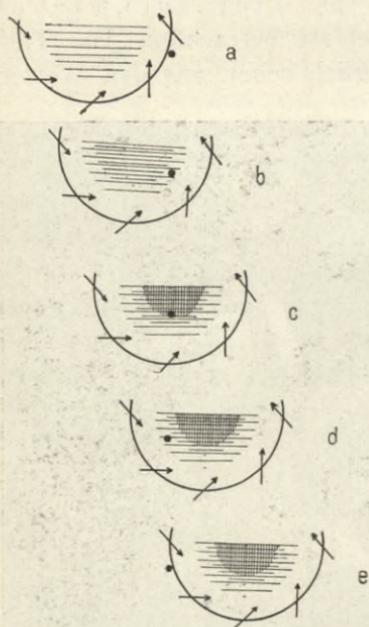


Abb. 27.

Abb. 27a veranschaulicht die Lage unseres Wohnorts zum Tiefdruckwirbel. Der Punkt soll die Lage des Wohnorts darstellen. Vom Wirbelmodell ist nur die südliche Hälfte gezeichnet, da die nördliche für unsern Fall ja nicht in Betracht kommt. Die Abbildungen a, b, c, d und e stellen die Lage beider in den aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten dar. Nehmen wir an, daß die einzige in unserm Modell gezeichnete Isobare die 760-Isobare bedeuten soll, so liegen wir in a außerhalb dieser Isobare, haben also einen Barometerstand über 760 mm. In b liegen wir innerhalb der Isobare, haben also einen Barometerstand unter 760, d. h. das Barometer ist inzwischen gefallen. In c befinden wir uns dem Kern des Tiefdruckgebiets am nächsten. Bis dahin ist also das

Barometer bei uns gefallen. In d liegt unser Wohnort schon wieder entfernter vom Kern, aber noch innerhalb der 760-Isobare. Das Barometer ist also seit c wieder gestiegen, steht aber noch unter 760. In e liegen wir dagegen wieder außerhalb der 760-Isobare. Unser Baro-

meter ist also wieder über 760 gestiegen. Zusammengefaßt heißt das: Beim Vorüberzug eines Tiefdruckgebiets sinkt unser Barometer so lange, bis der Kern des Tiefdruckgebiets uns am nächsten liegt, dann steigt es wieder. Der Vorüberzug eines Tiefdruckgebiets verursacht ein vorübergehendes Fallen unseres Barometers.

Überlegen wir uns jetzt, welchen Einfluß der Vorüberzug eines Tiefdruckwirbels auf unsern Wind hat, zunächst auf seine Richtung. In a liegen wir im Bereiche von südöstlichen Winden, in b von südlichen, in c von südwestlichen, in d von westlichen und in e von nordwestlichen Winden. Die Benutzung dieses Windmodells zur Veranschaulichung des Windwechsels hat zwar den Nachteil, daß wir nur auf der einzigen Isobare Windpfeile haben. Unser Wohnortspunkt ist daher beim Vorüberzug dieses Wirbelmodells von den einzelnen Windpfeilen verschieden entfernt. Immerhin dürfte deutlich werden, daß wir beim Vorüberzug des Tiefdruckwirbels zunächst südöstliche Winde haben. Dann dreht bis zu dem Augenblick, wo der Wirbelkern uns am nächsten liegt, unsere Windfahne über Süden nach Südwesten. Beim Abzug des Wirbels dreht sie dann über Westen nach Nordwesten. Von oben gesehen, etwa aus einem Zeppelin, würden wir an unserer Windfahne dabei eine Drehung rechts herum, also im Uhrzeigersinne, wahrnehmen: der Wind dreht bei dem von uns vorläufig betrachteten Vorüberzug eines Tiefdruckwirbels an unserm Wohnort nach rechts. Diese Rechtsdrehung des Windes hat jeder wahrscheinlich schon häufig beobachtet.

Die Bewölkungsverhältnisse. Da wir vorläufig das ganz schematische Wirbelmodell benutzen, so wollen wir annehmen, daß im Innern des Wirbels, etwa da, wo in Abb. 27a die weitere Schraffierung zu sehen ist, Bewölkung vorhanden ist. An den Orten mit engerer Schraffierung (b) soll die Bewölkung am dichtesten sein, wie das ja bei solch' regelmäßigem Wirbel wahrscheinlich ist. Im beweglichen Wirbelmodell kann man die Gegend leichter Bewölkung durch weiße Farbe, die stärkerer Bewölkung durch graue Farbe andeuten. In a liegen wir also noch unter heiterem Himmel, in b haben wir leichte Bewölkung, in c dichtere, in d wieder geringere Bewölkung und in e heiteren Himmel. Beim Vorüberzug eines Wirbels nimmt also die Bewölkung zu, bis wir uns dem Kern am nächsten befinden, dann nimmt sie wieder ab. In Wirklichkeit ist dies ja nicht so einfach, schon weil beim Vorüberzug des Wirbels verschiedene Wolkenarten auftauchen. Zunächst bemerken wir bekanntlich die höchsten Wölkchen: die Federwölkchen. Dann tauchen hohe Haufenwölkchen auf: die Schäfchen. Dann stellen sich dickere Wolken, später schwere, dunkle,

tiefe Wolken ein. Noch später zerreißen diese tiefen, schweren Wolken, und es zeigen sich einzelne Wolkenballen: tiefe Haufenwolken, die schließlich verschwinden. Die Wolken pflegen sich auch in der oben geschilderten Vollständigkeit allerdings nur dann zu zeigen, wenn ein von dem benachbarten Tief deutlich abgesetztes Tief vorüberzieht.

Ist der Wirbel kräftig genug, so findet sich in seinem Innern, in der Nähe des Kerns, auch Regen. Seine Stelle haben wir in Abb. 27 c durch die senkrechte Schraffierung angedeutet. Bei unserm beweglichen Wirbelmodell kann man das Regengebiet durch schwarze Farbe andeuten. Wenn jener Wirbel vorüberzieht, so kommen wir in c in das Regengebiet hinein.

Zusammenfassung: Zieht der Tiefdruckwirbel auf der oben angenommenen Bahn vorüber, so fällt unser Barometer, südöstliche Winde setzen ein, die bei weiterem Fallen unter Bewölkungszunahme über Süden nach Südwesten drehen. Wenn das Barometer am tiefsten steht, setzt häufig auch Regen ein. Dann steigt das Barometer von neuem, der Wind dreht nach Westen, der Regen hört auf, die Bewölkung zerreißt und verschwindet schließlich, während das Barometer weiter steigt und der Wind nach Nordwesten dreht.

Zieht der Wirbel auf einer anderen Bahn, etwa von der Biscayasee durch Nordfrankreich nach Südnorwegen usw., so ändern sich im wesentlichen nur die Windrichtungen. Bei einem solchen Zuge des Wirbels dreht der Wind nicht wie bei dem früher angegebenen von Südosten über Südwesten nach Nordwesten, sondern von Osten über Süden nach Westen. Das ist aber auch eine Rechtsdrehung. Barometer, Bewölkung und Regen würden sich in diesem Falle ähnlich verhalten wie im vorigen.

Zieht ein Wirbel etwa von Schottland durch Dänemark nach Ungarn zu, also auf südostwärts gerichteter Bahn, so dreht unsere Windfahne sich ebenfalls rechts herum, nur zeigt sie uns erst Südwinde, dann Südwest- und Westwinde, schließlich Nordwest- und Nordwinde. Barometer, Bewölkung und Regen verhalten sich wie in den früheren Fällen. Andere Beispiele brauchen wir hier wohl nicht anzuführen.

Betrachten wir jetzt die Witterungsänderungen, die sich bei uns vollziehen, wenn ein Hochdruckgebiet vorüberzieht. Wir nehmen auch hier zunächst den einfachsten Fall an, daß es sich nämlich um ein einfaches Hochdruckgebiet handelt und daß sein Kern nördlich von uns in westöstlicher Richtung vorüberzieht, also ebenso wie in dem ersten Beispiel beim Tiefdruckwirbel. Abb. 28 stellt das schematisch dar, was wir besser und schneller sehen, wenn wir unser

Windmodell (jetzt natürlich mit nach außen gehenden Winden) über die Landkarte hinweg bewegen und unsern Wohnort durch eine Fingerspitze andeuten. Die 5 Skizzen der Abb. 28 zeigen die Ostwärtsbewegung des Hochdruckgebiets an, während der den Wohnort darstellende Punkt auf derselben Stelle liegen bleibt. Die Isobare soll auch die 760-Isobare sein. Von ihr aus nach innen nimmt der Luftdruck in diesem Falle zu, nach außen ab. Im Innern des Hochdruckgebiets soll, wie das ja meist der Fall ist, heiteres und trockenes Wetter herrschen. In dem Zeitpunkt, den a darstellt, haben wir einen Barometerstand unter 760 bei nordwestlichen Winden. Bis zum Zeitpunkt b ist das Barometer über 760 mm gestiegen, es hat Aufheiterung stattgefunden, der Wind hat nach Norden gedreht. Bis zum Zeitpunkt c steigt das Barometer weiter, die Bewölkung ist sehr gering geworden, vielleicht ist gar keine mehr vorhanden, der Wind hat nach Nordosten gedreht. Von jetzt ab fällt das Barometer wieder. Im Zeitpunkt d steht es aber noch über 760, die Bewölkung hat vielleicht schon wieder etwas zugenommen, der Wind hat nach Osten gedreht. Bis zum Zeitpunkt e ist das Barometer wieder unter 760 gefallen, die Bewölkung wird stärker, der Wind dreht bis etwa Südosten.

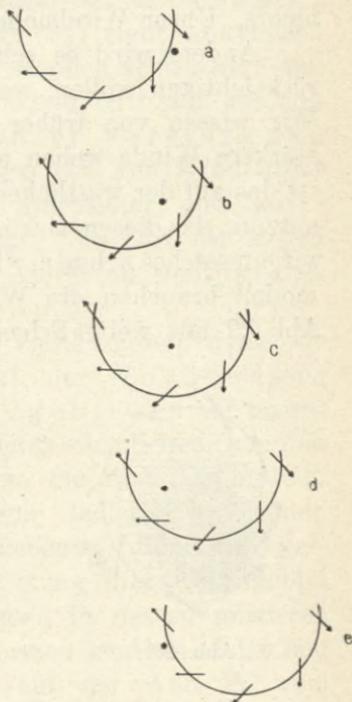


Abb. 28.

Zusammenfassung: Beim Vorüberzug eines Hochs nördlich von uns in west-östlicher Richtung steigt das Barometer, die Bewölkung nimmt ab, der Wind dreht von Nordwesten über Norden nach Nordosten. Bei wieder fallendem Barometer nimmt die Bewölkung von neuem zu, der Wind dreht über Osten nach Südosten.

Eine entsprechende Witterungsänderung tritt ein, wenn ein Hochdruckgebiet auf einer anderen Bahn an uns vorüberzieht. Wir brauchen hierfür wohl weitere Beispiele nicht heranzuziehen. Wir haben uns vorläufig ja nur mit dem Vorüberzug einfacher Tief- und Hochdruckgebiete beschäftigt, also solcher ohne Randgebilde. Dergleichen einfache und regelmäßige Tief- und Hochdruckgebiete gibt es aber bekanntlich kaum. Immerhin ist es für Unterrichtszwecke angebracht, vorläufig diese heranzuziehen, damit das Verständnis für die übrigen

erleichtert wird. Wir haben in all diesen Fällen ferner noch nicht berücksichtigt, daß der Tiefdruckwirbel und auch das Hochdruckgebiet sich ständig um sich selbst drehen. Das ändert allerdings an dem Ergebnisse der seitherigen Betrachtungen nichts. Bewegen wir z. B. unser wieder auf einen Tiefdruckwirbel eingerichtetes Windmodell hinter unserer stillgehaltenen Fingerspitze vorüber und drehen es gleichzeitig gegen den Uhrzeigersinn, so ändert sich in dem Verhalten des Barometers, der Bewölkung, des Regens und der Windrichtung nichts. Unser Windmodell ist ja ganz schematisch kreisförmig gebaut.

Anders wird es schon, wenn wir auch die Windstärke berücksichtigen wollen, was vorläufig absichtlich noch unterlassen war. Wir wissen von früher, daß auf der einen Seite des Wirbels meist stärkere Winde wehen als auf der entgegengesetzten. Am häufigsten ist das auf der westlichen Seite der Fall. Wollen wir ein Windmodell benutzen, das diesen wirklichen Verhältnissen mehr entspricht, so müßten wir ein solches nehmen, wie es in Abb. 29 dargestellt ist. Bei diesem Windmodell brauchen die Windpfeile nicht beweglich zu sein. Die in Abb. 29 mit weiter Schraffierung versehene Fläche stellt das Gebiet dar,

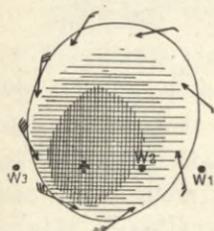


Abb. 29.

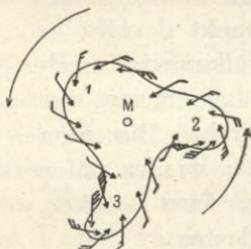


Abb. 30.

in dem leichte Bewölkung herrscht: Federwölkchen, hohe Haufenwölkchen usw. Die enger schraffierten Flächen in unserer Abb. sollen die Gegend innerhalb des Wirbels darstellen, in der dichtere und tiefe Bewölkung vorhanden:

tiefe Haufenwolken, später Regenwolken. Die senkrechte Schraffierung soll andeuten, daß es dort regnet. Das können wir auf einem beweglichen Modell ähnlich mit Farben andeuten, wie oben angegeben. Die Winde auf der östlichen Seite sind, wie es in Wirklichkeit meist der Fall ist, schwächer und mit der Spitze mehr nach innen geneigt, d. h. sie stehen steiler zu den Isobaren, von denen wir auch hier nur eine angedeutet haben. Die Winde auf der südwestlichen und westlichen Seite sind entsprechend den in der Wirklichkeit am häufigsten vorhandenen Verhältnissen stärker. Die Windpfeile stehen hier flacher zur Isobare. Je stärker der Wind, desto kräftiger wirkt ja die Fliehkraft, wie wir früher sahen, und dreht die Windrichtung vom Mittelpunkt des Tiefs stärker nach außen. Unsere Isobare ist hier nicht kreisförmig, sondern mehr oval gezeichnet, weil auch das den wirklichen

Verhältnissen näher kommt als eine kreisförmige Isobare. Die Gegend geringerer Bewölkung und stärkerer Bewölkung, sowie das Regengebiet liegen hier auch nicht gleichmäßig um den Mittelpunkt der Isobare verteilt. Der Kern des ganzen Tiefdruckwirbels ist nach Südwesten verschoben. Er ist durch das Kreuz angedeutet. Auch das entspricht den wirklichen Verhältnissen mehr. Unser Tiefdruckwirbel würde sich von Westen nach Osten bewegen. Seine östliche Seite ist die Vorderseite, seine westliche die Rückseite. Zieht er nördlich von uns vorüber,*) so daß sein südlicher Teil über unsern Wohnort (w_1) zieht, so kommen wir bei fallendem Barometer zunächst in den Bereich schwacher, süd-östlicher Winde (Vorderseite). Leichte Bewölkung tritt auf, die allmählich stärker wird, während der Wind unter Verstärkung nach Südwesten dreht (w_2). Jetzt setzt Regen ein, der Wind dreht nach Westen, später bei wieder steigendem Barometer und weiterer Verstärkung nach Nordwesten zu. Nun hört der Regen auf. Auch die dichte Wolkendecke zerreißt, der Wind weht stark aus Nordwesten, ja Norden (w_3).

Noch näher kommen wir den wirklichen Verhältnissen, wenn wir uns mit der Frage beschäftigen: Wie wirkt der Vorüberzug eines Tiefdruckwirbels mit Randgebilden auf unsere Witterung ein? Um dies im Unterricht zu veranschaulichen, könnten wir uns eines Wirbelmodells bedienen, wie es die Abb. 30 darstellt. Auch hier ist der Einfachheit wegen nur eine Isobare gezeichnet. Ebenso sind nur drei Tiefdruckausläufer angedeutet, damit die Verhältnisse nicht zu verwickelt werden. Bewölkung und Regengebiet denken wir uns in jedes Randtief hinein, etwa in dessen mittleren Streifen. Den Randtiefs sind verschiedene Formen gegeben: 1 ist fast halbkreisförmig ausgebildet, etwa wie das auf der Abb. IV vom Haupttief nach Nordwesten verlaufende. 2 ist schmaler, etwa wie das auf der Abb. IV nach Riga hin verlaufende. 3 ist am schmalsten und weitesten nach außen greifend, etwa wie das auf der Abb. IV nach Nordfrankreich hin verlaufende. Um den Vergleich mit dieser Karte zu erleichtern, sind in Abb. 30 die drei Randtiefs auch ungefähr nach den gleichen Himmelsrichtungen hin gezeichnet. Die übrigen Randtiefs der Abb. IV sind weggelassen, um die Verhältnisse nicht verwickelt zu machen. Das ganze Tiefdruckgebilde dreht sich, wie wir wissen, links herum. Vom Randtief 3 ist daher die östliche Seite die Vorderseite, die westliche die Rückseite. Letztere hat entsprechend stärkere Winde. Bei Randtief 2 wird die nördliche Seite die Vorderseite

*) Dieser Wirbel ist nicht mehrfach gezeichnet wie in Abb. 27. Die Lage unseres Wohnortes zu ihm ist angedeutet durch w_1 , w_2 , w_3 . Das genügt jetzt wohl.

sein, die südliche die Rückseite. Daher auch hier stärkere Winde. Vom Randtief 1 ist die südwestliche Seite die Vorderseite, die nordöstliche die Rückseite. Die Drehungsrichtung des ganzen Tiefdruckgebiets ist in der Abb. 30 durch die großen äußeren Pfeile angedeutet.

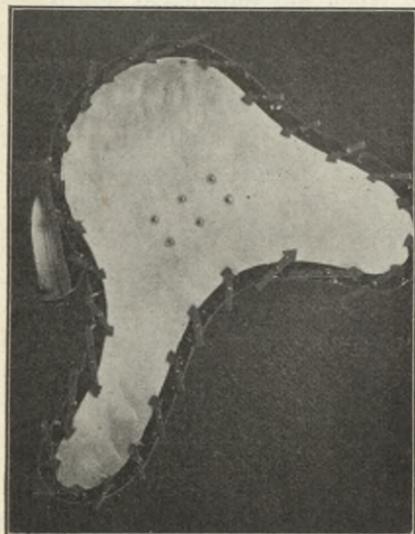
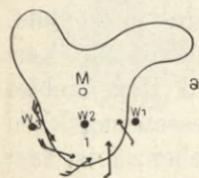


Abb. 31.

Benutzen wir, wie es für den Unterricht empfehlenswert ist, ein bewegliches Tiefdruckmodell (Abbild. 31) und lassen es vor der Karte von Europa auf ähnlicher Bahn wie früher von Großbritannien her durch Dänemark und Rußland ziehen, so müssen wir das ganze Modell in jenem Sinne auch drehen, etwa mit der linken Hand, die es von hinten hält, während eine Fingerspitze der rechten Hand unsern festliegenden Wohnort andeutet. Durch diese Doppeldrehung werden die Verhältnisse etwas verwickelter. Wir wollen also zunächst einmal das Tiefdruckgebiet vorüberwandern lassen, ohne es um



seinen Kern zu drehen. Wir betrachten dann vorläufig die Witterungsverhältnisse, die eintreten, wenn je eins der Randtiefs vorüberzieht. Am einfachsten ist es, wenn wir vorläufig annehmen, daß das betreffende Randtief stets auf der Südseite des ganzen Tiefdruckgebiets liegt. Abb. 32 kann es uns verdeutlichen. Der Einfachheit wegen ist auch hier jede der drei Abbildungen a, b und c nicht mehrmals gezeichnet, wie in Abb. 27 und 28, sondern wir haben die Anfangslage unseres Wohnorts zum Randtief durch w_1 , seine spätere Lage durch w_2 , seine Endlage durch w_3 gekennzeichnet. Im Falle a würde, wenn das Tiefdruckgebiet sich von Westen nach Osten bewegt, die Witterungsänderung eine sehr ähnliche sein, wie wir es an der Hand der Abb. 27 schon kennen gelernt haben, nur nimmt der Wind bei seiner Drehung über Südwesten nach Nordwesten an Stärke zu, was wir ja früher (bei 27) noch nicht berücksichtigt hatten. — b stellt den Vor-

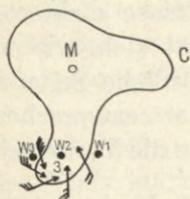
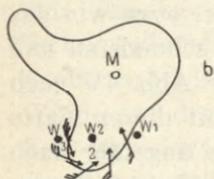


Abb. 32.

überzug des Randtiefs 2 dar. Dies ist schärfer ausgebildet, und die Winde sind hier etwas stärker angenommen, wie das bei solchen deutlicher abgesetzten Randtiefs der Fall zu sein pflegt. Abgesehen davon ist der Witterungsverlauf ähnlich wie vorher, nur vollzieht sich alles schneller, das Barometer fällt schneller, die Bewölkung tritt rascher ein und ebenso der Regen. Der Wind dreht auch schneller über Südwesten nach Norden zu, während das Barometer schneller steigt als im Falle a. — c zeigt uns den Vorüberzug des Randtiefs 3. Dies ist noch schmaler als 2. Man nennt dergleichen Randtiefs auch wohl Tiefdruckfurchen. Eine entsprechende Zeichnung der Höhenlinien auf der Landkarte würde ein schluchtähnliches Tal darstellen. Wie hier die Seiten der Schlucht steiler sind und das Wassergefälle größer ist, so ist auch im Innern solcher Tiefdruckfurchen das Luftdruckgefälle besonders auf der Rückseite größer. Die Winde pflegen dann noch kräftiger zu wehen. Zieht dies Randtief vorüber, so spielt sich der entsprechende Witterungsverlauf ab wie bei den früheren. Nur geht hier alles noch schneller, vor allem das Fallen des Barometers auf der Vorderseite und ganz besonders das Steigen auf der Rückseite. Der Übergang der schwächeren Südostwinde in die starken Nordwestwinde vollzieht sich auch rascher. Da letztere meist kälter zu sein pflegen, geschieht die Wolkenbildung und die Entstehung von Regen beschleunigter. Der Regen tritt häufig in Form von Platzregen auf. Im Sommer pflegen diese Tiefdruckfurchen Gewitter zu bringen.

Ehe wir nun zur Besprechung des Witterungsverlaufs übergehen wollen, der eintritt, wenn der ganze Tiefdruckwirbel mit Randgebilden vorüberzieht, müssen wir erst betrachten, was geschieht, wenn ein **R a n d h o c h** vorüberzieht. Hierbei kann uns Abb. 33 helfen. Sie stellt unser Tiefdruckgebiet dar in einer Lage, wo das Randhoch zwischen den Randtiefs 2 und 3 nach Süden gekehrt ist. Wir nehmen

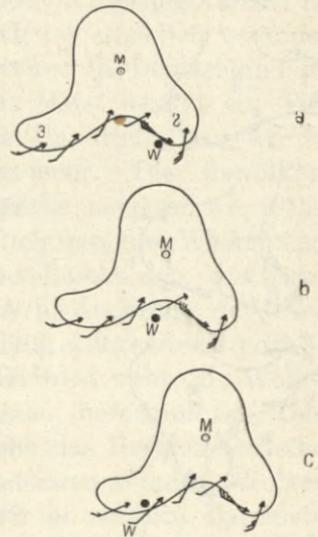


Abb. 33.

auch hier zunächst an, daß der Wirbel sich nicht um sich selbst dreht. W bedeutet wieder den Wohnort, der liegen bleibt, M die Mitte des Wirbels, die sich ostwärts verschiebt. In a ist eben das Randtief 2 vorübergezogen, das Barometer ist bei uns wieder über 760 mm gestiegen, der Wind hat unter Verstärkung nach Westnordwest gedreht.

— In b hat sich das Tiefdruckgebiet so weit ostwärts verschoben, daß wir gerade mitten in dem Randhoch liegen, das Barometer ist gestiegen, die Bewölkung hat abgenommen, der Wind ist schwach geworden und weht aus Südwest. — Bis c ist das Barometer wieder gefallen, der Wind hat unter geringer Verstärkung nach Südsüdwest gedreht, unter dem Eindruck des jetzt folgenden Randtiefs 3 tritt wieder Bewölkung ein.

Zusammenfassung: Beim Vorüberzug eines Randhochs (Zwischenhochs) auf der angenommenen Bahn steigt unser Barometer und fällt später wieder. Der Wind dreht unter

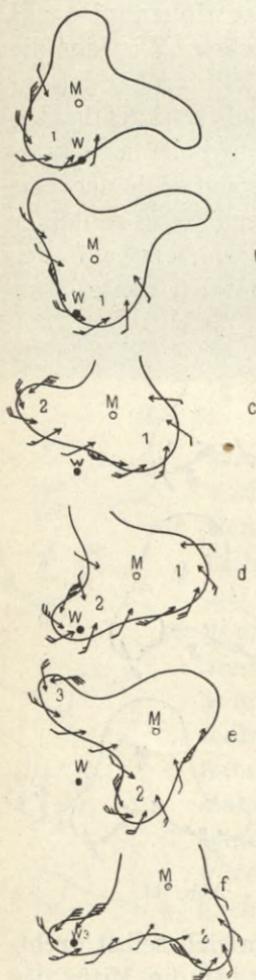


Abb. 34.

Abflauen von Nordwest über West nach Südwest, also links herum, die Bewölkung nimmt ab. Das ist genau der entgegengesetzte Witterungsverlauf wie bei dem besprochenen Vorüberzug eines Randtiefs. Die Rechtsdrehung des Windes beim Vorüberzug eines Randtiefs pflegt am auffallendsten zu sein, weil gleichzeitig der Wind an Stärke zunimmt und Bewölkung, meist auch Regen, einsetzt. Die Linksdrehung des Windes beim Vorüberzug eines Zwischenhochs pflegt weniger aufzufallen, weil der Wind gleichzeitig an Stärke nachläßt. Dies Linksdrehen des Windes bezeichnet man daher mit dem Ausdruck „Zurückdrehen“.

Jetzt können wir den Witterungsverlauf besprechen, der eintritt, wenn der ganze Wirbel mit seinen Randgebilden (Randtiefs und Zwischenhochs) vorüberzieht, während er sich gleichzeitig im Gegenzeigersinne um seine Achse dreht. Das ist der in der Wirklichkeit stattfindende Witterungsverlauf. In Abb. 34 sind die verschiedenen Stellungen unseres Wirbelmodells dargestellt, während es auf der von uns als Beispiel gewählten Bahn ostwärts zieht. W bleibt wieder liegen, die Mitte des Wirbels (M) bewegt sich allmählich ostwärts. Das Randtief 1 liegt zunächst in a auf der Südwestseite des Wirbels, dann in b auf seiner Südseite, in c auf seiner Südostseite, in d auf seiner Ostseite. Ähnlich verlagern sich die übrigen Rand-

dann in b auf seiner Südseite, in c auf seiner Südostseite, in d auf seiner Ostseite.

tiefs. Jetzt zieht also nicht nur Randtief 1 über unsern Wohnort, sondern auch (in d) Randtief 2, und selbst (in f) Randtief 3. Der Witterungsverlauf läßt sich aus den Abb. a—f ablesen. In a ist unser Barometer im Fallen und gerade auf 760 mm angekommen. Der schwache Wind hat von Süden nach Südwesten gedreht, leichte Bewölkung setzt eben ein. — Bis zum Zeitpunkt b ist das Barometer gefallen und ist bereits wieder im Steigen. Der Wind hat unter Verstärkung über Südwest nach Westnordwest gedreht. Die Bewölkung ist schon im Abnehmen, der Regen hat aufgehört. — Bis c ist das Barometer wieder gestiegen, die Bewölkung ist gering geworden, der Wind hat abgeflaut und beginnt zurückzudrehen. — Bis d dreht er bei fallendem Barometer wieder rechts herum, neue Bewölkung setzt ein, wahrscheinlich auch Regen. — Bis e ist das Barometer nach einem deutlichen Sinken wieder im Steigen. Der Wind hat wieder abgeflaut und weht aus Nordwest bis West, die Bewölkung ist verschwunden. — Bis f setzt dann das ähnliche Spiel (Barometerfallen, Rechtsdrehen, Bewölkungszunahme usw.) ein wie schon zweimal vorher.

Umkreisen die Randgebilde den Hauptkern in dieser Weise, wie es ja in Wirklichkeit stets geschieht, so ist der Witterungsverlauf ein merklich abwechslungsreicherer, die Witterung ist erheblich veränderlicher. Das ist ja aber, wie wir wissen, bei uns in Deutschland bei derartigen Wetterlagen gewöhnlich der Fall. Meist besitzt ein Tiefdruckwirbel in Wirklichkeit nicht nur drei Randtiefs, wie wir für unser Beispiel angenommen, sondern noch mehr. Die Bewölkung wechselt ferner nicht nur in bezug auf ihre Stärke, sondern, wie früher schon besprochen, auch in bezug auf die Richtung des Wolkenzugs. Die Änderung der Richtung des Wolkenzugs vollzieht sich, wie früher ebenfalls besprochen, im allgemeinen früher als die Änderung der Richtung des Unterwindes. So kann es kommen, daß, während wir noch im Randtief sind und der Unterwind noch aus Südwest weht, die Wolken mit dem oberen Winde bereits aus Nordwesten herantreiben. Oder wenn wir noch im Randhoch sind, kündigt sich das Herannahen eines neuen Randtiefs durch das Zurückdrehen des oberen Windes (Wolkenzugs) häufig sogar schon früher an, als wir an unserm Barometer ein erneutes Fallen wahrnehmen. Darin liegt bekanntlich die Wichtigkeit der Wolkenbeobachtung für die örtliche Wettervorhersage begründet.

Bei der Besprechung der Abhängigkeit des Witterungsverlaufs von dem Vorüberziehen eines Tiefdruckwirbels mit seinen Randgebilden sind wir recht langsam vorgegangen und haben nur ganz allmählich Glied an Glied gereiht. Das empfiehlt sich auch sehr für den Unter-

richt. Doch geht die Besprechung dieses Gegenstands im Unterricht erheblich schneller vor sich, als es unsere Darstellung erscheinen läßt, wenn wir uns des beweglichen Windmodells der Abb. 26 und 31 bedienen und es über eine Karte von Europa drehend hinwegschieben, gleichzeitig die Lage unseres Wohnortes durch die Spitze eines Zeigestocks festhaltend. Das im vorigen Besprochene läßt sich auf diese Weise recht gut in einer Unterrichtsstunde erledigen. Sollte noch Zeit übrig sein, so können wir ähnliche Übungen, die sich noch schneller erledigen lassen, anstellen. Wir nehmen dann an, daß der Tiefdruckwirbel nicht in westöstlicher Richtung vorüberzieht, sondern z. B. auf der ebenfalls häufig beschrifteten Bahn im Nordwesten von uns. So etwa, daß der Hauptkern des Wirbels westlich von Frankreich auftaucht und über England nach Nordskandinavien zieht. Oder daß er am Nordrande unseres Kartenfeldes auftaucht und über die Ostsee nach dem Schwarzen Meere zu zieht. Oder endlich, daß er im Südosten auftaucht und über die Balkanhalbinsel durch Italien nach der Biscayasee zu zieht. Der Witterungsverlauf ist in all diesen Fällen dem oben besprochenen entsprechend. Im wesentlichen ändern sich nur die Richtungen der Winde.

Sechster Vortrag.

Ist das seither Besprochene im Unterricht behandelt, so werden die Schüler imstande sein, die nach meiner Ansicht wichtigste Aufgabe des wetterkundlichen Unterrichts zu lösen, nämlich den Witterungsverlauf an ihrem Wohnorte mit Hilfe der Wetterkarte zu erklären.

Wahrscheinlich werden wir eine Stunde daran wenden, um einmal an einem passenden Tage den Witterungsverlauf der letzten 24 Stunden eingehend zu erklären. Zu dem Zwecke muß der Witterungsverlauf vorher genauer als sonst, am besten wohl durch den Lehrer selbst verfolgt und aufgeschrieben worden sein. Dann müßten für dies eine Mal soviel Wetterkarten vorhanden sein, daß mindestens je drei Schüler eine vor sich haben, am besten von den letzten beiden Tagen. Die betr. Wetterdienststelle wird bei rechtzeitiger Bestellung die Karten gern liefern. Wir wollen im folgenden (eigentlich mehr zur Übung für den Lehrer) ein Beispiel eines vier-tägigen Witterungsverlaufs besprechen und ihn an der Hand der am Schlusse des Buches eingelebten Wetterkarten jener vier Tage zu erklären suchen.

Für diesen Fall mußten wir natürlich den Witterungsverlauf in Weilburg wählen. Das Beispiel selbst ist nicht besonders ausgewählt. Es ist ein solches, wie ich es selbst in einem Lehrkursus verwertet habe. Zur genaueren Bestimmung des Witterungsverlaufs sind nicht nur die Witterungsbeobachtungen in Weilburg, sondern auch die einiger anderen Stationen unseres Bezirks zu Hilfe genommen, von denen wir täglich Nachrichten erhalten. Auch ist der Inhalt der Wetterkarten, wo es vorteilhaft erschien, ergänzt durch die Nachrichten von einigen Stationen, die ebenfalls an die Seewarte in Hamburg berichten, deren Berichte jedoch vorläufig in den Wetterkarten des öffentlichen Wetterdienstes nicht enthalten sind.

Für jeden einzelnen der vier Tage soll zunächst die Wetterkarte und die allgemeine Wetterlage besprochen werden, wobei wir das früher Kennengelernte stets bestätigt finden werden. Dann soll die Witterung, wie sie morgens 8 Uhr in Weilburg war, durch die allgemeine Wetterlage erklärt werden. Darauf soll die Veränderung der allgemeinen Wetterlage seit gestern besprochen werden, und hiermit soll eine Erklärung des Witterungsverlaufs in Weilburg und Nachbarschaft seit gestern verbunden werden. Das ist wohl der natürliche Gang.

Vorüberzug eines grösseren Tiefdruckwirbels mit Randgebilden am 29. August bis 1. September 1913.

29. August.

Auf der Wetterkarte vom 29. August (Abb. VI) erkennen wir, daß Nordosteuropa von einem Hochdruckgebiet bedeckt ist mit drei Einzelkernen, die sämtlich auf dem Festlande liegen und durch die Ausläufer der Ostsee getrennt sind. Wenn auch viel Windstillen vorhanden sind, so ist doch an den übrigen Stationen zu erkennen, daß die Winde aus jedem einzelnen Teilhoch im Zeigersinne herauswehen. Während der Nacht erkaltet die Luft infolge der Wärmeausstrahlung in einem Hochdruckgebiet mit seiner geringen Bewölkung. Besonders kräftig erkaltet hierbei das Festland, während die See bekanntlich wärmer bleibt. Wisby mitten in der Ostsee und die Küstenstationen Riga, Memel, Neufahrwasser usw. haben daher am Morgen die höchsten Temperaturen, Petersburg und Karlstadt mitten im Festlande die tiefsten. Wärmere Luft ist aber leichter und übt daher am Morgen nicht so starken Druck aus wie die kältere Festlandsluft unter sonst gleichen

Verhältnissen. Daher die stärkere Hochdruckbildung auf dem Festlande und die geringere Hochdruckbildung auf der See.

Über Ungarn ist ein flaches Tief angenommen, weil die benachbarten Stationen deutlich stärkere Bewölkung haben als die Umgebung und die Winde im Gegenzeigersinne nach dem Tief streben.

Über Südwesteuropa liegt ein größeres Tiefdruckgebiet, das dort stärkere Bewölkung verursacht, als über Nordosteuropa vorhanden ist. Zwei Randtiefs sind gezeichnet. Das erste liegt über dem Kanal und verursacht in Cherbourg Regen. Da die Randtiefs von den Winden, also im Gegenzeigersinne, um den Hauptkern bewegt werden, liegt Cherbourg mit Nordwind auf seiner Vorderseite, Vlissingen und Grisnez mit Ostwinden auf seiner Rückseite.

Das zweite Randtief erstreckt sich vom Kern nach der nordwestlichen Schweiz. In ihm zeigt zwar keine Station auf der Karte Regen, doch ist damit nicht gesagt, daß es nicht an andern Orten in seinem Bereiche regnet. Das Vorhandensein des Randtiefs wird durch den Nordostwind bei Karlsruhe (übrigens auch Mühlhausen) auf seiner Vorderseite, den Ostwind bei Zürich in seiner unmittelbaren Nähe und die südlichen Winde bei Genf und Clermont auf seiner Rückseite deutlich gemacht.

In dem Zwischenhoch zwischen beiden Randtiefs liegen Weilburg mit klarem und Frankfurt mit heiterem Himmel. Das sind die beiden einzigen Stationen im südwestlichen Deutschland, an denen wir so geringe Bewölkung wahrnehmen.

Die Temperaturverteilung ist die normale. Im Nordwesten ist es am kältesten, hier allein sind Temperaturen unter 10° . Im Süden ist es am wärmsten, hier sind fast überall Temperaturen von 20° und mehr. Sonst finden wir Temperaturen von 20° nur noch im Bereiche des französischen Tiefdruckgebiets, wo in der Nacht offenbar stärkere Bewölkung gewesen und die nächtliche Wärmeausstrahlung dadurch sehr gemindert ist. Andererseits sind außer dem Nordwesten nur im Bereiche des Hochdruckgebiets verhältnismäßig tiefe Temperaturen: die Folge der hier stärkeren nächtlichen Ausstrahlung.

Weilburg hat an diesem Tage wolkenlosen Himmel und die tiefste Temperatur der Nachbarschaft bei schwachen Winden. Der wolkenlose Himmel und die tiefe Temperatur erklären sich, wie schon angegeben, durch seine Lage in einem Zwischenhoch, der Nordnordostwind durch seine Lage auf der Vorderseite eines Randtiefs, die geringe Windstärke durch die geringen Luftdruckunterschiede über ganz Mitteleuropa.

Am 28. August war es in Weilburg heiter oder ganz klar gewesen. Wir befanden uns im Bereiche nordöstlicher Winde, die aus einem über dem nördlichsten Deutschland und der südlichen Ostsee gelegenen Hoch wehten. Über der Biscayasee zeigte sich ein ganz flaches Tiefdruckgebiet. Seine Ausläufer reichten noch kaum bis in unsere Gegend. Wir hatten daher meist heiteres, zeitweise auch ganz klares Wetter. Nur am Nachmittag trat vorübergehend etwas Bewölkung auf. Das Thermometer stieg am Nachmittag auf den für die Jahreszeit ziemlich hohen Stand von 26°.

Nach der Karte vom 29. hat sich das erwähnte Hochdruckgebiet nach Südschweden verlagert. Gleichzeitig hat sich das südwestlich Tiefdruckgebiet stärker entwickelt. Sein Kern ist von der südlichen Biscayasee nach dem westlichen Frankreich vorgerückt. Das Abziehen des Hochs und das Näherkommen des Tiefs wurde durch das Fallen des Barometers in unserer Gegend angedeutet. Am 28. war es übertags stärker gefallen bis zum Nachmittag, dann zeigte es eine ganz geringe Senkung und fiel während der Nacht nur langsam. Entsprechend der geringen Bewölkung in der Nacht war die Ausstrahlung ziemlich groß. Das Thermometer sank auf 9°, und am Morgen bildete sich Nebel.

Wie die gegen gestern etwas stärkere Bewölkung in Frankreich und Umgebung zeigt, beginnen die Ausläufer des Tiefs sich bemerkbar zu machen. Da sie von den das Tief umwehenden Winden im Gegenzeigersinne getrieben werden, so ziehen sie vom südlichen Frankreich durch die nordwestliche Schweiz und das südwestliche Deutschland nach Westdeutschland und von da durch Belgien zum Kanal hin.

Das nach der Karte am Morgen über dem Kanal gelegene Randtief entfernt sich daher schon wieder von uns. Es hat am gestrigen Nachmittage unsere Gegend gestreift und verursachte dabei die erwähnte Barometersenkung und die vorübergehend aufgetretene Bewölkung.

Am gestrigen Abend, während der Nacht und noch am Morgen lagen wir im Bereiche des allerdings flachen Zwischenhochs, das am Morgen noch in Frankfurt heiteres, in Weilburg (übrigens auch in Coblenz, Cassel usw.) klares Wetter verursachte.

Noch am Vormittage des 29. beginnt jedoch das Barometer bei uns stärker zu fallen und meldet uns so das Herankommen eines neuen Randtiefs an. Dies kann nur das Randtief sein, das am Morgen nach der nordwestlichen Schweiz zu sich erstreckte. Der Wind dreht bei uns am Vormittag nach Norden zurück, beginnt dann aber eine Rechtsdrehung über Nordosten und Osten nach Süden. Wir hatten also

im Laufe des Vormittags und Mittags die gleichen Winde, wie sie morgens 8 Uhr nach der Karte Karlsruhe auf der Vorderseite des Randtiefs, Zürich am Randtief und Genf auf der Rückseite des Randtiefs hatten. Gleichzeitig mit der Rechtsdrehung des Windes zeigte das Barometer eine deutliche Senkung. Am tiefsten stand es am Nachmittag gegen 5 Uhr. Am Nachmittag nahm auch in unserer ganzen Gegend die Bewölkung zu. Doch fiel nur in Coblenz etwas Regen, das ist also in dem Teil des Randtiefs, der näher nach dem westlichen Haupttief zu liegt. Trier hatte sogar ein Gewitter. Die südlichen Winde ließen bei uns das Thermometer auf 27°, also noch höher als gestern ansteigen. Am Abend stieg auf der Rückseite des Randtiefs das Barometer bei uns wieder. Es wurde heiter, während gleichzeitig der Wind nach Osten, später nach Norden zurückdrehte.

30. August.

Auch an diesem Morgen liegt nach der Wetterkarte (Abb. VII) der Nordosten Europas in einem Hochdruckgebiet und hat fast überall klares oder heiteres Wetter. Etwas stärkere Bewölkung zeigt sich besonders an den Einbuchtungen der Isobaren, so bei Stockholm und Wilna. Im Nordwesten greift ein Teil eines Tiefdruckwirbels auf das Kartenfeld über. Über der Poebene lagert, wie so häufig am Morgen, ein kleines Tiefdruckgebiet.

Das Haupttiefdruckgebiet liegt im Südwesten und ist von dem italienischen Tief durch einen Hochdruckrücken getrennt, der, wie das ebenfalls meist der Fall ist, über den Alpen liegt. Das südwestliche Tief wird von den Winden deutlich im Gegenzeigersinne umkreist. Fünf Randtiefs sind angegeben. Auf der Vorderseite des ersten bei Südostengland gelegenen Randtiefs hat Yarmouth Nordwind, auf seiner Rückseite haben Grisnez, Vlissingen usw. östliche Winde. — Das zweite verursacht in Aachen volle Bewölkung. Hannover mit Ostwind liegt auf seiner Vorderseite, Aachen mit Südsüdwestwind auf seiner Rückseite. (Brüssel auf seiner Vorderseite hat übrigens Ostnordostwind.) — Das dritte Randtief verursacht in Karlsruhe Regen (übrigens auch in Friedrichshafen). Karlsruhe hatte auf seiner Vorderseite Ostnordostwind, Metz auf seiner Rückseite Südwind. — Das vierte verursacht in Genf Regen. Zürich hat auf seiner Vorderseite Südostwind, Genf auf seiner Rückseite Nordwestwind. — Das fünfte verursacht in Paris Regen. Paris hat auf seiner Vorderseite Südsüdwestwind, Ile d'Aix auf seiner Rückseite Westsüdwestwind. Vielleicht liegt auch Cherbourg mit Regen noch in seinem Bereiche. Doch ist es auch möglich, daß über dem westlichen Frank-

reich nicht ein, sondern zwei Randtiefs anzunehmen sind. Das dort recht weitmaschige Stationsnetz läßt das nicht genau erkennen.

In den Zwischenhochs zwischen diesen Randtiefs würden dann liegen Vlissingen, ferner Weilburg und Frankfurt, endlich Zürich. Diese Orte haben sämtlich keine volle Bewölkung.

Weilburg liegt morgens 8 Uhr in einem Zwischenhoch, hat also keine volle Bewölkung. Doch hat es auch kein heiteres Wetter, denn Randtiefs liegen in der Nähe. Der Nordwind erklärt sich durch seine Lage auf der Nordseite eines Randtiefs, seine geringe Stärke dadurch, daß die Luftdruckunterschiede sehr geringe sind.

Ein Vergleich mit der Karte vom Vortage lehrt uns, daß das Hochdruckgebiet sich noch weiter zurückgezogen, sich aber gleichzeitig im äußersten Nordosten etwas verstärkt hat. Das französische Tiefdruckgebiet hat sich dagegen erheblich ausgebreitet. Gestern früh hatte ganz Deutschland noch Barometerstände über 760 mm. Heute früh hat Westdeutschland Barometerstände unter 760 mm. Die Ausläufer des französischen Tiefs treten deutlicher hervor. Die zwei durch Ostengland und Südbelgien ziehenden Randtiefs sind wahrscheinlich die beiden Randtiefs, welche wir auf der gestrigen Wetterkarte schon bemerkten. Um die Lage aller Randtiefs an den aufeinanderfolgenden Tagen besser vergleichen zu können, sind Zahlen an sie gesetzt. Randtief II würde dann das sein, welches gestern nachmittag über unsern Bezirk hinwegzog, dabei jedoch nur in dessen südwestlichem Teile die Witterung etwas stärker beeinflussend.

In der Nacht zum 30. nahm die Bewölkung bei uns zu, so daß besonders gegen Morgen die Ausstrahlung nicht mehr so stark war wie in der gestrigen Nacht, das Thermometer also nur auf 12° sank. Gleichzeitig fiel das Barometer und zeigte am Vormittage nach 9 Uhr den tiefsten Stand. Gegen 10 Uhr vormittags setzte in Weilburg leichter Regen ein, der bis zum Nachmittage anhielt. Um diese Zeit ist wohl das Randtief III über uns hinweggezogen, das am Morgen um 8 Uhr in Karlsruhe usw. Regen brachte. Gleichzeitig hatte der Wind bis fast nach Westen gedreht (woher er übrigens am Morgen um 8 Uhr schon in Mühlhausen, also auf der Rückseite jenes Randtiefs wehte). Auch heute fiel nicht überall in unserm Bezirk Regen; nur in Weilburg und in dem westlich davon, also in der Richtung nach dem Haupttief zu gelegenen Teil unseres Bezirks regnete es, so auf dem Westerwald und in Coblenz. Die Marburger Gegend hatte beim Vor-

überzug des Randtiefs nur volle Bewölkung, die Casseler Gegend sogar nur geringe Bewölkung. Infolge der stärkeren Himmelsbedeckung stieg in Weilburg das Thermometer heute nur auf 22° gegen 27° gestern.

Am Nachmittag stieg das Barometer wieder etwas, während der Wind über Süd und Südost fast bis nach Ost zurückdrehte. Gleichzeitig nahm die Bewölkung bei uns ab. Das wurde wahrscheinlich verursacht durch den Vorüberzug des Zwischenhochs, in dem am Morgen nach der Karte Zürich lag.

Gegen 6 Uhr begann das Barometer wieder zu fallen. Der Wind drehte nach Süd und Südwest bis fast nach West. Um 7 Uhr setzte in Weilburg stärkerer Regen ein, der das Gebiet von der Mosel über Weilburg bis nach Marburg berührte, doch nicht bis zu unserm nordöstlichen Bezirk (Cassel) reichte. Vereinzelt war er von Gewittererscheinungen begleitet. Dies Randtief beeinflusste unsere Witterung also stärker als das vorige, entsprechend der allmählich kräftigeren Entwicklung des südwestlichen Tiefdruckwirbels und seinem Näherkommen. Doch kam es auch diesmal in der Richtung nach dem Tiefdruckkern stärker zur Geltung. Es war offenbar das Randtief IV, das nach der Wetterkarte morgens 8 Uhr in Genf Regen brachte.

Am späteren Abend klärte sich das Wetter wieder auf. Der Wind drehte nach Süden zurück, während gleichzeitig das Barometer wieder stieg (Vorüberzug eines Zwischenhochs).

31. August.

Nach der Wetterkarte (Abb. VIII) liegt im Nordosten und Nordwesten je ein Hochdruckgebiet, über dem Mittelmeere, wie so häufig, östlich und westlich der italienischen Halbinsel je ein flaches Tief. Der Hauptteil von Mitteleuropa wird von einem Tiefdruckgebiet überlagert. In seinem Bereiche ist fast überall stärkere Bewölkung und an mehreren Orten auch Regen. Die Gegenzeigerbewegung der Winde ist im allgemeinen zu erkennen, doch wird sie, ebenso wie die Bewölkung, vielfach örtlich gestört durch zahlreich vorhandene Randgebilde. Auf unserer Wetterkarte sind nur die der südlichen Seite durch gestrichelte Linien hervorgehoben. Die Unregelmäßigkeiten in Windrichtung und Bewölkung auf der nördlichen Seite des Tiefdruckgebiets deuten aber an, daß auch dort Ausläufer vorhanden sind. Das östlichste Randtief zeigt eine eigentümlich gebogene Form. An seinem äußersten Zipfel deuten die Winde bei Breslau, Krakau, Budapest und Wien einen fast selbständigen Wirbel an. (Wir werden sehen, daß dieser Zipfel des Randtiefs sich bald darauf zu einem selbständigen Teiltief ausgebildet hat.) Auf der Vorderseite der einzelnen Randtiefs liegen Warschau

und München mit Ostwind, Genf und Clermont mit Südwind, Paris mit Südwestwind, Cherbourg und St. Mathieu mit Westwind. Man sieht, daß die Vorderseitenwinde von den östlichen Randtiefs nach den westlichen zu allmählich aus östlichen Winden in westliche übergehen. Die Winde auf den Rückseiten sind stets mehr nach rechts gedreht: so Breslau gegen Warschau, Karlsruhe gegen München, Metz gegen Genf, Ile d'Aix gegen Paris, Scilly gegen St. Mathieu. Sie sind meist schwach, entsprechend den geringen Luftdruckunterschieden über Mitteleuropa. Hier ist ja nur die 760-Isobare vorhanden. Im allgemeinen sind sie jedoch auf der südwestlichen und westlichen Seite des Tiefdruckwirbels stärker als auf seiner östlichen und nördlichen Seite. Infolge der Dichtigkeit des dortigen Stationsnetzes ist die Winddrehung in der Nähe des Randtiefs V und des westlich davon liegenden Zwischenhochs recht deutlich. München hat Ostwind, der Züricher Wind ist dagegen rechts gedreht nach Süden, der Karlsruher Wind noch weiter nach rechts. Der Frankfurter Wind ist dagegen wieder zurückgedreht (Randhoch) nach Südwesten. Noch mehr ist das der Fall mit dem Weilburger Südwind. Der Südwestwind bei Metz zeigt schon wieder Rechtsdrehung unter dem Einfluß des benachbarten Randtiefs.

Weilburg hat an diesem Morgen heiteres Wetter, da es mit Frankfurt in einem Zwischenhoch liegt. Der Wind ist schwach, entsprechend den allgemein geringen Luftdruckunterschieden. Seine Richtung wurde schon vorher erklärt.

Bis zum Morgen des 31. ist der Kern des Tiefdruckwirbels von Nordfrankreich nach Belgien gezogen. Gleichzeitig hat sich das Tiefdruckgebiet um seine Achse gedreht (im Gegenzeigersinne!). Gestern früh erstreckte sich die Achse, deren Lage durch das Wort TIEF angedeutet ist, ungefähr von Norden nach Süden, heute früh erstreckt sie sich etwa von Westen nach Osten. Ferner bemerken wir, daß das Tiefdruckgebiet sich abgeflacht hat. Die 755-Isobare von gestern ist verschwunden. Dem entspricht es, daß seit gestern nachmittag das Barometer in Weilburg trotz wiederholter Einzelsenkungen im allgemeinen stieg und am Vormittag des 31. wieder den Stand von 760 mm überschritt. Das ist ein Beispiel dafür, daß das Verhalten des Barometers allein uns noch nicht angeben kann, ob ein Tiefdruckwirbel sich uns nähert. Nur mit Hilfe der Wetterkarten können wir feststellen, was vorgeht. In unserm Falle stieg das Barometer, trotzdem der Wirbel sich uns näherte, weil er sich gleichzeitig abflachte. Die

Wirbel flachen sich im Sommer sehr häufig ab, während sie über das Festland hinziehen.

In der Nacht zum 31. war es in Weilburg meist trübe gewesen. Die Ausstrahlung war durch die Wolkendecke noch mehr gemindert als in der vorigen Nacht. Der Thermometer sank also nur auf 16° gegen 12° gestern.

Das auf der Morgenkarte im Nordosten von uns lagernde langgestreckte und merkwürdig gebogene R a n d t i e f IV ist wahrscheinlich das, welches uns gestern abend nach 7 Uhr den stärkeren Regen brachte. Die Aufklärung gestern abend verdanken wir wahrscheinlich dem Z w i s c h e n h o c h, das heute früh bei Dresden liegt. Zwischen diesem und Weilburg liegt aber nach der Karte noch das R a n d t i e f V, das während der Nacht über uns hinweggezogen sein muß, getrieben von den südwestlichen und westlichen Winden. In der Tat zeigt unser Barometer in der Nacht eine ganz geringe Senkung, die dadurch wohl so gering wurde, weil es ja infolge der erwähnten Abflachung des Tiefdruckwirbels im allgemeinen stieg. Gegen 3 Uhr nachts hatten wir auch etwas Regen und mit uns andere Orte (diesmal auch Cassel). Der Wind war ferner nach einem Zurückdrehen nach Süden während der Nacht über Südwesten nach Westen gegangen. All dies beweist, daß ein R a n d t i e f (V) vorübergezogen ist.

Morgens 8 Uhr liegen wir nach der Wetterkarte wieder in einem Z w i s c h e n h o c h. Es brachte uns vorübergehend Aufheiterung, übrigens auch ein Zurückdrehen des Windes nach Süden. Bis zum Mittag stieg dann das Barometer deutlicher, zeigte jedoch im Laufe des Nachmittags wieder einige Senkungen: eine nach 3 Uhr, eine zweite gegen 6 Uhr. Um 4 und $6\frac{1}{2}$ Uhr hat es dementsprechend von neuem in Weilburg geregnet. Nach Cassel kam der erste Regen gegen Abend, der zweite kurz nach Mitternacht. Beim Vorüberzug des zweiten Randtiefs wurden Gewittererscheinungen beobachtet. Die gleichzeitigen Barometersenkungen sind nur gering, die Winddrehungen ebenso. Wahrscheinlich sind es die beiden Randtiefs gewesen, die nach der Morgenkarte westlich von uns lagen. R a n d t i e f VI, das am Morgen in Metz Regen verursachte, zog gegen 4 Uhr, R a n d t i e f VII zog gegen 6 Uhr über uns hinweg. Bei beiden sind die Isobaren auf der Karte nur wenig ausgebuchtet, die Randtiefs sind also wohl schwach entwickelt gewesen: daher die geringen Barometer- und Windschwankungen bei uns. Infolge der zeitweise vorhandenen Bewölkung und des Regens, sowie der mehr und mehr aus Westen wehenden Winde stieg das Thermometer heute nur bis auf 23° , blieb also ähnlich tief wie am Vortage.

1. September.

Nach der heutigen Wetterkarte (Abb. IX) ist das nordöstliche Hochdruckgebiet das schwächere geworden, das nordwestliche das stärkere. Das erstere zieht ab, das letztere zieht heran. Zwischen beiden erstreckt sich eine sog. Hochdruckbrücke, die dort überall heiteres Wetter mit zahlreichen Windstillen verursacht. Nördlich von ihr liegen über dem nördlichen Europa Tiefs, die dort Regen und stärkere Winde verursachen. Ein ganz flaches Tief liegt bei Warschau. In seinem westlichen Ausläufer sehen wir bei Bromberg auch einmal das Gewitterzeichen auf der Morgenkarte. Winde und Bewölkung deuten auf das Vorhandensein eines flachen Tiefs über der südlichen Biscayasee. Wahrscheinlich liegt Clermont mit seinem Regen in einem Ausläufer dieses Tiefs. Noch flacher sind die Tiefs, die wie so häufig über der Poebene und westlich von Italien auf dem Mittelmeere liegen.

Der Kern unseres großen Tiefdruckwirbels liegt über der südlichen Nordsee. Der Wirbel zeigt besonders auf seiner Südseite wieder eine Reihe von Randtiefs, die aber teilweise nur recht schwach ausgebuchtet sind. Sie verursachen auch nicht viel Regen. Doch hat in dem Hamburger Randtief VIII auch Magdeburg Regen. Vor allem ist wenig deutlich das kleine Randtief zwischen Aachen und Vlissingen. Doch ist es vorhanden, denn die beiden in ihm liegenden belgischen Stationen Brüssel und de Bilt haben an diesem Morgen Regen. Die Winde auf der nordwestlichen und westlichen Seite des Tiefdruckgebiets sind deutlich stärker geworden als auf der entgegengesetzten, was wohl mit dem Vordrängen des nordwestlichen Hochdruckgebiets zusammenhängt. In der Breslau-Dresdener Gegend ist heiteres oder klares Wetter weit verbreitet als Wirkung eines ziemlich ausgedehnten Zwischenhochs zwischen dem Warschauer Tief und dem Randtief VIII. Auch über Frankreich liegt ein ganz flaches Hoch mit Windstille und klarem Himmel bei Paris.

Weilburg hat an diesem Morgen schwachen Südwind auf der Vorderseite eines nach Metz zu sich erstreckenden Randtiefs. Es hat wolkiges Wetter, wahrscheinlich unter dem Einfluß des unmittelbar westlich liegenden Randtiefs.

Nach der neuen Wetterkarte vom 1. September ist unser Tiefdruckwirbel noch weiter nordostwärts gezogen, denn sein Kern lagert heute früh über der südlichen Nordsee. Er hat sich ferner noch etwas abgeflacht: das von der 760-Isobare umschlossene Gebiet ist nicht mehr so groß wie gestern. Zudem scheint er sich weiter ein wenig um

seine Achse gedreht zu haben, was wir besonders an der Lage seines östlichen langgestreckten Randtiefs zum Hauptkern erkennen können im Vergleich mit gestern. Doch sehen wir heute östlich von ihm ein neues flaches Tief. Es hat sich, wie schon angedeutet, gestern von dem Haupttiefdruckgebiet abgetrennt und zwar von dem Randtief, das uns auf der gestrigen Karte schon durch seine lange und seltsam gebogene Gestalt auffiel. Dies „Teiltief“ ist später für sich allein nach Rußland gezogen, während das Haupttief zur Ostsee vorrückte.

Nordöstlich von Weilburg liegt auf der Karte ein R a n d t i e f, das am Morgen in Hamburg (und Magdeburg) Regen bringt. Dies Randtief muß während der Nacht über unsere Gegend hinweggezogen sein. Tatsächlich hat es in der Nacht gegen 4 Uhr in Weilburg (auch auf dem Westerwald usw.) etwas geregnet. Unsere Barometerkurve zeigt zwischen 4 und 5 Uhr nachts eine deutliche Senkung, der Wind hat nach einem Zurückdrehen nach Süd rechts gedreht bis nach Südwest.

Später trat Bewölkungsabnahme ein unter Ansteigen des Barometers: Vorüberzug eines Z w i s c h e n h o c h s. Das Thermometer fiel entsprechend in dieser Nacht etwas tiefer als in der vorigen, nämlich auf 14°. Der Wind nahm im allgemeinen zu, wir kommen ja immer mehr auf die Rückseite des Tiefdruckwirbels.

Regen ist späterhin nirgends mehr in unserm Bezirk eingetreten, wenigstens uns nicht gemeldet. Doch zeigt der Wind auch am 1. September noch wiederholt Schwankungen, so gegen 9 Uhr vormittags eine deutliche Rechtsdrehung bis nach West. Das Barometer läßt um diese Zeit freilich nur eine ganz geringe Senkung erkennen. Es steigt ja im allgemeinen infolge des Abzugs des Tiefdruckwirbels und des Herannahens eines Hochs aus Frankreich. (Vergl. Karte.) Dadurch ist die erwähnte Einzelsenkung vormittags verwischt. Doch deutet alles, besonders der Wind und die zunehmende Bewölkung auf den Vorüberzug eines flachen R a n d t i e f s gegen 9 Uhr. Das wird das Randtief IX gewesen sein, das nach der Karte westlich von Weilburg liegt und auf Metz zu gerichtet ist.

Am Mittag war die Bewölkung sehr gering (R a n d h o c h), das Thermometer stieg daher an diesem Tage wieder etwas höher als gestern, nämlich auf 24°.

Am Nachmittag gegen 6 Uhr ist eine deutlichere Senkung der Barometerkurve zu erkennen. Vorher hatte der Wind bis fast nach Süd zurückgedreht. Jetzt drehte er wieder rechts bis nach Nordwest und Nord. Gleichzeitig trat vorübergehend stärkere Bewölkung ein. Wahrscheinlich ist jetzt das kleine R a n d t i e f X vorübergezogen, das nach der Karte am Morgen zwischen Aachen und Vlissingen lag.

Am Abend nahm die Bewölkung immer mehr ab, entsprechend dem Wegzug des Tiefdruckwirbels und dem Herannahen des Hochs von Frankreich her. Der Wind flaute langsam ab, am Abend trat völlige Windstille ein bei ganz klarem Himmel, so wie es am Morgen schon in Paris war. Das Thermometer sank in dieser Nacht daher erheblich tiefer als in der vorigen, nämlich auf 10°.

Das eben Behandelte scheint vielleicht zu ausführlich für den Unterricht zu sein. Es sollte auch mehr ein Beispiel für den Lehrer sein und zeigen, daß eine Erklärung des Witterungsverlaufs auf Grund der Wetterkarten sehr wohl schon bis ziemlich ins Einzelne hinein möglich ist. Auf der Schule wird man selbstverständlich keinesfalls sofort so ausführlich vorgehen, doch wird man wohl einmal eine ganze Stunde auf eine derartige Besprechung verwenden. Sonst ist es zweckmäßiger, wenn man täglich nur einen Punkt aus dem Witterungsverlauf seit gestern herausgreift und den erklärt. Die Schüler beobachten den Witterungsverlauf dauernd weiter, so gut das möglich ist, ohne viel Zeit aufs Niederschreiben oder auch auf die Beobachtung von Instrumenten zu verwenden. Anfangs werden sie etwa nur den Windursprung aufsuchen, wie früher schon angedeutet. Dann versuchen sie das Steigen und Fallen des Barometers im großen und ganzen zu erklären, wobei sie zunächst nur auf das Vorüberziehen der Haupthochdruckgebiete und Haupttiefdruckgebiete achten. Tritt dann eines Tages ein auffallender Witterungsumschlag ein oder etwa ein deutlich abgesetzter Regenfall, ein stärkeres Gewitter usw., dann gehen wir darauf ein und erklären diese einzelnen Tatsachen. In den letzteren Fällen werden wir z. B. finden, daß ein deutlich abgesetztes Randtief über uns hinweggezogen ist. Später nehmen wir allmählich auch anderes hinzu, aber immer nur an jedem Tage ein oder wenige Geschehnisse im Witterungsverlauf, damit nicht zuviel Zeit verloren geht. Wir beantworten also mit Hilfe der Wetterkarten täglich eine (nur ausnahmsweise auch mehrere) Fragen, wie etwa die folgenden:

Woher kommt es, daß wir jetzt kälteres Wetter bekommen haben?

Woher kommt es, daß es heute nacht so stark geregnet hat?

Woher kommt es, daß wir heute vormittag heiteres Wetter haben?

Woher kommt es, daß gestern nachmittag solch' stürmischer Wind einsetzte?

Woher kommt es, daß wir gestern abend ein Gewitter hatten?

Oder andere ähnliche Fragen über den jüngsten Witterungsverlauf. Die Schüler greifen erfahrungsgemäß schon selbst das Wichtigste her-

aus. Bald ist zur Beantwortung der Fragen nur eine Minute erforderlich, und es pflegt nicht viel Zeit zu vergehen, bis die Schüler eine hinreichende Übersicht haben. Dazu genügt auch die einzelne, an der Schule angeschlagene Wetterkarte. Ich habe stets im Unterricht erfahren, daß das Interesse der Schüler an der Erklärung auffallender Witterungserscheinungen bald so wächst, daß sie selbst die Wetterkarten in der Pause ansehen, so daß im Unterricht also fast keine Zeit mehr erforderlich ist. Nur ist es sehr empfehlenswert, das nicht etwa nur im Sommer (vielleicht während der Heuernte) zu treiben und im Winter auszusetzen. Dann läßt Interesse und Verständnis nach. Wohl kann einmal die Wetterbesprechung an einem oder dem andern Tage ausfallen, besonders wenn der Witterungsverlauf nichts Auffälliges bot, aber man sollte niemals längere Zeit aussetzen.

Will der Lehrer sich selbst zunächst in die Sache einarbeiten, so findet er hinreichend Beispiele in dem schon wiederholt erwähnten **Wetterkartenatlas** oder auch in den vom Verfasser ebenfalls herausgegebenen Büchern: **Praktische Wetterkunde***) und **Kurze Anleitung zur Benutzung von Wetterkarten.**)** Die vom Verfasser im amtlichen Auftrage bearbeitete **Anweisung zum Gebrauch der Wetterkarten***)** ist sehr kurz gefaßt und eignet sich (besonders auch mit Rücksicht auf den niedrigen Preis) für Schüler auch der Volksschulen, zweckmäßig zusammen mit der **Schülerwetterkarte**, da die Anweisung kein Kartenbeispiel enthält.

Sind die Schüler imstande, den Witterungsverlauf an ihrem Wohnorte einigermaßen auf Grund der Wetterkarten zu erklären, so dürfte das **Hauptziel des Unterrichts** erreicht sein.

Von manchen Seiten ist zwar auch angeregt, daß man die Schüler in der **Wettervorhersage** üben solle. Doch dürfte das mindestens für die Volksschule zu weit gehen. Damit ist aber nicht gesagt, daß nicht der Lehrer selbst in besonders wichtigen Zeiten, z. B. in der Heuernte, allein oder auch mit einigen Schülern außerhalb des Unterrichts, natürlich auch mit Erwachsenen, versuchen könne, sich selbst in die Wettervorhersage einzuarbeiten und die allgemeine Vorhersage des Öffentlichen Wetterdienstes auf Grund eigener Beobachtungen und Erfahrungen in eine besondere, für seinen Wohnort bestimmte gegebenenfalls abzuändern und jene dadurch zu verbessern. Ich weiß, daß das sehr wohl möglich ist und daß es in Lehrer- und Landwirtskreisen auch mit Erfolg geübt wird. Denn der Einzelne befindet sich gegenüber

*) Verlag von Paul Parey, Berlin. Preis 5 Mark.

**) Derselbe Verlag. Preis 50 Pfg.

***) Derselbe Verlag. Einzelpreis 5 Pfg., 50 Stück 1,25 M., 100 Stück 2 M.

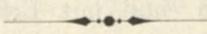
der Wetterdienststelle in mancher Beziehung im Vorteil. Die Wetterdienststelle muß für einen großen Bezirk das Wetter vorhersagen und kann trotz der zahlreichen bei ihr einlaufenden Nachrichten den Witterungsverlauf in allen Teilen des Bezirks nicht so genau verfolgen, wie das jeder einzelne für seinen Wohnort kann. Die Wetterdienststelle muß ferner die Vorhersage für den nächsten Tag schon vormittags vor 11 Uhr aufstellen. Der Bezieher der Karten, sei es ein Lehrer oder ein Landwirt, hat aber Zeit bis zum Nachmittag, wo die Wetterkarten kommen. Inzwischen kann er (vielleicht auf Grund der an der Post schon vor 12 Uhr angeschlagenen Vorhersage) den Verlauf der Witterung genau verfolgen und so bis zum Nachmittag oder gar bis zum Abend feststellen, ob der Witterungsverlauf der letzten Stunden dem vormittags an der Wetterdienststelle angenommenen entspricht. Auch kann er die örtlichen Erfahrungen, die er entweder selbst gemacht oder die ihm von andern überkommen sind, mit in die Wagschale werfen. Mir sind z. B. eine ganze Reihe Landwirte bekannt, welche die Wetterkarten so benutzen und, wie sie mir mitgeteilt haben, mit Vorteil. Vielleicht ist es gerade für den Lehrer besonders auf dem Dorfe eine recht dankenswerte Aufgabe, auf diese Weise eine Art kleiner Wetterdienststelle einzurichten und so seinen Nachbarn zu helfen. Der Schulunterricht kann hierfür zwar den Grund legen, insofern er das Verständnis für die Wetterkarten beim heranwachsenden Geschlecht vorbereitet, doch muß die oben angedeutete Arbeit im wesentlichen außerhalb der Schule geleistet werden.

In anderer Weise kann aber der Lehrer auch im Unterricht sich mit der Wettersvorhersage beschäftigen. Die Wetterlagen sind gar nicht selten, wo auch ein weniger Geübter auf Grund der Karten eine allgemeine Wettersvorhersage aufstellen kann für die nächste Zeit. Ist z. B. Europa von einem großen Hochdruckgebiet bedeckt und sehen wir, daß an den Kartenrändern keine kräftigen Tiefdruckwirbel auftauchen, so ist die Annahme berechtigt, daß wir das im allgemeinen trockene, im Winter kalte, im Sommer warme Wetter noch eine Zeitlang behalten und höchstens im Sommer mit einzelnen Gewittern zu rechnen haben. Oder liegen wir an der Südseite eines ausgedehnten Tiefdruckgebiets und ziehen von Westen her immer neue Randtiefs heran, so können wir mit Recht vermuten, daß das regnerische Wetter noch einige Zeit anhalten wird. Wer längere Zeit Wetterkarten liest, wird gern zugeben, daß derartige Wetterlagen gar nicht selten sind. In solchen Fällen ist es aber sehr wohl möglich, Vorhersagen über die allgemeine Art der Witterung in den nächsten Tagen aufzustellen und mit Erfolg. Wenn diese Vorher-

sagen auch allgemeiner gehalten sein müssen als die täglichen des Öffentlichen Wetterdienstes, so sind sie doch gar nicht selten praktisch viel wichtiger als die täglichen Vorhersagen des Wetterdienstes, denn sie gelten für längere Zeit. Derartige Betrachtungen können aber auch auf der obersten Stufe der Volksschule erfahrungsgemäß schon mit Nutzen angestellt werden.

Und schließlich kann der Lehrer noch in einer andern Beziehung sich gelegentlich nutzbringend mit der Wettersvorhersage auch im Unterricht beschäftigen. Der Wetterdienst ist noch nicht so weit, daß er stets sichere Vorhersagen aufstellen kann. Sie sind ja in den letzten Jahren besser geworden, und es ist zu erwarten, daß der Fortschritt anhält. Wahrscheinlich werden wir aber in absehbarer Zeit nicht dahin kommen, stets durchaus zuverlässige Vorhersagen aufzustellen. Mitunter ist die Wetterlage so, daß die aufgestellte Wettervorhersage als zuverlässig bezeichnet werden kann. Daß dies der Fall ist, können die Dienststellen auf den Anschlägen am Postgebäude allerdings nicht zum Ausdruck bringen. Holt jemand mit dem Fernsprecher die Auskunft der Dienststelle ein, so kann ihm dort gesagt werden, daß diesmal die Vorhersage zuverlässig ist, oder auch, daß die Wetterlage recht zweifelhaft ist und ähnliches. Aus der Wetterkarte kann man nun in gar nicht seltenen Fällen ohne weiteres ersehen, ob die Grundlagen der Vorhersage diesmal ausreichend sicher sind oder nicht. Der Wetterkartenleser kann daher selbst häufig herausfinden, ob die vom Wetterdienst aufgestellten Vorhersagen sichere oder unsichere Grundlagen haben und sie danach für die Praxis verschieden einschätzen.

Fehlschläge werden aber in absehbarer Zeit noch nicht ganz zu vermeiden sein. Tritt nun ein solcher ein, so kann der Lehrer auch im Unterricht dem Öffentlichen Wetterdienst einen großen Dienst leisten, wenn er den eingetretenen Fehlschlag nachträglich auf Grund der späteren Wetterkarte erläutert. Hinterher ist es ja meist ersichtlich, woran es lag, daß eine Fehlprognose aufgestellt worden ist. Und meist wird man in solchen Fällen finden, daß die Unterlagen, welche die Karte bietet, dann eben nicht ausreichen. Erläutert der Lehrer einen solchen Fall im Unterricht, auch wenn darauf einige Minuten verwandt werden müssen, so wird man diesen Zeitverlust doch verantworten können, denn nur auf diese Weise erzielen wir im Publikum allmählich ein wirkliches Verständnis für das, was wir vom Wetterdienst schon verlangen können, aber auch für das, was er noch nicht zu leisten imstande ist.



Im nachfolgenden ist kurz der

Verlauf des Lehrgangs

zusammengestellt, wie wir ihn im vorigen entwickelt haben.

I

Einleitung	1
Leitsätze für den wetterkundlichen Unterricht	2
Nachteile eines systematischen Lehrgangs	3
Allgemeine Zielstellung für einen methodischen Unterricht	6
1. Stunde. Aufstellung des Ziels: Erklärung der Witterungserscheinungen. Der Wind gilt als Hauptwetterbringer. Beispiele und vorläufige Begründung dieser Annahme. Bestimmen der Windrichtung	7
Ü b u n g e n. Beobachtung der Windrichtung und des Witterungscharakters. Versuche diesen aus jener zu erklären.	
2. Stunde. Zusammenstellung des Ergebnisses der Beobachtungen. Windrichtung allein reicht zur Erklärung der Witterung nicht aus. Der Ursprungsort des Windes und die dort herrschende Witterung muß festgestellt werden. Wetterkarten. Die Zeichen für die Windrichtung auf der Karte. Aufsuchen des Windursprungs	10
Ü b u n g e n: Aufsuchen des Windursprungs mit Hilfe der Tageswetterkarten. Versuche der Witterungserklärung.	
3. Stunde. Das Thermometer.	19
Ü b u n g e n: Aufsuchen der Windbahnen.	
4. Stunde. Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse: Jeder Wind ist ein Teil eines Wirbels oder eines Gegenwirbels. Schema der beiden Windsysteme.	26
Ü b u n g e n: Bestimmen, zu welchem Windsystem der bei uns wehende Wind gehört.	

II.

5. Stunde. Rechtsablenkung des Windes durch die Erddrehung.	29
6. Stunde. Der Kreislauf der Luft.	36
7. Stunde. Zeichen für Windstärke auf der Karte. Verschiedene Windstärke im Gegenwirbel und Wirbel	41
Ü b u n g e n: Beobachten und Erklären der Windstärke.	
8. Stunde. Der Luftdruck. Quecksilberbarometer. Barometerstand. Kapselbarometer.	43
9. Stunde. Zeichen für Luftdruck auf der Karte. Isobaren.	52
Ü b u n g e n: Ablesen des Barometers.	
10. Stunde. Abnahme des Luftdrucks mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel. Umrechnung. Tiefdruckwirbel.	57
Ü b u n g e n: Prüfung unseres Barometers	

III.

11. Stunde. Die Zeichen für Bewölkung und Niederschläge auf der Karte. Starke Bewölkung im Tiefdruckwirbel. Entstehung der Wolken im Wirbel. Heiteres Wetter im Hochdruckgebiet	60
12. Stunde. Die verschiedenen Wolkenformen. Entstehung von Regen und Schnee. Richtung des Wolkenzuges.	68
13. Stunde. Entstehung der Tiefdruckwirbel.	71

IV.

14. Stunde. Die Randgebilde der Wirbel: Randtiefs und Randhochs. Witterung in ihnen.	79
--	----

V.

15. Stunde. Witterungsverlauf beim Vorüberzug eines	87
a) einfachen Tiefs,	
b) einfachen Hochs,	
c) Randtiefs,	
d) Zwischenhochs,	
e) Tiefdruckwirbels mit Randgebilden.	

VI.

Beispiel für die Erklärung des Witterungsverlaufs in Weilburg mit Hilfe der Wetterkarten.	98
Übersicht über den Lehrgang	113
Schluß	114

Überblicken wir den Stoff, so bemerken wir, daß er in **zwei Teile** zerfällt.

Im **ersten Teil** (Vortrag 1 bis 3) sind die allgemeinen Wetterfragen nach den Ursachen für die Wärme und Kälte der Luft, der Entstehung des Windes, der Bildung von Wolken und Regen behandelt.

Im **zweiten Teile** (Vortrag 4 bis 6) sind die besonderen Fragen nach der Entstehung der augenblicklichen Witterung oder des zuletzt vergangenen Witterungsverlaufs an unserm Wohnort zu beantworten gesucht.

Die ersten Fragen haben mehr einen Wert für die allgemeine Bildung, ihre Beantwortung gibt jedoch gleichzeitig die notwendige Grundlage für die Erledigung der zweiten Gruppe von Fragen, denen vielleicht mehr praktischer Wert zukommt. Beide Gruppen umfassen den Stoff aus der Wetterkunde, für den die Erwachsenen besonders Interesse zu haben pflegen, der also auch auf der Schule vorzugsweise behandelt werden muß, umsomehr er auch gerade das behandelt, was den Schülern am meisten Freude macht.

Für die Durcharbeitung des Lehrgangs sind 15 **Unterrichtsstunden** vorgesehen. Diese Zeiteinteilung entstammt der Praxis, und unter gewöhnlichen Verhältnissen wird man mit dieser Zeit auch auskommen können. Von jenen 15 Stunden können aber nötigenfalls drei (die 5., 6. und 13) wegfallen, ohne den Gang des Unterrichts wesentlich zu schädigen. Zwei andere Stunden (die 3. und 8.) behandeln Stoffe, die jetzt schon sowieso fast überall auf den Volksschulen durchgearbeitet werden: Thermometer und Barometer. Es

bleiben also nötigenfalls nur 10 neue Stunden übrig, die wir nach dem Vorgesprochenen für einen derartigen Lehrgang zur Verfügung haben müssen. Eine solch' geringe Zahl von Stunden der Wetterkunde zu widmen ist aber durchaus notwendig, wollen wir überhaupt etwas erreichen. Ob wir sie unter dem Namen „Wetterkunde“ geben oder sie als Teil des erd- oder naturkundlichen Unterrichts betrachten und darstellen, ist natürlich nebensächlich. Hauptsache ist, daß wir den zusammenhängenden Unterrichtsstoff auch wirklich im Zusammenhange bearbeiten. Es führt zu nichts, wenn man Vorschlägen folgt wie etwa: keinen gesonderten wetterkundlichen Unterricht treiben, sondern nur hin und wieder in anderen Unterrichtsfächern ein „Streiflicht“ auf die Wetterkunde werfen. Dabei kommt, wie jeder erfahrene Lehrer weiß, nichts heraus.

Daß sich den eigentlichen Unterrichtsstunden fortgesetzte Übungen anschließen müssen, ist so selbstverständlich, wie der Unterricht im Schreiben, Lesen, Rechnen usw. ohne fortgesetzte Übung erfolglos bleibt. In unserm Falle sind kurze, im allgemeinen tägliche Übungen aber allen anderen vorzuziehen, ja vielleicht notwendig, weil das Wetter sich auch täglich ändert und das eben vorüberrollende Wetterbild bei Schülern besonderes Interesse erweckt. Ähnliche tägliche oder doch fast tägliche kurze Übungen werden ja auch in andern Unterrichtsfächern mit Nutzen angestellt. Die geringe für diese Übungen notwendige Zeit kommt kaum in Betracht.

Weshalb soll es nun ausgeschlossen sein, gesonderte 10 bis 15 Stunden für den wetterkundlichen Unterricht zu verwenden? Der Standpunkt der Schulaufsichtsbehörden und die schon vorhandenen Vorschriften lassen das durchaus zu. Ist aber die Wetterkunde weniger wichtig als die übrigen Zweige der Naturkunde und der Erdkunde? Das Wetter greift in das menschliche Leben und die Lebensbedingungen des Menschen doch mindestens so stark, wenn nicht stärker ein wie andere Naturvorgänge. Wo finden sich ferner noch mehr unrichtige Ansichten, ja abergläubische Vorstellungen als in den Begriffen, welche die meisten Menschen noch vom Wetter und seinen Ursachen haben? Worüber gibt es mehr unnützen Ärger und überflüssige Erregung als über die unvorhergesehenen „Wetterlaunen“? Lohnt es sich nicht schon aus diesem Grunde an die Stelle des Aberglaubens Naturgesetze, an die Stelle der „Launen“ Naturnotwendigkeiten zu setzen, soweit wir das heute schon vermögen? Und ferner welch' ungeheueren praktischen Nutzen kann man durch ein Verständnis für die Ursachen der Witterungserscheinungen und vor allem durch ein Verständnis für die prak-

tische Verwertung der Wetterkunde, für den Wetterdienst erzielen? Durch einen gut geleiteten Wetterdienst können unendliche Werte des Volksvermögens gewonnen oder gerettet werden. Schon der jetzige öffentliche Wetterdienst braucht sich in dieser Beziehung nicht zu verstecken, so sehr er noch in den Anfängen und in der Entwicklung ist. Vollen Nutzen kann er jedoch erst bringen, wenn breite Schichten unseres Volks Verständnis für seine Grundlagen und seine Arbeit haben, und das ist nur durch vernünftigen Unterricht zu erreichen.

Unser Öffentlicher Wetterdienst ist auf gutem Wege durch seine ganze Anlage und Grundlage der beste der Welt zu werden. Wir Deutsche haben in manchen Zweigen der Kulturarbeit alle andern Völker überflügelt, weil wir gründlich vorgegangen sind und vor allem auch durch Heranziehung der Schule. Sollte es uns deutschen Lehrern da nicht als eine ebenso wichtige, wie dankbare Aufgabe erscheinen, auch in dieser Kulturfrage mit zu helfen zum Heil unseres Vaterlandes?

Anhang.

Bei Gelegenheit der Wetterkurse und auch sonst werden an den Wetterdienstleiter gewöhnlich noch Fragen nach anderen Dingen gestellt. Vor allem pflegen das Fragen nach der Einrichtung des öffentlichen Wetterdienstes und nach der Arbeit einer Wetterdienststelle zu sein. Es sei daher hier noch eine kurze Übersicht über beides angefügt, da die Lehrer häufig in die Lage kommen, Auskunft über diese Dinge zu geben. Es liegt ja auch im Interesse des Wetterdienstes, daß richtige Ansichten hierüber immer mehr verbreitet werden. Bei der Schilderung der Tagesarbeit an der Wetterdienststelle haben wir uns naturgemäß an die Weilburger Verhältnisse halten müssen.

Einrichtung und Arbeit des öffentlichen Wetterdienstes.

Das **Gebiet des norddeutschen öffentlichen Wetterdienstes** umfaßt Preußen, Mecklenburg, Oldenburg, Hessen und die kleineren mitteldeutschen Staaten. Die übrigen deutschen Staaten (Bayern, Sachsen, Württemberg, Baden) und das Reichsland Elsaß-Lothringen haben eigene Wetterdiensteinrichtungen, deren Hauptstelle sich in der Hauptstadt des Landes befindet. Das Gebiet des norddeutschen Wetterdienstes ist in **zehn Wetterdienstbezirke** eingeteilt mit je einer Wetterdienststelle in Aachen (mit Nebenstellen in Bonn, Dortmund, Essen und Trier), Berlin (mit Nebenstelle in Köslin), Breslau, Bromberg, Frankfurt a. M. (mit Nebenstellen in Gießen und Saarbrücken), Hamburg (mit Nebenstellen in Flensburg und Oldenburg), Ilmenau, Königsberg i. Pr., Magdeburg und Weilburg a. d. L. (mit Nebenstellen in Cassel und Coblenz). Einige der Nebenstellen arbeiten vorläufig nur während der Sommermonate. Der öffentliche Wetterdienst untersteht dem Kgl. Preuß. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

Die Grundlage für die Arbeit des Wetterdienstes bildet ein umfangreiches **Nachrichtenmaterial**.

1. Jede Dienststelle beobachtet den Verlauf der Witterung an ihrem Orte möglichst genau. Hierzu dient zunächst eine fortgesetzte Beobachtung des Witterungsverlaufs durch die Angestellten selbst und ein genaues Aufschreiben der wahrgenommenen Witterungsveränderungen. Ferner sind die Dienststellen mit guten Instrumenten ausgerüstet, welche den Gang der Lufttemperatur und des Luftdrucks, Zeit und Stärke des gefallenen Niederschlags, Richtung und Stärke des Windes selbsttätig aufzeichnen und so z. B. auch das Verhalten dieser Witterungselemente während der Nacht nachträglich feststellen lassen.

2. Die Dienststellen erhalten ferner von einer Anzahl meteorologischer Stationen ihres Bezirks tägliche telegraphische Nachrichten über den Witterungsverlauf und über die wichtigsten Angaben der Instrumente, die an den Stationen dreimal täglich (morgens 7, mittags 2 und abends 9 Uhr) abgelesen werden. Die meteorologischen Stationen unterstehen dem Kgl. Pr. Meteorologischen Institut in Berlin und für das Großherzogtum Hessen dem Großh. Hydrographischen Bureau in Darmstadt. Diese Institute und ihre Stationen haben also mit dem Wetterdienst sonst nichts zu tun, als daß sie Nachrichten liefern. Im ganzen berichten im Jahre 1914 75 Stationen. Die Stationen senden ihre Berichte sofort nach der Morgenbeobachtung, also meist kurz vor 8 Uhr an die Dienststelle ab. Um die Telegramme nicht zu umfangreich werden zu lassen, werden die Berichte in Ziffern gegeben, von denen jede Ziffer etwas Bestimmtes bedeutet. Jeder Stationsbericht umfaßt acht fünfstellige Zifferngruppen.

3. Manche Dienststellen erhalten auch noch Postkartennachrichten von andern Beobachtungsstationen. Ferner tauschen die meisten Dienststellen ihre Wetterkarten untereinander aus, sodaß auch dadurch noch Nachrichten, wenn auch etwas verspätet, einlaufen. Ebenso erhalten die meisten Dienststellen die Wetterberichte der Deutschen Seewarte und anderer Institute.

4. Hierzu kommen nun die Wetterberichte aus ganz Europa. Über Europa sind augenblicklich 124 Wetterwarten (meteorologische Stationen) verteilt, die täglich telegraphisch ihre Berichte an die Deutsche Seewarte in Hamburg abgeben. Sämtliche Stationen geben morgens (meist 8 Uhr M. E. Z.) und abends (meist 7 Uhr M. E. Z.) Depeschen nach Hamburg, 43 von ihnen auch mittags (2 Uhr M. E. Z.). Der Gang ist dabei meist so, daß der Beobachter einer Wetterwarte etwa morgens 8 Uhr seine Instrumente abliest und sonstige Beobachtungen macht. Die Beobachtungen müssen dann ausgewertet und zum Teil berichtet werden, da die Instrumente oft nicht

unmittelbar die richtigen Werte angeben. Dann müssen aus den Beobachtungen die herausgewählt werden, die nach Hamburg gehen sollen. Diese werden in die einzige Sprache übersetzt, die alle Europäer verstehen, das sind die arabischen Ziffern. Die Ziffern werden dann chiffriert in mehreren fünfziffrigen Zahlengruppen zusammengestellt. Das alles erfordert mancherlei Zeit. Die Depesche muß dann zum Postamt geschafft werden, geht von da meist erst nach der Hauptstadt des Landes, dann erst gehen alle eingelaufenen Depeschen aus dem Lande als eine Sammeldepesche nach Hamburg. Trotz des dadurch bedingten Zeitverlustes arbeitet dieser Wetternachrichtendienst doch so gut, daß die Depeschen aus dem Auslande meist bis gegen oder kurz nach 9 Uhr im Haupttelegraphenamt in Hamburg einlaufen, die aus Deutschland meist schon früher. Im Haupttelegraphenamt in Hamburg regeln Beamte der Seewarte diesen Dienst.

Von den in Hamburg eingelaufenen Morgenberichten werden die von 58 Stationen von morg. 9¹/₄ Uhr ab an alle Wetterdienststellen und sonstige Bezieher als I. Abonnement-Wettertelegramm weitergegeben, ebenso von 9³/₄ Uhr ab noch die Nachrichten von 21 weiteren ausländ. Stationen als Abonnement-Extratelegramm. An einige Dienststellen geht auch eine Nachmittagsdepesche spätestens 4 Uhr ab, welche die Mittagsbeobachtungen von 37 Stationen enthält, als Abonnement-Nachmittagstelegramm. Und endlich gehen an die Wetterdienststellen noch abends spätestens 8 Uhr 40 von 45 Stationen die Abendberichte ab als Abonnement-Abendtelegramm. Von jenen 79 Stationen sehen wir 76 in den Morgenwetterkarten, die von den Dienststellen ausgegeben werden. Denn die Nachrichten von der Zugspitze und dem Säntis werden meist nicht in die Wetterkarten aufgenommen, ferner nicht die Nachrichten von der im äußersten Norden von Skandinavien gelegenen Station Vardö.

Dies Nachrichtenmaterial aus Europa ist ein scheinbar sehr großes. In Wirklichkeit ist das Stationsnetz, wie die Wetterkarten zeigen, noch an mancher Stelle so weitmaschig, daß uns dadurch manche Besonderheiten der allgemeinen Wetterlage entgehen. Ferner treffen durchaus nicht immer die Nachrichten von allen Stationen wirklich ein. Leitungsstörungen oder sonstige Hindernisse bedingen nicht selten ein recht lückenhaftes Bild. Vor allem kommen die Nachrichten aus Frankreich häufig so spät in Hamburg an, daß sie nicht mehr in die Depeschen aufgenommen werden können. Das liegt hauptsächlich an der Einrichtung des französischen Telegraphenwesens. So werden viele Telegraphenämter in Frankreich morgens später geöffnet als bei uns. Und wenn auch in der zweiten Hamburger Morgendepesche die

in der ersten Depesche fehlenden Nachrichten nachgeliefert werden, soweit sie inzwischen eingelaufen sind, so bleibt doch gar nicht selten über Frankreich eine große leere Stelle. Die Nachrichten gerade von dort sind aber besonders im Sommer für den deutschen Wetterdienst sehr wichtig, da von dort viele Randtiefs und Gewitter zu uns ziehen. Man plant daher, die Wetternachrichten aus Frankreich in der Station des Eifelturmes zu sammeln und sie von dort mit Hilfe der drahtlosen Telegraphie an die deutschen Wetterdienststellen, zunächst an die im Westen gelegenen, weiter zu geben. Das wird in absehbarer Zeit auch durchgeführt werden, und dann wird ein großes Hindernis für die wetterdienstliche Arbeit beseitigt sein. Mitunter laufen bei der telegraphischen Übermittlung der Nachrichten auch Fehler unter. Teilweise werden diese zwar durch nachträgliche Meldungen verbessert, teilweise erkennt auch die Wetterdienststelle, daß hier ein Fehler vorliegt. Doch stellen sich auch Fälle ein, wo wir nicht erkennen, daß ein Fehler vorhanden ist, und dann in unseren Schlüssen irreführt werden.

Da die Tiefdruckwirbel am häufigsten von Westen her nach Europa ziehen, dort aber in verhältnismäßig geringer Entfernung von uns der Ozean liegt, so erfahren wir bei manchen Wetterlagen von dem, was sich im Westen von uns ausbildet, mitunter erst dann etwas, wenn es sogar für die Wettervorhersage für morgen zu spät ist. Auch diesem Übelstande sucht man abzuhelpen dadurch, daß man die funkentelegraphischen Einrichtungen der Schiffe für wetterdienstliche Zwecke heranziehen will. Versuche hierzu sind schon seit Jahren im Gange und werden hoffentlich in absehbarer Zeit praktische Früchte zeigen.

5. Die Wetterdienststellen können auch noch Nachrichten erhalten von den 21 über Deutschland verteilten Pilotstationen. Diese Stationen lassen bei günstiger Witterung morgens früh kleine mit Wasserstoff gefüllte Ballons steigen, sog. Pilotballons, die mit einem Fernrohr genau verfolgt werden, so daß man ihre Flugbahn feststellen kann und dadurch Windrichtung und Windgeschwindigkeit in den höheren Luftschichten. Die Pilotstationen senden die Ergebnisse ihrer Beobachtungen sofort nach der Verarbeitung entweder an die ostdeutsche Zentrale für diesen Dienst, das Kgl. Pr. Aeronautische Observatorium in Lindenberg (Kr. Beeskow) oder an die westdeutsche Zentrale in Frankfurt a. M., von wo die Wetterdienststellen die gesammelten Nachrichten ebenfalls telegraphisch erhalten können. Auf diese Weise kann man schon vormittags eine Übersicht über die Windverhältnisse in den höheren Luftschichten über Deutschland gewinnen, was besonders für Luftfahrerzwecke von Wichtigkeit ist. Doch erhofft

man von diesen Pilotbeobachtungen auch eine Förderung des Vorhersagedienstes.

6. Die Wetterdienststellen können endlich noch Nachrichten erhalten von 4 Aerologischen Stationen in Deutschland, nämlich dem erwähnten Observatorium in Lindenberg, den Drachenstationen Friedrichshafen (Bodensee) und Großborstel bei Hamburg, ferner von dem neuerdings eingerichteten Feldbergobservatorium i. T. An diesen Orten werden teilweise täglich Aufstiege von Fesselballons oder bei günstigen Windverhältnissen auch von Drachen veranstaltet, die mit Instrumenten versehen sind zur Bestimmung von Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windstärke. Nach dem Wiederherunterholen der Ballons oder Drachen kann man an diesen Instrumenten dann ersehen, wie Temperatur, Feuchtigkeit und Windverhältnisse in den verschiedenen Höhen waren. Leider kommen im günstigsten Falle diese letzteren Nachrichten an den Wetterdienststellen zu spät an, um sie für den Hauptdienst des Tages, den Vormittagsdienst, verwerten zu können.

Dies schon recht umfangreiche Nachrichtenmaterial wird an den Dienststellen möglichst schnell verarbeitet, worüber wir näheres noch im nächsten Abschnitt hören werden. Die **Aufgaben der Dienststellen** sind sehr mannigfaltige.

Sie sollen noch am Vormittag die Wetterkarten des öffentlichen Wetterdienstes herausgeben, das sind die blauen Morgenkarten, in denen die wichtigsten Nachrichten enthalten sind und welche die Bezieher benutzen können, wie wir früher angedeutet haben. Die Morgenkarten werden von allen Dienststellen herausgegeben und werden meist schon gegen 11 Uhr vormittags versandt, mitunter sogar noch etwas früher, an einigen Dienststellen aber auch erst später. Diese Beschleunigung der Herausgabe hat natürlich auch ihre Nachteile, sowohl in bezug auf die Beschaffenheit der Karten, als auch in bezug auf die Brauchbarkeit des ihnen beigegebenen Textes. Doch ist die Eile notwendig, denn die Karten haben nur dann praktischen Wert, wenn sie recht schnell, im allgemeinen noch am Nachmittag desselben Tages, in die Hände der Empfänger kommen.

Um den Karten eine schnellere Verbreitung zu sichern, sind in einer Reihe von Dienstbezirken sogenannte Nebenstellen eingerichtet; wie oben angeführt. Die Nebenstellen haben im wesentlichen die Aufgabe, ebenfalls Wetterkarten schnell herauszugeben. Der auf diesen enthaltene Wetterkartentext und die Vorhersage wird den

Nebenstellen von der Hauptstelle aus mit dem Fernsprecher oder Telegraphen geliefert.

Die Wetterkarten scheinen schon jetzt leidlich ihren Zweck zu erfüllen, wie aus der Höhe der ständig steigenden Auflage gefolgert werden kann. Im Jahre 1912 gab der öffentliche Wetterdienst schon über 93 000 Monatsexemplare Wetterkarten, also gegen 2,8 Mill. Einzelexemplare heraus. Im Jahre 1913 wurden über 108 000 Monatsexemplare, also 3,2 Millionen Einzelexemplare versandt. Täglich wurden also im Durchschnitt 1912 gegen 7750 Wetterkarten, 1913 gegen 9000 ausgegeben. Die Auflage pflegt im Sommer größer als im Winter zu sein, was dafür spricht, daß die Karten für praktische,

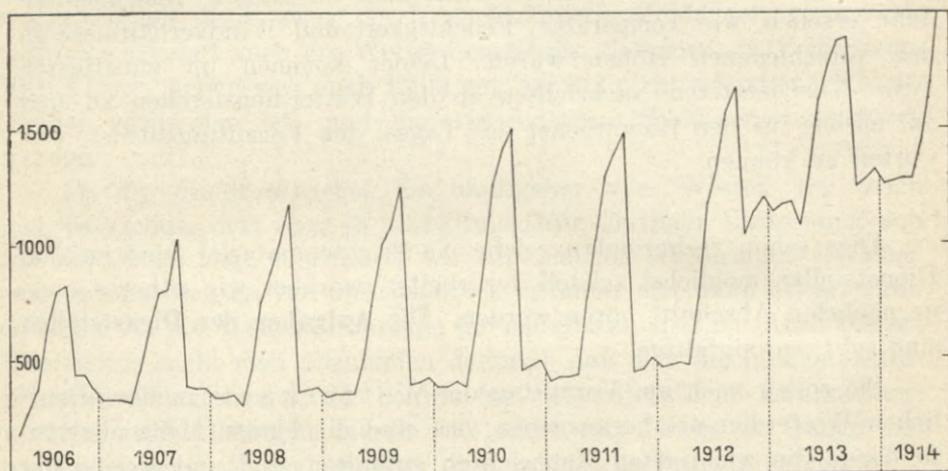


Abb. 35.

hauptsächlich für landwirtschaftliche Zwecke ausgenutzt werden. Die nebenstehende Abbildung gibt eine Übersicht über die Höhe der Wetterkartenaufgabe im Weilburger Bezirk seit Beginn des öffentlichen Wetterdienstes (1906). Wir sehen die Auflage ständig sich steigern und ihren jährlichen Höhepunkt immer im September erreichen. Die Winteraufgabe steigt zwar auch ständig, doch ist sie erst seit dem Winter 1912/13 eine erheblichere, seitdem nämlich die Schulen mehr bearbeitet worden sind. Die ungefähre Gesamtauflage der Jahre in Monatsexemplaren ist aus dem folgenden zu ersehen: 1906 5 000, 1907 6 200, 1908 6 700, 1909 7 300, 1910 8 700, 1911 9 000, 1912 12 000, 1913 17 000, 1914 20 000 (?) Ihre ständige Zunahme läßt hoffen, daß diese wichtigste Veröffentlichung des öffentlichen Wetterdienstes immer weitere Beachtung findet.

Leider ist die **Wetterkartenbestellung** an die Bezieher durch die Post nicht so regelmäßig und pünktlich, wie das zu wünschen wäre. Es kommen recht häufig Beschwerden von Beziehern über unregelmäßige Lieferung. Nur in manchen Ausnahmefällen liegt das daran, daß die Gesamtwetterkartenaufgabe infolge etwa von Leitungsstörungen nach Stürmen oder Gewittern usw. erst später ausgegeben werden kann. Selbstverständlich sind auch Irrtümer der Dienststelle möglich, insofern bei dem Abzählen und Verpacken der Karten, das sehr eilig geschehen muß, Versehen unterlaufen können. Meist liegt die Schuld jedoch an der unregelmäßigen Verbreitung der Karten durch die Post. Wir können die Bezieher der Karten nur auf das dringendste bitten, bei jeder Unregelmäßigkeit in der Lieferung sofort Beschwerde beim Briefträger, besser noch (möglichst schriftlich) beim Postamt zu erheben oder nötigenfalls auch der Dienststelle Mitteilung zu machen. Diese Bitte gilt besonders auch für die Bezieher der neu herausgegebenen Abendwetterkarte.

Die **Abendwetterkarte** wird vorläufig nur von den Dienststellen in Aachen, Berlin, Hamburg, Königsberg und Weilburg herausgegeben. Ihre größte Bedeutung liegt wohl darin, daß sie morgens mit der ersten Bestellung ausgetragen wird und so an Schulen noch während der Unterrichtszeit ankommt. Das ist bei der Morgenkarte ja nur ausnahmsweise der Fall. Da die Abendkarte aber noch nicht überall ausgegeben wird, zudem auch vorläufig weniger vollständig ist, so haben wir unsere früheren Darstellungen noch an der Hand der Morgenkarten gegeben. Ein Hineinfinden in den Inhalt der Abendkarte dürfte dem Lehrer ja dann nicht schwer fallen.

Die zweite Hauptaufgabe der Wetterdienststelle ist, täglich vor 11 Uhr der Post eine **Wettervorhersage** für den kommenden Tag zu geben. Die Post verbreitet die Wettervorhersage dann innerhalb des Bezirks der Dienststelle möglichst schnell, so daß die Vorhersage wohl fast überall schon spätestens um 12 Uhr aushängt. Diese Vorhersagen dürfen höchstens zehn Worte umfassen, müssen mitunter also kürzer gefaßt werden, als es gut ist.

Leider werden auch die Ausdrücke, die in den Vorhersagen gebraucht werden, mitunter noch mißverstanden. Die Dienststelle hat selbstverständlich die Absicht, sich möglichst klar auszudrücken. Trotzdem kommen **Mißverständnisse** vor, und es würde durchaus im Interesse der Fortentwicklung des Wetterdienstes liegen, wenn die Leser der Vorhersagen über Ausdrücke, die ihnen mißverständlich erscheinen, ihrer Dienststelle Mitteilung machen. Nur so können wir ja erfahren, ob die Vorhersagen so aufgefaßt werden, wie wir es

meinen. Den Wettervorhersagen wird ferner teilweise zum Vorwurf gemacht, daß sie sich zu allgemein ausdrückten. Natürlich ist auch das nicht die Absicht der Dienststelle. Doch ist nicht zu vergessen, daß wir uns bei manchen Wetterlagen nicht bestimmter ausdrücken können. Ferner gilt die Vorhersage auch in dem kleinsten Wetterdienstbezirk noch für ein verhältnismäßig großes Gebiet, in dem das Wetter während eines Tages, wenigstens in den gebirgigeren Teilen Deutschlands, nicht überall das gleiche ist. Zwar sind die Dienstbezirke in Unterbezirke geteilt, und wir haben das Recht, für jeder Unterbezirk eine besondere Vorhersage zu geben. Manche Dienststellen versuchen das auch. Doch sind wir tatsächlich noch nicht so weit, um das mit Aussicht auf Erfolg überall und immer tun zu können. Ausdrücke wie „stellenweise Regen“ werden zwar alle Dienststellen zu vermeiden suchen, weil eine solche Vorhersage praktisch wertlos ist. Wird stärkerer und weit verbreiteter Regen vermutet, so wird man mindestens sagen „vielerorts Regenfälle“. Anders ist es hingegen mit den leichteren Regenfällen. Diese treten tatsächlich in den gebirgigeren Bezirken, z. B. in unserem Weilburger, meist nicht überall, sondern nur stellenweise oder strichweise auf und setzen an andern Stellen aus. In solchen Fällen muß man den Vorhersagenausdruck gebrauchen „strichweise leichte Regenfälle“. Eine wirkliche Besserung wird sich hierin erst erreichen lassen, wenn die Bezirke erheblich verkleinert sind.

Leider kommen aber auch bei der Verbreitung der Vorhersagen durch die Post Irrtümer vor, so daß mitunter an den Postgebäuden etwas anderes angeschlagen ist, als von der Dienststelle vorhergesagt ist. Das beruht darauf, daß vor allem nach kleineren Orten die Verbreitung vielfach durch den Fernsprecher geht, wobei Mißverständnisse natürlich nicht ausgeschlossen sind. Mitunter hat der Wortlaut dann einen scherzhaften Beigeschmack, so daß der Leser selbst merkt, daß hier ein Mißverständnis vorliegt. Mitunter kann er es jedoch nicht merken, und dann ist der Wetterdienst der Leidtragende.

Auch hinsichtlich des Anschlags der Wettervorhersagen herrscht noch nicht die Ordnung, die nötig wäre. Die Vorhersagen sollen jedermann zugänglich sein, im allgemeinen also außen am Hause angeschlagen werden. Das ist jedoch durchaus nicht überall der Fall. Auch findet man gar nicht selten am Nachmittag eines Tages noch die Vorhersage für den laufenden Tag angeschlagen und nicht, wie es sein sollte, die für den folgenden Tag. Hier kann nur das Publikum selbst Wandel schaffen, indem es überall auf seinem Recht besteht. Die Postverwaltung hat den besten Willen, kann jedoch auch nur schwer überall

durchgreifen, zumal die Inhaber der kleineren Posthilfstellen für ihre Arbeit nicht besonders bezahlt werden.

Der Anschlag geschah früher nur in den Monaten Mai bis September. Im Jahre 1914 geschieht er zum erstenmal auch im Oktober. Es steht zu hoffen, daß er in absehbarer Zeit während des ganzen Jahres geschehen wird. Doch kann man schon jetzt während des ganzen Jahres auf den Bezug der Vorhersagen bei jeder Postanstalt oder beim Briefträger abonnieren. Die Gebühren betragen bei Übermittlung durch den Fernsprecher an Teilnehmer monatlich 2 Mark, vierteljährlich 4,50 Mark, halbjährlich 8 Mark. Auf Anruf mit dem Fernsprecher teilt jedes Postamt die neue Wettervorhersage gegen eine Gebühr von 10 Pf. mit. Außerdem stehen natürlich die Dienststellen auf telephonischen Anruf für Auskünfte jederzeit zur Verfügung. In wichtigen Fällen sollte das Publikum von der Möglichkeit, sich bei der Dienststelle unmittelbar nach den Wetteraussichten zu erkundigen, noch viel mehr Gebrauch machen, als das schon geschieht. Denn eine unmittelbare Anfrage hat den Nutzen, daß dem Fragenden außer der Vorhersage auch mitgeteilt werden kann, ob die Vorhersage diesmal zuverlässig ist oder ob ihre Grundlagen diesmal unzulänglich sind. Das können wir leider an den Postanschlügen nicht ausdrücken. Bei irgendwelchen wichtigeren Veranstaltungen für den Nachmittag lohnt es sich, an demselben Vormittag noch einmal anzufragen, denn vormittags können die Dienststellen fast ausnahmslos schon ziemlich sicher das für den Nachmittag bevorstehende Wetter vorhersagen. Nur sollte man in solchen Fällen nicht vor 10¹/₂ Uhr anrufen, weil bis dahin erst die neuesten Nachrichten eingelaufen sind.

Die Wettervorhersagen werden außerdem in den meisten **Zeitungen** abgedruckt, häufig noch zusammen mit andern Wetternachrichten. Dieser Abdruck ist entweder von den Anschlägen am Postamt entnommen, oder größere Zeitungen haben unmittelbar von der Dienststelle die Nachrichten erhalten. In beiden Fällen dürfte der Abdruck, abgesehen von möglichen Fehlern, einwandfrei sein. Das ist jedoch durchaus nicht der Fall mit den Wettervorhersagen, die man auch in anderen Zeitungen trifft. Gar nicht selten sind die Fälle, wo Zeitungen, selbst größere, Wetternachrichten irgend woher beziehen und sie abdrucken, auch wenn sie gar nicht für die betreffende Gegend Geltung haben sollen. Nicht nur verbreiten manche Nachrichtenbureaus Wetterberichte, die sie irgendwoher entnommen haben, auch nach ganz anderen Gegenden. Es gibt auch mehrere „Wetterfabriken“ in Deutschland, die die Witterung für jeden Tag etwa der kommenden Woche, ja auf Wunsch auch eines noch längeren Zeitabschnitts „genau“ vorher-

sagen und sie vervielfältigt an Zeitungen verschicken in beliebige Gegenden Deutschlands. Daß dies Schwindel ist, muß sich jeder verständige Mensch sagen. Trotzdem drucken manche Zeitungen derartige Machwerke noch ab, weil sie ihnen mühelos ins Haus geliefert werden. Ja, es wird dann womöglich als Firma angegeben: „Öffentlicher Wetterdienst“ oder „Reichswetterdienst“ oder, was noch schöner klingt, „eigener“ Wetterdienst. Leider ist solchen Schwindelmanövern schwer beizukommen, solange nicht das Publikum selbst sich dagegen auflehnt. Den Schaden trägt sachlich natürlich das Publikum selbst, doch mittelbar auch der Öffentliche Wetterdienst, und derartigen unlauteren Machenschaften ist es zum Teil zuzuschreiben, daß er an manchen Orten noch kein hohes Ansehen genießt. Ist mir doch sogar ein Fall bekannt, daß eine Zeitung die Wettersvorhersagen aus unsern Wetterkarten abdruckte, aber, weil diese für den „Redaktionsschluß“ zu spät eintrafen, einfach das Datum veränderte, für das die Vorhersage gelten sollte. Die Folgen für das Ansehen des Wetterdienstes kann man sich denken. Wenn auch die Leistungen des Wetterdienstes noch nicht vollkommen sind: bessere Wetternachrichten und Vorhersagen kann keine andere Quelle liefern als er.

Die Wetterdienststellen geben aber noch eine Reihe **anderer Nachrichten** heraus, die in den einzelnen Bezirken je nach den Bedürfnissen und Verhältnissen verschieden sind. So werden Nachrichten über das früher gewesene Wetter abgegeben, etwa in Form von regelmäßigen Monatsberichten oder in besonderen Berichten für Zeitschriften usw. Auch in Unfall- und Haftpflichtsachen, bei Streitverfahren und in Streitsachen wird recht häufig die Auskunft der Dienststelle eingeholt, was für Wetter zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Orte gewesen ist. Von manchen Dienststellen werden auch schon Versuche gemacht, zeitweise oder regelmäßig Wettervorhersagen für etwas längere Zeit zu geben und anscheinend mit immer steigendem Erfolg.

An manchen Dienststellen ist im Winter ein **Frostnachrichtendienst** eingerichtet, der bezweckt, Weinhandlungen, Versandgeschäften von Mineralwässern usw. rechtzeitig Nachricht zu geben, ob etwa Frost bevorsteht am Orte selbst oder in anderen Gegenden Deutschlands, ob Tauwetter in Aussicht ist (letzteres besonders auch für Bierbrauereien), so daß die betreffenden Geschäfte ihren Versand oder Betrieb danach einrichten können.

Luftschiffer machen in den letzten Jahren immer häufiger Gebrauch von dem Öffentlichen Wetterdienst, offensichtlich mit großem Nutzen. Kurz, der Wetterdienst wird in der mannigfaltigsten Weise

in immer steigendem Maße in Anspruch genommen, das beste Zeichen dafür, daß er nützt.

Die Dienststellen suchen sich von dem Nutzen des Wetterdienstes, vor allem von der Treffsicherheit der Vorhersagen natürlich auch selbst ein möglichst sachliches Urteil zu bilden. Sie verfolgen das Eintreffen der Vorhersagen auf Grund der ihnen von den meteorologischen Stationen des Bezirks zugehenden Nachrichten und suchen besonders an Fehlschlägen zu lernen. Da jedoch hierbei Selbsttäuschungen nicht ausgeschlossen sein können, so ist noch eine andere Einrichtung ins Leben gerufen, die möglichst unparteiisch feststellen soll, wie die Vorhersagen eintreffen. Es ist dies die Einrichtung der **Vertrauensmänner**. Die Landwirtschaftskammern haben dazu geeignete Persönlichkeiten (praktische Landwirte, Landwirtschaftslehrer, Beobachter meteorologischer Stationen, Lehrer usw.) zu Vertrauensmännern ernannt, meist in jedem Kreise einen. Diese Herren berichten an die Wetterdienststellen entweder wöchentlich oder, wie im Weilburger Bezirk, täglich, was für Wetter in ihrer Gegend war und wie die Vorhersagen eingetroffen sind u. a. Um das zu können, erhalten sie die Vorhersagen von ihrem Postamt aus zugestellt, ferner die Wetterkarten von der Dienststelle aus. Die Berichte sind möglichst einfach gehalten, so daß die Vertrauensmänner nicht zu viel Arbeit haben. Selbstverständlich ist die Beurteilung des Eintreffens der Vorhersagen stets etwas von persönlichen Ansichten abhängig, kann also selbst bei mehreren benachbart wohnenden Vertrauensmännern nicht stets die gleiche sein. Bei der großen Zahl der Vertrauensmänner dürfte ihrem Durchschnittsurteil jedoch ein Wert nicht abzusprechen sein. Die Berichte und Urteile werden vorläufig nur für den inneren Dienst verwertet und nicht veröffentlicht. Eins darf jedoch darüber wohl auch hier mitgeteilt werden, daß sie nämlich eine deutliche Zunahme der Treffsicherheit der Vorhersage von Jahr zu Jahr ergeben.

Von wesentlichem Nutzen für die Treffsicherheit der Vorhersagen und andere Veröffentlichungen des Wetterdienstes würde es sein, wenn die Wetterdienststelle in der Lage wäre, das sich bei ihr ansammelnde große **Nachrichtenmaterial** regelmäßig zu **verarbeiten**. Wenn dadurch die Eigentümlichkeiten des Klimas und der Witterung des Bezirks und seiner einzelnen Teile festgestellt werden könnte, worüber allgemein noch recht wenig bekannt ist. Wenn vor allem auch genauer untersucht werden könnte, wie die einzelnen Wetterlagen, von denen man ja immerhin schon eine Reihe typischer,

d. h. häufig wiederkehrender Fälle unterscheiden kann, auf die besondere Witterungsgestaltung in den verschiedenen Gegenden des Dienstbereichs einwirken. Das würde mindestens so wichtig sein wie die Vermehrung des Nachrichtenmaterials, doch sind es meist noch Zukunftswünsche, da an den Dienststellen hinreichende Zeit und Arbeitskräfte hierfür fehlen.

Tagesarbeit an der Wetterdienststelle.

Vormittagsdienst.

7 bis 8 Uhr. Bei günstigen Witterungsverhältnissen und wenn sonst nichts Dringenderes vorliegt, wird um diese Zeit im Sommer von zwei Angestellten der Dienststelle ein Pilotaufstieg veranstaltet. Pilote sind kleine Gummiballons von 50—90 cm Durchmesser, die mit Wasserstoff gefüllt werden und durch die Stärke der Füllung einen solchen Auftrieb erhalten, daß sie in freier Luft in der Minute 120, 150 oder 200 m steigen. Wir lassen sie auf einem freien Platz in der Nähe der Dienststelle fliegen und verfolgen sie mit einem sehr guten Theodoliten. Sein Fernrohr kann in jeder Weise nach links und rechts, nach oben und unten gedreht werden. Der eine Beobachter hält durch fortgesetztes Drehen von zwei Schrauben die Achse des Fernrohrs, also den Mittelpunkt des Fadenkreuzes, möglichst genau auf den Piloten gerichtet. Der andere liest alle 30 oder 60 Sekunden den Höhenwinkel (Neigung der Fernrohrachse gegen die Wagerechte) und den Azimut (Abweichung der Fernrohrachse von der Nordrichtung) ab. Das Fertigmachen des Ballons, das Aufstellen des Theodolits usw. dauert etwa eine Viertelstunde, die Beobachtung selbst 20—50 Minuten, je nach der Höhe, bis zu welcher die Sichtigkeit der Luft erlaubt, den Ballon zu verfolgen. Sind keine Wolken vorhanden, so ist das leicht bis 6000, 8000, ja in günstigen Fällen bis über 10 000 m möglich. Später wird durch Umrechnen der Beobachtungen und Einzeichnen der Ergebnisse auf passende Vordrucke der Ort bestimmt, wo der Pilot am Ende jeder halben oder ganzen Minute war. Daraus läßt sich die Flugbahn und die Windgeschwindigkeit in den einzelnen Minuten, also in verschiedenen Höhen feststellen. So wissen wir über die Windverhältnisse in den höheren Schichten über Weilburg Bescheid. Scheint es uns wichtig, auch von andern Orten Pilotennachrichten zu haben, so fragen wir nach 9 Uhr an der westlichen Zentrale des Luftschiffer-Warnungsdienstes (Frankfurt a. M.) telephonisch an, wo sich in-

zwischen die telegraphisch einlaufenden Nachrichten von anderen Pilotstationen gesammelt haben.

Ein dritter Angestellter der Dienststelle hat inzwischen die mitunter recht umfangreiche Post abgeholt, geordnet usw., sowie die von andern Dienststellen einlaufenden Wetterkarten und sonstige Wetternachrichten geordnet und bereit gelegt.

Ein vierter Angestellter macht währenddem die Morgenbeobachtungen. Er liest 7 Uhr 26 Minuten nach mitteleuropäischer Zeit (d. i. 7 Uhr Ortszeit) ein Thermometer ab, stellt die höchste Temperatur des gestrigen Tages und die niedrigste der vergangenen Nacht fest und beobachtet am Regenmesser, wieviel Niederschlag in den letzten 24 Stunden gefallen ist, gegebenenfalls auch die Höhe der Schneedecke. Dann bestimmt er Art und Stärke der Bewölkung, den Zug der Wolken, sowie Richtung und Stärke des Windes. Er wechselt ferner die Registrierstreifen am selbsttätig schreibenden Regenmesser und der Windfahne, Montags auch noch an anderen Registrierinstrumenten. An dem abgenommenen Streifen des Regenmessers kann er dann feststellen, wann und wieviel Regen jedesmal seit gestern früh gefallen ist. An dem Streifen der Windfahne kann er feststellen, aus welcher Richtung und in welcher Stärke der Wind seit gestern früh geweht hat. All das wird bis 8 Uhr in ein vorliegendes Formular eingetragen, in welches später auch die telephonisch einlaufenden Nachrichten aus dem übrigen Bezirk kommen.

8 bis 9¹/₂ Uhr. Um 8 Uhr pflegt zum erstenmal der Fernsprecher zu rasseln, wenn er nicht schon vorher in Tätigkeit war, um Luftschiffen und andern die letzten Mitteilungen zu machen. Jetzt laufen die Nachrichten von fünf meteorologischen Stationen unseres Bezirks ein. Die Beobachter dieser Stationen beobachten während des ganzen Tages allgemein die Witterung und lesen dreimal am Tage (7 Uhr morgens, 2 Uhr mittags und 9 Uhr abends nach Ortszeit) ihre Instrumente ab. Der wichtigste Inhalt der Beobachtungen wird nach der 8 Uhr Morgenbeobachtung meist zu einem chiffrierten Bericht von acht fünfstelligen Zifferngruppen zusammengestellt. Früher sandten die Stationen ihre Berichte telegraphisch an die Wetterdienststellen. Im Laufe der Jahre ist hierin bei uns die Verbesserung eingetreten, daß die Stationsbeobachter den Fernsprecher benutzen und die Nachrichten uns unmittelbar selbst zusprechen. Das ist teilweise billiger, hat vor allem aber den Vorzug, daß wir Rückfragen stellen können und uns so nach besonderen Witterungsverhältnissen in den letzten 24 Stunden, etwa nach der genauen Zeit eines Gewitters, dem Wolkenzug usw. erkundigen können. Die einlaufenden chiffrierten Berichte

aus dem Bezirk werden sofort übersetzt und in den schon erwähnten „Telegraphischen Wetterbericht“ eingetragen. Das ist meist bis 8 $\frac{1}{2}$ Uhr fertig. Bald darauf kommt auch das erste tägliche Dienstgespräch mit unsern Nebenstellen in Cassel und Coblenz. An beiden Zweigstellen sind inzwischen die Beobachtungen von den dortigen Stationen eingetroffen, in Cassel außerdem die mit dem Fernsprecher mitgeteilten Nachrichten der übrigen Stationen des dortigen Unterbezirks (Witzenhausen und Schwarzenborn). Die Nebenstelle teilt uns die eingelaufenen Nachrichten und ihre eigenen Beobachtungen mit und erhält von uns Nachrichten von andern Stationen im Austausch. Meist reichen die zur Verfügung stehenden drei Minuten auch aus, um noch andere dienstliche Mitteilungen zu machen, so auch Neubestellungen auf Wetterkarten usw. vorläufig zu übermitteln. Bis 9 Uhr haben wir auf diese Weise eine leidlich vollständige Übersicht über den Witterungsverlauf in unserm Bezirk seit gestern früh erhalten. Außerdem sind die Pegelstände der Flüsse (Rhein bei Caub, Mosel bei Trier) von demselben Morgen uns telegraphisch und die Pegelstände vom Tage vorher (Weser bei Münden und Lahn bei Weilburg) auf Postkarten mitgeteilt. Noch vor 9 Uhr geben wir auf Grund des vorliegenden Nachrichtenmaterials an Zeitungen, die so früh drucken, telephonisch eine Vorprognose für den nächsten Tag.

Ein zweiter Angestellter hat um 8 Uhr nochmals die Instrumente abgelesen, dann das für den Druck der Wetterkarte bestimmte Wachspapier vorbereitet und Datum, Stationskreise, Nachrichten aus dem Bezirk usw. eingetragen. Das Druckverfahren beruht darauf, daß das noch nicht benutzte Wachspapier für die Druckfarbe undurchlässig ist. Die Eintragungen geschehen mit einem Griffel, an dessen Spitze ein kleines Rädchen mit äußerst feinen Zähnen sitzt. Schreibt man mit dem Griffel auf dem Wachspapier, so wird dort das Wachs weggekratzt, das Papier also farbdurchlässig. Das Papier kommt dann später auf die große Farbwalze der Druckmaschine. Die Druckmaschine wird noch vor 9 Uhr fertig gemacht, alle später zu benutzenden Arbeitskarten werden auf die einzelnen Arbeitsplätze zurechtgelegt.

Ein dritter Angestellter hat gleichzeitig die Post durchgesehen und das Allernötigste sofort erledigt. Er trägt Neubestellungen von Wetterkarten in die Bestelliste, ein, ferner in die Versandlisten der Hauptstelle oder der beiden Nebenstellen und endlich in die Zugliste, die angibt, mit welchen Zügen die Karten verschickt werden sollen. Neubestellungen für die Nebenstellen müssen diesen sofort schriftlich mitgeteilt werden, da die Abwicklung des ganzen Wetterkartenversands durch die Hauptstelle geht. Dann hat er auch die eingelaufenen

Meldekarten der Vertrauensmänner geordnet und ihre Meldungen über den tatsächlichen Verlauf der Witterung, über den Stand der Feldarbeiten usw. durchgesehen. Letztere werden meist für eine in unserer Wetterkarte enthaltene besondere Zeile verwertet.

Bald nach 9 Uhr pflegt das alles fertig zu sein, wenn nicht Leitungsstörungen oder anderes den Tagesplan verschieben. Jetzt folgt eine kurze Besprechung, in der wir uns über den eingetretenen Witterungsverlauf, seine Übereinstimmung mit oder etwaige Abweichungen von dem gestern als wahrscheinlich angenommenen u. a. klar werden. Dann sind meist noch einige Minuten für eine Ruhepause übrig.

Ziemlich pünktlich um 9 $\frac{1}{2}$ Uhr pflegt der Fernsprecher die Pause zu beenden. Jetzt kommen die Nachrichten von Europa, die über Hamburg vermittelt werden. Um 9 Uhr 15 hat das Haupttelegraphenamt in Hamburg begonnen, die Ziffern des ersten Abonnement-Wettertelegramms mit dem Ferndrucker nach Frankfurt a. M. zu geben. Sobald die erste Hälfte dieses Telegramms im Frankfurter Telegraphenamt eingelaufen ist, wird sie in das dortige Fernsprechamt gebracht und uns von dort unmittelbar mit dem Fernsprecher mitgeteilt, während gleichzeitig im Telegraphenamt die zweite Hälfte des Hamburger Telegramms aufgenommen wird. Das erste Telegramm enthält Nachrichten von 58 Stationen zu je 15 Ziffern, im ganzen also 870 Ziffern. Das Zusprechen dieser Ziffern an unsere Dienststelle dauert je nach der Schnelligkeit des Zusprechens 10—13 Minuten, falls keine Störung unterläuft. Hier hören gleichzeitig vier Angestellte, von denen sich jeder die Ziffern aus den mitgeteilten 15 jeder Station herausnimmt, die er für die von ihm zu zeichnenden Karten braucht.

Der erste zeichnet

die Wachspapierkarte, die zum Druck der Wetterkarten dienen soll. Er braucht dazu die 4. bis 9. Ziffer jeder Station.

Der zweite zeichnet

- a) die Hauptwetterkarte, die unter anderm zum Einzeichnen der Isobaren dient und später unter das Wachspapier gelegt wird, um die Isobaren hiernach einzutragen (er braucht hierzu die 1. bis 9. Ziffer),
- b) die Karte, welche den Witterungsverlauf der letzten 24 Stunden in Deutschland angibt (Ziffer 10 jeder Station),
- c) die Karte, welche die „Barometertendenz“ enthält, d. h. die Änderung des Barometers in Deutschland während der letzten drei Stunden (Ziffer 12).

Der dritte zeichnet

- a) die Karte, welche die seit gestern morgen 8 Uhr an den europäischen Stationen gefallenem Niederschlagsmengen enthält (Ziffer 13 und 14),
- b) die Karte, welche die Änderung der Lufttemperatur in Europa im Vergleich mit gestern früh enthält (Ziffer 8 und 9).

Der vierte zeichnet

- a) die Karte, welche die „Charakteristik“, d. h. den am Barographen ersichtlichen Gang des Luftdrucks während der letzten drei Stunden vor der Morgenbeobachtung enthält (Ziffer 11),
- b) die Karte, welche die Veränderung des Luftdrucks in Europa seit gestern abend enthält (1. bis 3. Ziffer).

Sobald diese erste Depesche fertig diktiert ist, werden in die erwähnten Arbeitskarten Isobaren und Isallobaren (Linien gleicher Luftdruckänderung), sowie Isallothermen (Linien gleicher Temperaturänderung) eingetragen, die Regengebiete werden blau, die Trockengebiete rot angelegt. Die Gebiete, wo das Barometer oder die Temperatur gefallen sind, werden blau, die, wo sie gestiegen sind, rot angelegt, um sie deutlicher zu machen. Dies ist natürlich nur ein vorläufiges Zeichnen, da noch eine Reihe Nachrichten später einlaufen. Sämtliche Arbeitskarten werden dem Angestellten vorgelegt, der den Hauptdienst hat. Jetzt ist schon die Veränderung der allgemeinen Wetterlage in Europa soweit zu übersehen, daß die erste Hälfte des Wetterkartentextes diktiert werden kann: Veränderung der allgemeinen Wetterlage in Europa und Erklärung des besonderen Witterungsverlaufs im Bezirk durch sie. Die Diktate werden von zwei Angestellten stenographisch aufgenommen, von denen einer sofort den Inhalt in die Wachskarte einträgt, der andere ihn vorläufig aufhebt, um ihn später den Nebenstellen übermitteln zu können.

Die dann vielleicht noch übrig bleibende ganz kurze Zeit bis 10 Uhr wird benutzt, um die Veränderung der augenblicklichen Wetterlage mit ähnlichen in der Vergangenheit, die uns im Gedächtnis sind, zu vergleichen, vor allem aber auch mit der normalen Luftdruckveränderung und dem aus ihr folgenden normalen Witterungsverlauf, wie er in der betr. Jahreszeit einzutreten pflegt und wie er von uns auf Grund langjähriger Beobachtungen festgestellt ist. Noch vor 10 Uhr wird ferner eine auf Grund des jetzt schon vorhandenen Beobachtungsmaterials aufgestellte Wettervorhersage telephonisch an Zeitungen weitergegeben, welche sie jetzt brauchen.

Um 10 Uhr pflegt das zweite Abonnement-Wettertelegramm aus Hamburg einzulaufen, das die Morgenbeobachtungen von 21 Stationen, im ganzen also 315 Ziffern enthält. Es geht in Hamburg 9 Uhr 45 ab und wird in der gleichen Weise an uns weitergegeben wie das erste. Das Diktieren dauert 8 bis 10 Minuten.

Jetzt werden sämtliche Arbeitskarten schnell fertiggestellt und dem Hauptdiensttuer vorgelegt. Er diktiert sofort den zweiten Teil des Wetterkartentextes: voraussichtlich Änderung der allgemeinen Wetterlage für morgen. Dieser wird ebenso verwendet wie der erste. Dann wird die Arbeitskarte mit den Isobaren unter das Wachspapier gelegt und die Luftdruckverteilung in letzteres eingezeichnet. Das dauert gewöhnlich bis 10 Uhr 20. Das fertige Wachspapier wird nun auf die Druckmaschine gelegt. Diese wird eingestellt, und sofort beginnt der Druck der Wetterkarten. Wir müssen während der nächsten 20 Minuten in jeder Minute 35 bis 45 gute Wetterkarten drucken, damit sie bis 5 Minuten vor 11 Uhr getrocknet, gefaltet, in die Pakete für die einzelnen Postbestellungsanstalten, diese ferner in Zugpakete verpackt sind, denn 11 Uhr 2 Min. geht der erste Zug, der Wetterkarten mitnimmt, 11 Uhr 8 Min. ein zweiter.

10 Uhr 15 pflegt auch schon die eine unserer Nebenstellen anzuklingeln, kurz darauf die zweite. Ihnen wird der Wetterkartentext diktiert und werden Anweisungen für das Zeichnen der Isobaren usw. gegeben. Vor 11 Uhr werden ferner die Vorhersagen und andere Wetterberichte mit dem Fernsprecher an eine Reihe von Zeitungen gegeben, die vormittags noch drucken, sowie die Vorhersage an das hiesige Postamt zur Weiterbeförderung an die übrigen Postanstalten.

Die eben geschilderte Zeit von 9 Uhr 30 bis 11 Uhr ist die kritischste des ganzen Tages. Hier ist jede Minute kostbar. Der Dienst läuft in der geschilderten Weise zwar meist glatt ab, wenn alle Nachrichten rechtzeitig eintreffen und die Fernsprechverbindungen pünktlich hergestellt werden können. Das ist aber durchaus nicht immer der Fall. Bei Leitungsstörungen oder -überlastungen treten nicht selten ganz erhebliche Hindernisse ein. Auch ist die Druckmaschine nicht immer ohne Launen, so daß der Betrieb mitunter gestört wird. Glücklicherweise gehört es aber zu den ganz seltenen Ausnahmen, daß wir die nötige Anzahl von Karten nicht bis 11 Uhr zur Bahn schaffen können.

Von 11 bis 12 Uhr werden die übrigen Wetterkarten gedruckt, verpackt usw., die mit späteren Zügen abgehen. Im Winter werden außerdem zu dieser Zeit telephonisch Nachrichten über die augenblicklichen Temperaturverhältnisse innerhalb Deutschlands, über etwa zu

erwartenden Frost oder über wahrscheinlich bevorstehendes Tauwetter an die „Frostabonnetten“ (Weinhändler, Bierbrauereien, Versandstellen von Mineralwässern usw.) gegeben, damit sie ihren Versand u. a. danach einrichten können. Mitunter ist dabei an kritischen Tagen der Fernsprecher ständig besetzt. Vor zwölf Uhr muß ferner alles Benutzte wieder weggeräumt, die Maschine in Ordnung gebracht sein u. a.

Nachmittagsdienst.

Der Nachmittagsdienst dauert von 2 bis 5 Uhr. 2 Uhr 26 Min. werden die Nachmittagsbeobachtungen angestellt. Im übrigen wird der Nachmittag benutzt zur Erledigung vor allem des sehr umfangreichen Briefwechsels, der gewünschten Auskünfte und der sonstigen äußerlichen Geschäfte der Dienststelle. Nachmittags werden auch Meldungen der Vertrauensmänner verarbeitet, die Wetterberichte für Zeitschriften usw. angefertigt. An einem Nachmittag der Woche geht ferner noch ein besonderer Bericht an eine Reihe von Zeitungen ab, der eine Erklärung der augenblicklichen Wetterlage, ihre etwa bald bevorstehende durchgreifende Änderung und eine Vorhersage für die nächste Zeit, also für mehrere Tage, gewöhnlich für die nächste Woche, enthält. Dieser Bericht geht im allgemeinen Freitags ab. Auf den Nachmittag fallen auch meist die telegraphischen Berichte über heranziehende Gewitter, die wir an Luftschiffhäfen und andere Stellen absenden. Am Nachmittag müssen ferner die Verpackungstreifen für die am Abend und am nächsten Morgen noch zu druckenden Wetterkarten zurechtgelegt werden u. v. a. Ist noch Zeit übrig, dann werden Arbeiten vorgenommen, die zur Verbesserung der Vorhersagen dienen sollen.

Abenddienst.

Der Abenddienst beginnt um 8¹/₄ Uhr und wird von zwei Angestellten und Hilfskräften besorgt. Der eine bereitet das Wachspapier zum Druck vor, der andere verarbeitet die nötigen Witterungsbeobachtungen in ähnlicher Weise wie am Morgen. Das Abendtelegramm wird in Hamburg spätestens von 8 Uhr 40 an abtelegraphiert. Das Diktat von Frankfurt an unsere Dienststelle beginnt mitunter schon 8 Uhr 50, meist aber etwas später. Das Abendtelegramm enthält die Beobachtungen von 7 Uhr abends von 45 Stationen zu je 10 Ziffern. Gezeichnet werden außer dem Wachspapier zum Druck

- a) eine Hauptkarte mit den Isobaren,
- b) eine Karte, welche die Luftdruckveränderung seit dem Morgen enthält,

c) eine Karte, welche den Verlauf der Witterung von der Morgen- bis zur Abendbeobachtung enthält.

Der Druck der Karten beginnt meist 9 Uhr 20 Min. Bis 10 Uhr 20 ist der erste Teil der Karten zur Bahn, die übrigen Karten zur Post geschafft. Abends wird auch noch eine Wettervorhersage für den übernächsten Tag als Drucksache an eine Reihe von Zeitungen geschickt, welche am andern Morgen früh drucken und für welche eine Fernsprechmitteilung am nächsten Morgen zu teuer ist. Auch gehen abends nicht selten noch Telegramme an Luftschiffer ab. Um 7 Uhr war eine besondere Ablesung der Instrumente für die Abendkarte erfolgt, um 9 Uhr 26 Min. geschah die Abendbeobachtung.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Wetterkartenatlas

2. Auflage

Eine methodisch geordnete Sammlung von
Wetterkarten mit erläuterndem Text

von

Prof. O. Freybe,

Leiter der öffentlichen Wetterdienststelle Weilburg.

Von der Kritik nur anerkennend besprochen.

Von Königl. Regierungen vielfach empfohlen.

Die Tatsache, daß die erste Auflage dieses Atlases in wenigen Monaten vergriffen war, beweist, daß mit der Herausgabe des Atlases eine Lücke unserer Schulliteratur ausgefüllt ist.

Das Lesen der so wichtigen Wetterkarten des öffentlichen Wetterdienstes ist noch nicht Gemeingut weiter Kreise. Der Wetterkartenatlas soll hierzu helfen und tut es in denkbar einfachster, klarer und leichtverständlicher Weise. Seine 20 Wetterkarten sind methodisch angeordnet. Anfangs ganz leicht übersehbare Teile von Wetterkarten darbietend, schreitet er langsam zu vollständigen, erst einfachen, dann etwas verwickelteren Wetterlagen vor. Der erläuternde Text ist klar, übersichtlich und trotz der Fülle des Stoffes nicht ermüdend. Er leitet den Leser an, das sofort herauszufinden, was allen Wetterlagen gemeinsam, also das Wichtigste für ihr Verständnis ist. Er übt fortgesetzt den Blick für die erfahrungsmäßig stattfindenden Veränderungen der Wetterlage. Er befähigt den Leser, den Verlauf der Witterung an seinem Wohnorte an der Hand der Tageswetterkarten des öffentlichen Wetterdienstes deuten zu können.

Die Wetterkarten des Atlases gleichen in Größe und Ausstattung den vom öffentlichen Wetterdienste herausgegebenen. Ihre Ausführung ist technisch einwandfrei.

Der Wetterkartenatlas ist zunächst für den Lehrer bestimmt, der sich in die praktische Wetterkunde einarbeiten will. Er ist aber auch ein vorzügliches Lehrmittel für den Schüler höherer Lehranstalten, Seminarien, landwirtschaftlicher Fachschulen usw. Sein mäßiger Preis von

1 Mark

ermöglicht die Einführung auch als Schulbuch. Ist er in der Hand der Schüler, so wird der sonst nicht einfache wetterkundliche Unterricht spielend leicht und eine Freude für Lehrer und Schüler.

Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W. 35

Schulwetterkarten

von

Prof. O. Freybe,

Leiter der öffentlichen Wetterdienststelle Weilburg.

Sie sind von Schulbehörden empfohlen und schon weit verbreitet.

Sie stellen **wirkliche Wetterlagen** und nicht schematisierte Phantasiegebilde dar.

Sie stimmen in der **Ausführung** mit den **Tageswetterkarten** des öffentlichen Wetterdienstes überein, sodaß ein Umlernen nicht nötig ist beim unterrichtlichen Übergang von diesen auf jener oder umgekehrt.

Sie **zerlegen** das „Zuviel“ der Wetterkarte in seine **Elemente** und heben so die an sich einfachen **Zusammenhänge** deutlich hervor.

Karte 1 stellt einen einfachen, aber vollständigen **Tiefdruckwirbel** dar, das wichtigste Element aller Wetterkarten. Der Zusammenhang zwischen Wind, Bewölkung, Niederschlag und Luftdruck wird auch dem Anfänger auf den ersten Blick klar.

Karte 2 stellt ein einfaches **Hochdruckgebiet** dar. Ein Vergleich beider Karten läßt den vollkommenen Gegensatz beider Elementargebilde scharf hervortreten, also das Wesentliche beider ohne Mühe erkennen. Die Deutlichkeit beider Gebilde wird dadurch noch gehoben, daß alles Zusammengehörende durch den Druck betont ist.

Karte 3 stellt eins der häufigen **größeren Tiefdruckgebiete** dar mit den besonders für die Witterung Deutschlands so überaus wichtigen **Randgebilden** und ihrer Einwirkung auf Wind, Bewölkung und Niederschlag. Auch hier tritt alles nicht zu dem Tiefdruckgebiet Gehörende durch schwächeren Druck zurück. Um diese dem Anfangsunterricht dienenden Karten nicht unnützlich zu belasten, sind in den 3 ersten Karten die für die Erkenntnis des Zusammenhanges weniger wichtigen Temperaturzahlen noch weggelassen.

Karte 4 endlich stellt eine **vollständige Wetterkarte** dar, die so ausgewählt ist, daß sie allen überhaupt vorkommenden Formen der Tief- und Hochdruckgebiete, sowie die Art ihres Ineinandergreifens enthält. Wer die 3 ersten Karten betrachtet hat, findet sich in dieser vollständigen Wetterkarte sicher zurecht.

Die Schulwetterkarten selbst sind dem Wetterkartenatlas entnommen, ihr Inhalt ist dort methodisch noch weiter zerlegt und im Text ausreichend erläutert.

Der Preis für die Karten, welche auch einzeln abgegeben werden, beträgt auf festem Landkartenpapier in Papprolle **M. 3,—** die Karte, aufgezogen auf Leinwand mit Stäben und Ösen zum Aufhängen **M. 6,—** die Karte.

Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W. 35

Schülerwetterkarte

von

Prof. O. Freybe,

Leiter der öffentlichen Wetterdienststelle Weilburg.

Sie ist bestimmt, Schüler und Schülerinnen aller Lehranstalten, der höheren Schulen, Volksschulen und Fachschulen, in das Lesen von Wetterkarten einzuführen. Sie stellt die äußerst einfache Wetterlage vom 1. Juli 1913 dar und zeigt in großer Klarheit die beiden wichtigsten Grundgebilde der europäischen Wetterlagen, ein Hochdruckgebiet und ein Tiefdruckgebiet, mit ihren Nebengebilden. Sie bietet für den ersten Unterricht alles, was nötig ist, ohne durch ein Zuviel zu schaden. In Größe und Ausführung stimmt sie mit den Tageskarten des öffentlichen Wetterdienstes überein, so daß ein Umlernen beim Übergang von ihr zu jenen nicht nötig ist. Die Rückseite gibt einen

erläuternden Text,

der in gedrängter Form alles enthält, was die Schüler brauchen und so ein Lehrbuch der praktischen Wetterkunde für den Anfänger ersetzt. Die Schülerwetterkarte soll im wetterkundlichen Unterricht die Stelle einnehmen, die im erdkundlichen Unterricht die kleinen Landkarten zur Heimatkunde einnehmen, und dürfte bald ein unentbehrliches Unterrichtsmittel auf allen Schulen werden.

Die Karte ist gedruckt auf starkem **Landkartenpapier** in Größe von 23 : 28 $\frac{1}{2}$ cm. Sie ist vom Verlage in Päckchen zu je 10 Stück zum Preise von 1 M. zu beziehen oder durch jede Buchhandlung zum

==== **Einzelpreis von 10 Pf.** ====

Niederschlagskarte

der

Provinz Hessen-Nassau und Umgebung

von

Prof. O. Freybe,

Leiter der öffentlichen Wetterdienststelle Weilburg.

Maßstab: 1 : 200000.

Größe: 100 × 102 cm.

Die Karte ist auf Grund der Niederschlagsbeobachtungen an 587 Stationen während des 20jährigen Zeitraums 1893—1912 bearbeitet. Sie stellt die Niederschlagsverteilung des Gebiets in 19 Farbenabstufungen dar, also mit einer Übersichtlichkeit und Genauigkeit, wie es sonst wohl noch nirgends versucht worden ist. Ein Begleitheft bietet alle nötigen Erläuterungen.

Auf Papyrolin mit Stäben und Ösen zum Aufhängen **M. 20,—**

Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W. 35

Preußen-Atlas

von

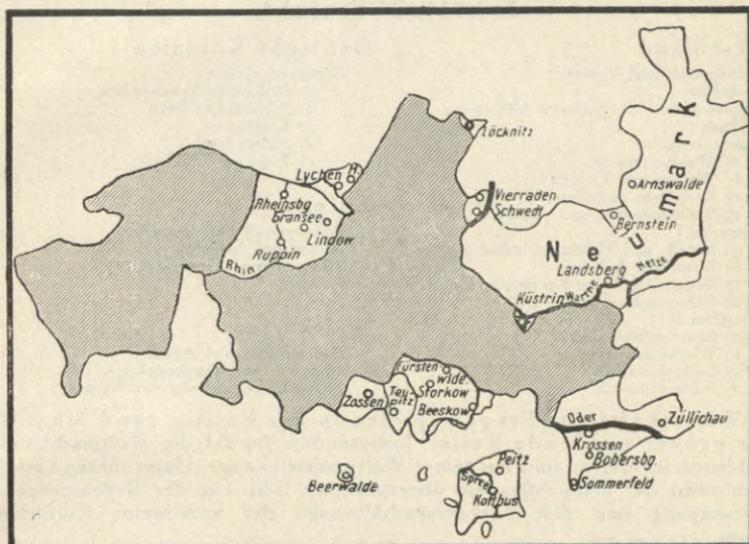
Oberlehrerin Ida Mück.

D. R. G. M.

Preis 3 Mark.

3. Auflage 1914.

Wiederholt empfohlen von dem Königl. Preuß. Kultusministerium. Auf der Bugra ausgestellt als „energiesparendes Unterrichts-Anschauungsmittel.“



(Beispiel: 2. Kartenblatt: Brandenburg unter den Kurfürsten von 1440 bis 1608. Die schraffierten Flächen sind ausgestanzt, so lassen die Öffnungen von 10 Kartenblättern bei ihrem Aufeinanderfallen jedesmal den Durchblick frei auf den früheren Besitz.)

In dieser Zeit lenkt ein der Bildung dienendes und zugleich den vaterländischen Sinn anregendes Werk besondere Beachtung auf sich. Das überraschend Neue der patentamtlich geschützten Erfindung von I. Mück besteht in der Anwendung durchstanzter Kartenblätter, deren jedes von Epoche zu Epoche den Durchblick auf den alten Territorialbesitz offen läßt. Verblüffend einfach und außerordentlich glücklich wird dadurch eine bisher nicht erreichte Übersichtlichkeit der Entwicklung Preußens erzielt, die dem Lernenden viel Zeit und Mühe erspart, gleichzeitig aber das Gefühl der Vaterlandsliebe und des Stolzes weckt über das Emporblühen der winzigen Mark Brandenburg zu der heute führenden Stellung Preußens. So vermag dieser Atlas „Jungpreußen“ für die vaterländischen Ideale zu begeistern und daher dürfte seine weiteste Verbreitung in vaterländischem Interesse liegen.

Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W. 35

Wirtschafts- und Verkehrs-Atlas

mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands.

Für den Gebrauch an Gymnasien, Realanstalten, Fach- und Fortbildungsschulen
entworfen und herausgegeben von

Dr. Otto Knörk,

Direktor der kaufmännischen Schulen in Berlin.

==== Oktav, in Halbleinwandband M. 1,50. ====

Inhaltsübersicht

Deutschland

- Bodengestalt und Verkehr
- Geologisch
- Abbaubezirke der nutzbaren Mineralien
- Politisch
- Bodenerzeugnisse
 - a) Waldverteilung
 - b) Weizen und Roggen
 - c) Kartoffeln und Gerste
 - d) Tabakindustrie und Anbau

Industrien I

- a) Metall- und Maschinen-Industrie
- b) Chemische Industrie
- c) Ziegel-, Glas- und Keramische Industrie
- d) Rübenzuckerindustrie

Industrien II

- a) Baumwollenindustrie
- b) Wollenindustrie
- c) Leinenindustrie
- d) Seidenindustrie

Deutsche Kolonien

- Bodenerzeugnisse
 - a) Deutsch-Südwest-Afrika
 - b) Deutsch-Ostafrika
 - c) Kiautschou
 - d) Südsee-Inseln
 - e) Togo und Kamerun

Europa

- Bodengestalt und Verkehr
- Abbau und Industrie
- Pflanzen- und Tierprodukte
- Politisch

Weltkarten

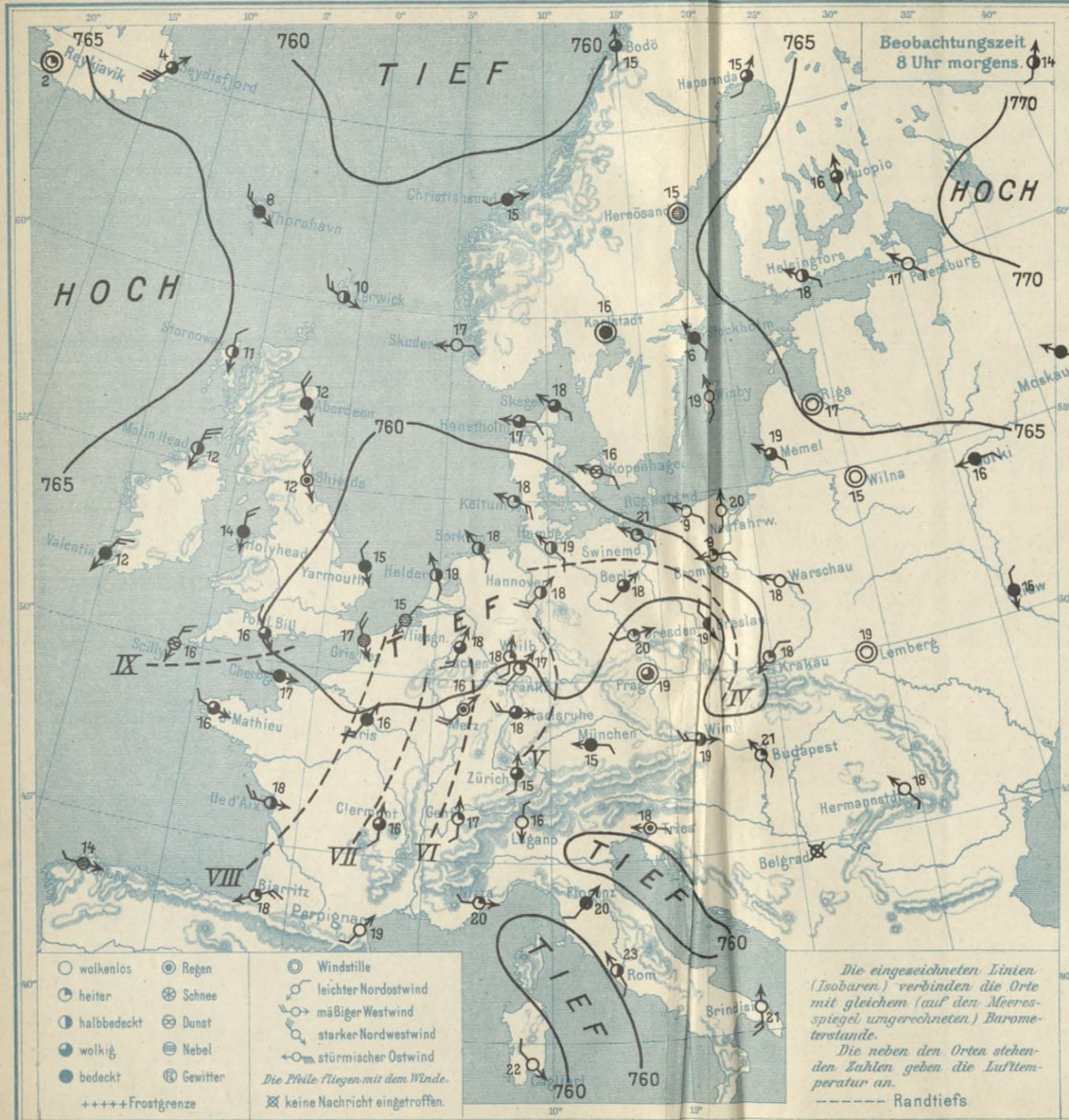
- Bodengestalt und Abbau
- Pflanzen- und Tierprodukte
- Politische Darstellung und Verkehr

Wirtschaftliche Fragen spielen in der Politik der Völker eine immer größer werdende Rolle. Insbesondere beruht die Weltmachtstellung Deutschlands in erster Linie auf seiner Weltmarktstellung. Unter diesen Gesichtspunkten sucht der neue Atlas ein übersichtliches Bild von der Bodenkultur, der Gütererzeugung und den Verkehrsverhältnissen der wichtigsten Kulturländer zu geben.

Im Vordergrund des Unterrichts soll für den deutschen Schüler sein eigenes Vaterland stehen. Deshalb sind die wichtigsten Industrien und Bodenerzeugnisse Deutschlands in zahlreichen Einzelkärtchen dargestellt worden, eine Zerlegungsmethode, die selbst in größeren wirtschaftsgeographischen Atlanten bisher noch nicht durchgeführt worden ist, obschon nur so ein klares Bild zu gewinnen ist, das ohne Beiwerk sich dem Beschauer leicht einprägt. Daher wurde es für notwendig erachtet, zu den Quellen selber zurück zu gehen, eine Methode, deren Anwendung der Verfasser der Anregung seines Lehrers Ferdinand von Richthofen dankt. Hier gaben vor allem die statistischen Lehrbücher des Reiches, Preußens und der Bundesstaaten genauen Aufschluß. Zugleich aber wurden zahlreiche Adreß- und Nachschlagebücher der einzelnen Industrien benutzt, aus denen nach der Zahl und nach dem Umfange der Betriebe festgestellt werden konnte, welche geographische Bedeutung den verschiedenen Erwerbszweigen zukommt.

Das in Lithographie und vielfarbigem Steindruck gefällig ausgestattete Kartenwerk wird neben dem üblichen Schulatlas in allen höheren und fachlichen Lehranstalten und Fortbildungsschulen mit großem Nutzen verwendet werden und dazu beitragen, in der deutschen Jugend das Verständnis für die wirtschaftspolitischen Fragen des Vaterlandes zu wecken, zu fördern und zu vertiefen. Auch für die Zwecke von Handel und Industrie wird der Atlas gute Dienste leisten.

====
Gea Verlag G. m. b. H., Berlin W. 35



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

S. 61

2-20

S-96

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297478

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297478