

Herbert Butz

Mit Barometer und Pilotballon



MIT BAROMETER UND PILOTBALLON

Leichtverständliche Wetterkunde
für groß und klein

VON HERBERT BUTZE

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

Einleitung und Schluß unter Mitarbeit von Dr. Kirsten, Potsdam
Einband und Schutzumschlag von Christian Honig
Textillustrationen von Ludwig Nawrotzky
Technische Zeichnungen von Paul Herfurth
Fotos: Diapositiv-Sammlung des Geophysikalischen Instituts
der Universität Leipzig, Meteorologisches Institut Berlin, Heinz Krüger
Foto vor dem Innentitel: Kurt Glass, Wetterwarte Brocken

Alle Rechte vorbehalten
Copyright 1952 by Der Kinderbuchverlag Berlin
Lizenz-Nr. 304-270/38/53
Satz und Druck: VEB Leipziger Druckhaus, Leipzig (III/18/203)
2. Auflage Bestell-Nr. 3306
21.-30. Tausend 1953
Für Leser von etwa 13 Jahren an

Da ist eine Gruppe Mädchen und Jungen – der Hans ist unter ihnen und die Gisela, vielleicht seid ihr selber mit dabei. Wochenlang habt ihr mit eurem Lehrer oder Pionierleiter Pläne geschmiedet für einen großen Ausflug weit über Land, am Fluß entlang oder hinauf auf die Berge. Auf der Karte habt ihr alles genau abgesteckt: wie weit ihr mit der Eisenbahn fahren und welche Wege ihr wandern wollt. Ihr habt die Orte bestimmt, in denen ihr übernachten wollt, und habt schon dorthin an die Bürgermeister oder die Leiter der Jugendherbergen geschrieben. Viele Tage vorher liegt alles bereit, der Rucksack ist gepackt, ihr könnt es kaum noch erwarten. Aber, o weh! Je näher der ersehnte Tag heranrückt, desto banger wird euch ums Herz. Am strahlendblauen Himmel sind plötzlich zarte, weiße Wolkenschleier erschienen. Nach und nach überziehen sie ihn mit einer weißlichen Schicht und werden so dicht wie Milchglas. Die Sonne verliert ihren leuchtenden

Einleitung

*Gepackte Rucksäcke
und
erwartungsfrohe Kinder*



Glanz, und bald überdeckt eine graue Wolkenschicht gleichmäßig den ganzen Himmel. Was soll das bloß werden? Und wirklich, mit einem dünnen Sprühregen fängt es an, bald wird er stärker, und es regnet sich ein, und es regnet immerzu...

Was wird mit dem Ausflug? Dunkle Wolkenfetzen jagen am Himmel dahin, der Wind frischt auf, und es regnet weiter – und für übermorgen ist doch die Fahrt angesetzt! Auch am nächsten Tage regnet es noch, aber die Wolkendecke ist hier und da etwas aufgerissen... Sollt ihr trotz alledem fahren? Sollt ihr's wagen oder lieber zu Hause bleiben bei diesem Wetter? Wenn nur jemand helfen und einen guten Rat geben könnte!

Nun, einer kann es: der Wetterdienst, dessen Wetterbericht für den nächsten Tag ihr ja schon täglich mit bangem Herzen im Rundfunk abgehört habt.

Der Wetterdienst hilft

Nicht nur ihr, sondern viele Menschen, auf deren Arbeit das Wetter mitunter einen entscheidenden Einfluß ausübt, hören täglich die Wettersvorhersage ab. Ja, ganze Berufszweige, wie Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Transportwesen, Verkehr und Baugewerbe, müssen bei ihrer Arbeitseinteilung das Wetter berücksichtigen, wenn ihre Arbeit Erfolg haben soll.

Eine Wettersvorhersage gibt es noch gar nicht so lange. Erst im 19. Jahrhundert, als man erkannte, daß das scheinbar unberechenbare Wetter sich doch innerhalb gewisser Grenzen erforschen läßt, und als die Technik die notwendigen Voraussetzungen für eine rasche Übermittlung von Nachrichten durch Telegraf und Telefon geschaffen hatte, gewann der Wetterdienst bald große Bedeutung. Fast jedes Land richtete sich einen Wetterdienst ein. Ganze Netze von Wetterbeobachtungsstellen und Wettermeldestellen (Wetternachrichtennetze) und Wetterdienststellen wurden geschaffen, die die Wetternachrichten sammeln und bearbeiten und Vorhersagen herausgeben. Internationale Zusammenarbeit führte zu einem internationalen Wetternachrichtendienst mit gegenseitigem Nachrichtenaustausch, der zur Grundlage der heutigen „Wetterkarte“ geworden ist. Die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung wurden so für das praktische Leben nutzbar.

Bei uns untersteht der Wetterdienst – der „Meteorologische Dienst der Deutschen Demokratischen Republik“ – dem Innenministerium. Für die Ausarbeitung der öffentlichen „Wetterberichte“ unterhält er neben einigen Forschungsstellen die Wetterdienststellen Potsdam und Leipzig und die Seewetterdienststelle Warnemünde. Diese geben für die Öffentlichkeit Wetterberichte in Rundfunk und Presse heraus. Es gibt aber zahlreiche Stellen, die sich nicht mit diesen allgemeinen Berichten begnügen können, sondern eine Wettersvorhersage brauchen, die etwas mehr ins einzelne geht oder sich auf längere Zeiträume erstreckt. Für sie wurde die Möglichkeit geschaffen, sich schriftlich oder fernmündlich an die Wetterdienststellen zu wenden, die im Rahmen des Wirt-

schaftswetterdienstes solche Anfragen gegen eine geringe Gebühr beantworten. In den meisten Fällen schließen sie ein Abonnement ab, um regelmäßig für bestimmte Vorhaben einen speziellen Wetterbericht zu erhalten.

Sehen wir uns nun einmal die wichtigsten „Kunden“ des Wetterdienstes an.

Da ist zunächst die Land- und Forstwirtschaft (dazu gehören auch die Gärtnereien), die die Reihenfolge ihrer Arbeiten dem zu erwartenden und dem vergangenen Wetter anpassen muß. Die Heu- oder Getreideernte muß beschleunigt werden, wenn eine längere Regenperiode bevorsteht. Zum Düngen dagegen gehört nachfolgender Regen. Ist mit Nachtfrosten zu rechnen, dann müssen besondere Schutzmaßnahmen für junge Pflanzungen oder während der Kartoffelernte getroffen werden. Der Grad des zu erwartenden Frostes erfordert besondere Vorkehrungen beim Einmieten.

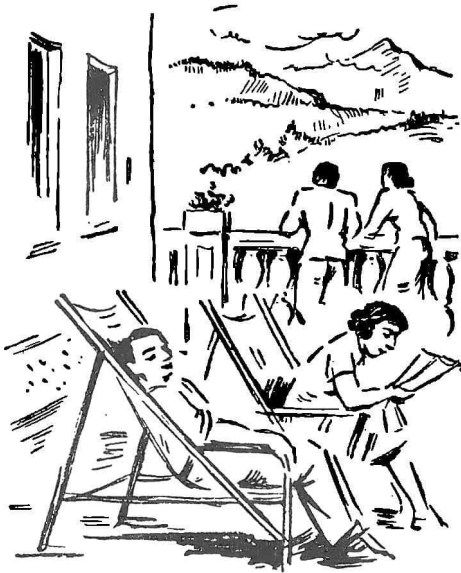




Der Einsatz der MAS muß unter Berücksichtigung des Wetters geplant werden. Auch vom vergangenen Wetter ist die Landwirtschaft abhängig. Nach langer Trockenheit kann nicht geackert werden. Der Zeitpunkt der Ernte hängt vom Gesamtniederschlag und der mittleren Temperatur der letzten Monate ab, die in den einzelnen Gegenden sehr verschieden sein können. Das Baugewerbe ist ebenfalls in hohem Grade „wetterempfindlich“. Betonierarbeiten und Verputzen werden durch Frost erschwert. Bei der Ausführung von Hochbauten und Brückenbauten müssen die zu erwartenden Windstärken berücksichtigt werden. Regenempfindliche Bauvorhaben, wie Ausschachtungen, müssen möglichst in eine Trockenperiode gelegt werden. Wir sehen aus diesen wenigen Beispielen, daß der Einsatz von Menschen und Materialien erst bei Kenntnis des kommenden Wetters wirklich planvoll und nutzbringend gelenkt werden kann.



Im Güterverkehr werden häufig auch wetterempfindliche Güter befördert. Wenn zum Spätherbst und im Frühjahr die großen Kartoffeltransporte durchgeführt werden, sind die frostgefährdeten Gebiete zu meiden. Schon die Verladung von Kartoffeln, Obst und Gemüse muß mit Rücksicht auf das zu erwartende Wetter erfolgen. Der Verkehr auf den Wasserstraßen erlahmt, wenn diese zufrieren. Man wird ihn daher rechtzeitig vorher verstärken, damit die Versorgung der Gasanstalten, Elektrizitätswerke und der Industrie mit Kohlen, Erzen und Baustoffen nicht ins Stocken kommt. Die Generaldirektion Schifffahrt gehört deshalb zu den festen „Kunden“ des Wetterdienstes. Sobald am Ende des Winters kein stärkerer Kälterückfall mehr droht, der die Gewässer wieder zufrieren lassen würde, werden die Wasserstraßen durch Eisbrecher wieder frei gemacht. Eisenbahn- und Straßenverwaltungen können die notwendigen Räumkolonnen und Schneepflüge rechtzeitig ein-



setzen, wenn starke Schneefälle und Schneeverwehungen vorhergesagt werden.

Die Hochseeschifffahrt erhält Nebel- und Sturmwarnungen, wodurch die Schiffe vor Schaden bewahrt werden. Dies geschieht durch den täglichen Seewetterbericht und durch besondere Sturmwarnmeldungen.

Darüber hinaus müssen noch viele, viele andere das Wetter in ihre Planungen einbeziehen. Wir wollen nur noch die wichtigsten Beispiele herausgreifen. Wenn unsere werktätigen Frauen und Männer und unsere Jugendlichen nach einem Jahr verantwortungsvollster Arbeit in den Bade- und Kurorten ihre Erholung suchen, dann müssen die Verwaltungen dafür gesorgt haben, daß dies bei jedem Wetter möglich ist.



Die für die Durchführung politischer Großkundgebungen verantwortlichen Stellen werden sich vorher über das zu erwartende Wetter informieren. Auch bei großen Sport- und Spielveranstaltungen ist es durchaus nicht gleichgültig, ob die Sonne scheint, ob plötzlich regendrohende Wolken am Himmel aufziehen oder ein kalter, eisiger Wind über das Gelände pfeift. Die HO-Verkaufsstellen und die Ausflugslokale werden ihren Bedarf an leicht verderblichen Waren nach dem kommenden Wetter einschätzen.

Der Wetterdienst ist ein unentbehrlicher Ratgeber und Helfer aller staatlichen Dienststellen. Um nur einige zu nennen: die Ministerien, die Generaldirektionen für Schifffahrt und Straßenwesen, die VVB Bau, die MAS, die volkseigenen Güter, die Schwerindustrie, die VEAB (Volkseigene Erfassungs- und Aufkaufbetriebe), der Konsum, die Volkspolizei.

Wir sehen, allen „Kunden“ des Wetterberichtes ist eines ge-

meinsam: Sie planen ein Vorhaben und sind bestrebt, das Wetter mit seinen vielfältigen Erscheinungsformen in ihre Planung einzubeziehen.

Mit eurem verregneten Ausflug habt ihr gewiß eine große Enttäuschung erlebt. Aber meint ihr nicht auch, daß diese Enttäuschung etwas zusammenschrumpft und kleiner geworden ist, nachdem wir all der vielen Menschen gedacht haben, die tagtäglich mit den Unbilden des Wetters zu kämpfen haben? Und es ist euch auch klargeworden, wie wichtig in unserem vielgestaltigen Leben der Wetterbericht heute geworden ist! Wir können ohne ihn einfach nicht mehr auskommen.

Wenn wir ihn morgens in der Zeitung lesen und tagsüber mehrere Male im Rundfunk hören, dann ahnen wohl die wenigsten Menschen, welche Mühe aufgewendet werden mußte, um diese kurzen Sätze zusammenzustellen. Kein Wetterbericht kann gemacht werden ohne eine gründliche Wetterbeobachtung, und so ist es in der Tat eine sehr verantwortungsvolle Arbeit, die auf den Wetterwarten der ganzen Erde geleistet wird.



Die Einladung

Erinnert ihr euch, wie der Wetterbericht lautet, wenn ihr ihn im Lautsprecher hört?

„... Unser Gebiet steht noch immer unter Hochdruckeinfluß. Nach wolkenlosem Himmel während der Nacht bildet sich infolge starker Ausstrahlung in den Morgenstunden örtlich Nebel, der sich im Laufe des Vormittags wieder auflösen wird. Am Nachmittag Durchzug hoher Wolkenfelder. Keine Niederschläge. In den nächsten Tagen Abbau des hohen Druckes und Übergang zu unbeständigem Wetter mit Niederschlägen, zuerst als Landregen, später nach kurzer Aufheiterung in kräftige Schauer übergehend...“

Erinnert ihr euch? Aber Hand aufs Herz, Freunde! Habt ihr das auch immer richtig verstanden, jedes Wort in seiner Bedeutung genau erfaßt? Ihr hört von Hochdruck, Ausstrahlung, Nebel, hohen Wolken, Niederschlägen, Landregen, Schauern, ein andermal vielleicht gar noch von Warmfront, Rückseitenwetter, Gewitterneigung und vielem anderen. Wißt ihr wirklich immer, was mit diesen Begriffen gesagt werden soll?

Damit ihr nun den Wetterbericht gründlich verstehen lernt, haben wir euch zu einem Besuch auf eine Wetterwarte eingeladen! Ihr sollt mit eigenen Augen sehen, wie genau das Wetter beobachtet wird, und man wird euch dort erzählen, zu welchen Erkenntnissen die synoptische Meteorologie, die

Wissenschaft vom Wetter, bisher gelangt ist. Kommt ihr mit?

Es wird allerdings nicht immer ganz einfach sein, die Wettererscheinungen und Vorgänge in ihren großen Zusammenhängen zu begreifen. Aber bange machen gilt nicht! Auf der Welt ist alles schwer und einfach zugleich: Schwer ist es, wenn man etwas nur gezwungen, unwillig und ohne rechte Begeisterung tut – aber selbst eine schwierige Sache wird viel einfacher, wenn man mit Lust und Liebe und aufgeschlossenem Herzen darangeht. Dann macht es Spaß!

Und verlaßt euch drauf, es wird euch Spaß machen! Auf Wiedersehen also – auf der Wetterwarte!

Zu Besuch auf der Wetterwarte



Der Hans und die Gisela – die ganze Gruppe war dabei – trafen sich eines Morgens vor der Wetterwarte, die etwas außerhalb der Stadt lag. Sie waren alle ein wenig aufgeregt und schauten erwartungsvoll nach dem großen Gebäude hinüber, auf dem eine Windfahne leicht hin und her schwenkte und ein Rad sich so schnell drehte, daß sie es kaum mit den Augen verfolgen konnten. Dort arbeiteten also die „Wettermacher“, die von einem gewissen Geheimnis umgeben waren wie die Zauberer aus Tausendundeiner Nacht. Aber heute

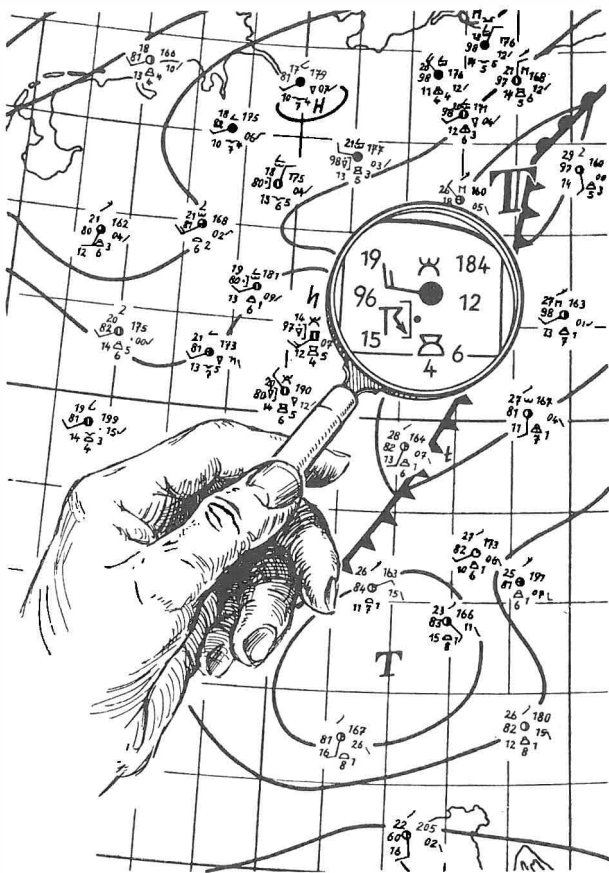
wollten sie dieses Geheimnis ergründen und sich alles zeigen und erklären lassen, was mit dem Wetter zusammenhängt.

Entschlossen gingen sie durch die große Eingangstür und klopfen am Meteorologenzimmer an. Da kam ihnen schon der Meteorologe mit einem freundlichen Lächeln entgegen. „Ihr seid bereits angemeldet, Freunde, nur frisch hereinspaziert! Es freut mich wirklich, daß euch ‚das Wetter‘ hergeführt hat und ihr unsere Arbeit kennenlernen wollt. Seid also herzlich willkommen!“

*„Gezeichnetes Wetter“ – und wie Hans endlich wissen will,
was das Wetter eigentlich ist*

Mitten im Zimmer stand ein großer Schreibtisch mit vier Telefonapparaten, rechts daneben noch ein Arbeitstisch, auf dem eine Karte lag, etwa 85 cm breit und 70 cm hoch, mit der sich der Meteorologe gerade beschäftigt hatte. Mehrere solcher Karten hingen nebeneinander an der Wand, viele kleinere darunter.

„Das sind Wetterkarten!“ erklärte der Meteorologe, der Gise-las fragenden Blick bemerkt hatte. „Hier auf dem linken Rand erkennt ihr gerade noch die Ostküste Nordamerikas, der braune Streifen rechts ist der Ural, hier unten ist sogar noch etwas von Afrika zu sehen. Unsere Karte erstreckt sich also über eine ziemlich große Fläche unserer Erde: über den



Nordatlantischen Ozean und über ganz Europa hinweg bis hinein nach Sibirien. Das ist der Raum, der für unser Wetter entscheidend ist, den wir unbedingt überblicken müssen, wenn wir uns über die Wetterlage klarwerden wollen. Kommt einmal näher heran. Über die ganze Karte hinweg, ziemlich gleichmäßig verstreut, seht ihr viele kleine Kreise eingezeichnet und viele Ziffern und merkwürdige Zeichen. Diese Kreise

bedeuten Wetterstationen, und die Zeichen und Ziffern berichten uns von dem Wetter, das dort geherrscht hat.“

„Muß man denn das Wetter so umständlich aufzeichnen, Herr Doktor?“ fragte Hans, der sich zum Wortführer seiner kleinen Gruppe machte. „Ich würde einfach ein S hinschreiben für schönes Wetter und ein durchgestrichenes S für schlechtes Wetter.“

„Du bist mir ein rechter Schlaumeier“, sagte der Meteorologe lachend, „wenn es so einfach wäre, könnten wir die Wetterwarten zumachen und eine Menge Arbeit und Geld sparen. Viele Leute begnügen sich ja mit der bloßen Feststellung, ob das Wetter schön ist oder schlecht; aber fragt sie einmal, was sie eigentlich darunter verstehen. Für den einen muß schönes Wetter in der Hauptsache warm sein, für den anderen trocken oder windstill. Nein, mit diesen einfachen Unterscheidungen schön und schlecht, trocken und naß, warm und kalt, windstill und stürmisch wäre uns nicht viel geholfen. Man will doch von uns nicht wissen, wie das Wetter ist, das weiß jeder selbst, sondern wie es wird, wie es heute abend sein wird, morgen, am Ende der Woche, kurz, wie es sich entwickelt.“

Hans sah den Meteorologen etwas betreten an. Er merkte, daß er recht oberflächlich gedacht hatte, und fragte schnell:

„Herr Doktor, ich komme mir plötzlich so dumm vor, bitte, sagen Sie uns doch, was es alles für Wetter gibt – und vor allem: Was ist denn eigentlich das Wetter?“

„Gut, wir wollen erst einmal diese Frage beantworten! – Erstens: Tief unter uns, unterhalb der Erdoberfläche im festen Gestein oder unten im Wasser der Meere und Seen, gibt es kein Wetter. Wetter gibt es nur dort, wo Luft ist. Zweitens: Während wir hier bei uns sonniges und windstilles Wetter

haben, kann es 50 km von uns entfernt vielleicht ganz anders sein; wir haben also nicht überall das gleiche Wetter. Wie oft haben wir schon erlebt, daß es im Süden der Stadt geregnet hat und im Norden nicht. Und drittens: Heute ist das Wetter anders als morgen, es ändert sich von Tag zu Tag, womöglich von Stunde zu Stunde; nichts ist so ‚wetterwendisch‘ wie das Wetter selbst. Wir können es daher so ausdrücken: Das Wetter ist der Zustand der Luft an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit.

Und nun paßt gut auf! Wenn wir zum Beispiel vom *Wetter* in Leipzig sprechen, denken wir für diese Stadt nur an eine ganz bestimmte kurze Zeit. Meinen wir aber das Wetter in Leipzig innerhalb eines größeren Zeitraumes, vielleicht mehrerer Wochen oder Monate, und denken dabei mehr an den allgemeinen Charakter des Wetters, so sagen wir *Witterung*. Haben wir hingegen die Gesamtheit der Witterungen während eines bestimmten Zeitraums, wie sie auf Grund der Beobachtungen während vieler Jahre hindurch zu dieser Zeit des Jahres durchschnittlich aufzutreten pflegen, im Auge, dann sprechen wir vom *Klima*.

Im „Konzert“ des Wetters spielen viele Instrumente auf

Damit ist aber noch nicht alles gesagt.

Wetter ist der jeweilige Zustand der Luft, haben wir soeben festgestellt. Wie nun alles, was es auf der Erde gibt, heiß, warm

oder kalt sein kann – ein Gewicht hat – sich in Bewegung befindet – trocken, feucht oder naß ist (denkt an die Wäsche) – und wie alle Körper auf der Erde elektrischen Spannungen unterliegen: so ist es auch bei der Luft.

Lufttemperatur, Luftdruck, Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit, Luftelektrizität – alles das zusammengekommen sind Eigenschaften oder, genauer ausgedrückt, Zustände der Luft. Sie sind immer vorhanden und sind, was besonders zu betonen ist, immer gleichzeitig vorhanden. Luft hat immer eine bestimmte Temperatur, ist immer bewegt und feucht, hat immer ein Gewicht, ist immer elektrisch aufgeladen. Das sind die Elemente, aus denen sich das Wetter zusammensetzt; wir nennen diese Wetterelemente auch Witterungs- oder Klimafaktoren!“

„Herr Doktor, Herr Doktor“, platzte Hans ganz aufgeregt dazwischen, „wo bleiben denn da die Wolken, die Stürme, die Gewitter? Es fehlt der Regen, der Schnee, der Nebel!“

„Du bist bei der Sache, Hans“, sagte der Meteorologe anerkennend. „Was du genannt hast, und noch einiges dazu, gehört auch zum Wetter, und doch ist ein wichtiger Unterschied dabei. Die Luftfeuchtigkeit zum Beispiel ist eine *Eigenschaft* der Luft, der Regen ist das nicht. Er ist sichtbar gewordene, in Erscheinung getretene Luftfeuchtigkeit. Deswegen nennt man den Regen eine *Wettererscheinung*. Die Wetterelemente können wir nicht ohne weiteres mit unseren Augen wahrnehmen. Die Luftfeuchtigkeit vermögen wir nicht zu sehen, wohl aber den Regen. Wir können also sagen:

Die Wettererscheinungen sind sichtbar gewordene Wetterelemente.

Damit es regnet, muß vorher genügend Feuchtigkeit in der Luft gewesen sein, das stimmt; um aber den Regen auszulösen, müssen noch andere Wetterelemente mitwirken, zum Beispiel die Lufttemperatur und die Luftbewegung. Und das trifft auch auf die anderen Wettererscheinungen zu, auf die Wolken, auf den Schnee, auf das Gewitter. Immer sind es mehrere Wetterelemente, die zusammenwirken müssen.

Am besten läßt sich das mit einem Orchesterkonzert vergleichen. Der Klang der Musik trifft als Ganzes an unser Ohr, wir wissen jedoch, daß er zusammengesetzt ist aus den Tönen der einzelnen Instrumente. Der Komponist schreibt zwar für jedes Instrument einen besonderen Part, erklingen werden sie aber alle zusammen auf einmal. Das Wetter ist der Zusammenklang aller Wetterelemente und der von ihnen hervorgebrachten Wettererscheinungen. Je nachdem, welche ‚Instrumente‘ gerade besonders laut spielen, haben wir vielleicht frostklares oder regnerisch-stürmisches Wetter.

Wenn wir unsere Wetterbeobachtungen anstellen, dann messen und beobachten wir die einzelnen Wetterelemente und Erscheinungen, die ‚Instrumente des Orchesters‘. Die gefundenen Beobachtungswerte werden durch besondere Zeichen und Ziffern, durch Symbole, ausgedrückt. Der Zeichner trägt sie in die Karte ein, und der Meteorologe kann aus ihnen das ganze Wetter gewissermaßen zurückübersetzen und vor seinem geistigen Auge aufs neue erstehen lassen. Mit deinen S allein, lieber Hans, wäre da nichts zu machen; das siehst du doch jetzt ein?

Musikalischen Menschen – um bei dem Vergleich mit der Musik zu bleiben – rühmt man die Fähigkeit nach, beim Abhören eines Musikstückes schon im voraus zu empfinden, wie

die nächsten Takte klingen werden. Wenn wir Meteorologen die ‚nächsten Takte‘ des Wetters angeben wollen, ist mit dem Gefühl allerdings nichts auszurichten. Wir verlassen uns durchaus auf unseren Verstand. Wir gehen von den exakt beobachteten Elementen und Erscheinungen des Wetters aus und berechnen die zukünftige Entwicklung. Allerdings ist unsere Wissenschaft vom Wetter, die synoptische Meteorologie (was das Wort synoptisch bedeutet, werden wir noch erfahren), eine sehr junge Wissenschaft und hat bei weitem noch nicht alles so genau erforschen können, daß wir imstande wären, für alle Wettererscheinungen die sich immer wiederholenden Gesetzmäßigkeiten aufzufinden und allgemein gültige Erklärungen zu geben. Es muß da noch sehr viel getan werden, von uns und von all denen, die unsere Arbeit weiterführen werden – von euch!

Was der Meteorologe mit seinen jungen Freunden alles vorhat

Und nun werdet ihr zu unserem Beobachter gehen. Er wird euch die verschiedenen Arbeitsgänge zeigen, die auf einer Wetterwarte nacheinander bewältigt werden müssen, und wird euch erklären:

wie die Wetterelemente und die Wettererscheinungen beobachtet und gemessen werden,
wie eine Wettermeldung zusammengestellt und verbreitet wird,
wie die fremden Wettermeldungen vom Funker aufgenommen und vom Zeichner in die Karte eingetragen werden.

Es ist unbedingt notwendig, daß ihr erst einmal die exakten Methoden kennenlernt, mit denen wir das Wetter beobachten. Dabei ist es nicht zu umgehen, daß wir uns eingehend mit Physik beschäftigen. Gerade die vielen Menschen, die da meinen, etwas vom Wetter und Klima zu verstehen, haben im allgemeinen nur verschwommene Vorstellungen, die viele landläufige Irrtümer enthalten. Wir brauchen eine feste Plattform, die uns sicheren Grund unter die Füße gibt, und setzen daher diese Erklärungen an den Anfang unseres ‚Rundganges‘ durch die Wetterkarte. Wenn ihr euch mit dem mehr handwerklichen Rüstzeug vertraut gemacht habt, kommt ihr wieder hierher zurück. Mit eurem dann erworbenen Wissen von den Elementen des Wetters können wir uns an das eigentlich Meteorologische, an das Ausdeuten der Wettererscheinungen, heranwagen. Ihr werdet erfahren:

wie eine Wetterkarte ausgewertet und die Wetterlage festgestellt wird,

wie sich unser Wetter bei den verschiedenen Großwetterlagen abspielt und

wie sich die Menschen zu allen Zeiten bemüht haben, das Wetter vorauszusagen.

Dann aber seid ihr schon tüchtige Wetterkundler geworden“, sagte der Meteorologe scherzend, „die sich jederzeit ihr Wetter selbst machen können, wie sie es brauchen.“

Hans rauchte der Kopf. Zuviel Neues und Ungewohntes war bereits auf ihn eingestürmt. Ob es den anderen auch so ging?

„Hört einmal her“, wandte er sich an die Gruppe, „ich mache euch einen Vorschlag. Bei einer solchen Führung und Besichtigung, wie wir sie jetzt vorhaben, hört und sieht man doch so

viel Neues, daß man hinterher gar nicht mehr aus noch ein weiß und alles durcheinanderbringt. Wenn wir an unseren Gruppenabenden diesen Besuch nochmals durchsprechen wollen, werden wir uns gar nicht mehr zurechtfinden. Deswegen schlage ich vor, daß immer einer von uns die wesentlichen Punkte aufschreibt. Dann haben wir zum Schluß ein feines Protokoll zusammen, das uns gute Dienste leisten wird. Seid ihr einverstanden? Wir können uns ja abwechseln, Gisela beginnt!“

Aus dem Gruppenprotokoll

Wetter ist der Zustand der Luft an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit.

Witterung ist das Wetter an einem bestimmten Ort über einen längeren Zeitabschnitt hinweg.

Klima ist die Gesamtheit der Witterungen eines bestimmten Zeitraumes, wie sie durchschnittlich zu dieser Zeit des Jahres (nach den Beobachtungen während vieler Jahre hindurch) einzutreten pflegen.

Das Wetter setzt sich aus den Wetterelementen und aus Wettererscheinungen zusammen. Wettererscheinungen sind sichtbar gewordene Wetterelemente.

Wetterelemente: Lufttemperatur, Luftdruck, Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit, Luftelektrizität.

Wettererscheinungen: Nebel, Wolken, Regen, Schnee, Gewitter.

Im Beobachtungszimmer

Auch das Beobachtungszimmer war ein großer Raum mit breiten und hohen Fenstern, die es gestatteten, den Blick über Himmel und Erde frei hinwegschweifen zu lassen.

Viele Instrumente hingen an den Wänden:

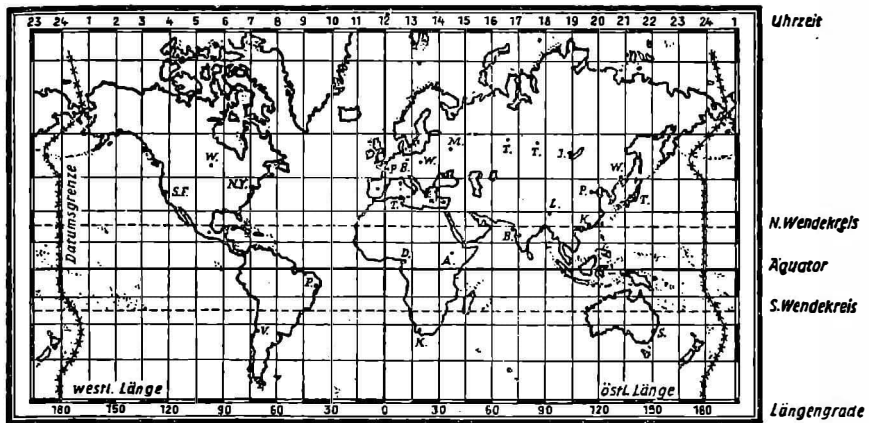
viereckige Glaskästen, lange Rohre, runde Scheiben, darüber große Tafeln mit „Wettersymbolen“ und herrliche Wolkenbilder.

Vor einem Fenster stand ein geräumiger Tisch, und drei Telefonapparate verrieten auch hier, daß eine Wetterwarte in lebhaftem Verkehr mit der Außenwelt steht.

Am Tisch saß Herr Müller, der Beobachter, der die kleine Gruppe herzlich begrüßte.

„Laßt euch durch die vielen Instrumente, die ihr hier seht, nicht verwirren.

Hier ist sozusagen die technische Abteilung der Wetterwarte, die dem Wetter mit der Technik, mit Instrumenten und Apparaten, zu Leibe geht. Beobachter und Zeichner, die das Eintragen der Zahlen und der Wettersymbole nach den aufgenommenen Wettertelegrammen vornehmen, gehören zum technischen Personal, sind die Techniker, die dem Meteorologen alle Beobachtungen, Meldungen und Berichte zur Auswertung vorlegen.



Eine komische Sache: „kleine“ und „große“ Wetter

Zunächst einmal: Beobachtet wird das Wetter immer, Tag und Nacht, werktags wie sonntags, im Sommer und Winter, laufend das ganze Jahr hindurch. Nicht einen Augenblick setzt die Beobachtung aus. Fast zu jeder vollen Stunde wird eine Beobachtung niedergeschrieben oder, wie wir sagen, wird ein ‚kleines Wetter‘ gemacht. Klein heißt es deswegen, weil nur wenige Instrumente abgelesen werden. Zu einem ‚kleinen Wetter‘ gehören zum Beispiel Sicht, Wolkenart und Wolkenhöhe, Bedeckungsgrad des Himmels, Windrichtung und Windstärke, Wettererscheinung und Verlauf des Wetters in den letzten drei Stunden. Bei einem ‚großen Wetter‘ kommen noch hinzu die Ablesungen des Luftdrucks, der Tempera-

Beobachtungen

Zeit MESZ UTC	Luftdruck			Temperatur				Feuchte				Bodenwind		Wolkensangaben		Sicht in km
	Temp. an Baromet.	Geräte- Ablesung	in Temp. 675 mm Hg 1000 m	Wetter- Ablesung	Geräte- Ablesung	in Temp. 675 mm Hg 1000 m	Wetter- Ablesung	Geräte- Ablesung	relativ %	Hygro- meter	Wind- richtung	Wind- geschw. m/s	Art, Höhe (in gemessenen Werten)	Quantität (in %)		
0100	26.6	50.2	47.3	96.3	22.5	22.5	18.4	18.4	13.8	68	85	16.2	NW 2	CL, Fj	10	>20
0200				17.0												
0300	25.0	50.3	47.6	96.7	21.0	21.0							WNW 2	Sc	>9	>20
0400	25.1	50.9	48.4	98.3	19.4	19.4	17.5	17.5	14.0	63	85	16.4	WNW 2	Sc, Ac, Ci	10	>20
0500				17.4												
0600	25.2	51.7	49.0	98.6	18.7	18.7	16.6	16.6	13.1	81	80	15.4	SW 4	Sc	2	>20
0700	25.4	52.5	49.8	99.7	19.8	19.8	16.5	16.5	12.4	72	77	14.5	SW 4	Sc, Ac, Ci	4	>20
0800		-2.7		17.3												
0900	26.3	53.1	50.3	100.3	21.0	21.0	17.0	17.0	12.5	67	66	14.6	SW 4	Sc, Ac, Ci, G	8	>20
1000	26.8	53.7	50.8	101.0	21.6	21.6	16.9	16.9	12.1	63	60	14.1	WSW 4	Cl, Ci	6	20
1100				17.2												
1200	26.9	53.8	50.9	101.1	22.5	22.5							SW 4	Cl, Ac, Ci	8	20
1300	27.1	53.9	51.0	101.2	22.9	22.9	16.9	16.9	11.4	55	55	13.2	SW 4	Cl, Ac, Ag, Ci	9	20
1400				17.1												

tur und der Luftfeuchtigkeit, Angaben über hohe Wolken, eine Messung der Niederschlagsmenge, Art und Größe der Luftdruckänderung – Luftdrucktendenz genannt – und zum Schluß eine Eintragung über den Zustand des Erdbodens.

Da staunt ihr, was alles zu einem ‚Wetter‘ gehört, nicht wahr, und es imponiert euch gewaltig. Das kommt aber nur daher, weil euch jetzt alles noch fremd und ungewohnt ist. Wenn ihr später mit allem besser bekannt geworden seid, wird es euch bestimmt viel einfacher erscheinen.

‚Große Wetter‘ werden alle drei Stunden ‚gemacht‘, zu den sogenannten synoptischen Zeiten. Synopsis ist ein griechisches Wort und bedeutet Zusammenschau; synoptisch heißt also zusammengeschaut, gleichzeitig gesehen. Zu genau festgelegten

Meldungen		Kennziffer: 10471		Wochentag: Donnerstag		Datum: 12.7.51				
Zeit- gruppe OMT	NdM ₁	VVwwW	PPPTT	K ₁ G ₁ bG ₁ G ₁	T ₁ T ₁ app	7 RRT ₁ T ₁	2T ₁ T ₁ Es	Beob- achter	Gedächtnis- und Sondermeldungen	Abgabende Name
1200	83202	6x290	13322	794xx	16032			f	M5 72305 10471 83206 6x172 M5 72330 10471 82905 6x952 B5 70015 10471 83202 6x292	894xx 894xx 894xx
0730	72902	6x072	(138)	755xx				f		
1203	82002	98032	15719	45557	16224			f		
0430	22204	98072	16079	25600	15222			f		
1206	32204	98032	17020	25531	14413	79348	01500	f	00332	
0730	62204	98070	17521	75536	15315			f		
1209	52504	98070	18222	71503	16312			TL		
1030	62204	98032	(183)	47563				TL	764 mm = 1018 mb gleichbleibend	23°
1212	72204	98030	18323	21573	17207			TL		

Stunden werden auf der ganzen Erde gleichzeitigsolche großen Wetterbeobachtungen angestellt und die Meldungen überallhin verbreitet. Für unsere Karte 13 Uhr Mitteleuropäischer Zeit (MEZ) werden zum Beispiel die Wetter in England schon um 12 Uhr Mittlerer Greenwicher oder Westeuropäischer Zeit (MGZ oder WEZ) gemacht, im Ural aber erst um 15 Uhr Moskauer Zeit. Die Karte soll doch eine Art Momentfotografie des Wetters sein, so, wie es in dem kurzen Augenblick 13 Uhr unserer Mitteleuropäischen Zeit überall gewesen ist. Anders hätten die Karten überhaupt keinen Sinn. Um sich das häufige Umrechnen zu ersparen, ist heute im internationalen Wetterdienst die Mittlere Greenwicher Zeit als Weltzeit eingeführt.

Die Wetter und alle übrigen Sonderbeobachtungen werden in ein Beobachtungstagebuch eingeschrieben, protokolliert. Je zwei gegenüberliegende Seiten reichen genau für einen Tag, das ganze Buch für einen Monat. Diese Protokolle werden sorgfältig aufbewahrt, so daß wir sogar nach Jahren und Jahrzehnten das Wetter für jede gewünschte Stunde genau angeben können. Für die Klimaforschung ist dies von größter wissenschaftlicher Bedeutung.

Wie sich Herr Müller den Rundgang durch die Wetterwarte denkt

Wenn ein Haus gebaut wird, braucht man vor allem Ziegelsteine. Einen Stein nach dem andern muß der Maurer in die Hand nehmen und eine Schicht auf die andere setzen, bis das ganze Gebäude fertig ist.

So wollen wir es auch tun; denn das Wetter läßt sich nicht im ganzen beschreiben. Dazu ist es viel zu kompliziert. Wir müssen uns vielmehr die Wetterelemente nacheinander vornehmen, müssen uns die verschiedenen ‚Instrumente des Wetterorchesters‘ einzeln vorspielen lassen, um ihren besonderen Ton zu erkennen. Dann erst können wir sie aus dem vollen Orchesterklang heraushören und feststellen, wie eins auf das andere abgestimmt ist und einwirkt. Indem wir die Stufe des nur allgemeinen und mehr gefühlsmäßigen Gesamteindrucks über-

winden, erwerben wir uns eine höhere Form der Naturerkenntnis, die des bewußten Erlebens.

Über die Lufttemperatur wollen wir uns zuerst klarwerden. Mit ihr fangen wir an, weil sie die Grundlage und die Triebfeder für alles weitere darstellt. Sie ist es, die in erster Linie die Luftdruckänderungen hervorruft und damit auch die Luftbewegung, den Wind. Mit dem Luftdruck und der Luftbewegung zusammen wirkt sie ebenfalls entscheidend auf die Luftfeuchtigkeit ein, diese wiederum, vereint mit den anderen Wetterelementen, auf Nebel und Wolken, auf Regen, Schnee und Gewitter.“

Aus dem Gruppenprotokoll

Aufgaben des technischen Personals: Beobachtung des Wetters, Eintragen der Zahlen und Wettersymbole in die Wetterkarte.

Ununterbrochene Wetterbeobachtung Tag und Nacht. Fast stündliche Eintragung ins Wetterbeobachtungstagebuch.

„Große“ und „kleine“ Wetter. Synoptische Zeiten.

Die Sonne
kurbelt
das Wetter an –
Die Lufttemperatur



I

Herr Müller machte einen Vorschlag. „Heute ist so herrliches Wetter. Wollen wir nicht lieber in den Garten gehen? Wir schlagen damit zwei Fliegen mit einer Klappe: Wir sind an der frischen Luft, das ist in jedem Falle gesund, und über die Lufttemperatur lassen sich im Freien bessere Versuche anstellen als im geschlossenen Raum. Mein Kollege wird mich einstweilen vertreten.“

Das war eine prächtige Idee – und es dauerte nicht lange, da hatte sich die kleine Schar unter einem großen schattigen Baume versammelt. Es würde wohl heiß werden heute. Kein Wölkchen war am Himmel zu sehen, und der Wind schien eingeschlafen.

Hans läßt sich aufs Glatteis führen und erlebt die erste Überraschung!

„Ich muß schon sagen“, begann Herr Müller, „einen besseren Tag konntet ihr euch wirklich nicht aussuchen, um etwas über die Lufttemperatur zu erfahren.

Hier im Schatten ist die Luft angenehm kühl, während sie nebenan doch recht heiß zu sein scheint. Woran mag das bloß liegen?“

„Das ist, denke ich, nicht schwer zu erraten“, antwortete Hans, „das liegt an der Sonne! Wo sie hinscheinen kann, macht sie die Luft warm. Nur von der Sonne kommt die Wärme, das ist doch klar!“

„So ganz klar ist das nicht, Freunde! Ja und nein; Hans hat nur zur Hälfte recht. Es stimmt, daß die Sonne ihre Wärme zu uns herstrahlt; wir erhalten sogar so viel Wärme von ihr zugeführt, daß andere Wärmequellen, wie etwa die Eigenwärme der Erde, kaum ins Gewicht fallen. Aber mit der Erwärmung der Luft hat es seinen Haken. Ich habe hier ein Thermometer mitgebracht, mit dem wir die Luftwärme erst einmal im Schatten und dann in der Sonne messen wollen. Hans wird das gerne für uns erledigen. Das Thermometer sieht etwas komplizierter aus, als ihr es von zu Hause gewöhnt seid. Das soll uns aber jetzt nicht weiter stören!“

„Nanu, Herr Müller, das verstehe ich nicht“, stellte Hans überrascht fest, „hier im Schatten sind es 21°, und in der Sonne sind es ebenfalls genau 21°...“

„...weil dieses Thermometer nur die reine Lufttemperatur anzeigt und andere Einflüsse ausschaltet! Hier wie dort hat die

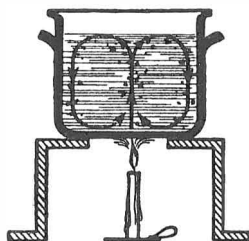
Luft die gleiche Temperatur. Die Dinge können also nicht ganz so einfach liegen, wie ihr es euch vielleicht gedacht habt.

Die Sonnenstrahlen, die auf unsere Erde auffallen, setzen sich aus Lichtstrahlen, Wärmestralen und den sogenannten ultravioletten Strahlen zusammen. Daß Lichtstrahlen und Wärmestralen nicht ein und dasselbe sind, kann man beweisen. Es gibt Stoffe, die zwar Lichtstrahlen durchlassen, aber keine Wärmestralen, und umgekehrt. Auf die dritte Art von Strahlen, die ultravioletten, kommen wir noch einmal zurück, wenn wir den Einfluß des Wetters auf das menschliche Wohlbefinden untersuchen.

Erinnert euch an die Physikstunde, als ihr durch ein Loch in der Wand einen Sonnenstrahl in das verdunkelte Zimmer einfallen ließt: Ihr konntet den Sonnenstrahl selber nicht sehen, in der Luft war er nicht sichtbar. Erst an der Wand, wo er aufgehalten wurde oder, physikalisch ausgedrückt, wo er auf einen festen Körper auftraf, saht ihr das Licht. Genau so ist das auch mit den Wärmestralen. Durch die Luft gehen sie ungehindert hindurch und werden erst spürbar, wenn sie auf einen Gegenstand auftreffen. Das ist es ja gerade, was wir Wärmestrahlung nennen: wenn die Wärme des einen Körpers (der Sonne) auf einen anderen (die Erde) übergeht, ohne das dazwischen befindliche Mittel (die Luft) zu erwärmen. Erwärmt wird also durch die Sonne nur die Erdoberfläche; sie verschluckt oder absorbiert die gesamte Sonnenstrahlung und setzt sie in Wärme um.

Bevor wir aber die endgültige Antwort auf die Frage geben, wie nun eigentlich die Luft erwärmt wird, wollen wir noch einen Versuch machen.

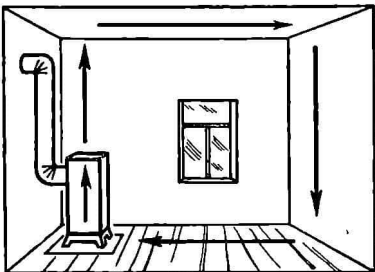
*Von einem Topf mit Wasser, in dem einige Torfstückchen
herumschwimmen*



Wir nehmen einen Topf (besser wäre allerdings ein Gefäß aus Glas, doch müßte es feuerfestes Glas sein!), füllen ihn mit Wasser und werfen einige feine Torfstückchen hinein. Dann stellen wir das Ganze auf die heiße Ofenplatte. Schon nach kurzer Zeit können wir beobachten, wie die Torfstückchen vom Boden zur Oberfläche aufsteigen, nach den Seiten hin abschwanken und wieder heruntersinken; unten angekommen, beginnen sie den Kreislauf von neuem. In Wirklichkeit sind es aber nicht die Torfstücke, sondern Wasserteilchen gewesen, die diese Bewegung ausgeführt haben; die sehr leichten Torfstückchen sind von ihnen nur mitgenommen worden und haben uns den Weg angezeigt. Warum steigen die Wasserteilchen auf und ab? Daß Kälte zusammenzieht und Wärme ausdehnt, ist uns allen eine gewohnte Erscheinung. Die Wasserteilchen auf dem Grunde des Topfes werden, weil sie der heißen Ofenplatte zunächst aufliegen, erwärmt und dehnen sich aus. Durch diese Ausdehnung werden sie spezifisch leicht-

ter und steigen empor. An der Oberfläche des Wassers kühlen sie sich wieder ab, ziehen sich zusammen, werden dadurch spezifisch schwerer und sinken zu Boden. Dort werden sie aufs neue erwärmt und ausgedehnt, steigen wieder empor, und das wiederholt sich so lange, bis endlich nach und nach das gesamte Wasser den gleichen Wärmegrad erreicht hat. Diesen Vorgang: Erwärmung – Ausdehnung – Abnahme des spezifischen Gewichts – Aufsteigen, und sein Gegenstück: Abkühlung – Zusammenziehung – Zunahme des spezifischen Gewichts – Absinken, wollen wir uns gut merken, wir werden noch öfter davon sprechen. Hier wird die Wärme durch das strömende Wasser, also durch eine Strömung, weitergegeben und verbreitet, während bei der Strahlungswärme, die wir zuerst kennengelernt hatten, die Erwärmung der Erdoberfläche dadurch erfolgte, daß der Boden die gesamte Sonnenstrahlung absorbierte und dann erst in Wärme umsetzte.

Was wir hier beobachtet haben, können wir auf die Erwärmung der Luft im Wohnzimmer übertragen. Wärmequelle ist auch hier der Ofen. Die Luftteilchen, die den Ofen berühren, werden erhitzt, dehnen sich aus, werden spezifisch leichter,



steigen auf, kühlen sich wieder etwas ab, sinken nieder – und veranlassen dadurch eine Luftströmung, die wiederum so lange dauert, bis alle Luftteilchen des Zimmers gleichmäßig erwärmt sind.

Die Erdoberfläche wirkt wie eine riesengroße Heizplatte

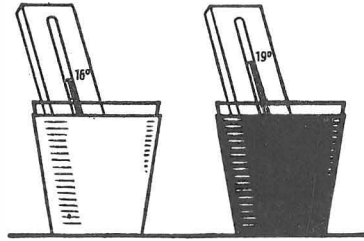
Was für die Luft im Zimmer gilt, trifft ebenso auf die Luft im Freien zu. Die von der Sonneneinstrahlung erwärmte Erdoberfläche wirkt wie eine riesengroße Kochplatte, die nun ihrerseits die untersten Luftschichten anheizt und sie aufsteigen läßt.

Jetzt haben wir die Antwort endlich gefunden! Nicht die Sonne erwärmt unsere Luft direkt von oben her, sondern der Erdboden von unten her! Unsere Lufthülle befindet sich in fortwährender Bewegung, Strömung und Durchmischung.

In unseren Breiten macht sich diese Aufwärtsbewegung bis in eine Höhe von etwa 11 km bemerkbar. Das ist auch die Ursache gewesen, die Atmosphäre in eine untere Troposphäre und eine obere Stratosphäre einzuteilen (tropos heißt Wendung, stratus hingebreitet).

Die Temperaturen nehmen nach oben zu ab. Genaue Messungen haben ergeben, daß die Abnahme im Durchschnitt ungefähr $0,6^{\circ}$ auf je 100 m beträgt. Wenn wir für die Erdoberfläche eine Durchschnittstemperatur von etwa $+15^{\circ}$ annehmen, so ergibt sich für die Höhe von 11 km eine Temperaturabnahme bis ungefähr $-56,5^{\circ}$. Darüber ändert sich die Temperatur zunächst nicht mehr.

*Warum wir im Sommer helle Kleidung tragen und
Wasser am Äquator nicht wärmer als 30° wird,
Wüstensand sich aber bis zu 70° erhitzen kann*



Hier stehen in der prallen Sonne zwei Gläser mit Wasser. Das eine ist mit weißem Papier umhüllt, das andere mit schwarzem. Wenn ihr die Finger hineintaucht, könnt ihr feststellen, daß hinter dem schwarzen Papier das Wasser viel wärmer geworden ist als hinter dem weißen. Wie, erwärmt die Sonne nicht gleichmäßig? Doch, ihre Strahlen treffen hier wie dort in gleicher Stärke auf. Aber die Gegenstände sind nicht gleichmäßig beschaffen; in die einen Körper dringen viele Wärmestrahlen ein, andere werfen einen großen Teil wieder zurück, reflektieren sie. Wärmestrahlen verhalten sich hier ebenso wie die Lichtstrahlen, bei denen euch das bestimmt nichts Neues ist.

Ganz allgemein kann man sagen, daß dunkle Körper mehr Wärmestrahlen absorbieren als helle. Darum tragen wir im Sommer mit Vorliebe hellfarbige, im Winter dagegen dunkle Kleidung.

Auch Eisen, Erdreich und Wasser erwärmen sich vergleichsweise ganz verschieden. Wenn wir von jedem dieser Stoffe die gleiche Gewichtsmenge nehmen und sie alle drei gleich lange

der Sonneneinstrahlung aussetzen, dann stellen wir fest, daß sich das Eisen viel schneller erwärmt als das Erdreich und dieses wieder schneller als das Wasser. Wasser zeigt sich also in bezug auf die Erwärmung viel träger als Erdreich. So kommt es, daß selbst am Äquator die Meeresoberfläche eine Temperatur von kaum mehr als 30° erreicht, während sich der Wüstensand in der Sahara bis auf 70° erhitzen kann.

An Nordabhängen bleiben die Rodelbahnen viel länger in Betrieb

Wie stark sich die Erdoberfläche erwärmt, hängt außerdem noch von verschiedenen Umständen ab. Wenn ich zum Beispiel dieses Brett so halte, daß die Sonnenstrahlen genau senkrecht auffallen, fängt es so viele Strahlen auf, wie seiner Größe entsprechend möglich sind. Wird es an der einen Seite etwas angehoben, so geht ein schmaler Streifen Sonnenstrahlen an ihm vorbei. Steht das Brett in einem Winkel von 60°





zur Sonne, dann ist sein Schatten nur noch halb so lang wie zuerst, mit anderen Worten, dann empfängt es nur noch halb soviel Strahlen. Je spitzer also der ursprünglich rechte Winkel wird, um so weniger Strahlen erhält es, um so weniger kann es sich erwärmen.

Das ist ein wichtiges Gesetz, das wir soeben gefunden haben. Auf Dächern und Berghängen, die nach Süden geneigt sind, schmilzt der Schnee viel früher weg als auf den Nordabhängen.

Morgens und abends treffen die Sonnenstrahlen unsere Erdoberfläche unter einem sehr spitzen Winkel, mittags ist er wesentlich größer. Daher ist es mittags wärmer als abends und morgens.

Im Winter bleibt die Sonne nahe am Horizont, es ist kalt; im Sommer steht sie beinahe senkrecht über uns, es ist heiß. Die Entfernung unserer Erde von der Sonne spielt hierbei überhaupt keine Rolle. Im Winter sind wir der Sonne ja gerade am nächsten.



Wichtig ist auch die Dauer der Sonneneinstrahlung. Es ist ein Unterschied, ob die Wärmestrahlen eine Stunde oder zehn Stunden auf eine Landschaft einwirken können. Je weiter wir im Winter nach Norden gehen, um so kürzer werden die Tage. Die durchschnittliche Wärmemenge, die ein Ort von der Sonne zugeführt erhält, hängt also wesentlich von seiner geographischen Breite ab. Die Verkleinerung des Einfallswinkels und die Verkürzung der Sonnenscheindauer bewirken beide die Wärmeabnahme nach den Polen zu. Dem Einfallswinkel kommt aber die weitaus größere Bedeutung zu.



II

Wenn wir bisher von Wärme oder von Temperatur gesprochen haben, mußten wir uns immer sehr unbestimmt ausdrücken. Wir sagten zum Beispiel, die Erdoberfläche und die Luft wären heiß, warm oder kalt, sie erwärmten sich oder kühlten sich ab. Mit diesen allgemeinen Bezeichnungen kommen wir aber auf die Dauer nicht aus; hin und wieder waren wir schon gezwungen, bestimmte Temperaturgrade anzugeben: Es ist also unbedingt notwendig, die Wärme zu messen!

Wärme und Temperatur sind zwei verschiedene Begriffe

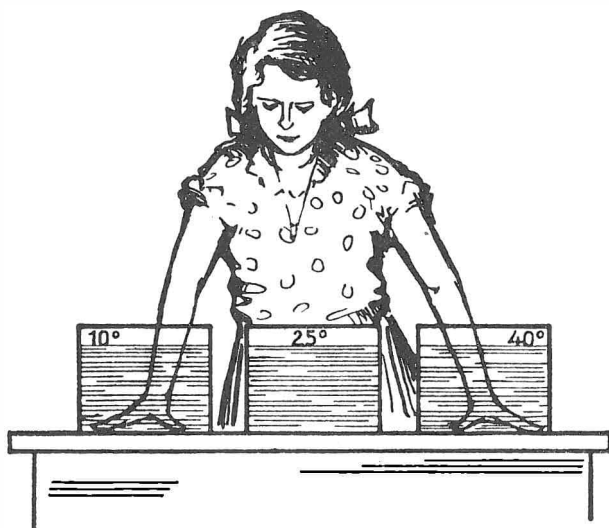
Wärme und Temperatur dürfen wir nicht miteinander wechseln. Jeder Körper befindet sich in einem gewissen Wärmezustand; ob wir ihn als warm oder kalt bezeichnen, hängt ganz von uns ab, je nachdem, von welchem Standpunkt aus wir an ihn herantreten.

Hier habe ich drei Töpfe aufgestellt. In jedem Topf ist Wasser, aber verschieden warm, 10° , 25° und 40° . Topf eins wollen wir als kalt bezeichnen, Topf zwei als warm, Topf drei als heiß. Nun komm einmal her, Gisela. Du tauchst jetzt deine rechte Hand in das kalte Wasser von 10° und deine linke in Topf drei mit dem Wasser von 40° ... So...! Und jetzt schnell beide Hände zusammen in den mittleren Topf!“

„Ist das ein spaßiges Gefühl, Herr Müller! An der rechten Hand ist das Wasser warm und an der linken kalt!“

„...obwohl es dasselbe Wasser von 25° ist! Wie dir mit deinen Händen geht es allen Menschen; die einen finden etwas kalt, die anderen dagegen warm. Es kommt immer auf den Ausgangspunkt an...

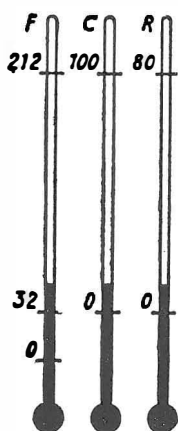
Die von uns empfundene *Wärme* eines Gegenstandes beurteilen wir also recht willkürlich und ungenau, die *Temperatur* aber gibt uns einen ganz bestimmten Grad des Wärmezustandes an. Wärme ist jedem Körper von Natur gegeben, es gibt keinen wärmelosen Körper; man kann auch keinen Körper wärmelos machen, ebensowenig wie man ihn seines Gewichtes oder seiner Ausdehnung berauben könnte. Die Temperaturgrade tragen wir jedoch an den Körper heran; diese hat sich der



Mensch selbst geschaffen, genau so, wie er sich das Metermaß erdacht hat, um die Größe eines Gegenstandes zu messen. Das ‚Metermaß‘ für den Wärmezustand ist das Thermometer.

*Von gewöhnlichen und besonderen Thermometern;
auch der Thermograph wird beschrieben*

Am gebräuchlichsten ist heute das Quecksilberthermometer. Der schwedische Astronom Anders Celsius (1701 bis 1744) teilte den Fundamentalabstand zwischen Gefrier- und Siedepunkt in 100 gleiche Teile oder Grade ein. Diese Einteilung ist so praktisch, daß sie heute fast überall benutzt wird und die früher angewandte Einteilung des französischen Physikers



René-Antoine de Réaumur (1683 bis 1757) in 80 Grade vollständig verdrängt hat. Auf alten Thermometern kann man neben der Celsiusskala noch die Réaumurskala finden. Dagegen benutzt man in Großbritannien, in den von ihm abhängigen Dominien und Kolonien sowie in den USA auch heute noch die Fahrenheit-Einteilung. Diese geht auf den deutschen Glasbläser Gabriel Daniel Fahrenheit (1686 bis 1736) zurück. Er teilte den Abstand zwischen dem Gefrierpunkt und dem Siedepunkt in 180 Grade ein, machte aber nicht den Gefrierpunkt zum 0°-Punkt seiner

Skala, sondern den der tiefsten Kälte, die er mit einer selbst zusammengestellten Kältemischung erreichen konnte, so daß unser 0°-Punkt bei ihm bereits 32° anzeigt. Damit wollte er erreichen, im täglichen Leben ohne Minusgrade auszukommen.

Fahrenheit war auch derjenige, der die bis dahin gebräuchliche Alkoholfüllung durch das Quecksilber ersetzte, weil sich dieses zwischen 0° und 100° C fast gleichmäßig ausdehnt. Er verbesserte dadurch die Genauigkeit der Temperaturmessung ganz wesentlich. Da aber Quecksilber bei $-38,87^{\circ}$ selbst gefriert, muß man bei Messungen tieferer Temperaturen Wein-geistthermometer benutzen.

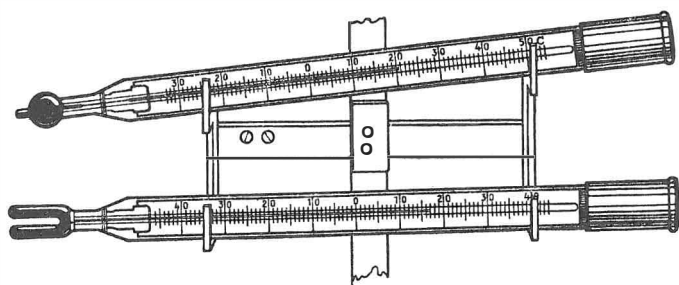
Der erste, der eine Vorrichtung zur genaueren Bestimmung der Wärmeverhältnisse erfand, war der italienische Physiker Galileo Galilei (1564 bis 1642). Um 1592 konstruierte er ein Thermoskop, einen ‚Wärmeanzeiger‘. Es bestand aus einer Glaskugel, in die eine lange feine Glasröhre eingeschmolzen war. Galilei erwärmte die Kugel und tauchte sie dann in



GALILEI

Wasser, wobei die darin enthaltene Luft sich abkühlte und Wasser eingesaugt wurde. Änderte sich die äußere Wärme, stieg oder fiel die Wassersäule. Der Name Thermometer ist zwischen 1622 und 1624 aufgekommen. 1702 führte der Däne Olaf Römer (1644 bis 1710) zur Eichung des Thermometers zwei Fixpunkte ein, die leicht reproduziert werden konnten: den Gefrierpunkt und den Siedepunkt des Wassers.

Mit unseren gewöhnlichen Quecksilberthermometern können wir die Temperaturen der Luft zu jeder Zeit, zu jeder Stunde oder Minute ablesen, wann wir es gerade für nötig erachten. Die Meteorologen wollen aber außerdem noch die täglichen Temperaturschwankungen wissen, die höchste und die niedrigste Temperatur eines Tages, die sogenannten extremen Werte, das Maximum und das Minimum. Wenn es nun gerade zwischen zwei Ableseterminen am heißesten oder am kälte-

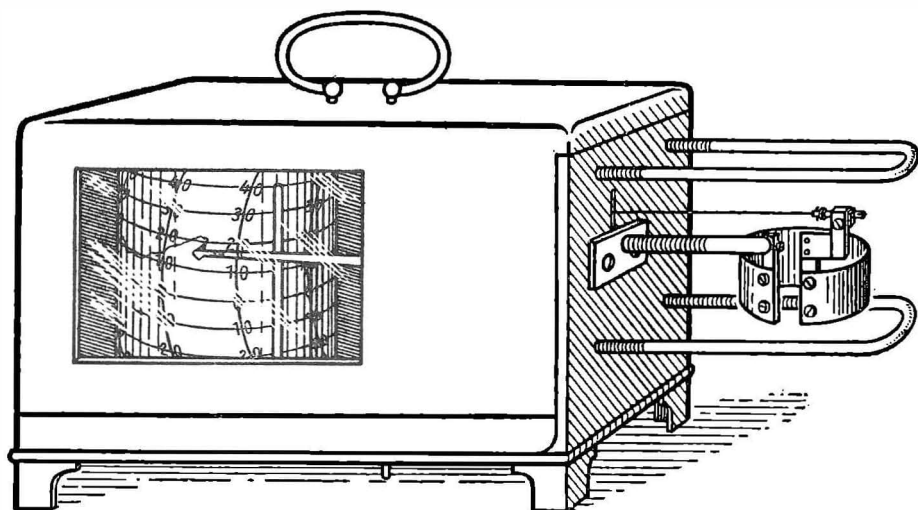


sten gewesen ist? Hier helfen uns die beiden Extremthermometer, das Maximum- und das Minimumthermometer.

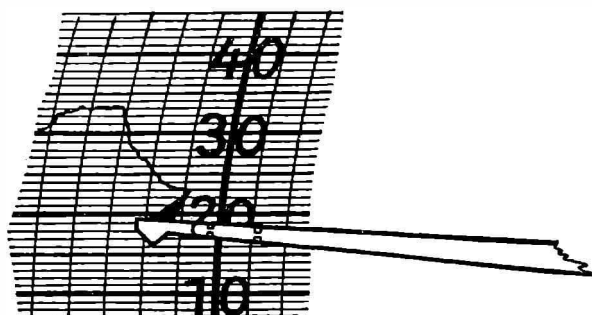
Ein Maximumthermometer habt ihr alle schon in der Hand gehabt. Unser Fieberthermometer ist nichts anderes. Meist ist es so gebaut, daß gleich über dem Quecksilbergefäß das Glasröhrchen sehr stark verengt ist. Wenn sich das Quecksilber bei Erwärmung ausdehnt, preßt es sich gerade noch hindurch, bei Abkühlung aber reißt der Quecksilberfaden ab und bleibt in dem Röhrchen stehen. Erst durch kräftiges Schleudern (wobei man am oberen Ende anfassen muß!) wird es wieder in das Gefäß zurückgedrückt. Das Minimumthermometer enthält statt des Quecksilbers eine Weingeistfüllung, in der ein kleines Glasstäbchen liegt, das beim Absinken der Temperatur infolge der Oberflächenspannung mit zurückgezogen wird, beim Steigen aber liegenbleibt.

Der Beobachter liest die Thermometer alle drei Stunden ab, zu den synoptischen Zeiten, also 0 Uhr, 3 Uhr, 6 Uhr, 9 Uhr und so weiter, immer nach Weltzeit gerechnet. Für die dazwischenliegende Zeit gibt es noch eine zusätzliche Temperaturkontrolle, die von einem kleinen Instrument ausgeführt wird, dem Thermographen, auf deutsch Temperaturschreiber.

Er besteht meistens aus einem Bimetallthermometer und einer Schreibvorrichtung. Zwei fest aufeinander gelötete dünne Metallplatten (deshalb spricht man von „Bi‘metall“) mit verschiedenem Ausdehnungsvermögen sind leicht gekrümmt oder zu einem nicht ganz geschlossenen Ring zusammengebogen. Mit dem einen Ende ist der Metallstreifen fest an einem Halte-



stab angebracht, das andere frei bewegliche Ende ist mit einem langen Zeiger verbunden. Die Spitze des Zeigers, die durch ein kleines Näpfchen immer tintenfeucht gehalten wird, preßt sich leicht an einen Metallzylinder an, der mit einem Papierstreifen bespannt ist und durch ein Uhrwerk gedreht wird, aber so langsam, daß man es mit den Augen gar nicht



bemerkt, noch langsamer als der kleine Zeiger an einer Uhr. Erwärmt sich die Luft, so dehnt sich der Bimetallring aus: Der Zeiger hebt sich, und seine Spitze beschreibt eine Linie, die nach oben führt. Bei Abkühlung zieht sich der Ring zusammen: Der Zeiger senkt sich, und die Linie geht abwärts. Die Ausdehnung des Metallringes muß mit der Gradeinteilung auf dem Papierstreifen genau abgestimmt sein, öftere Vergleiche mit dem zuverlässigen Quecksilberthermometer sind unerläßlich. Auch muß das Uhrwerk des Zylinders immer genau gehen, damit sich die Temperaturkurve auf dem Streifen auch wirklich zwischen die vorgedruckten Stunden einzeichnet. Wenn das alles beachtet wird, ist die selbsttätig aufgeschriebene Temperatur eine wichtige Hilfe für die Wetter- und Klimaforschung.

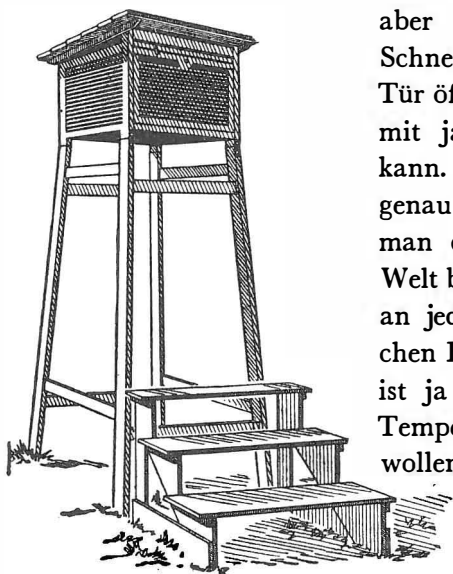
*„Einwandfreie“ Lufttemperaturen
können nur in der Wetterhütte ermittelt werden*

Nun müssen wir nur noch die eine Frage klären: Wo stellen wir unsere Thermometer am besten auf? Das ist nicht ganz so einfach, wie es euch vielleicht scheinen mag; denn was wir brauchen, ist eine Lufttemperatur, die durch keinerlei Einflüsse verfälscht sein darf! Da ist es zunächst ein großer Unterschied, ob wir ein Thermometer im Schatten aufhängen oder dem glühenden Sonnenlicht aussetzen. Wir haben zwar festgestellt, daß die Strahlen der Sonne die Luft nicht unmittelbar erwärmen – also müßte es doch eigentlich gleichgültig sein. Denkt aber einmal nach: Wenn die Sonnenstrahlen direkt auf das Thermometer fielen, würden sie auch von der Glashülle absorbiert werden und das Glas erwärmen. Das würde bedeuten, daß dem Quecksilber durch das erwärmte Glas noch eine zusätzliche Wärme zugeführt würde, und das Endergebnis wäre nie und nimmer die reine Lufttemperatur. Nur wenn man ein besonderes Thermometer benutzt, einen ‚Aßmann‘ mit einem blank polierten Metallabschirmrahmen als Strahlungsschutz, wie wir dies eingangs getan haben, kann man auch in der Sonne eine völlig strahlungsfreie Lufttemperatur erhalten. Bei diesem Thermometer, das von dem deutschen Meteorologen Aßmann konstruiert wurde, wird während der Messung dauernd neue Luft herangesaugt. Das Thermometer darf aus ähnlichen Gründen nicht zu nahe an einer Hauswand hängen; auch ist es nicht gleichgültig, wie hoch über dem Erdboden es angebracht wird und wie der Erd-

boden unter ihm beschaffen ist, ob er aus Sand oder feuchter Wiese besteht.

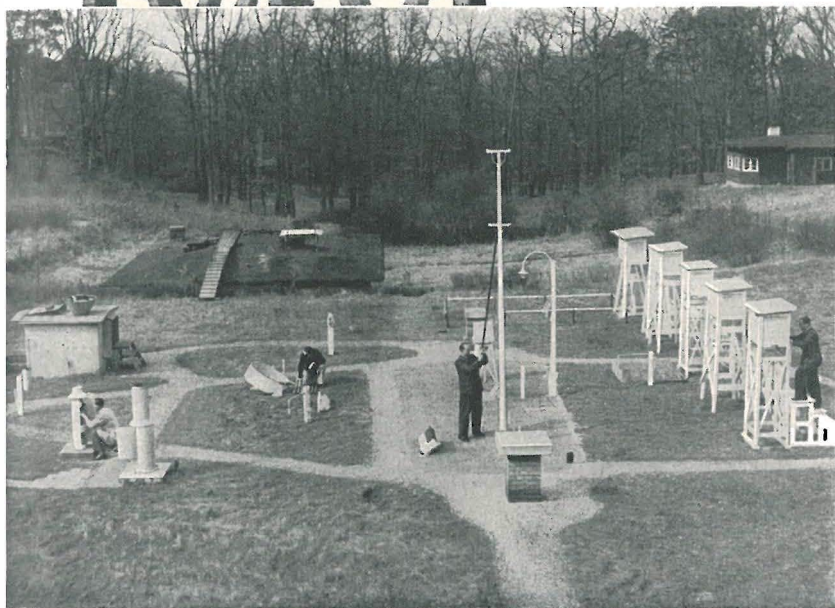
Alle diese Fehler werden durch die Benutzung einer Thermometer- oder Wetterhütte vermieden oder wenigstens weitgehend ausgeschaltet. Da drüben ist eine aufgestellt. Als erstes fällt uns auf, daß sie mit ihrem ganzen Gestell schön weiß angestrichen ist, damit die Sonnenstrahlen vom Holz so wenig wie möglich absorbiert (und in Wärme verwandelt), sondern soviel wie möglich wieder zurückgeworfen werden. Unter der Hütte ist trockener Rasen. Die Wände des Kastens bestehen aus festen Doppeljalousien, deren Holzbrettchen innen und außen nach unten geneigt sind. Die Luft kann zwar

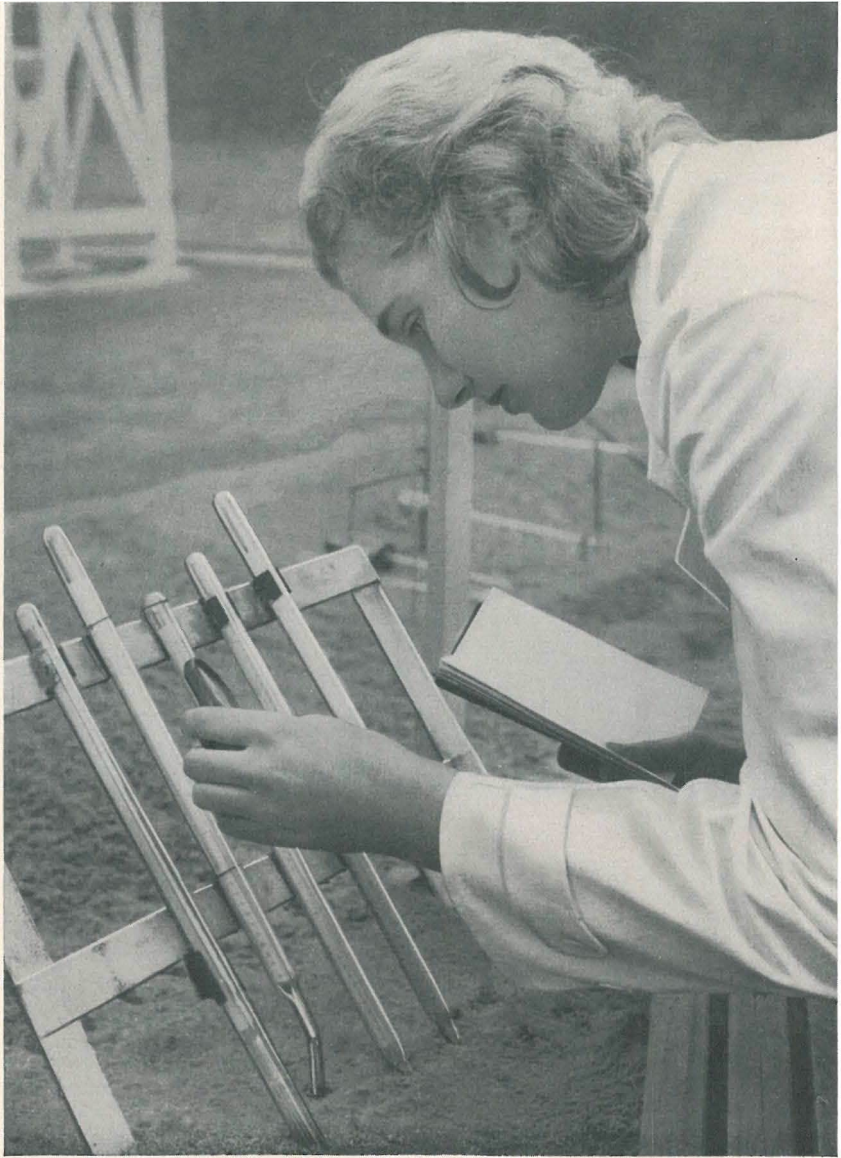
noch ungehindert eindringen – und das soll sie ja auch –, den Sonnenstrahlen aber sowie dem Regen oder dem Schnee ist der Zutritt verwehrt. Die Tür öffnet sich genau nach Norden, damit ja kein Sonnenstrahl einfallen kann. Die Thermometer befinden sich genau 2 m über dem Erdboden. Da man diese Richtlinien in der ganzen Welt befolgt, werden die Temperaturen an jeder Wetterwarte unter den gleichen Bedingungen abgelesen. Und das ist ja auch der Zweck, weil wir die Temperaturen miteinander vergleichen wollen.





Blick in ein
Wetterhäuschen
auf der Beobachtungswiese
des Wetterdienstes
in Potsdam





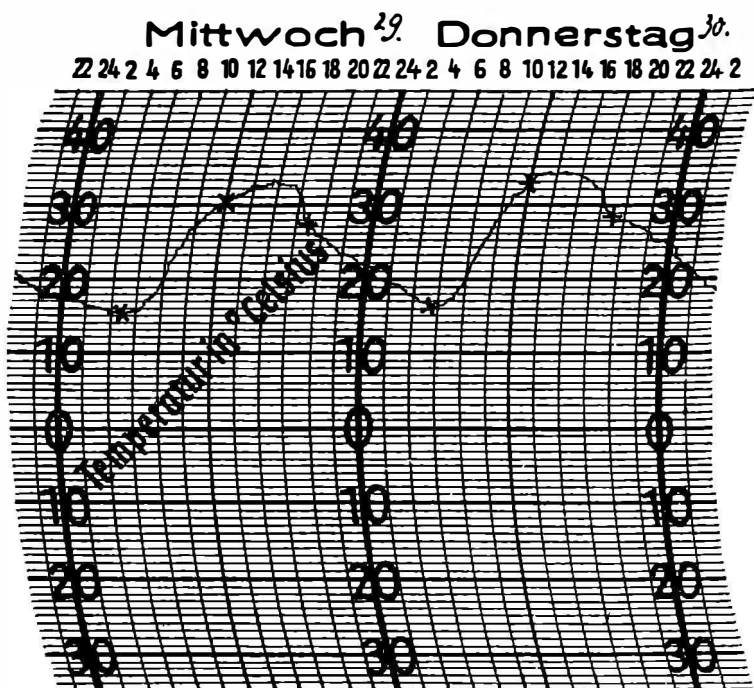
Messung der Bodentemperaturen in 2 bis 20 cm Tiefe

III

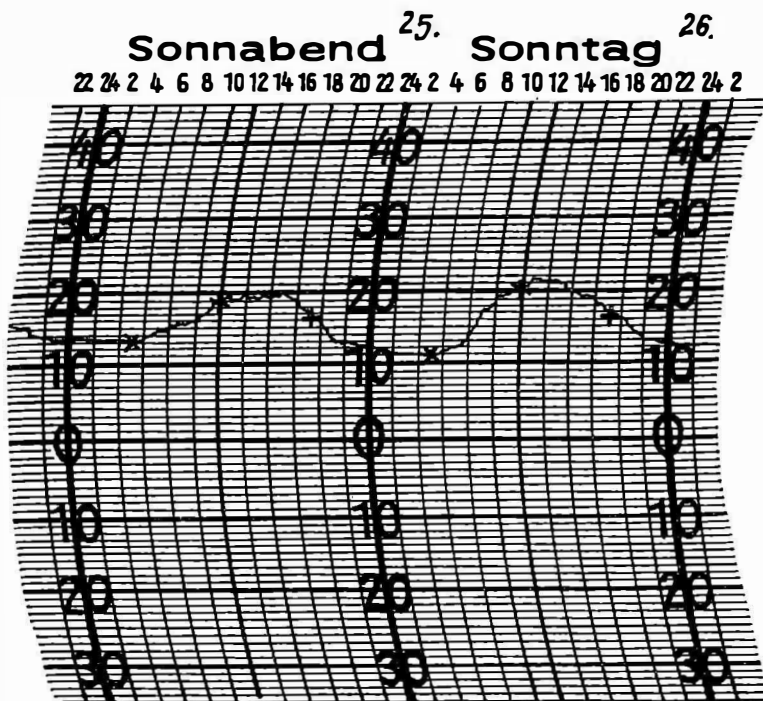
Das habt ihr bestimmt nicht erwartet, daß über die Lufttemperatur soviel erzählt werden kann! Und dabei sind wir noch gar nicht am Ende. Zuerst fragten wir uns, wie es überhaupt zugeht, daß sich unsere Luft erwärmt; als zweites haben wir gesehen, wie man die Luftwärme mißt; als drittes und letztes wollen wir noch untersuchen, wie sich die Temperaturen im Laufe eines Tages verändern.

Mittags ist es gar nicht am wärmsten

Aus den vielen Temperaturkurven, die uns der Thermograph aufgeschrieben hat, suchen wir uns die vom 29. 8. heraus. Das war ein richtiger wolkenloser Sommertag, an dem von früh bis abends ununterbrochen die Sonne geschienen hat. Wie ein Berg sieht die Kurve aus, mit einem steilen Aufstieg und einem steilen Abfall. Mit drei Kreuzen markieren wir drei wichtige Punkte auf ihr: den Sonnenaufgang 05.16 Uhr, den Sonnenhöchststand 12 Uhr und den Sonnenuntergang 19.05 Uhr. Zu unserer großen Überraschung stellen wir fest, daß es mittags 12 Uhr gar nicht am heißesten gewesen ist, sondern erst zwei bis drei Stunden später, und daß wir die tiefste Temperatur nicht während der Nacht antreffen, sondern im Sommer 15 Minuten nach Sonnenaufgang, im Winter in unseren Gegenden etwas vor Sonnenaufgang. Mittags steht die Sonne am höchsten, da müßte es doch auch



um 12 Uhr am wärmsten sein! Wir alle, die wir jetzt über die Erwärmung der Luft Bescheid wissen, können den Widerspruch mit Leichtigkeit erklären: Die Sonne erwärmt ja gar nicht die Luft, sondern den Erdboden, und bevor dieser die Sonnenstrahlen in Wärme umgesetzt und die Luft von unten her angeheizt hat, vergeht einige Zeit. Ähnlich, nur entgegengesetzt, liegen die Dinge während der Nachtstunden. Die Physiker haben festgestellt, daß ein Körper, der Wärmestrahlen absorbieren kann, in der Lage ist, Wärmestrahlen auch wieder abzugeben, solange er wärmer ist als seine Umgebung.

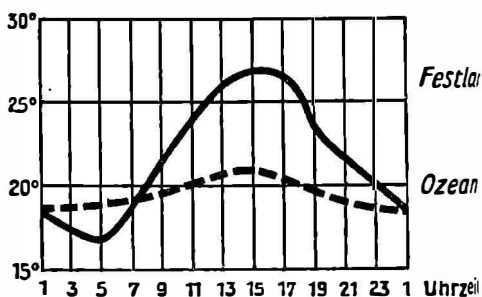


Diesen wichtigen Vorgang nennen wir Ausstrahlung. Was hat das aber mit unseren Nachttemperaturen zu tun? Bereits im Laufe des Nachmittags verliert die Sonneneinstrahlung wesentlich an Stärke (Verringerung des Einfallswinkels!), so daß die Erwärmung des Erdbodens zurückgehen muß und als weitere Folge die Erwärmung der Luft. Nachts hört die Einstrahlung überhaupt auf, der Erdboden strahlt nur noch aus! Da es sich, wir betonen es nochmals, um Wärmestrahlen handelt, wird die Luft von ihnen in keiner Weise beeinflusst, die Strahlen gehen vielmehr in den Weltenraum hinaus und

sind für unsere Erde verloren. Durch die Ausstrahlung kühlt sich der Erdboden immer mehr ab, die ganze Nacht hindurch geht das so bis zum Morgen, und das Ergebnis sind die immer weiter absinkenden Lufttemperaturen. Erst von Sonnenaufgang an wird neue Wärme zugeführt, aber die Sonne braucht einige Minuten, um den Boden so anzuheizen, daß sich die Luft merklich an ihm erwärmen kann. Dann beginnen die Temperaturen endlich wieder anzusteigen.

Die zweite Kurve sieht etwas anders aus. Sie wurde an einem Tage aufgezeichnet, an dem die Sonne überhaupt nicht scheinen konnte, weil der Himmel gleichmäßig mit dicken Wolken bedeckt war: auch hier ein Temperaturanstieg mit einem Maximum und ein Temperaturabfall mit einem Minimum, beide aber wesentlich flacher als am Sonnentag, weil die Wolkenschicht tagsüber einen großen Teil der Einstrahlung nicht durchgelassen hat und nachts die Ausstrahlung, also die Abkühlung, verhinderte.

Auch über dem Ozean ist der tägliche Temperaturgang viel ausgeglichener. Was sich schnell und stark erwärmt – erinnert euch an den Wüstensand der Sahara –, kühlt sich auch schnell wieder ab; was sich hingegen nur langsam erwärmt, wie zum Beispiel das ‚träge‘ Wasser, gibt seine Wärme nur langsam wieder ab, es speichert sie auf. Der Unterschied zwischen dem täglichen Maximum und Minimum wird also über ausgedehnten Wasserflächen bei weitem nicht so groß sein wie über den Kontinenten.



Die Sache mit dem Mond...

Wie oft hört man die Meinung aussprechen und hartnäckig verteidigen: Zunehmender Mond – zunehmende Kälte! Was sagen die Meteorologen dazu, die der Sache ohne Vorurteil nachgegangen sind?

Bei wolkenlosem Himmel strahlt die Erde aus, die Luft kühlt sich ab; und wenn wir nach einer Versammlung, einem Kino- oder Theaterbesuch oder aus sonst welchen Gründen spät abends nach Hause gehen, empfinden wir die nächtliche Kühle recht eindringlich, besonders gegen den Winter zu, wo es an sich schon kälter ist. Da die Wolken fehlen, können wir den funkelnden Sternenhimmel bewundern und an ihm – den zunehmenden Mond. Ein zunehmender Mond *muß* aber immer am Abendhimmel stehen, den abnehmenden würden wir nur frühmorgens sehen. Die beiden Erscheinungen: Strahlungskälte und zunehmenden Mond, bringen nun viele Leute in ursächlichen Zusammenhang. Der Mond soll es sein, der die nächtliche Kälte bedingt.

Ist der Himmel bedeckt und deswegen die Ausstrahlung verhindert, fällt es keinem Menschen ein, vom zunehmenden Mond eine zunehmende Kälte zu fordern, weil ihn da niemand sieht! Und ist die Nacht kalt, der Mond aber, da er abnimmt, nur in der zweiten Nachthälfte sichtbar, fällt es wiederum niemandem ein, an den Mond zu denken, weil man in der zweiten Nachthälfte für gewöhnlich schläft.

So verhält sich die Sache mit dem Mond. Die Meteorologen haben an Hand langer Beobachtungsreihen, die sich über viele

Jahrzehnte hinweg erstrecken, festgestellt, daß sich die Kälte überhaupt nicht nach dem Monde richtet. Sie nimmt zu und ab – mit Mond und ohne Mond.

*Sommer- und Wintertemperaturen
über Kontinenten und Meeren*

Um einen Tag mit einem anderen zu vergleichen, rechnen wir uns die durchschnittliche oder mittlere Temperatur aus. Wir könnten das vielleicht so machen, daß wir zu jeder Stunde an das Thermometer gehen, die abgelesenen Grade zusammenzählen und dann durch 24 teilen. Damit würden wir tatsächlich zum Ziel kommen, nur haben wir ein solch umständliches Verfahren gar nicht nötig. Die Erfahrung hat gelehrt, daß wir für diesen Zweck mit nur drei Ablesungen auskommen, früh 7 Uhr, mittags 14 Uhr und abends 21 Uhr. Diese drei Werte zählen wir zusammen und den von 21 Uhr noch einmal dazu, teilen dann durch 4, und fertig sind wir. Diese Ausrechnung trifft fast genau das Temperaturmittel des ganzen Tages. Aus den Tagesmitteln können wir die Monatsmittel und die Jahresmittel errechnen.

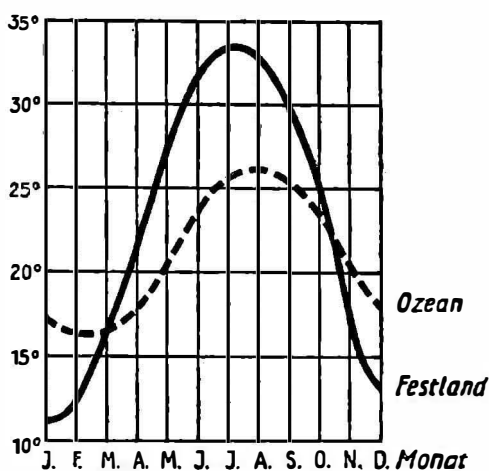
Auf dieser Tafel sind die Mitteltemperaturen der einzelnen Monate für ein ganzes Jahr eingetragen und durch eine Linie miteinander verbunden. Dadurch ist eine Kurve entstanden, die uns den Jahresgang der Lufttemperatur angibt. Auch hier

finden wir den heißesten Monat nicht etwa zur Zeit des Sonnenhöchststandes, sondern erst einige Wochen später, und der Sonnentiefststand liegt ebenfalls einige Zeit vor dem kältesten Monat. Außer den uns schon bekannten Gründen wird diese Verschiebung wesentlich dadurch beeinflußt, daß im Frühjahr durch das Schmelzen des Eises viel Sonnenwärme verbraucht wird, daß es also nur langsam warm werden kann. Bis weit in den Herbst und Winter hinein gibt das Wasser, bevor es gefriert, seine aufgespeicherte Wärme nur nach und nach ab.

Vergleichen wir nun noch die Festlandskurve mit der Meereskurve! Beide ähneln weitgehend dem Tagesverlauf: steiler Auf- und Abstieg über dem Festland, ausgeglichen und flach über dem Ozean. Im Sommer erhitzen sich die ausgedehnten Landmassen mehr als die großen Wasserflächen; die Luft über den Kontinenten, die Kontinentalluft, wird wärmer als die Meeresluft.

Im Winter hingegen überwiegt auf dem Lande, im ganzen gesehen, die Ausstrahlung die Einstrahlung, und die Luft kühlt sich hier mehr ab als dort. –

Mit diesen Feststellungen über die Lufttemperatur haben wir im wesentlichen alles zusammengetragen, was wir später zum Verständnis des Wetters



brauchen werden. Und jetzt wollen wir erst einmal eine kleine Pause einschieben, um dann mit frischen Kräften an das nächste ‚Instrument im Wetterkonzert‘ heranzugehen, an den Luftdruck!“

,

Aus dem Gruppenprotokoll

I. Die Sonneneinstrahlung erwärmt den Erdboden (durch Wärmestrahlung), dieser die Luft (durch Strömung). Einfallswinkel und Sonnenscheindauer bestimmen die Wärmemenge.

Die Wirkung der Erwärmung „von unten her“ reicht bis zu einer Höhe von etwa 11 km. Dadurch Einteilung der Atmosphäre in Troposphäre und Stratosphäre.

II. „Wärme“ wird von uns sehr ungenau als heiß, warm oder kalt empfunden. „Temperatur“ gibt einen bestimmten Grad des Wärmezustandes an. Messung der Temperatur durch Thermometer. Gefrierpunkt, Siedepunkt. 100°-Einteilung nach Celsius. Andere Einteilungen von Réaumur und Fahrenheit.

Das gebräuchlichste Thermometer ist das Quecksilberthermometer. Für Messung der Extremtemperaturen Maximum- und Minimumthermometer. Thermograph schreibt die Temperaturen selbsttätig auf.

In der Wetterhütte zeigen die Thermometer eine völlig strahlungsfreie Lufttemperatur in 2 m Höhe über dem Erdboden an.

- III. Temperaturverlauf an einem sommerlichen Sonnentag; tiefste Temperatur im Sommer bei Sonnenaufgang, im Winter in unserer Gegend etwas vor Sonnenaufgang, höchste 2 bis 3 Stunden nach dem Sonnenhöchststand. Nächtliche Ausstrahlung erniedrigt zuerst die Temperatur des Erdbodens, dann kühlt sich die Luft an ihm ab. Bei bedecktem Himmel und über dem Ozean ist die Tageskurve wesentlich flacher. Im Sommer ist Kontinentalluft wärmer als Meeresluft, im Winter umgekehrt.

Das Rückgrat des Wetters — Der Luftdruck

Die Gruppe war wieder in das Beobachtungszimmer zurückgegangen, „aus Gründen der Anschauung“, wie sich Herr Müller ausgedrückt hatte. Denn die Instrumente, an denen der Luftdruck abgelesen wird, können nicht so ohne weiteres hierhin und dorthin mitgenommen werden. Sie sind sehr empfindlich und arbeiten so genau, daß selbst der geringste Luftzug die Ablesung verfälscht.

„Ich bin etwas in Verlegenheit“, begann Herr Müller. „Ich kann euch den Luftdruck weder zeigen noch bildlich darstellen, ihr könnt ihn nicht sehen, hören oder fühlen. Ob etwas warm oder kalt ist, stellt man leicht fest, ihr braucht es nur anzufassen. Den Luftdruck jedoch können wir nicht mit der Hand angreifen, können wir nicht erleben! Was machen wir da bloß?

Da gibt es nur einen Weg. Wir müssen versuchen, den Luftdruck zu begreifen — mit Hilfe unseres Verstandes! Als euch der Meteorologe sagte, daß alles auf der Erde ein Gewicht habe, auch die Luft, habt ihr ihm das geglaubt, wie man es vertrauenswürdigen Menschen gegenüber zu tun pflegt. Überzeugt seid ihr aber nicht gewesen, konntet es auch gar nicht sein. Die Luft soll ein Gewicht haben? Wenn ich ein Buch, ein Taschenmesser oder sonst etwas auf die Hand lege, braucht mir niemand mehr etwas zu erzählen. Aber die Luft? Ja, ich weiß nicht...

*Vom „horror vacui“, einer Bergbesteigung,
zwei Halbkugeln und vierundzwanzig Pferden*

Drei berühmte Forscher sind es vor allem gewesen, deren Namen mit der Erforschung des Luftdrucks verbunden sind: der Italiener Torricelli, der Franzose Pascal und der Deutsche Otto von Guericke. Die Experimente, die sie ausgeführt haben, werden euch beweisen, daß die ‚Luft‘ tatsächlich ‚drückt‘.

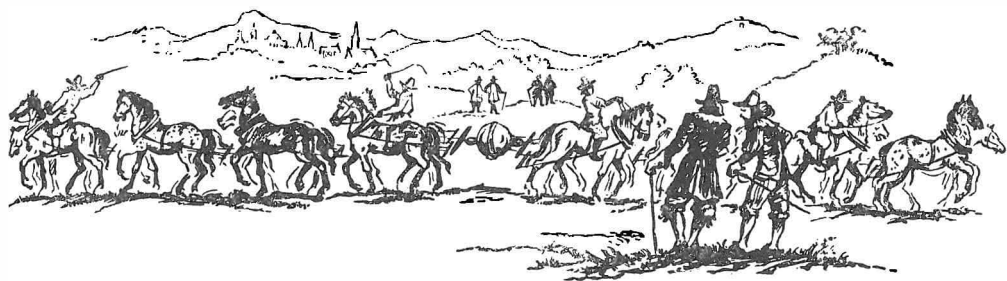
Evangelista Torricelli (1608 bis 1647) war einer der jüngsten Lieblingsschüler des großen Galilei, den bis zu seinem Tode die Frage beschäftigt hat, ob es vollkommen leere Räume geben könne. Mit den anderen Physikern seiner Zeit vertrat er die Meinung, daß die Natur einen ‚Schrecken vor leeren Räumen‘ hätte, einen ‚horror vacui‘, wie es auf lateinisch heißt, und stützte sich dabei auf Versuche mit Wasser, das er mit der Saugpumpe nur bis zu einer Höhe von etwa 10 m ansaugen konnte, dann riß die Wassersäule jedesmal wieder ab. Diese Versuche seines Meisters wiederholte Torricelli und wollte ausprobieren, ob sich andere Flüssigkeiten auch so verhalten wie Wasser. Er füllte im Jahre 1643 eine lange Röhre, die an einem Ende zugeschmolzen war, vollständig mit Quecksilber und stellte sie umgekehrt in ein weites, ebenfalls mit Quecksilber gefülltes Gefäß. Die Quecksilbersäule sank zwar sofort herab, blieb aber, wie in zeitgenössischen Berichten zu lesen ist, in einer Höhe von 28 Zoll stehen. Über dem Quecksilber war ein leerer Raum entstanden, der heute noch zu Ehren Torricellis die ‚Torricellische Leere‘ heißt. Wenn auch damit

das Prinzip des Barometers schon gefunden war und Torricelli einen Zusammenhang zwischen der Höhe der Quecksilbersäule und dem Luftdruck vermutete, so hat er doch der ganzen Angelegenheit keine weitere Aufmerksamkeit mehr schenken können, weil er frühzeitig starb.

Blaise Pascal (1623 bis 1662) griff die Vermutung Torricellis auf, daß die Höhe der Quecksilbersäule vom Luftdruck abhängig sein könnte, und fügte selbst die zweite Annahme hinzu, daß der Luftdruck in den höheren Schichten der Atmosphäre geringer sein müsse als an der Erdoberfläche. Ob das wohl so stimmen würde, wie er es sich ausgedacht hatte? Durch ein groß angelegtes Experiment wollte er die Probe aufs Exempel machen. Am 19. September 1648 ließ er seinen Schwager den Puy de Dôme, einen 1465 m hohen Berg in Südfrankreich, mit einem Barometer besteigen, während er selbst mit einem gleichen Barometer am Fuße des Berges zurückblieb. Die Vergleiche ergaben, daß die Quecksilbersäule tatsächlich mit zunehmender Bergeshöhe ständig abgesunken war. Fürwahr eine glänzende Bestätigung seiner Vermutung!

Otto von Guericke (1602 bis 1686) wird uns als kühner und bedeutender Experimentator geschildert. Er war von 1646 bis 1681 Bürgermeister von Magdeburg und viel auf Reisen gewesen. In der Zeit aber, die er für seine wissenschaftliche Betätigung aufwenden konnte, hat er ein besonderes Geschick zu physikalischen Versuchen bewiesen.

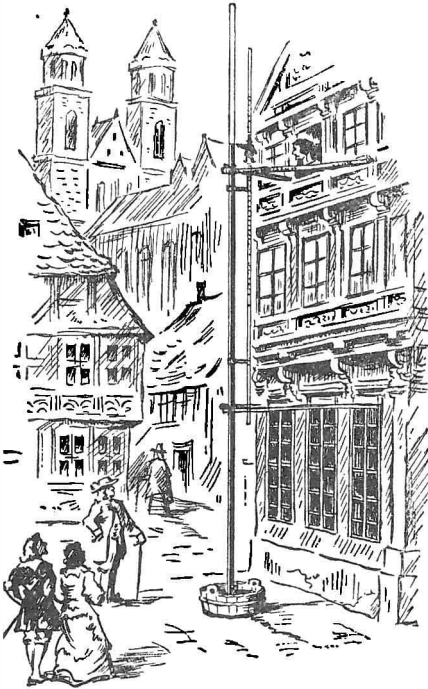
Als er seine Versuche und Untersuchungen über den Luftdruck begann, wußte er nichts von den Arbeiten Galileis und Torricellis. Neben der Erfindung der Luftpumpe hat ihn sein Experiment berühmt gemacht, das er mit den sogenannten Magdeburger Halbkugeln auf dem Reichstage zu Regensburg



am 8. Mai 1654 ausführte. Aus zwei großen kupfernen Halbkugeln, die mit ihren Rändern genau aufeinanderpaßten und mit einem Lederring gut abgedichtet waren, pumpte er mit seiner Luftpumpe die Luft heraus. Danach vermochten selbst 16 angespannte Pferde die Kugeln nicht auseinanderzureißen. Zwei größere Halbkugeln konnten sogar von 24 Pferden nicht getrennt werden. Durch dieses Experiment hat Guericke mit großer Klugheit und überzeugender Deutlichkeit die ungeheure Größe und Kraft des Luftdrucks bewiesen.

Ein kleines Holzmännchen steht auf Sturm

Das Barometer, das sich Otto von Guericke baute, war ein großes und unhandliches Instrument. Er stellte an der Wand seines Hauses eine bis zum oberen Stockwerk reichende Messingröhre mit Wasser auf, an deren oberem Ende ein luftleeres Glasgefäß befestigt war. Der untere Teil stand ebenfalls in einem Gefäß mit Wasser. Um prüfen zu können, ob die



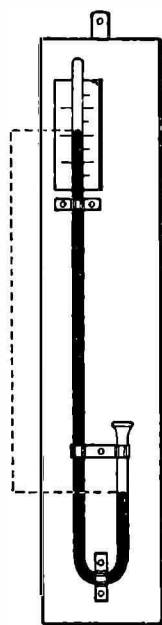
Wassersäule immer die gleiche Höhe habe, brachte er neben dem Glasgefäß einen Maßstab und an diesem ein aus Holz geschnittes Männchen an, dessen ausgestreckter Finger auf das Ende der Wassersäule zeigte. Glasgefäß und Maßstab befanden sich dicht neben einem Fenster, so daß er bequem beobachten konnte. Er hatte bald herausgefunden, daß sich die Höhe der Wassersäule veränderte, und in richtiger Erkenntnis brachte er dieses Steigen und Fallen mit dem Luftdruck in Verbindung. Ihm wurde dabei immer klarer, daß zwischen der Änderung des Luftdrucks und dem Wechsel des Wetters ein

Zusammenhang bestehen müsse, und fortgesetzte Beobachtungen versetzten ihn in die Lage, aus dem Steigen und Fallen seines Barometers das Wetter im voraus zu bestimmen. So kündigte er am 9. Dezember 1660, weil die Wassersäule sehr stark gefallen war, einen gewaltigen Sturm an, der auch richtig wenige Stunden später losbrach. Demnach ist Otto von Guericke eigentlich der erste Meteorologe gewesen, der eine wissenschaftlich begründete Wettervorhersage ausgegeben hat.

Den Luftdruck lesen wir am Barometer ab

Drei berühmte Forscher haben wesentlich dazu beigetragen, das Barometer zu entwickeln. Im Laufe der vergangenen dreihundert Jahre ist es immer wieder verbessert worden, so daß wir heute ein Instrument besitzen, das nahezu fehlerfrei arbeitet. Sehen wir es uns einmal genauer an!

In seiner einfachsten Form, die uns aber den anschaulichsten Eindruck vermittelt, besteht es aus einem U-förmig gebogenen und mit Quecksilber gefüllten Glasrohr, dessen langer Schenkel geschlossen, dessen kurzer hingegen offen ist. Über dem Quecksilber in dem langen

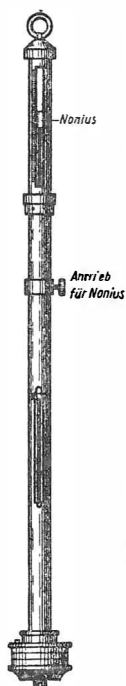


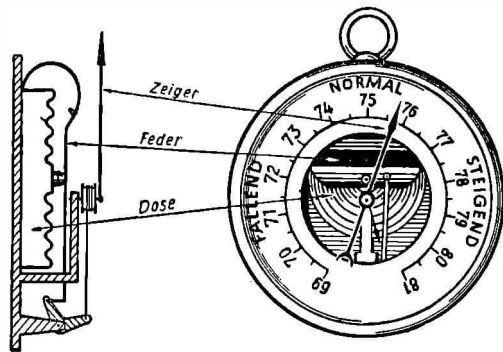
Schenkel befindet sich ein luftleerer Raum, die Torricellische Leere. Hier kann also die Luft keinen Druck auf das Quecksilber ausüben, wohl aber drückt sie auf das Quecksilber im kurzen Schenkel. Und der Druck ist so stark, daß das Quecksilber in dem langen Schenkel etwa 760 mm höher steht als in dem kurzen.

Wir wollen uns das noch auf andere Weise verständlich machen. Jede Tafelwaage befindet sich erst dann im Gleichgewicht, wenn auf beiden Schalen das gleiche Gewicht aufliegt. Ebenso ist in einem U-förmig gebogenen Glasrohr, das an *beiden* Seiten offen ist, die Flüssigkeitsmenge ohne weiteres im Gleichgewicht; sie steht in jedem Schenkel gleich hoch, denn auf beiden Oberflächen ruht derselbe Luftdruck. Wenn wir aber jetzt den einen Schenkel verschließen und aus dem entstandenen Hohlraum die Luft entfernen, dann drückt die Luft nur noch auf die Flüssigkeitsmenge in dem unverschlossenen Schenkel: Sie drückt die Flüssigkeit nieder und in den verschlossenen Schenkel hinein, und zwar in solcher Menge, wie sie selbst im Gleichgewicht hält. Damit ist eindeutig bewiesen, daß die Luft auf ihre Unterlage einen Druck ausübt und ein Gewicht haben muß.

Unser Stationsbarometer, das wir im Wetterdienst fast ausschließlich verwenden, arbeitet im wesentlichen nicht anders; nur steht der lange Schenkel in einem Gefäß mit Quecksilber, auf das die Luft ebenso drücken kann wie im unverschlossenen kurzen Schenkel. Am oberen Ende der Quecksilbersäule ist eine Zentimeterskala angebracht, und eine zusätzliche Ablesevorrichtung, ein Nonius, ermöglicht uns die Ablesung bis auf eine Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ mm.

Im Wetterdienst der ganzen Welt wird heute jedoch mit einem neuen Luftdruckmaß, dem Millibar(mb), gearbeitet. Die Ein-

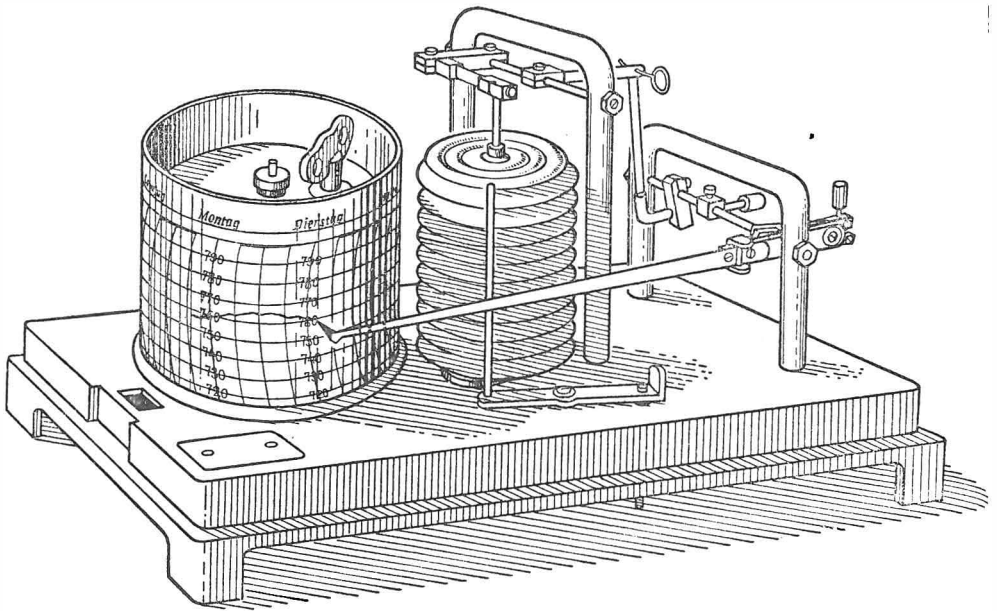




führung geschah aus rein wissenschaftlichen Erwägungen. Es wurde von dem hervorragenden norwegischen Meteorologen Bjerknes, von dem wir später noch einmal sprechen werden, vorgeschlagen und festgesetzt. 760 mm am Barometer entsprechen auf dem 45. Breitengrad 1013 mb, 1 mb ist also mit einer sehr geringen Abweichung gleich $\frac{3}{4}$ mm. Abgelesen wird der Luftdruck an der Quecksilbersäule von uns immer noch nach Millimeter; bevor wir aber die Wettermeldung weitergeben, rechnen wir an Hand einer Tabelle in Millibar um.

Neben dem Quecksilberbarometer gibt es noch das Dosen- oder Aneroidbarometer, das 1847 von L. Vidi erfunden wurde. Viele werden es von zu Hause her kennen. Sein Hauptteil ist eine nahezu luftleere Metalldose aus dünnem, gewelltem Blech, die unter den Luftdruckänderungen zusammengedrückt wird oder sich ausdehnt. Diese Bewegung wird auf einen Zeiger übertragen, wobei man sich aber bewußt bleiben muß, daß hier nicht eigentlich unmittelbar der Luftdruck gemessen wird, sondern daß nur Druckunterschiede angezeigt werden. Die Werte auf dem ‚Zifferblatt‘ müssen von einem normalen Quecksilberbarometer übernommen werden.

Wie wir für die selbsttätige Registrierung der Lufttemperatur



den Thermographen kennengelernt haben, so benutzen wir für die Registrierung des Luftdrucks einen ganz ähnlichen Apparat, den Barographen. Er besteht aus einem System von mehreren, meist bis zu zehn übereinandergesetzten Vididosen, deren Veränderungen sich ergänzen und den Ausschlag vergrößern. Von innen her wird der Dosensatz durch eine Spiralfeder auseinandergehalten. Der durch die Luftdruckschwankungen hervorgerufene Ausschlag wird auf einen Hebel übertragen und in derselben Weise wie beim Thermographen auf einen Streifen geschrieben.

Luft kann man auch wiegen!

5 1/2 Zentner drücken allein auf deinen Kopf

Jetzt zweifelt ihr bestimmt nicht mehr daran, daß die Luft tatsächlich ein Gewicht hat, obwohl ihr die Luft weder sehen noch fühlen könnt. Da sie auf ihre Unterlage drückt, muß es wohl so sein; euer eigenes Denken kann euch gar keinen anderen Ausweg mehr lassen.“

„Das sehe ich jetzt ein“, sagte Hans. „Aber dann müßte man die Luft doch eigentlich auch wiegen können! Hat das die Wissenschaft fertiggebracht?“

„Aber natürlich! Man hat ein geschlossenes Gefäß, meinetwegen einen Glasballon, erst mit Luft und dann ohne Luft gewogen. Dabei hat man gefunden, daß 1 Liter Luft 1,293 g wiegt. Dieser Wert gilt allerdings nur für eine Luft auf dem 45. Breitengrad bei einer Temperatur von 0° und in Meereshöhe.

Warum müssen wohl diese vielen Einschränkungen gemacht werden?

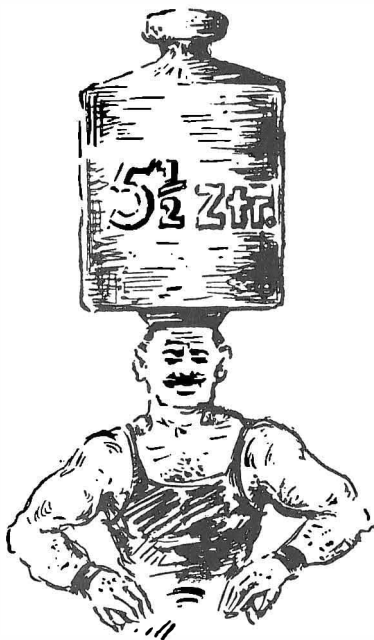
Wie ihr aus der Erdkunde wißt, besitzt die Erde nicht ganz die Gestalt einer Kugel. An den Polen ist sie abgeplattet; man ist dort dem Erdmittelpunkt um 21 1/2 km näher als am Äquator. Das übt einen Einfluß auf die Anziehungskraft aus, so daß ein Körper am Pol schwerer ist als am Äquator. Für 1 kg beträgt der Gewichtsunterschied ungefähr 5 g. Deswegen stimmt das Luftgewicht von 1,293 g für 1 Liter nur am 45. Breitengrad.

Weiter ist euch bekannt, daß Kälte zusammenzieht und

Wärme ausdehnt. Mit der Temperatur ändert sich die Dichte. Deswegen wiegt 1 Liter Luft nur bei 0° genau 1,293 g.

Warum aber die Einschränkung in Meereshöhe? Bei diesem Punkte müssen wir etwas weiter ausholen. Wie wir beim Quecksilberbarometer festgestellt haben, hält der Druck der Luft eine Quecksilbersäule von etwa 760 mm im Gleichgewicht, und zwar übt diesen Druck die ganze Luftsäule aus, die über dem offenen Schenkel des Barometers ruht und bis an die Grenze der Atmosphäre reicht. Hat die Glasröhre einen Querschnitt von 1 cm², so enthält die Quecksilbersäule 76 cm³. Jedes Kubikzentimeter Quecksilber wiegt 13,6 g, die ganze Säule also 1033,6 g. Die Luftsäule muß demnach über einem Quadratzentimeter ebensoviel wiegen, also auch 1033,6 g oder rund 1 kg, und diesen Druck nennt man kurz eine Atmosphäre. Auf jedem Quadratmeter Erdoberfläche lastet also ein Gewicht von 10336 kg (1033,6 g mal 10000), und da die Erdoberfläche im ganzen rund 500 Billionen = 500 000 000 000 000 m² groß ist, beträgt das Gesamtgewicht der Atmosphäre rund 5,2 Trillionen = 5 200 000 000 000 000 kg. Ein hübsches Gewicht, nicht wahr?

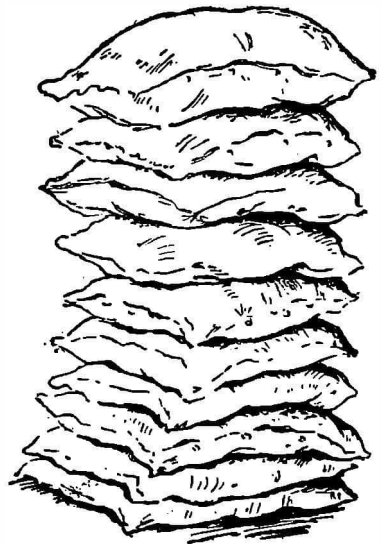
Da wir uns unter diesen großen Zahlen nicht allzuviel vorstellen können, wollen wir eine andere Rechnung aufmachen. Unsere Schädeloberfläche umfaßt etwa 270 cm². Auf jedem Quadratzentimeter ruht 1 kg. Wir tragen also auf unserem Kopfe ein Gewicht von rund 270 kg = 5½ Zentner mit herum. Wie ist das bloß möglich, werdet ihr einwenden, wir merken doch gar nichts davon! Die Antwort ist sehr einfach. Unser ganzer Körper mit seinen Knochen, Geweben, Gefäßen und Hohlräumen ist von Kindheit an so darauf eingestellt, daß



wir ein Verschwinden dieser Last gar nicht aushielten. Uns würde es dann genau wie den Tiefseefischen ergehen, deren Körperbau dem ungeheuren Wasserdruck angepaßt ist. Werden sie plötzlich aus dem Wasser herausgenommen, so platzen sie auseinander! Manche Menschen reagieren schon auf ganz geringe Luftdruckänderungen. Sie bekommen Kopfschmerzen und sind bei ihrer Arbeit stark behindert.

Gase haben immer das Bestreben, sich auszudehnen. Denken wir wieder an unser Liter Luft, das am

Meeresspiegel 1,293 g wiegt, und drücken uns diesmal nur andersherum aus: Ein „Luftpaket“ von 1,293 g nimmt am Meeresspiegel den Rauminhalt von 1 Liter ein. Alle auf ihm liegenden Luftpakete drücken es auf diese Ausdehnung zusammen. Das darüberliegende Luftpaket braucht schon ein Luftpaket weniger zu tragen, es kann sich um eine Kleinigkeit auflockern und nimmt einen etwas größeren Raum ein, das nächste ebenso und so fort. Das ist wie bei einer Reihe aufgestapelter Kopfkissen, die für unseren Vergleich alle gleich groß und mit genau derselben Anzahl Federn gefüllt sein



müssen. Das unterste wird am meisten zusammengedrückt; die Federn sind eng aneinandergepreßt, während nach oben zu für jedes Kopfkissen das auf ihm ruhende Gewicht abnimmt und die Federn sich in dem Kissenbezug immer mehr ausbreiten können. Genau so geht es auch unseren Luftpaketen: Die unteren haben eine viel größere Dichte, nach oben zu nimmt sie ab. 1 Liter Luft kann tatsächlich nur in Meereshöhe 1,293 g wiegen!

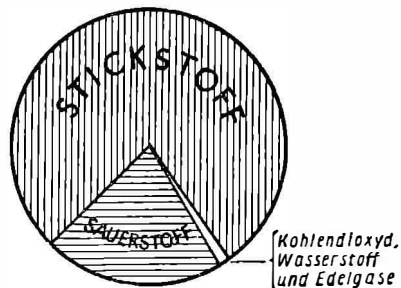
Von der Luftkrankheit – Luft ist nicht einfach Luft...

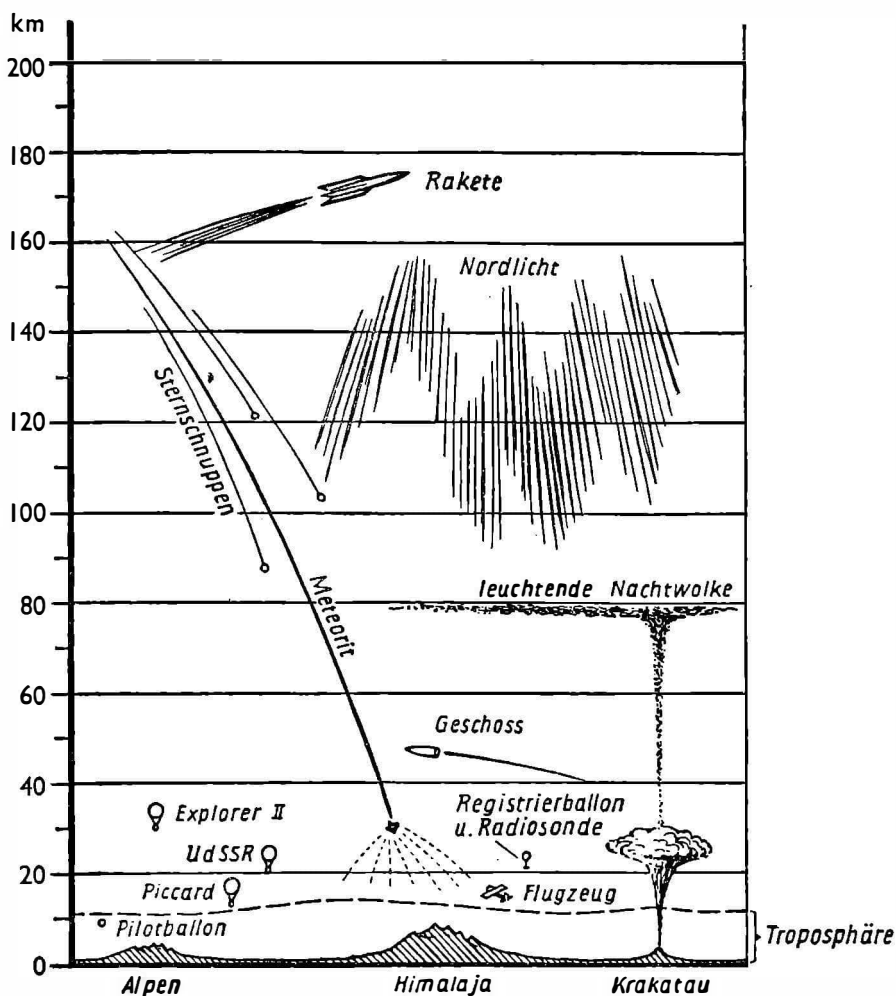
Schon Pascal hatte die Abnahme des Luftdruckes in der Höhe durch den Aufstieg auf den Puy de Dôme bewiesen. Als Otto von Guericke das Experiment am Brocken wiederholen wollte, hatte er das Mißgeschick, daß alle seine Instrumente auf dem Transport zerbrachen. Seitdem sind sehr genaue Messungen vorgenommen worden, und diese haben ergeben, daß in den unteren Luftschichten (bis ungefähr 1000 m Höhe) das Barometer bei einem Aufstieg von 11 m zu 11 m jedesmal um 1 mm fällt. Diesen Wert nennt man die Barometrische Höhenstufe. In 3000 m Höhe hat der Luftdruck zum Beispiel für einen bestimmten Ort schon bis auf 505 mm, in 5500 m bis auf 380 mm und in 10000 m bis auf 176 mm abgenommen; in 15 km Höhe ist er auf 90 mm, in 40 km gar auf 1,8 mm gesunken. Wir sehen, daß die Abnahme ziemlich schnell erfolgt, und wir glauben gern, daß man da oben luftkrank werden muß. Schon

bei Besteigungen sehr hoher Berge hat der Mensch Beschwerden. Nasenbluten stellt sich ein, Schwindelanfälle treten auf, Arme und Beine gehorchen nicht mehr, weil die Gelenke zu schlottern beginnen.

Für die Luftkrankheit ist die Luftdruckabnahme nicht die alleinige Ursache. Einen wesentlichen Anteil hat auch der Sauerstoffmangel. Das bedeutet

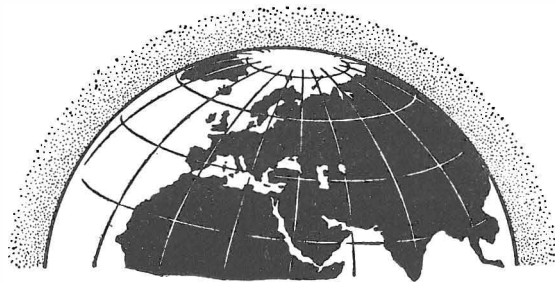
aber nicht, daß sich etwa die Zusammensetzung der Luft ändert. Wie ihr wißt, ist die trockene Luft ein Gasgemisch, das zu 78,09 % aus Stickstoff und zu 20,95 % aus Sauerstoff besteht. Die restlichen 0,96 % verteilen sich auf das Edelgas Argon (0,93 %), auf Kohlensäure, genauer Kohlendioxyd (0,03 %), dazu in Spuren noch auf Neon, Helium, Wasserstoff, Ozon und einige Edelgase. Früher nahm man allerdings an, daß sich die Luft nach oben zu entmische, daß sich die schwereren Gase am Boden befänden, die leichteren in der Höhe und in den höchsten Schichten sogar nur noch Helium und Wasserstoff. Für die Troposphäre trifft das auf keinen Fall zu; infolge der dauernden Luftbewegung findet hier eine gründliche Durchmischung statt. Auch für die Stratosphäre haben die neuesten Forschungseinwandfrei nachgewiesen, daß ihr Gas-





gemisch noch bis in größere Höhen dem am Boden gleich ist. Beobachtungen an Sternschnuppen und Polarlichtern, an Schallwellen und elektrischen Wellen, um nur die wichtigsten zu nennen, lassen daran gar keinen Zweifel. Wenn mit zu-

nehmender Höhe ein Gas, zum Beispiel der Sauerstoff, an Menge abnimmt, dann heißt das noch lange nicht, daß es wegen seiner Schwere in Erdbodennähe bleibt, sondern das Gasgemisch als Ganzes wird dünner. Bereits in 5000 bis 6000 m Höhe macht uns die Sauerstoffnot schwer zu schaffen, und über 8000 m vermag in freier Atmosphäre ein Mensch kaum noch zu leben. Durch die eben genannten Beobachtungen mußten die Meteorologen auch ihre Auffassungen über die Gesamthöhe der Atmosphäre berichtigen. Während früher die Grenze schon bei etwa 300 bis 400 km Höhe angenommen wurde, hat man heute einsehen müssen, daß sogar noch in 1000 km Höhe Luft vorhanden ist, wenn auch in sehr verdünntem Zustande. 1000 km – das klingt ganz gewaltig. Im Verhältnis zur Größe der Erdkugel ist es aber gar nicht so bedeutend. Unsere Erde hat am Äquator einen Durchmesser von 12 755 km, am Pol von 12 712 km. Wenn wir sie verkleinert aufzeichnen und 1 cm für 1000 km nehmen (die Abplattung können wir dabei vollständig vernachlässigen), dann ergibt das einen Kreis von 12,7 cm Durchmesser. Ein weiterer Kreis im Abstand von 1 cm veranschaulicht die Grenze der Atmosphäre. In dieser Zeichnung kann die Troposphäre mit ihrer Ausdehnung von 11 km kaum sichtbar gemacht werden. Sie würde der Erdoberfläche in einer Stärke von nur $\frac{1}{10}$ mm aufliegen. So fein könnten wir gar nicht zeichnen, der Strich allein wäre breiter.



Der Luftdruck hilft uns bei der Feststellung der Wetterlage

Bisher haben wir von der Luft, ihrer Zusammensetzung, ihrer Dichte, ihrer Höhe, ihrem Druck gesprochen, als ob überall auf der Erde die gleichen Verhältnisse anzutreffen wären. Das mußten wir tun, um uns erst einmal über grundsätzliche Fragen klarzuwerden. Wir haben dabei einen wesentlichen Faktor bewußt außer acht gelassen – die Einstrahlung der Sonnenwärme! Wir wissen: Die Sonne gleicht einem Motor, der alles in Gang setzt. Sie erwärmt den Erdboden; am Erdboden erwärmt sich die Luft; die Luft dehnt sich aus; die Luft wird spezifisch leichter und steigt empor. Aber die Erdbodenfläche erwärmt sich nicht gleichmäßig, sondern ganz verschieden, je nach ihrer Beschaffenheit. Und das hat wieder zur Folge, daß auch die Luft verschieden erwärmt wird, über dem Festland anders als über Wasserflächen, am Äquator anders als am Pol, über unbebauten Wüstengebieten anders als über Kulturland. Mit der Erwärmung ändert sich die Dichte, mit der Dichte auch der Druck der Luft.

Als Otto von Guericke seinerzeit beobachtete, daß das Steigen und Fallen seines Wasserbarometers einen Wechsel des Wetters ankündigte, mag er nicht geahnt haben, welchem bedeutungsvollen Gesetz er da auf der Spur war. In der Meteorologie hat man den Luftdruck immer mehr als ein ausschlaggebendes Hilfsmittel zum Erkennen der Wetterlage schätzen gelernt. Zuerst stellt der Meteorologe, wenn er vor der frisch gezeichneten Wetterkarte sitzt, die Fronten fest (darüber später), dann aber schaut er sofort nach den Luftdruckangaben,

die von den einzelnen Wetterwarten gemeldet worden sind. Mit ihrer Hilfe macht er sich ein Bild von der Luftdruckverteilung. Vor seinem inneren Auge baut er sich die Lufthülle auf wie eine ‚atmosphärische Landschaft‘, wie ein durchsichtiges Gebirge mit Luftbergen und Lufttälern, mit dichter und dünner, mit kalter und warmer Luft. Zunächst erscheint das Gebilde noch starr und tot, denn es ist ja die Momentaufnahme der Lufthülle in einem ganz bestimmten kurzen Augenblick; aber bald beginnt es zu leben und sich zu regen, dichte Luft strömt in dünnere Luft ein, von den Luftbergen gleitet sie ab, Lufttäler füllen sich auf, kalte Luft drängt sich zu warmer Luft – in seinem Geiste rollt ein Schauspiel ab von einer unerhörten Dramatik und Spannung, nichts ruht, jedes Luftteilchen ist in Bewegung.

Mit dieser Luftbewegung wollen wir uns gleich anschließend beschäftigen!“

Aus dem Gruppenprotokoll

Quecksilberbarometer (Torricelli, Pascal, Otto von Guericke): die Luftsäule über 1 cm² hält eine Quecksilbersäule von etwa 76 cm³ im Gleichgewicht. Heute ist als Luftdruckmaß das Millibar eingeführt. 1013 mb = 760 mm, 1 mb = $\frac{3}{4}$ mm.

Dosen- oder Aneroidbarometer von Vidi. Barograph registriert den Luftdruck.

1 Liter Luft wiegt 1,293 g (45. Breitengrad, 0°, Meereshöhe).
Druck der Luft auf 1 cm² = 1033,6 g ~ 1 kg = 1 Atmosphäre.

Abnahme des Luftdrucks und der Luftdichte in der Höhe.
Luftkrankheit. In den unteren Luftschichten fällt das Barometer bei einem Aufstieg von jeweils 11 m um 1 mm: Barometrische Höhenstufe.

Luft ist ein Gasgemisch von 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff und 1% Kohlendioxyd, Wasserstoff und Edelgasen. Zusammensetzung ändert sich bis in größere Höhen nicht. Obere Grenze der Atmosphäre bei etwa 1000 km.

Der Wind bringt das Wetter mit – Die Luftbewegung

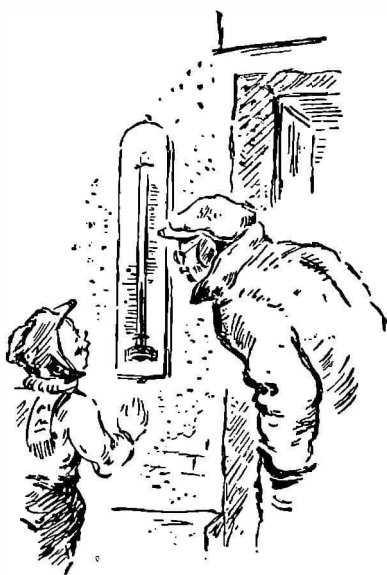
Und Stürme brausen um die Wette,
vom Meer aufs Land, vom Land aufs Meer,
und bilden wütend eine Kette
der tiefsten Wirkung ringsumher.

Aus Goethes „Faust“

Wind aus Ost – Wind aus West

„Könnt ihr euch noch an den schweren Winter von 1946 auf 1947 erinnern? An den Winter mit der furchtbaren, lang anhaltenden Kälte? Mitte Dezember schlug das Wetter um, die Windfahne drehte auf Ost, das Thermometer sank unter Null

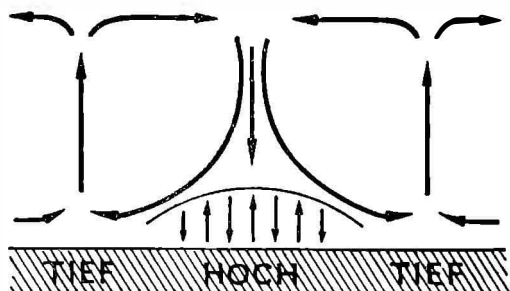
und immer weiter auf -5° , -10° , -15° . „Herrliches Ferienwetter!“ jubelten die Kinder. „Hoffentlich dauert es nicht zu lange!“ sorgten sich die Großen... Weihnachten ging vorüber, die Kälte blieb! Der Januar kam, die Kälte blieb. Der Februar kam, aber die Kälte blieb! Unentwegt stand das Thermometer auf -13° . Und immer noch zeigte die Windfahne unverändert nach Ost. Auf den Feldern lag kein



Schnee, der Wind war trocken und eisig, die Saaten winternten aus. Und der März kam, aber die Kälte blieb. Da endlich! Mitte März! Der Wind drehte auf West, zögernd zuerst, doch er blieb, die Kälte ließ nach, die Menschen atmeten auf...

Wind ist Luft in Bewegung, bewegte Luft, wie die meteorologische Erklärung lautet, und da wir die Windrichtung nach der Himmelsgegend angeben, aus welcher der Wind weht, bedeutet Ostwind, daß die Luft aus den östlich von uns gelegenen Ländern zu uns herströmt. Er bringt uns im Winter immer strengen Frost mit, im Sommer dagegen große Hitze und Trockenheit. Die Westwinde aber streichen über riesige Wasserflächen hinweg, die im Winter ihre Wärme langsam abgeben und denen außerdem durch den warmen Golfstrom noch eine zusätzliche Wärme zugeführt wird; im Sommer verursachen sie das naßkalte, meist regnerisch-windige Wetter, das uns schon oft die Ferien- und Urlaubstage verdorben hat.

*Vom Hoch zum Tief –
und warum Großvater zankt*



Wir treffen hier wieder auf den großen Gegensatz zwischen den ausgedehnten Landmassen und den großen Ozeanen, die sich der Sonneneinstrahlung gegenüber so verschieden verhalten. Im Winter geht über den Kontinenten die Ausstrahlung rascher vor sich, der Erdboden kühlt aus. Die Luft wird immer kälter, dichter und spezifisch schwerer, sie sinkt ab und übt einen größeren Druck auf die Erdoberfläche aus, das Barometer steigt: Es bildet sich ein riesengroßes Gebiet mit hohem Luftdruck, ein *Hochdruckgebiet*. Über dem Ozean finden wir das genaue Gegenteil. Das Wasser gibt seine Wärme an die unteren Luftschichten ab, die sich auflockern, spezifisch leichter werden und aufsteigen. Die Luft im ganzen wird über dem Ozean viel dünner, sie drückt weniger stark, das Barometer fällt, es entwickelt sich ein Gebiet niederen Druckes, ein *Tiefdruckgebiet*.

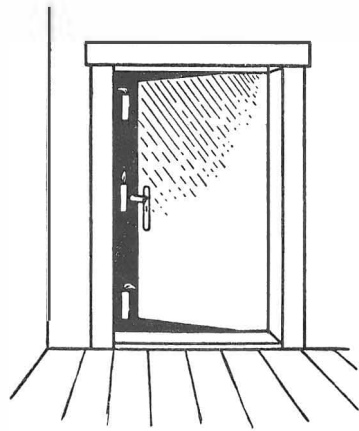
Diese beiden Gebiete sind aber nicht voneinander abgegrenzt, etwa durch einen sauberen Strich wie auf der Karte, sondern stehen in ständiger Wechselwirkung zueinander. Aus dem

Hochdruckgebiet wird die absinkende Luft von der nachdrückenden Luft nach allen Seiten gleichsam hinausgequetscht und von den benachbarten Tiefdruckgebieten angesaugt, weil sich dort die Luft ausgedehnt hat und aufsteigt. Am Erdboden strömt die Luft vom Hoch ins Tief, vom Kalten zum Warmen. ($H \rightarrow T$, $K \rightarrow W$. Merkt euch als Gedächtnisstütze, daß die Buchstaben in der Reihenfolge des ABC stehen!) In der Höhe, an der Troposphärengrenze, weht der Wind in entgegengesetzter Richtung. Die aufsteigende Luft über dem Tief fließt nach allen Seiten ab und in das Hoch hinein mit seiner absinkenden Luft. Dieser geschlossene Kreislauf dauert so lange, bis ihn mächtigere Einflüsse stören und unterbrechen.

Übrigens können wir den Bodenwind vom Kalten zum Warmen und den entgegengesetzten in der Höhe sehr einfach in unserer Wohnung herstellen und nachprüfen. Wir brauchen nur zwischen einem geheizten und einem ungeheizten Zimmer die Verbindungstür zu öffnen, und schon wird der Großvater, der am Tisch seine Zeitung liest, ärgerlich rufen: „Junge, mach bloß schnell die Tür zu, es zieht kalt an die Füße!“ Und halten wir an die Türschwelle eine brennende Kerze, so wird die Flamme von der einströmenden kalten Luft in das Zimmer hereingedrückt, weil dieses von warmer, dünner Luft erfüllt ist, während sie in der oberen Hälfte der Tür von



der ausströmenden warmen Luft aus der Stube hinausgezogen wird. Mit Leichtigkeit können wir auch die Grenze zwischen den beiden Strömungen finden, das heißt also die Stelle, wo praktisch Windstille herrscht.



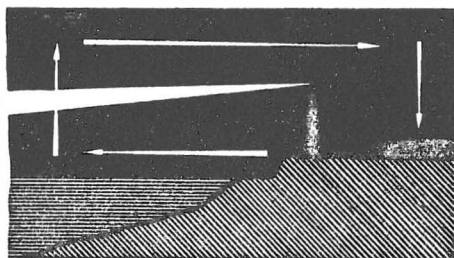
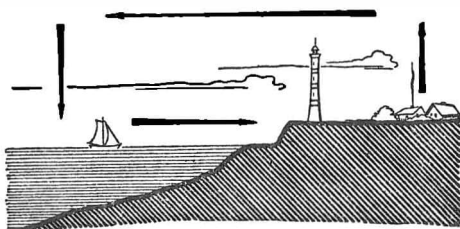
Monsun heißt Jahreszeit – der „Doktor“ in den Tropen

Wie ein ständiges Ein- und Ausatmen ist das sommerliche Ansaugen und winterliche Abströmen der Luftmassen über großen Landgebieten. In Ostasien zum Beispiel wehen diese Winde mit einer Regelmäßigkeit, daß sich die Menschen in all ihrem Tun genauestens danach richten können. Im Sommer ist es in den Wüsten und Steppen Innerasiens sehr heiß, heißer als über dem Indischen Ozean, so daß der Wind aus südwestlicher Richtung als Südwest-Monsun landeinwärts weht. Im Winter ist es dagegen in Innerasien sehr kalt, über dem Indischen Ozean noch sehr warm. Der Wind kommt daher aus Nordosten und heißt Nordost-Monsun. Die Araber nannten diese Winde Mausim (das bedeutet soviel wie Jahreszeit, weil jede Jahreszeit den ihr eigentümlichen Wind aufweist), die Malaien Musin, die Europäer *Monsun*.

Andere Monsungebiete finden wir in Australien, in West- und Ostafrika, in Amerika (Texas) und am Kaspischen Meer. In diesen Gebieten hat sich das gesamte pflanzliche, tierische und menschliche Leben auf diese Jahreszeitenwinde eingestellt.

Wer seine Sommerferien schon einmal an der See verlebt hat, wird sich gewundert haben, mit welcher Regelmäßigkeit bei Schönwetter während des Tages die Seewinde (von der See zum Land) und nachts die Landwinde (vom Land zur See) wehen. Im Grunde genommen haben sie die gleichen Ursachen wie die soeben besprochenen, nur ist ihre Ausdehnung wesentlich geringer, sie haben lediglich eine eng begrenzte, örtliche Bedeutung für die Küstengebiete. In den Tropen kann der Seewind sehr kräftig sein und wirkt dann so erfrischend und gesund, daß er hier und da geradezu ‚der Doktor‘ genannt wird.

Aber auch manchen größeren



Binnenseen drücken diese Art Winde ihren Stempel auf. Oft erhalten sie deswegen einen besonderen Namen, wie zum Beispiel die Ora am Gardasee. Wenn wir das italienische Wort ora richtig mit Stunde ausdeuten, so will man wohl darauf hinweisen, daß sich hier der Wind regelmäßig und pünktlich zu einer bestimmten Stunde einstellt.

Ein Luftpaket geht auf die Reise – polwärts...

Aber noch eins müssen wir uns in diesem Zusammenhang klarmachen. Das ist die Ablenkung der Winde. Es ist nicht so, daß die Winde geradlinig aus dem Hoch herauswehen und geradlinig in das Tief hinein. Sie beschreiben einen Bogen, und zwar werden sie auf der nördlichen Halbkugel immer nach rechts, auf der südlichen aber immer nach links abgelenkt. Warum dies so ist, wollen wir jetzt untersuchen. Ihr müßt dabei aber gut aufpassen, es ist nicht so leicht zu begreifen.

Wir gehen von den beiden Tatsachen aus, daß die Erde eine Kugel ist und sich um ihre eigene Achse von West nach Ost dreht. Alles, was sich in unmittelbarer Nähe des Äquators befindet, legt in 24 Stunden einen Weg von 40000 km zurück, weil der Äquator diesen Umfang hat und die Erde sich an einem Tage einmal um sich selbst dreht, in einer einzigen Stunde also 1650 km. Der 30. Breitenkreis hat nur noch einen Kreisumfang von rund 34640 km, die Geschwindigkeit geht

damit auf etwa 1400 Stundenkilometer zurück. Wandern wir noch weiter nach Norden (oder auf der Südhalbkugel nach Süden), dann verringern sich die Umfänge der Breitenkreise immer mehr, der des 60. zum Beispiel auf 20000 km mit der zugehörigen Stundengeschwindigkeit von nur noch rund 830 km, und nach den Polen zu nehmen die Zahlen dann ziemlich rasch ab.

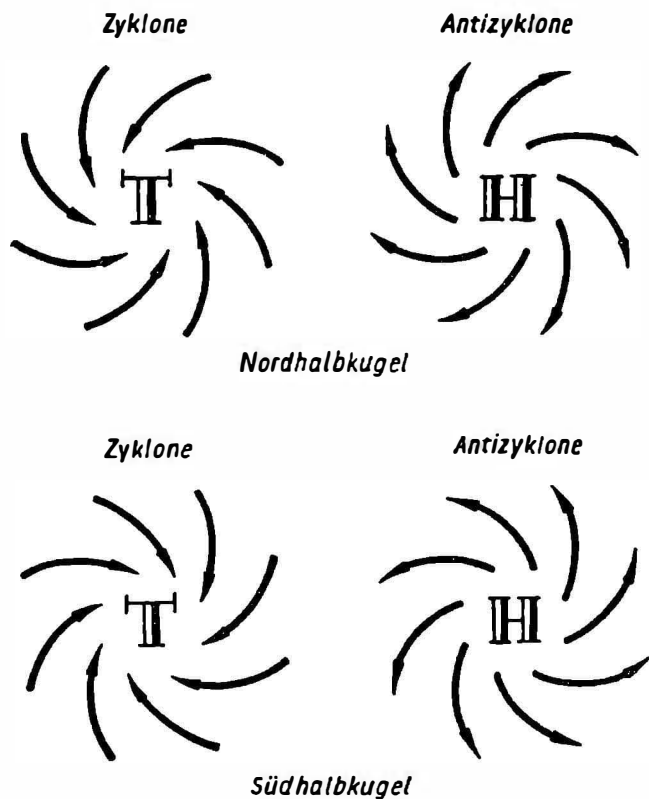
Was wird nun mit einem Luftpaket geschehen, das sich auf der nördlichen Halbkugel nach Norden zu, also polwärts, in Bewegung setzt? Erstens: Es besitzt eine ganz bestimmte West-Ost-Reisegeschwindigkeit, die es durch die Erdumdrehung erhalten hat. Zweitens: Es kommt bald in Gebiete höherer Breite, wo die Breitenkreise einen geringeren Umfang und die Dinge auf ihnen eine langsamere Reisegeschwindigkeit besitzen. Drittens: Alle Körper verbleiben in dem Zustand, in dem sie sich gerade befinden. Sind sie in Ruhe, beharren sie in ihrer Ruhe; sind sie in Bewegung, behalten sie diese geradlinige Bewegung bei. Sie sind gleichsam zu träge, ihren Ruhe- oder Bewegungszustand zu verändern, solange sich die auf sie einwirkenden Kräfte nicht ändern. Das ist ein wichtiges physikalisches Gesetz, das wir das Trägheitsgesetz nennen. Auch für unser Luftpaket gilt dieses Gesetz. Es behält seine eigene größere West-Ost-Reisegeschwindigkeit bei, und zwar mit dem Erfolg, daß es in seiner neuen Umgebung schneller von West nach Ost dahinfliegt als die Luftpakete, die es antrifft. Es fliegt ihnen ein Stück voraus, oder, mit anderen Worten, es scheint nach rechts abgelenkt worden zu sein. Viertens: Je länger seine nach Norden gerichtete Reise ungestört anhält, um so größer wird die Ablenkung; der zurückgelegte Weg bildet demnach eine nach rechts gebogene Kurve.

... und äquatorwärts

Wie verhält sich aber ein Luftpaket, das vom Pol aus, also äquatorwärts, in Bewegung gesetzt wird? Erstens: Es bekommt eine ganz bestimmte, diesmal aber eine geringe West-Ost-Reisegeschwindigkeit mit auf den Weg. Zweitens: Es kommt bald in Gebiete niederer Breite, wo die Breitenkreise einen größeren Umfang und die Dinge auf ihnen eine größere Eigengeschwindigkeit besitzen. Drittens: Unser Luftpaket behält auf Grund des Trägheitsgesetzes seine geringere West-Ost-Reisegeschwindigkeit bei, und zwar mit dem Erfolg, daß es in seiner neuen Umgebung langsamer von West nach Ost fliegt als die Luftpakete, die es antrifft. Es bleibt auf seinem Wege zurück, oder, mit anderen Worten, es scheint nach rechts (in der Flugrichtung gesehen!) abgelenkt zu werden. Viertens: Je länger seine nach Süden (äquatorwärts) gerichtete Reise ungestört anhält, um so größer wird die Ablenkung; der zurückgelegte Weg bildet also auch hier eine nach rechts gebogene Kurve.

Jetzt versteht ihr, was wir vorhin behauptet haben. Auf der nördlichen Halbkugel wird jeder Wind nach rechts abgelenkt, und zwar derart, daß er das Tiefdruckgebiet in spiralförmigen Bahnen gegen den Uhrzeigersinn umkreist. Diese zyklonale Luftbewegung hat dem Tief auch seinen Fachausdruck gegeben: die *Zyklone*. (Der Ausdruck Zyklone ist abgeleitet von dem griechischen Wort *kyklos* = Kreis.)

Beim Hoch ist alles entgegengesetzt. Die Winde wehen in spiralförmigen Bahnen im Uhrzeigersinn aus ihm heraus:



Seine Luftbewegung wird deswegen antizyklonal genannt, das Hoch selbst eine *Antizyklone*. Auf der südlichen Halbkugel erfolgt die Ablenkung nach links, auch bei den Zyklonen und Antizyklonen liegen die Verhältnisse genau umgekehrt; den Beweis hierfür könnt ihr allein finden.

Aus der Windrichtung kann jeder selbst die Lage des Tiefdruckgebietes oder des Hochdruckgebietes bestimmen, das

sein Gebiet gerade beeinflußt. Wendet man dem Wind den Rücken zu, so liegt das Tief links etwas vor uns, das Hoch rechts etwas hinter uns. Das ist – knapp ausgedrückt – der wesentliche Inhalt des berühmten Barischen Windgesetzes von dem holländischen Meteorologen Buys-Ballot, der es 1857 aufstellte.

Von Passaten und Wüsten

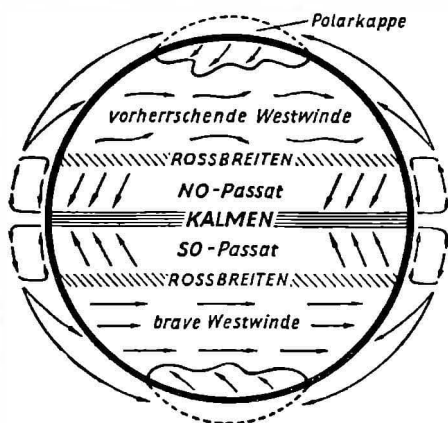
Zyklonen und Antizyklonen mit ihren verschiedenen Windsystemen beherrschen in ihrem häufigen Wechsel wesentlich das Wetter in unseren Breiten zwischen dem 40. und 60. Grad. Südlich und nördlich davon ist das Wetter viel stetiger. Das soll aber nicht heißen, daß es dort gleichförmiger wäre, nein, es ist in seinem Wechsel nur regelmäßiger als bei uns. Das hat seine Ursache in der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre, die dort nicht so leicht gestört werden kann.

In der Äquatorgegend steht das ganze Jahr hindurch die Sonne fast senkrecht, wodurch die Erdoberfläche so stark erwärmt wird wie nirgends auf unserer Erde. Die überhitzten unteren Luftmassen werden ausgedehnt und steigen schnell hoch. Diese aufsteigenden Luftbewegungen verursachen heftige und ergiebige Regenfälle, die für die Tropen so bezeichnend sind. (Daß aufsteigende Luft Niederschläge auslöst, absinkende aber

trocken wirkt, müssen wir einmal vorwegnehmen, bevor wir von der Luftfeuchtigkeit gesprochen haben. Wir werden es später ausführlich begründen.) Um die ganze Erde herum zieht sich deswegen am Äquator ein Gürtel üppigsten Pflanzenwuchses, der tropische Regenwald.

Die aufsteigende Luft fließt an der Troposphärengrenze nach Norden und Süden hin ab, wird aber auf ihrem Weg bald abgelenkt, wie wir das schon kennengelernt haben. Auf der nördlichen Halbkugel wird aus dem ursprünglichen Südwind ein Südwestwind, der sich schließlich nach und nach zu einem reinen Westwind entwickelt. Diese Entwicklung ist etwa auf dem 30. Breitengrad abgeschlossen. Infolge der Kugelgestalt der Erde muß sich dort die Luft anstauen, weil nicht mehr soviel Raum wie am Äquator vorhanden ist; außerdem hat sich die Luft schon merklich abgekühlt, so daß sie nun wieder in die Tiefe absinkt. Absinkende Luft aber ist trocken, wir deuteten es schon an. Wir finden daher in diesen Breiten rings um die Erde einen Streifen mit ausgesprochenen Wüstenmerkmalen.

Aus diesem Hochdruckgürtel heraus bewegt sich die abgesunkene Luft auf der nördlichen Halbkugel nach Süden und ersetzt die am Äquator aufgestiegene Luft. Es entsteht somit in diesen Gebieten ein ununterbrochener Kreislauf. Auch diese südwärts gerichtete Luftbewegung unterliegt den Ablenkungsgesetzen, so daß aus der reinen Nordrichtung bald eine



nordöstliche wird. Diese Winde, auf der nördlichen Halbkugel Nordost-Passat und auf der südlichen Südost-Passat genannt, wehen auf den Meeren jahraus, jahrein in gleicher Richtung und mit fast unveränderter Stärke, weswegen sie von den Seefahrern gern aufgesucht und für ihre Überfahrten ausgenützt wurden. Besonders zu den Zeiten der Segelschiffahrt war dies der Fall. Der Ausdruck Passat stammt auch von den spanischen Seefahrern und heißt nichts anderes als Überfahrt. Die dem Passat entgegengesetzte Luftströmung in der Höhe nennt man einfach Gegenpassat oder Antipassat.

Die Pferde von Bord!

Der schmale Gürtel zwischen dem Nordost-Passat auf der nördlichen Halbkugel und dem Südost-Passat auf der südlichen Halbkugel heißt der Kalmengürtel des Äquators, weil hier fast immer Windstille herrscht (von dem lateinischen Wort *calmus* = ruhig, still). Die Luft steigt nur aufwärts, eine waagerechte Luftbewegung, die wir allein als Wind empfinden, kommt nicht zustande. Ebenso sind die Gebiete des hohen Luftdrucks an der Nord- und Südgrenze der Passate durch größere Ruhe ausgezeichnet. Man bezeichnet sie gern als Roßbreiten oder auch als Kalmen der Wendekreise. Der erste, etwas seltsame Name erinnert an die Seefahrer, die häufig von den neuenglischen Staaten im Osten Nordamerikas

nach Westindien unterwegs waren und Deckladungen von Pferden an Bord hatten. In diesen Kalmenregionen wurden sie oft so lange aufgehalten, daß sie wegen Süßwassermangels einen großen Teil der Pferde ins Meer werfen mußten.

Die „braven Westwinde“

Den beiden Polen sitzt eine Kappe sehr kalter Polarluft auf, die bei ihrem Abfließen nach niederen Breiten infolge der Ablenkung als Ostwind auftritt. Ihr Einfluß erstreckt sich etwa bis zum 65. und 60. Breitengrad. Zwischen den Roßbreiten und der Polarluft finden wir eine Zone, in der die polwärts gerichteten Luftströme zu Westwinden abgelenkt werden. Auf der Südhalbkugel, wo sich in dieser Zone kaum größere Landmassen ausbreiten, zeichnen sie sich durch eine große Regelmäßigkeit aus. Die Seefahrer haben ihnen daher den Namen ‚brave Westwinde‘ gegeben. Auf der nördlichen Halbkugel hingegen stellen sich den Westwinden große Kontinente entgegen. Die dadurch hervorgerufenen Störungen werden zusätzlich noch durch häufig einbrechende Kaltluftmassen von den Polen her verstärkt. Es ist wirklich leicht einzusehen, daß unsere Meteorologen in diesem Gebiet, in dem nur die Unregelmäßigkeiten regelmäßig auftreten, einen schweren Stand haben und ihr ganzes Wissen und Können zusammennehmen müssen, um die Fortentwicklung des Wetters richtig abzuschätzen und zu erkennen. •

Es gibt noch eine Reihe von Winden, die wir unter der Bezeichnung lokale Winde zusammenfassen. Auch sie werden in erster Linie durch Luftdruckgegensätze ausgelöst, erhalten aber ihre entscheidenden Merkmale durch zwei andere Weterenelemente, durch ihre Temperatur und ihre Feuchtigkeit. Der Föhn ist ein warmer, äußerst trockener Fallwind, der namentlich im nordöstlichen Teil der Schweiz auftritt. Er entsteht, wenn sich nördlich der Alpen ein Gebiet niedrigsten Luftdrucks ausgebildet hat, das über die Alpenkette hinweg von Süden her Luft mit großer Kraft ansaugt. Diese muß über dem Gebirge ihre Feuchtigkeit abgeben und stürzt nun als trockene Luft in die nördlichen Täler hinab, sich dabei noch mehr erwärmend. Wärme und Trockenheit sind die beiden charakteristischen Eigenschaften des Föhns. Im Frühjahr nennen ihn deswegen die Älpler den Schneefresser, im Herbst den Traubenkocher. Als Schirokko wird ein feuchtwarmer, sehr erschlaffender Wind an der Adria und in Italien bezeichnet. Der Schirokko Siziliens, ebenfalls ein heißer, aber sehr trockener Wind, führt so viel Staub mit, daß er die Sonnenstrahlen kaum durchläßt und eine große Ermattung bei Mensch und Tier bewirkt. Der Samum in der Sahara, bei bleifarbigem Himmel äußerst staubig, trocken und heiß, kann unter Umständen die von ihm überraschten Menschen und Tiere in kurzer Zeit töten; der Harmattan, ein mit Staub beladener Wüstenwind, richtet an der Westküste Afrikas als heißer scharfer Ostwind ebensolchen Schaden an. Die Men-

schen der Sowjetunion kennen die Suchowej, die heißen Trockenwinde der Südukraine, und in Sibirien Buran und Purga, die etwa dem Blizzard entsprechen.

Die Bora fällt als kalter Nordost-Sturm vom stark abgekühlten Karst nach dem adriatischen Meer herab, wenn südlich davon ein Tief liegt. Er weht dabei so heftig, daß er oft das Landen der Schiffe und das Gehen auf den Straßen unmöglich macht. Der Mistral im Rhonetal Südfrankreichs und in den Küstengebieten von Genua bis Barcelona ist der Bora ähnlich. Der Blizzard und die Northers rasen als eisige Stürme über die weiten Ebenen Nordamerikas und führen innerhalb weniger Stunden Temperaturstürze von 20 bis 30° herbei; der Barber im Golf von St. Lorenz weht so scharf, daß er fast die Haut vom Gesicht reißt (barbiert); der Pampero, ein Südwest-Sturm in den Pampas Argentinien, vermag die Temperatur an einem einzigen Tage gleichfalls um mehr als 20° herabzudrücken.

Erwähnen wollen wir noch die Wirbelstürme der Tropen, weil ihr in Reiseberichten vielleicht von ihnen gelesen habt. Sie jagen mit unheimlicher Heftigkeit und Geschwindigkeit über Meere und Land, auf ihrer Sturmbahn alles unter sich vernichtend. In Westindien sind es die Hurrikane, in den ostasiatischen Gewässern die Taifune, im Indischen Ozean die Zyklone. (Das Barometrische Tief wird die Zyklone genannt, der tropische Wirbelsturm der Zyklon!) Durch den Zyklon von Kalkutta am 5. Oktober 1864 sind Sturmfluten von mehr als 6 m Höhe über das Land hereingebrochen und haben 48635 Menschen den Tod gebracht, und im November 1876 sind durch einen Zyklon, der im Mündungsgebiet des Ganges wütete, in wenigen Stunden 215000 Menschen ums

Leben gekommen. Durch Wirbelstürme kleineren Durchmessers entstehen die Sand- und Wasserhosen oder Tromben, im Mississippigebiet unter dem Namen Tornado bekannt. Ihre zerstörende Gewalt ist ungeheuer groß.

Tiervater Brehm berichtet von einem Samum

Schon mehrere Tage vorher ahnt der Wüstenbewohner diesen furchtbaren Wind. Die Temperatur der Luft wird im höchsten Grade lästig, sie ist schwül und abspannend wie vor einem Gewitter. Der Horizont ist mit einem leichten, rötlich oder blau erscheinenden Dunst wie überhaucht – es ist der in der Atmosphäre kreisende Wüstensand; aber noch bemerkt man keinen Hauch des Windes. Die Kamele jedoch fühlen seine Nähe wohl. Sie werden unruhig und ängstlich, wollen nicht mehr in gewohnter Weise gehen und drängen aus dem Zuge heraus. Die Karawane setzt ihre Reise mit ängstlicher Eile fort, solange es gehen will, solange nicht Mensch und Tier vor allzu großer Ermüdung zusammenbrechen, solange noch ein Sternlein am Himmel flimmert, dem Karawanenführer zum Merkmal. Aber auch dieser letzte Stern verschwindet, und ein dicker, trockener, undurchsichtiger Nebel bedeckt die Ebene.

Die Nacht vergeht, die Sonne steigt im Osten auf, aber niemand kann sie sehen. Der Nebel ist dichter geworden, die

stark gerötete Luft nimmt allgemach eine graue, düstere Färbung an. Es herrscht fast Dämmerung. Das Auge durchdringt den Dunstschleier kaum hundert Fuß weit. Der Tageszeit nach muß es Mittag sein. Da erhebt sich ein leiser, glühender Wind aus Süden oder Südwesten. Stärkere Stöße folgen, abgerissen, einzeln. Jetzt braust der Wind, zum Orkan gesteigert, daher; hoch auf wirbelt der Sand, dicke Wolken verdunkeln die Luft. Die Karawane muß lagern. Den Hals platt auf den Boden gestreckt, schnaubend und stöhnend, legen sich die Kamele nieder; man hört die unruhigen, unregelmäßigen Atemzüge der geängstigten Tiere. Eilig bauen die Araber alle Wasserschläuche an der windgeschützten Seite eines Kameles auf einen Haufen, um ihre der trocknenden Luft ausgesetzte Oberfläche zu verringern. Sie selbst hüllen sich in ihre Tücher so dicht wie möglich ein und suchen hinter Kisten oder Warenballen ebenfalls Schutz.

Die Karawane liegt totenstill. In den Lüften rast der Orkan. Es kracht und stöhnt, die Bretter der Kisten zerspringen mit gewaltigem Knallen. Der Staub dringt durch alle Öffnungen,



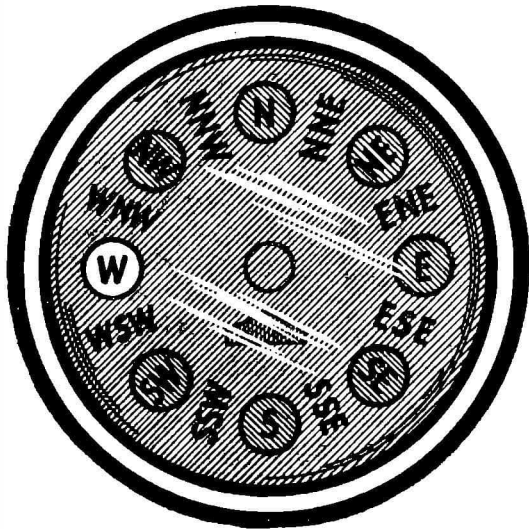
selbst durch die Tücher hindurch, peinigt und quält den Menschen, auf dessen Haut er sich festsetzt. Man fühlt bald heftige Kopfschmerzen, das Atmen wird schwer; der Körper trieft vor Schweiß, aber dieser näßt die dünnen Kleider nicht, begierig saugt die glühende Atmosphäre alle Feuchtigkeit auf. Wo die Wasserschläuche mit dem Winde in Berührung kommen, dörren sie aus und werden brüchig, das Wasser verdunstet. Wehe dem armen Wanderer in der Wüste, wenn der Samum lange währt! Er wird sein Verderber!

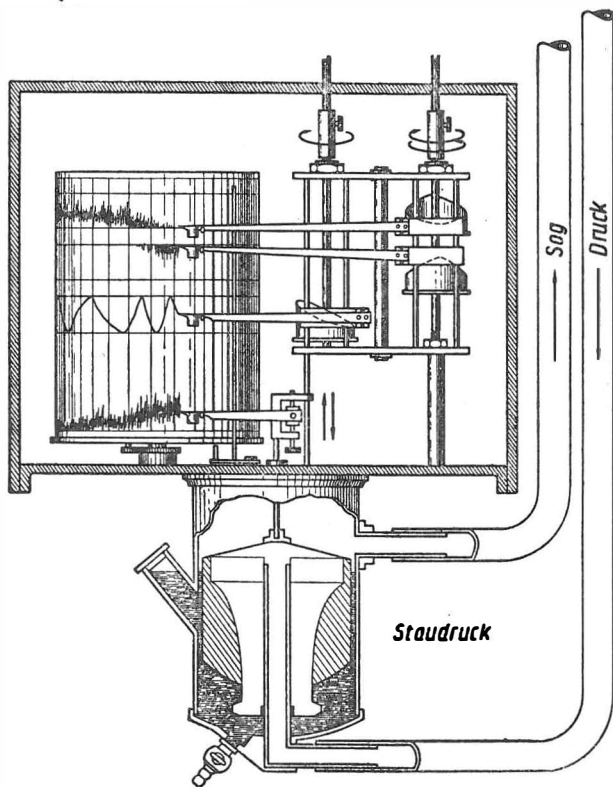
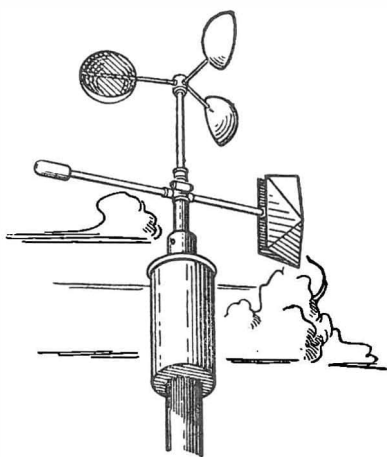
Zu dem grenzenlosen Durste gesellt sich bald ein unerträgliches Jucken und Brennen am ganzen Körper, die Haut ist brüchig geworden, und in alle Risse dringt der feine Staub. Man hört die lauten Klagen der Gemarterten, zuweilen arten sie in richtige Raserei aus, zuweilen werden sie schwächer und schweigen zuletzt ganz. Der Sturm läßt nach, aber mancher Mensch erhebt sich nicht mehr: Ein Gehirnschlag hat seinem Leben ein Ende gemacht. Die Toten bleiben liegen und verdorren zur Mumie. Eine später vorüberziehende Karawane schüttet wohl Sand auf sie, aber der Wind deckt sie immer wieder auf. An jeder großen Wüstenstraße kann der Reisende solche Sandmumien von Menschen und Kamelen finden. Die Araber nennen es: in der Wüste vom Sand begraben werden!

Frische Brise aus NNE

Für unser Wetter ist nicht nur die Windrichtung bedeutungsvoll, sondern auch die Windstärke. Deswegen muß der Meteorologe auch darüber genaue Angaben erhalten.

Daß wir den Wind nach der Richtung benennen, aus welcher er zu uns herweht, ist uns nichts Neues mehr. An Wetterfahnen kann man leicht die Richtung feststellen. Wenn wir hier in der Wetterwarte die Windrichtung wissen müssen – und das geschieht sehr oft –, haben wir es aber nicht nötig, jedesmal erst die Treppen hinunterzulaufen und nachzuschauen. Es ist ein Apparat konstruiert worden, der, mit der Windfahne verbunden, hier im Zimmer die jeweilige Windrichtung durch Aufleuchten der entsprechenden Buchstaben auf einer Scheibe anzeigt. Wie das Zifferblatt einer Uhr sieht diese Scheibe aus mit ihren kreisförmig angeordneten N, NNE, NE, ENE, E...







Aufstieg am Windmast zum Anemometer



Zwei Technikerinnen beim Messen der Regenhöhe

(Für Ost ist nach internationaler Vereinbarung ein E nach dem englischen Wort east eingeführt worden.)

Die Windgeschwindigkeit wird entweder in Stundenkilometern (km/h) oder in Sekundenmetern (m/sec) angegeben, auch noch in Knoten, wobei 1 Knoten = 1 Seemeile je Stunde der Geschwindigkeit von 1,852 km/h entspricht. Das heißt also, daß der Weg gemessen wird, den die Luft in einer Stunde oder in einer Sekunde zurücklegt. Diese Messungen führt das Schalenkreuz-Anemometer aus, ein Gerät, das hoch oben auf dem Turm aufgebaut ist. Als ihr zur Wetterwarte kamt, erschien es euch als ein sich schnell drehendes Rad. Erinnert ihr euch? An diesem Schalenkreuz könnt ihr in der ganzen Welt die Wetterwarten erkennen. Es ist durch eine komplizierte Apparatur mit einem Schreibgerät verbunden, wie es dort in der Ecke des Beobachtungszimmers aufgebaut ist. Auf dem Windstreifen können wir die mittlere Stundengeschwindigkeit, die augenblickliche Windstärke, aber auch die Heftigkeit der einzelnen Windstöße, der Böen, ablesen. Der Wind weht nicht immer in gleichmäßiger Stärke. Im Bruchteil einer Sekunde läßt er plötzlich nach und schwillt sofort wieder um so mehr an. Das sind die Augenblicke, wenn einem der Hut vom Kopfe



gerissen wird, weil man auf den heftigen Windstoß nicht vorbereitet war. Diese Böigkeit hat ihre Hauptursache in der Unebenheit der Erdoberfläche; es entstehen Luftstauungen, kleine Wirbel und luftverdünnte Räume, in die im nächsten Augenblick die Luft mit vermehrter Wucht einströmt.

Die Windgeschwindigkeit kann aber auch zuverlässig abgeschätzt werden, besonders von den vielen Laienbeobachtern, die an unzähligen Orten, vor allem in den Dörfern, aus reiner Liebe zur Sache für den Wetterdienst arbeiten. Man bedient sich dabei der Beaufortskala. Ursprünglich war diese Skala von Beaufort nur für die Segelschifffahrt aufgestellt worden. Weil das Schiff ja selbst Fahrt macht, können die Seeleute die Stärke des Windes nur an besonderen Zeichen er-

BEAUFORTSKALA

<i>Wind- stärke</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>m/sec</i>	<i>km/h</i>	<i>Knoten</i>
0	still	0 bis 0,2	0 bis 1	0 bis 1
1	leiser Zug	0,3 bis 1,5	1 bis 5	1 bis 3
2	leichte Brise	1,6 bis 3,3	6 bis 11	4 bis 6

kennen, zum Beispiel an der Größe und dem Aussehen der Wellen mit ihren überstürzenden Kämmen.

Die Frage, wie hoch die größten Windgeschwindigkeiten in Erdbodennähe sein können, läßt sich nicht ohne weiteres beantworten, weil bei sehr schweren Orkanen auch die Meßinstrumente zerstört werden. In Mitteleuropa dürfte der Höchstwert bei etwa $50 \text{ m/sec} = 180 \text{ km/h}$ zu finden sein, allerdings auch nur auf Bergen. Auf See, also über einem größeren Gebiet, wurden als Höchstgeschwindigkeit 300 km/h gemessen. Im Bereich der tropischen Zyklone können örtlich begrenzt auch noch höhere Geschwindigkeiten auftreten. Aus den Verwüstungen, zum Beispiel umgestürzten Eisenbahnlokomotiven, hat man bis zu $150 \text{ m/sec} = 540 \text{ km/h}$ errechnet.

*Auswirkungen des Windes
im Binnenlande*

Windstille, Rauch steigt gerade
empor

Windrichtung nur durch den Zug
des Rauches angezeigt, aber nicht
durch die Windfahne

Wind am Gesicht fühlbar, Blätter
säuseln, Windfahne bewegt sich

*Auswirkungen des Windes
auf der See*

Spiegelglatte See

Kleine schuppenförmig aussehende
Kräuselwellen ohne Schaum-
kämme

Kleine Wellen, noch kurz, aber
ausgeprägter. Kämme sehen glasig
aus und brechen sich nicht

<i>Wind- stärke</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>m/sec</i>	<i>km/h</i>	<i>Knoten</i>
3	schwache Brise	3,4 bis 5,4	12 bis 19	7 bis 10
4	mäßige Brise	5,5 bis 7,9	20 bis 28	11 bis 15
5	frische Brise	8,0 bis 10,7	29 bis 38	16 bis 21
6	starker Wind	10,8 bis 13,8	39 bis 49	22 bis 27
7	steifer Wind	13,9 bis 17,1	50 bis 61	28 bis 33
8	stürmischer Wind	17,2 bis 20,7	62 bis 74	34 bis 40

*Auswirkungen des Windes
im Binnenlande*

Blätter und dünne Zweige bewegen
sich, Wind streckt einen Wimpel

Wind hebt Staub und loses Papier,
bewegt Zweige und dünne Äste

Kleine Laubbäume beginnen zu
schwanken. Auf Seen bilden sich
Schaumkämme

Starke Äste in Bewegung, Pfeifen
in Telegraphenleitungen, Regenschirme
schwierig zu benutzen

Ganze Bäume in Bewegung, fühlbare
Hemmung beim Gehen gegen
den Wind

Bricht Zweige von den Bäumen, erschwert
erheblich das Gehen im
Freien

*Auswirkungen des Windes
auf der See*

Kämme beginnen sich zu brechen,
Schaum überwiegend glasig, ganz
vereinzelt können kleine weiße
Schaumköpfe auftreten

Wellen noch klein, werden aber
länger. Weiße Schaumköpfe treten
aber schon ziemlich verbreitet auf

Mäßige Wellen, die eine ausgeprägte
lange Form annehmen. Überall weiße
Schaumkämme. Ganz vereinzelt kann schon
spärlicher Gischt vorkommen

Bildung großer Wellen beginnt.
Kämme brechen sich und hinterlassen
größere weiße Schaumflächen. Manchmal
spritzt etwas Gischt ab

Die See türmt sich. Der beim Brechen
entstehende weiße Schaum beginnt sich in
Streifen in die Windrichtung zu legen

Mäßig hohe Wellenberge mit Kämmen
von beträchtlicher Länge. Von den Kanten
der Kämmen beginnt Gischt abzuwehen.
Der Schaum legt sich in gut ausgeprägten
Streifen in die Windrichtung

<i>Wind- stärke</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>m/sec</i>	<i>km/h</i>	<i>Knoten</i>
9	Sturm	20,8 bis 24,4	75 bis 88	41 bis 47
10	schwerer Sturm	24,5 bis 28,4	89 bis 102	48 bis 55
11	orkanartiger Sturm	28,5 bis 32,6	103 bis 117	56 bis 63
12	Orkan	über 32,6	über 117	über 63

*Auswirkungen des Windes
im Binnenlande*

Kleinere Schäden an Häusern.
(Rauchhauben und Dachziegel
werden abgeworfen)

Entwurzelt Bäume, bedeutende
Schäden an Häusern.
Kommt selten im Binnenland vor

Verbreitete Sturmschäden.
Kommt sehr selten im Binnenland
vor

Tritt im Binnenland nicht auf

*Auswirkungen des Windes
auf der See*

Hohe Wellenberge, dichte Schaum-
streifen in der Windrichtung. „Rol-
len“ der See beginnt. Der Gischt
kann die Sicht schon beeinträchtigen

Sehr hohe Wellenberge mit langen
überbrechenden Kämmen. See
weiß durch Schaum. Schweres
stoßartiges „Rollen“ der See. Die
Sicht wird durch den Gischt beein-
trächtigt

Außergewöhnlich hohe Wellen-
berge. (Kleine und mittlere Schiffe
können sich hinter den Wellenber-
gen zeitweilig aus der Sicht ver-
lieren.) Die See ist mit den langen
weißen in Windrichtung angeord-
neten Schaumstreifen vollständig
bedeckt. Die Kanten der Wellen-
kämme werden überall zu Gischt
zerblasen. Die Sicht ist herab-
gesetzt

Luft mit Schaum und Gischt ange-
füllt. See vollständig weiß. Sicht
sehr stark herabgesetzt, jede Fern-
sicht hört auf



*Ein Luftballon
ist nicht immer ein Spielzeug*

Nun noch ein Wort zu den Messungen der Luftströmungen in den höheren Luftschichten. Gerade sie sind für die Meteorologen von besonderer Wichtigkeit, weil sie an ihnen die Zugrichtung und Geschwindigkeit zum Beispiel eines Tiefdruckgebietes am deutlichsten erkennen können. Bei uns wird der Höhenwind mit dem sogenannten Pilotballon gemessen. Das ist ein kleiner Gummiballon, der den Kinderluftballonen auf den Jahrmärkten ähnelt, nur ist er aus viel besserem, besonders dehnbarem Material hergestellt. Er wird mit dem leichten Wasserstoffgas gefüllt, in die Luft emporgelassen und mit dem Theodoliten, einem Winkelmeßgerät, beobachtet. Der Höhenwinkel, unter dem der Ballon dem Beobachter erscheint, und die Richtung, die er eingeschlagen hat, werden von Minute zu Minute registriert. Da der Ballon auf eine bestimmte Steiggeschwindigkeit aufgefüllt worden war, sagen wir auf 150 m in der Minute, kann man aus der aufgezeichneten Bahn die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit in den



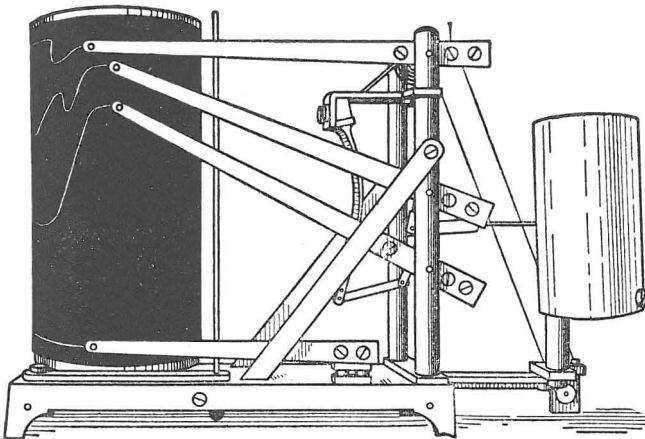
Ein Pilotballon steigt auf



Am Theodolit wird der Flug des Pilotballons verfolgt

verschiedenen Höhengschichten leicht errechnen. Beobachtungen bis zu einer Höhe von 10000 m und darüber sind keine Seltenheiten. Nur hat diese Methode den einen Nachteil, daß der Ballon bei wolkegem Wetter sehr leicht in einer Wolke verschwinden kann. Man muß sich dann damit trösten, daß wenigstens die Höhe dieser Wolkenschicht genau festgestellt worden ist.

Aber nicht allein Stärke und Richtung des Windes in den höheren Luftschichten sind für die Meteorologen wichtig. Luftdruck, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit sind es in gleicher Weise. Da für solche Messungen der Pilotballon nicht benutzt werden kann, hat man den Registrierballon entwickelt. Er ist ebenfalls ein frei schwebender Ballon, dem man einen kleinen Apparat, einen Meteorographen, anhängt, der auf einer berußten Trommel selbsttätig Luftdruck, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit aufschreibt oder registriert. Wie aber kommt der kleine Meteorograph mit den wertvollen



Aufzeichnungen wieder zur Wetterwarte zurück? Denn der frei schwebende Ballon wird weit abgetrieben werden und immer höher steigen – 10, 15, 20 km und mehr – und schließlich zerplatzen, weil die schwache Gummihülle in diesen Höhen mit schwächerem Luftdruck dem Druck des Füllgases nicht mehr standhalten kann. Der Meteorograph müßte nun eigentlich wie ein Stein zu Boden stürzen und in tausend Stücke zerschellen, wenn an dem Aufhängefaden nicht ein kleiner Fallschirm angebracht wäre, der den Apparat langsam zu Boden gleiten läßt. Auf einem Zettel ist die Anschrift angegeben, an die ihn der Finder einsenden soll. Für die geringe Mühe wird er durch eine kleine Geldprämie entschädigt.

Dieser Methode der Registrierballone hat sich die meteorologische Forschung lange Zeit bedienen müssen, weil es nichts Besseres gab. Ihre Nachteile sind augenfällig. Ein großer Teil der Apparate wurde überhaupt nicht aufgefunden, weil sie über Wäldern und Seen oder über anderen unwegsamen Gebieten niedergingen, die selten von Menschen aufgesucht werden; in jedem Falle aber waren die registrierten Werte, wenn sie endlich auf der Wetterwarte bearbeitet werden konnten, mehrere Tage, Wochen oder gar Monate alt. Für die kurzfristige Wettervorhersage waren sie damit bedeutungslos geworden, nur für die Klimaforschung behielten sie ihren Wert.

In jüngster Zeit hat man mit Hilfe der Radiotechnik als modernstes Gerät die Radiosonde konstruiert. Man hängt sie ebenfalls an einen frei aufsteigenden Ballon, und ein kleiner Sender funkt in bestimmten kurzen Zeitabständen die Temperatur-, Luftdruck- und Feuchtigkeitswerte an die Bodenstation hinunter. Durch Funkpeilungen kann man nebenbei

den jeweiligen Standort des Ballons feststellen und daraus, ähnlich wie beim Pilotballon, Windstärke und Windrichtung errechnen. Die UdSSR verfügte schon 1934 über ein ausge-dehntes Netz von Radiosonden-Meßstationen.

Das Gerät war besonders von Professor Moltschanow entwickelt und für die Praxis brauchbar gemacht wor-den. Bis in die Arktis hinein

wurde das Netz damals in

der Sowjetunion aus-

gedehnt. Erst später

folgten andere Län-

der nach. Auf der

ganzen Erde ist

seit 1945 ein mehr

oder weniger eng-

maschiges Netz

von Radiosonden-

Stationen gebildet

worden, die täglich

an zwei international

vereinbarten Terminen

ihre Messungen bis zu

20km Höhe durchfüh-

ren. Auch in unserer

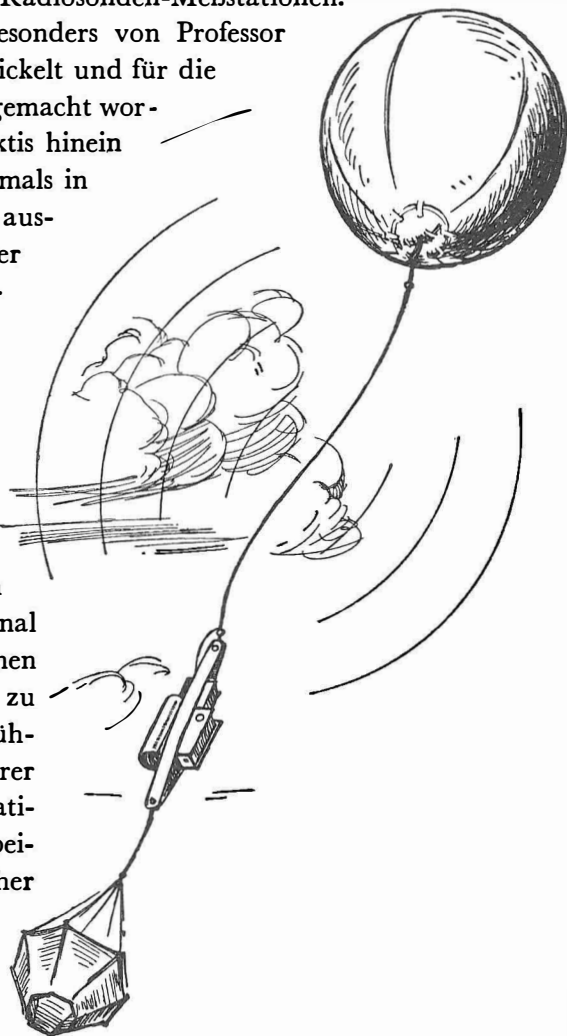
Deutschen Demokrati-

schen Republik arbei-

ten heute vier solcher

Stationen, und

zwar in Dresden,



Greifswald, Lindenberg (Land Brandenburg) und Wernigerode. Damit sind nun auch in unbewohnten Gegenden der Erde, vor allem in den Polargebieten und auf den Weltmeeren, Untersuchungen der höheren Luftschichten im internationalen Maßstab möglich geworden.

Vor der Erfindung der Radiosonde konnte man noch keine regelmäßigen Höhenmessungen vornehmen. Bemannten Ballonen war eine natürliche Grenze etwa bei höchstens 10 km gesetzt (Luftkrankheit!). Den ersten bedeutenden Höhenrekord mit 16201 m hat der schweizerische Physiker und Meteorologe Piccard gehalten, dem 1931 und 1932 diese Aufstiege in einer luftdicht abgeschlossenen Gondel zweimal gelangen. 1933 stiegen die drei Sowjetflieger Prokofjew, Birnbaum und Godunow in ihrem Stratosphärenballon ‚UdSSR‘ bis in eine Höhe von 19 km auf. Noch höher gelangte am 30. Januar 1934 der Ballon mit den Gelehrten Wassenko, Fedossejenko und Ussyskin. Doch konnte die erreichte Höhe von 22 km nur an den Instrumenten festgestellt werden, da die drei Insassen in der Gondel ihres abgestürzten Ballons ums Leben gekommen waren. Mit dem sowjetischen Stratosphärenballon ‚Stratostat‘ und dem amerikanischen ‚Explorer II‘ konnte man in den Jahren 1933 bis 1936 Messungen und Luftproben aus Höhen bis zu 36 km erhalten. Das sind gewiß wesentliche Fortschritte, und die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die man daraus zieht, sind nicht zu unterschätzen; was aber die synoptische Meteorologie braucht, sind keine gelegentlichen Einzelbeobachtungen, sondern regelmäßige Messungen, die den täglichen und jahreszeitlichen Wechsel der atmosphärischen Erscheinungen festhalten. Diese Aufgabe wird heute von den Radiosonden bis zu 20 km Höhe brauchbar erfüllt. Ob sich auch Raketen in

den Dienst der regelmäßigen Erforschung der hohen Luftschichten stellen lassen, muß die Zukunft erweisen. Die Anfangserfolge sprechen dafür; hat man doch Höhen bis zu 175 km erreicht, und kleine Sender meldeten Temperatur, Luftdruck und Intensität der Höhenstrahlung jeweils zur Erde herab.“

Aus dem Gruppenprotokoll

Wind ist bewegte Luft. Er weht am Erdboden vom Hoch ins Tief, vom Kalten zum Warmen.

Der Monsun ist ein Jahreszeitenwind (Ostasien, Australien u. a.); See- und Landwinde an der Küste.

Ablenkung der Winde auf der nördlichen Halbkugel nach rechts; gegen den Uhrzeigersinn in die Zyklone hinein, im Uhrzeigersinn aus der Antizyklone heraus. Barisches Windgesetz: Wendet man dem Wind den Rücken zu, so liegt das Tief links etwas nach vorn, das Hoch rechts etwas nach hinten.

Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre: am Äquator Gürtel der Kalmen, bis 30. Breitengrad Gebiet der Passate, Roßbreiten, bis 60. Breitengrad vorherrschende Westwinde (auf der nördlichen Halbkugel häufig gestört), bis zum Pol Ostwinde.

Örtliche Winde: Föhn, Bora, Mistral, Schirokko (als warme und kalte Fallwinde); ferner Samum, Harmattan, Blizzard, Northers, Barber, Pampero (als Wüsten-, Steppen- und Polarwinde).

Wirbelstürme der Tropen: Hurrikan, Taifun, Zyklon.

Wirbelstürme mit kleinerem Durchmesser: Sand- und Wasserhose oder Trombe, Tornado.

Der Wind wird nach der Richtung benannt, aus der er weht. Messung der Windstärke in km/h oder m/sec. Schätzung nach der Beaufortskala. Bestimmung des Höhenwindes mit dem Pilotballon.

Erforschung der höheren Luftschichten früher mit Registrierballonen, heute allgemein mit Radiosonden. Neuerdings Versuche mit Raketen.

Wasser ist immer dabei – Die Luftfeuchtigkeit

Es war tatsächlich so heiß geworden, wie am Morgen vorauszusehen war. Man entschloß sich, wieder in den Garten zu gehen. Die kleine Gruppe hatte sich unter dem schattigen Baume bald zusammengefunden und wartete auf ihren Herrn Müller, der schließlich mit einem dicken Stoß von Bildern und Tafeln nachkam.

Hans irrt sich.

Der Dampf aus der Lokomotive ist gar kein Wasserdampf

„Herr Müller“, stellte Hans enttäuscht fest, „mit der Luftfeuchtigkeit haben wir heute Pech. Am Himmel ist kaum eine Wolke zu sehen, nur hier und da ein paar einzelne, die wie riesengroße Wattebüsche aussehen. Ausgeschlossen, daß es in der nächsten halben Stunde regnen wird! Da werden Sie uns wohl nicht viel von der Luftfeuchtigkeit zeigen können, aber dafür wieder um so mehr erzählen müssen!“

„Die Luftfeuchtigkeit kann euch überhaupt niemand zeigen“, knurrte Herr Müller. „Ich vermute, wir müssen uns erst einmal darüber einig werden, was wir unter Luftfeuchtigkeit eigentlich zu verstehen haben, sonst reden wir aneinander vorbei.“

Ob ein Wäschestück als mehr oder weniger feucht anzusprechen ist, hängt ganz von seinem Wassergehalt ab. Das sieht jeder ein. Es kann so viel Wasser aufgesaugt haben, daß beim Aufhängen das Wasser heraustropft; mit weniger Wasser fühlt es sich nur feuchtnaß an; und mit gar keinem Wasser ist es – wie wir sagen – trocken. Wenn wir das dritte Beispiel als eine Art Sonderfall des Feuchtigkeitszustandes ansehen – Wassergehalt gleich Null –, dann haben wir alles unter dem einen Begriff Feuchtigkeit untergebracht.

Die Feuchtigkeit der Luft ist ihr Gehalt an Wasserdampf...“

„Natürlich, Herr Müller“, unterbrach Hans, „wenn ich zur Mutter ins Waschhaus komme, was ist da für Wasserdampf! Man kann manchmal gar nichts sehen!“



„Und damit, mein lieber Hans, hast du unabsichtlich den Beweis geliefert, daß wir im täglichen Leben etwas mit Dampf bezeichnen, was gar kein Dampf ist. Dein Dampf in der Waschküche, der Dampf über dem Kochtopf, der Dampf, der aus der Lokomotive strömt, alles das ist gar kein Wasserdampf, sondern – Brodem, Nebel, Wolke, feinstverteiltes, tropfbar-flüssiges Wasser! Wasserdampf dagegen ist ein Gas,

nicht zu sehen, nicht zu fühlen, mit unseren Sinnen überhaupt nicht wahrzunehmen.

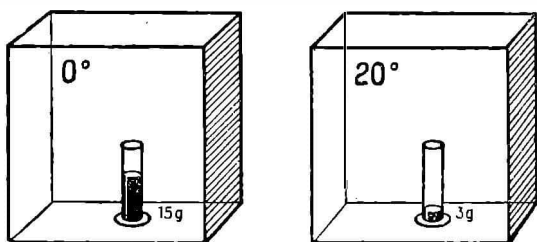
Wenn ihr zu Hause eine flache Schale mit wenig Wasser auf den Tisch stellt, so ist es bald verdunstet. Wenn ihr den Küchentisch mit einem nassen Lappen anfeuchtet, dann könnt ihr geradezu darauf warten, bis das Wasser wieder verschwunden ist, und wenn ihr noch so angespannt und aufmerksam zuseht, ihr könnt nicht dahinterkommen, wohin es eigentlich verschwindet; es verdunstet eben in die Luft, unsichtbar als Wasserdampf. Wasserpfützen trocknen ein; von Meeren, Seen und Flüssen verdunstet beständig Wasser; Menschen, Tiere und Pflanzen dunsten aus. All dieser Wasserdampf steigt in die Luft und ist völlig unsichtbar.

Zwei Würfel mit Luft und zwei Gläser mit Wasser

Die Frage ist nur, wieviel die Luft von diesem Wasserdampf aufnehmen kann. Wenn Wäsche auf der Leine hängt, dann trocknet sie das eine Mal schnell, das andere Mal langsam; schnell trocknet sie bei warmer Luft, langsam bei kaltem, neblig-diesigem Wetter, wenn uns die Luft selber schon feucht erscheint. Warme Luft kann viel Wasserdampf aufnehmen, kalte Luft nur wenig, und außerdem spielt dabei eine wichtige Rolle, ob die Luft bereits reichlich Wasserdampf mit sich führt oder nicht.

Hierzu wollen wir einen Gedankenversuch machen. Das ist ein physikalisches Experiment, das wir nicht in Wirklichkeit ausführen können oder wollen, sondern nur in Gedanken, wir stellen uns alles nur vor. Eine Zeichnung soll uns dabei unterstützen.

Ihr seht hier zwei Würfel gezeichnet; die Seiten haben eine Länge von einem Meter, jeder Würfel faßt also genau ein Kubikmeter. Die Luft in den Würfeln wollen wir als vollkommen trocken annehmen, im ersten Würfel soll sie eine Temperatur von 0° und im zweiten Würfel von 20° haben. In



jeden Würfel stellen wir ein Meßglas mit 20 g Wasser (an den Meßstrichen können wir die Menge gut ablesen) und beobachten nun, wie das Wasser verdunstet. In jedem Glase wird das Wasser nach und nach weniger; es verdunstet zu Wasserdampf und verschwindet unsichtbar in die Luft, aber in dem 20°-Würfel geht das schneller als in dem 0°-Würfel. Nach einiger Zeit verändern sich die Wassermengen nicht mehr, die Luft vermag also keinen Wasserdampf mehr aufzunehmen, sie scheint genug davon zu haben. Und nun kommt die Hauptsache: In dem 0°-Würfel sind 15 g Wasser zurückgeblieben, in dem 20°-Würfel aber nur 3 g. Oder anders ausgedrückt: Das Kubikmeter Luft von 0° ist schon mit einer verdunsteten Wassermenge von 5 g ‚satt‘ geworden, das Kubikmeter von 20° aber erst mit 17 g. Damit haben wir bewiesen, daß warme Luft viel mehr Wasserdampf aufnehmen kann als kältere.

Es gibt drei verschiedene Maße für die Luftfeuchtigkeit

Wenn die Luft an Wasserdampf satt oder gesättigt ist oder, wie man auch sagt, ihre Sättigung erreicht hat, dann hat sie die für ihre Temperatur jeweilig größtmögliche Feuchtigkeit aufgenommen, noch feuchter kann sie nicht werden. Diese größtmögliche oder *maximale Feuchte* wird für das Kubikmeter in Gramm (g/m^3) angegeben, wie wir das schon getan haben.

In der uns umgebenden atmosphärischen Luft ist meist weniger Wasserdampf vorhanden, als sie bei ihrer Sättigung enthalten könnte. Auch diese Wasserdampfmenge wird in g/m^3 gemessen, wodurch wir ein Maß für die tatsächliche oder *absolute Feuchte* gewonnen haben.

Mit dieser absoluten Feuchte allein können wir aber nicht viel anfangen, weil sie uns nicht verrät, wieviel Feuchtigkeit die Luft bis zu ihrer Sättigung noch aufzunehmen imstande ist, und das ist es gerade, was besonders wichtig ist und was wir genau wissen müssen. Unser Luftwürfel von 20° konnte eine Wassermenge von 17 g als Wasserdampf maximal aufnehmen. Seine tatsächlich in ihm enthaltene Wasserdampfmenge, die absolute Feuchte, sei aber nur (wir nehmen es willkürlich an) 8,5 g; das ist nur die Hälfte der maximalen Feuchte oder 50%. Dieses neue Maß nennen wir die *relative Feuchte*. Durch einige wenige Beispiele wollen wir uns mit dieser relativen Feuchte etwas vertraut machen:

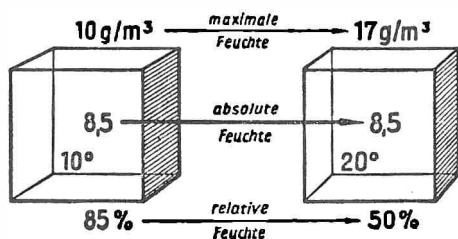
Die <i>max. F.</i> sei	die <i>abs. F.</i> aber nur	dann beträgt die <i>rel. F.</i>
10 g/m^3	5 g/m^3	50%
20 g/m^3	5 g/m^3	25%
20 g/m^3	15 g/m^3	75%
20 g/m^3	20 g/m^3	100%
30 g/m^3	20 g/m^3	67%

Gerechnet wird nach der Formel

$$\frac{\text{absolute Feuchte}}{\text{maximale Feuchte}} \cdot 100 = \text{relative Feuchte, Benennung in \%}$$

Jetzt müssen wir rechnen! Die Luft erwärmt sich...

Keine Angst, mit dem Rechnen wird es nicht schlimm! Wenn ihr euch über die einzelnen Feuchtigkeitsmaße, über die maximale, die absolute und die relative, einigermaßen im klaren seid, so daß ihr sie nicht durcheinanderbringt, dann wird es schon gehen.



Luft von 10° (die mit 10 g/m^3 gesättigt wäre) soll auf 20° (Sättigung bei 17 g/m^3) erwärmt werden. Ihre *maximale Feuchte* würde also von 10 auf 17 g/m^3 ansteigen.

Die Luft von 10° soll (wieder ganz willkürlich festgesetzt) in einem Kubikmeter $8,5\text{ g}$ Wasser als Wasserdampf enthalten. Wird nun die Luft auf 20° erwärmt, ändert sich an der wirklich vorhandenen Wasserdampfmenge gar nichts, sie bleibt trotzdem die gleiche. Beide Male haben wir also dieselbe *absolute Feuchte*, eben $8,5\text{ g/m}^3$, festgestellt.

Wie steht es nun aber mit der *relativen Feuchte*? Für die 10° -Luft beträgt sie 85% ($8,5$ durch 10 mal 100), für die 20° -Luft aber nur 50% ($8,5$ durch 17 mal 100).

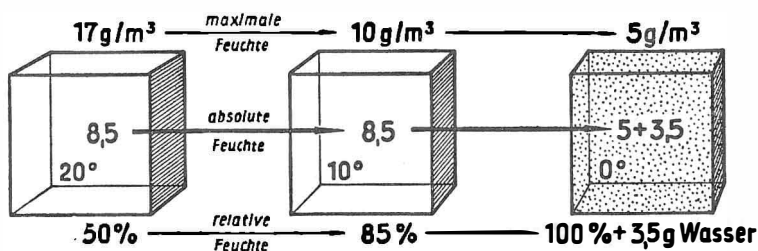
Bei der Luftfeuchtigkeit müssen wir tüchtig aufpassen, wenn wir nicht hereinfallen wollen. Erwärmt sich die Luft (die in einem festen Würfel von 1 m^3 Inhalt enthalten ist, dessen Wände nicht nachgeben, wenn sich die Luft bei Erwärmung ausdehnen möchte), so steigt die maximale Feuchte an, die absolute Feuchte bleibt sich gleich, und die relative Feuchte geht zurück.

Die Luft kühlt sich ab ... und dabei gibt es eine Überraschung

Noch mehr müssen wir aufpassen, wenn die Luft sich abkühlt. Die Temperatur soll von 20° erst auf 10° und dann auf 0° heruntergehen. Was wird sich dabei alles abspielen?

Ihre *maximale Feuchte* erreicht die 20° -Luft mit 17 g/m^3 Wasserdampf, bei 10° mit 10 g/m^3 und bei 0° schon mit 5 g/m^3 . (Wir geben hier abgerundete Zahlen.)

Die *absolute Feuchte*, also die wirklich vorhandene Wasserdampfmenge, wollen wir auch für dieses Beispiel wieder auf $8,5 \text{ g/m}^3$ festsetzen. Der bis auf 10° abgekühlten Luft merken wir keine Veränderung an, denn diese könnte ja sogar bis zu 10 g/m^3 maximal aufnehmen. Und jetzt kommt die Überraschung: Was geschieht bei der 0° -Luft, die höchstens 5 g/m^3 verbrauchen kann? $3,5 \text{ g/m}^3$ sind hier zuviel! Der Wasserdampf, der über ihre Sättigung hinausgeht, wird in Form von vielen winzigen Wassertröpfchen ausgeschieden!



Die *relative Feuchte* betrug bei der 20°-Luft 50 %, bei der 10°-Luft 85 %, bei der 0°-Luft waren schon mit 5 g/m³ die vollen 100 % erreicht, und weil es nicht darüber hinausgehen kann, haben sich die übrigen 3,5 g/m³ als flüssiges Wasser in Tröpfchenform ausgeschieden. Dieser Vorgang der Wasserabscheidung heißt *Kondensation*.

Wir wiederholen: Bei Abkühlung sinkt die maximale Feuchte ab; die absolute bleibt auch hier, wie bei der Erwärmung, gleich; die relative steigt an; überschüssiger Wasserdampf wird zur Kondensation gebracht, er kondensiert zu unzähligen kleinen Wassertröpfchen.

Jetzt verstehen wir, warum bei scharfem Frost unser Atem als weißer Nebel zu sehen ist, während ihn die warme Luft im Sommer ohne weiteres unsichtbar aufnimmt; Fensterscheiben beschlagen im Winter, Brillengläser beim Betreten eines geheizten Zimmers; da in wolkenlosen Nächten der Erdboden infolge der ungehinderten Ausstrahlung stark abkühlt, muß sich Tau niederschlagen – deswegen sagt man auch von Luft, die mit Wasserdampf gesättigt ist, sie sei auf ihrem Taupunkt angelangt.“

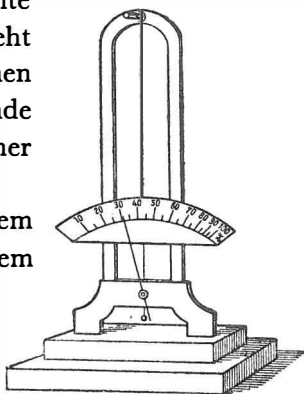
„Das war eine verflixte Rechnerei!“ stöhnte Hans. „Aber ich sehe ein, wir konnten die Veränderungen der verschiedenen

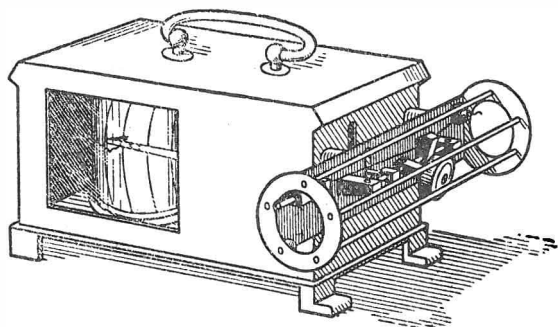
Feuchtearten nur mit festen Zahlenbeispielen richtig verstehen lernen. Wir hätten es Ihnen, Herr Müller, ohne diese Zahlen zwar auch geglaubt, aber richtig überzeugt wären wir nicht gewesen!“

„Das freut mich“, sagte Herr Müller, „daß ihr euch vor einer Anstrengung nicht fürchtet. Hat man es dann geschafft, so schenkt es einem Selbstvertrauen und Mut, sich an die nächsten schwierigen Dinge heranzuwagen.

*Von Menschenhaaren,
einem Lämpchen aus Mull und einem kleinen Ventilator*

Wenn wir in der Wetterbeobachtung Angaben über die relative Luftfeuchtigkeit brauchen, bedienen wir uns zweier oder auch dreier Instrumente, die uns die ganze Rechnerei ersparen. Das erste Instrument ist das *Haarhygrometer*. Es enthält ein Menschenhaar, das als besonders feuchtigkeitsempfindlich gilt. Nimmt die relative Feuchte zu, dehnt es sich aus; nimmt sie ab, so zieht es sich zusammen. Es ist in einen kleinen Rahmen eingespannt und mit einem Ende um einen Zeiger geschlungen, der auf einer Skala die Prozente fix und fertig anzeigt. Die Temperaturen registrieren wir mit dem Thermographen, den Luftdruck mit dem





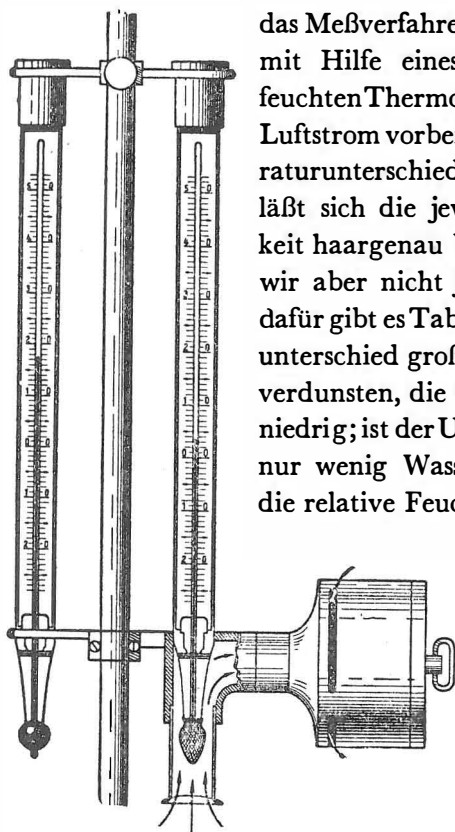
Barographen, die Feuchte mit einem ganz ähnlichen Instrument, dem *Hygrographen*. Er arbeitet nach dem gleichen Grundsatz wie das Haarhygrometer, nur sind hier mehrere Haare zu einem Büschel vereinigt. Haarhygrometer und Hygrograph müssen jedoch dauernd überwacht und nachgeprüft werden; nur dann ist eine einwandfreie Ablesung und Registrierung gewährleistet.

Völlig fehlerfrei arbeitet dagegen das *Psychrometer*. Es besteht aus zwei Thermometern, einem trockenen und einem feuchten, die an einem besonderen Gestell befestigt sind und ihren Platz in der Thermometerhütte haben. Um das Quecksilbergefäß des einen Thermometers ist ein kleines Läppchen aus Mull gewickelt, das zu Beginn der Messung leicht angefeuchtet wird. Die Luft wird nun aus dem Mullläppchen so viel Wasserdampf herausziehen, wie sie noch bis zu ihrer Sättigung braucht. Ist sie trocken, muß viel Wasser verdunsten; besitzt sie aber schon einen hohen Grad von Feuchtigkeit, dann verdunstet entsprechend weniger. Und jetzt kommt der springende Punkt. Wenn wir zum Beispiel unsere Hände in Wasser tauchen und in der Luft hin und her bewegen, um

das Wasser rasch verdunsten zu lassen, fühlen wir, wie sich die Hände dabei abkühlen; denn zur Verdunstung wird Wärme benötigt, die in diesem Falle unserer Haut entzogen wird. Dasselbe geschieht auch an dem Mulläppchen. Muß viel Wasser verdunsten, dann kühlt sich das Läppchen stark ab, und diese Abkühlung überträgt sich auf das Thermometer; seine Temperatur sinkt ab, während das trockene Thermo-

meter den normalen Wert anzeigt. Um das Meßverfahren etwas abzukürzen, wird mit Hilfe eines kleinen Ventilators am feuchten Thermometergefäß ein schwacher Luftstrom vorbeigesaugt. Aus dem Temperaturunterschied der beiden Thermometer läßt sich die jeweilige relative Feuchtigkeit haargenau berechnen. Das brauchen wir aber nicht jedesmal zu wiederholen, dafür gibt es Tabellen. Ist der Temperaturunterschied groß, dann mußte viel Wasser verdunsten, die relative Feuchte war also niedrig; ist der Unterschied klein, so wurde nur wenig Wasserdampf gebraucht, und die relative Feuchte war hoch.

Diese Methode ermöglicht uns, die relative Luftfeuchtigkeit einwandfrei anzugeben. Warum aber machen wir uns soviel Mühe mit einer solchen reichlich



umständlichen Messung? Ja, leider gibt es keine andere Methode, die ebenso zuverlässig arbeitet wie diese. Und überwachen müssen wir sie irgendwie, die Luftfeuchtigkeit, weil sie uns so gefährlich werden kann. Plötzlich legt sie sich als Nebel über Landstraßen und Flüsse oder hüllt als Wolke die Gebirgskämme ein. Wenn wir das auch nicht verhindern können, so wollen wir die daraus entspringenden Gefahren durch rechtzeitige Warnmeldungen wenigstens vermindern helfen.“

Aus dem Gruppenprotokoll

Wasserdampf ist ein unsichtbares Gas, das durch Verdunsten von Wasser entsteht. Kalte Luft kann nur wenig aufnehmen, warme mehr.

Maximale Feuchte, absolute Feuchte, relative Feuchte; Sättigung, Taupunkt.

Bei Erwärmung der Luft steigt die maximale Feuchte an, die absolute bleibt gleich, die relative geht zurück.

Bei Abkühlung sinkt die maximale Feuchte, die absolute bleibt gleich, die relative steigt an; überschüssiger Wasserdampf kondensiert.

Ablesung der relativen Feuchte am Haarhygrometer, Registrierung durch Hygrographen. Zuverlässigste Methode mit Psychrometer.

Aus Wasserdampf werden Wassertropfen – Der Nebel

Die Hauptsache wissen wir schon !

Es ist aber noch ein Haken (mit den Kernen) dabei

„Wie war das gleich? Warme Luft kann viel Wasserdampf aufnehmen, kalte weniger. Kühlt sich die Luft ab, wird sie bald mit Wasserdampf gesättigt sein (relative Feuchte 100%). Und: Wird solche gesättigte Luft noch mehr abgekühlt, scheidet sich der überschüssige Wasserdampf in Form vieler winzig kleiner Wassertropfchen ab. Das ist Nebel. Nur ein tausendstel Millimeter groß oder noch kleiner ist solch ein Wassertropfchen, eines allein können wir mit bloßen Augen gar nicht erkennen. In einem Kubikzentimeter sind etwa 200 bis 500 vorhanden.

Recht einfach, nicht wahr? Luft muß sich über ihren Sättigungspunkt hinaus abkühlen, dann bildet sich Nebel. Mit der Abkühlung stimmt es, sie ist die Hauptvoraussetzung; das wollen wir uns gut merken – aber sonst ist es so einfach denn doch nicht.

Jeder einzelne Tropfen bedarf zu seiner Abscheidung eines ‚Kern-Stückes‘, damit er gleich eine solche Größe besitzt, daß er – aus physikalischen Gründen – nicht sofort wieder verdampfen muß. Weil der Wasserdampf diese Kerne zu seiner Kondensation braucht, nennen wir sie *Kondensationskerne*.



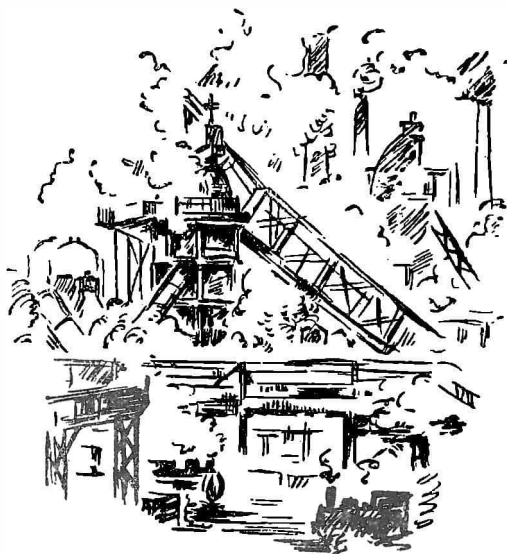
Das sind ganz kleine, feste oder auch flüssige Materieteilchen, so klein, daß 10000 bis 100000 aneinandergereiht nur ein Millimeter ergeben würden. Sie müssen wasseranziehend (hygroskopisch) sein und kommen in die Luft als feinste Salzteilchen durch die Verdunstung des Meereswassers, durch die Verbrennung von Kohle in Fabriken und Wohnstätten,

durch die Tätigkeit der Vulkane, durch Steppen- und Waldbrände und vieles andere mehr. Praktisch sind sie überall vorhanden. Eine Art müssen wir noch gesondert erwähnen. Auch Krankheitskeime und Bakterien, die in der Luft schweben, können als Kondensationskerne auftreten. So findet der ‚giftige‘ Nebel, von dem mancherorts gesprochen wird, zum Teil seine Bestätigung.

Die Zahl der Kerne wechselt sehr stark. In einem einzigen Kubikzentimeter Luft der englischen Industriestadt Glasgow hat man 299100 gezählt, in Essen 207000, dagegen am Patscherkofelhaus bei Innsbruck in 2000 m Höhe nur 265. Geradezu sprichwörtlich ist ja der Londoner Nebel geworden. Infolge der starken Industriedunste und der immer feuchten Luft wegen der unmittelbaren Nachbarschaft des Meeres kann der Nebel in dieser Stadt so dick werden, daß er den Straßenverkehr vollständig lahmlegt, weil man kaum ein Meter weit sehen kann.

Die vielen Luftverunreinigungen, über die wir aus hygieni-

schen Gründen so sehr erbost sind, haben also in meteorologischer Hinsicht auch ihre guten Seiten. Stellt euch einmal vor, es gäbe keine Kondensationskerne in der Luft. Wie würde sich das wohl auswirken? Es könnte sich dann kein Nebel bilden, Wolken könnten nicht entstehen, es würde dann auch nicht mehr regnen können! Das Wetter und unsere Erde würden ein ganz anderes Bild bieten. Die überschüssige Wasserdampfmenge müßte sich als Tau unmittelbar an den Gegenständen der Erdoberfläche niederschlagen, an den Häusern, in unseren Wohnungen, auf unserer Kleidung, auf der Straße, an den Autos, an den Pferdewagen, in den Fabriken – alles würde vor Nässe triefen! Und die Folge? Rost und Moder würden sich überall ausbreiten, wohin wir blickten! Ohne die Kondensationskerne hätte das gesamte Leben auf der Erde wahrscheinlich eine ganz andere Entwicklung genommen!



*Morgennebel, Wintermärchen
und Akrobatenkünste*



Die Abkühlung der Luft ist die Hauptvoraussetzung für die Bildung von Nebel, das wollten wir uns gut merken. Genauer müßten wir eigentlich sagen: die Abkühlung der Luft unter ihren Sättigungspunkt. Diese Abkühlung kann auf verschiedene Art eintreten.

Denken wir an einen wunderschönen Spätsommertag. Kaum ein Lüftchen regt sich, am Himmel ist nicht ein Wölkchen zu sehen, die Luft ist warm und weich. Aber gegen Abend, wenn die Sonne immer tiefer sinkt, wird es schon recht herbstlich frisch. Und die Nacht ist sternenklar; wie mit Perlen übersät funkelt der nächtliche Himmel.

Wir wissen, was jetzt in der Luft vorgeht. Nachdem die Sonneneinstrahlung nachgelassen und schließlich ganz aufgehört hat, bleibt allein die Ausstrahlung des Erdbodens übrig. Er kühlt mit fortschreitender Nacht immer mehr aus, und die Temperatur der ihn berührenden Luft sinkt ebenfalls ab. Die weitere Entwicklung verläuft genau so, wie wir es kennen: Abkühlung – Ansteigen der relativen Feuchte; stärkere Abkühlung – Erreichen des Sättigungspunktes; noch mehr Abküh-

lung – Ausscheiden des überschüssigen Wasserdampfes: Der Nebel ist da! Erst ziemlich dünn, nur als starker Dunst; aber gegen Morgen, wenn es noch kühler geworden ist, hat er beträchtlich zugenommen und ist immer dichter geworden.

Weil dieser Nebel durch Ausstrahlung entsteht, nennt man ihn *Strahlungsnebel*. Eines gehört aber noch dazu, das dürfen wir nicht vergessen: Windstille. Wind darf kaum wehen. Er würde die sich abkühlende Luft immer wieder davonjagen und durch neue ersetzen. Bei fühlbarem Wind kann sich niemals Strahlungsnebel bilden.

Dann geht die Sonne auf, der Erdboden wird sich bald erwärmen und an ihm die Luft. In diesem Augenblick erleben wir eine neue Überraschung. Statt sich aufzulösen, wird der Nebel nochmals dichter! Nanu, haben wir nicht festgestellt, daß sich erwärmende Luft mehr Wasserdampf aufnehmen kann als kalte? Jawohl, das stimmt schon, aber soweit ist es noch nicht ganz. Die Sonne erwärmt zunächst einmal den Erdboden. Die ihm aufsitzenden Wassertröpfchen verdunsten dabei und steigen als Wasserdampf hoch. Da sich aber die darüberliegende Luftschicht selbst noch nicht mit erwärmen konnte, wird er als zusätzlicher Nebel sofort wieder ausgeschieden.

Erst wenn die Luft durch die verstärkte Sonneneinstrahlung so warm geworden ist, daß sie alle Nebeltröpfchen wieder als Wasserdampf in sich aufnehmen kann, erst dann wird der Nebel restlos verschwinden, und das ist im allgemeinen so nach zwei, drei oder vier Stunden geschehen. Da die Erwärmung von unten her erfolgt, löst sich der Nebel auch von unten her auf. Wir haben dabei den Eindruck, als ob der Nebel aufsteige. Der Bauer sagt: Wenn der Nebel steigt, gibt

es Regen. Er hat nicht so unrecht; die Feuchtigkeit ist ja in der Luft geblieben und kann durch andere Einflüsse (wenn sie eingreifen!) als Regenschauer wieder zum Vorschein kommen. Schlägt sich aber die Luftfeuchtigkeit des Nachts als Tau nieder, gibt es schönes Wetter, meint der Bauer weiter. Pflanzen und Erdboden haben die Feuchtigkeit zum größten Teil aufgenommen, sie ist aus der Luft heraus, und das Wetter wird niederschlagsfrei bleiben.

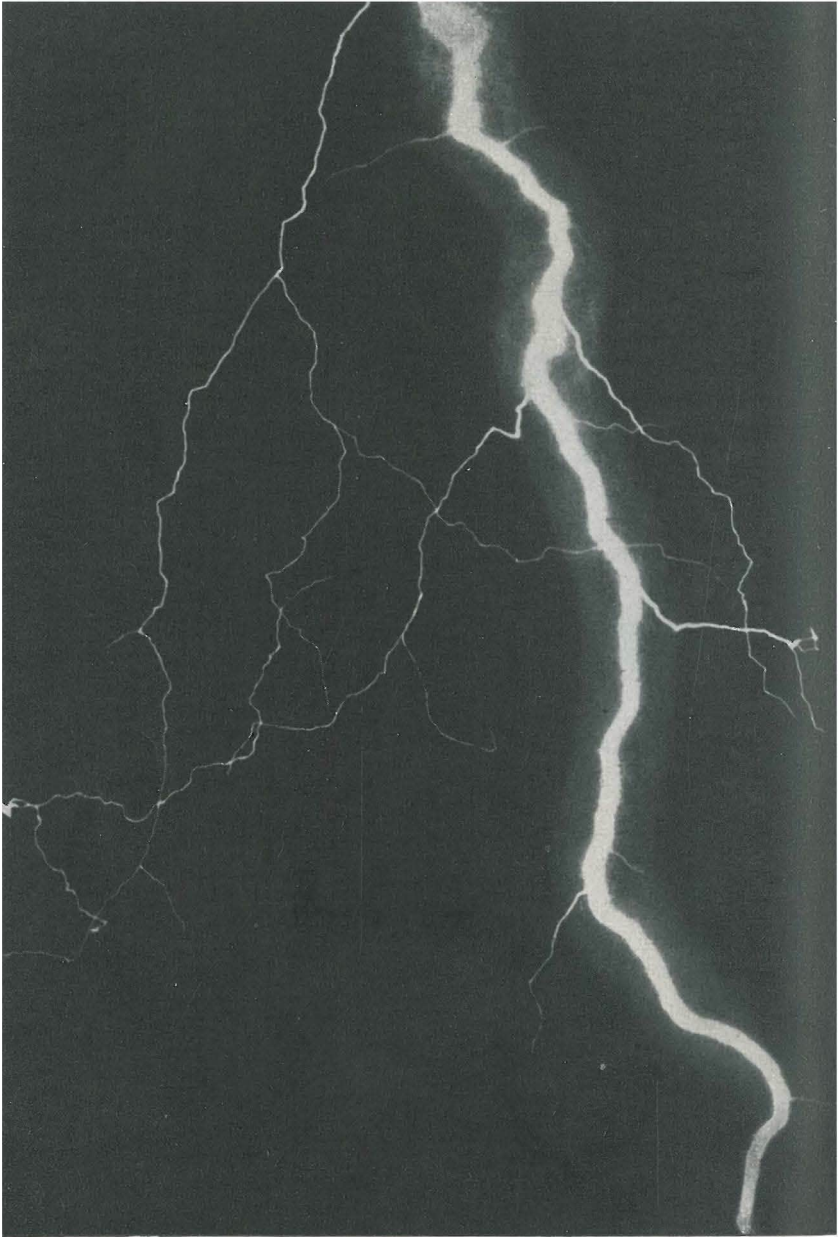
Bei Temperaturen unter Null gefriert der Tau zu Reif, der aber bedeutend länger liegenbleibt, weil die Sonne erst eine Schmelzwärme von 80 Kalorien (auf 1 kg Eis gerechnet) aufwenden muß; dazu kommen noch rund 600 Kalorien, um den getauten Reif aufzutrocknen.

Wer von euch könnte sich nicht an die herrlichen Winterbilder erinnern, die durch den *Rauhreif* entstehen? Wenn wir an einem klaren Wintermorgen durch Wald oder Park spazieren gehen, ist uns zumute, als befänden wir uns in einer verzauberten Märchenwelt. Der Rauhreif hat sich erst in den letzten Nachtstunden gebildet. Durch eine sehr starke Ausstrahlung wurde der Nebel unter den Gefrierpunkt abgekühlt, so daß die kleinen Wassertröpfchen sofort gefroren und sich zu winzigen Eiskristallen formten, als sie einen Gegenstand berührten. Von einem kaum merklichen Luftzug getrieben, setzte sich ein Kristall aufs andere – der Rauhreif wächst daher dem Winde entgegen. Mitunter können die schwachen Zweige ihre Last nicht tragen und knicken ab, ja, es kommt sogar vor, daß Telefon- und Lichtleitungen dem Druck nicht standhalten und zerreißen.

Bei ganz tiefen Temperaturen scheidet sich der gasförmige Wasserdampf nicht in Form von flüssigen Nebeltröpfchen ab,



Durch Rauheif „verzauberter“ Wald



Blitz,,schlag“. Deutlich sind die Krümmungen zu erkennen (Weg des geringsten Widerstandes), wodurch der Eindruck eines Zickzackblitzes entsteht

sondern geht unmittelbar in feste Eiskristalle über. Was da entstanden ist, nennen wir *Rauh frost*; im Gegensatz zur Kondensation heißt dieser Ausscheidungsvorgang Sublimation.

Da wir uns einmal in dieser winterlichen Umgebung befinden, wollen wir gleich noch das *Glatteis* erwähnen, obwohl es eigentlich den Niederschlägen zuzurechnen ist. Hin und wieder regnet es auf einen Boden, der weit unter den Gefrierpunkt abgekühlt ist. Beim Aufschlagen erstarrt das Regenwasser sofort zu Eis und bildet die gefürchtete und gefährliche dünne Eisschicht, auf der wir wie die Akrobaten umherturnen, mit den Armen in der Luft herumfuchtelnd und schließlich doch noch hinfallen. Besonders gefährliches Glatteis bildet sich, wenn das fallende Regenwasser *unterkühlt* ist, das heißt flüssig, obwohl kälter als 0° . Wir kommen später noch einmal darauf zurück. Mehrere Millimeter dick wird dann unter Umständen in wenigen Sekunden die Glatteisschicht und umhüllt alle Gegenstände mit einem glasartigen Eisüberzug. So bildet sich in unterkühltem Regen auch die gefürchtete schlagartige Vereisung an Flugzeugen, durch die das Gewicht so stark erhöht und durch Veränderung der Flügelprofile die Tragfähigkeit so vermindert werden kann, daß der Absturz erfolgt.



Morgenrot – schlecht Wetter droht!

Bei Hochdruckwetter entstehen etwa in 40 bis 80 m und dann wieder in 400 m, 600 m bis 1000 m Höhe oftmals dicke Dunstschichten. (Wir werden später noch davon hören, jetzt muß uns dieser Hinweis genügen.) Auch diese Dunstschichten können bei wolkenlosem Himmel und bei Windstille ausstrahlen und die Luft so stark abkühlen, daß sich Nebel bildet. Bodennebel wächst von unten nach oben, dieser Hochnebel dagegen von oben nach unten, weil die an der Dunstschicht abgekühlte Luft nach unten sinkt.

Die Auflösung des Hochnebels erfolgt ebenfalls durch die erneute Sonneneinstrahlung in den Vormittagsstunden. Im Winter hat aber die Sonne oftmals ihre Kraft dazu eingebüßt. Dann kann es geschehen, daß der Himmel den ganzen Tag hindurch mit einer gleichmäßig grauen Wolken-Nebel-Schicht überzogen bleibt, aus der manchmal sogar leichte Schneekristalle herausfallen, und das bei sonst doch immer schönem und heiterem Hochdruckwetter!

Morgennebel deuten immer darauf hin, daß die Luft reichlich mit Wasserdampf angefüllt ist. Durch solche feuchte Luft scheint das Sonnenlicht anders hindurch als durch trockene; der Wasserdampfgehalt beugt, bricht und absorbiert die Strahlen anders. Farbenreichen Sonnenaufgängen ist daher immer zu mißtrauen, zumindest lassen sie auf eine große Luftunruhe schließen. ‚Morgenrot, schlecht Wetter droht!‘ Das schlechte Wetter muß nicht unbedingt kommen, doch bei feuchter Luft dürfen wir es eher erwarten als bei trockener. Ringe und

Höfe um Sonne und Mond und das sogenannte Wasserziehen der Sonne zeigen ebenfalls eine hohe Luftfeuchtigkeit an. Beim Untergang der Sonne kühlen sich Erde und Luft ab. Ist die Luft trocken, so bilden sich nur sehr kleine Tröpfchen, die den grünen bis violetten Teil der Sonnenstrahlung verschlucken. Im wesentlichen gelangen daher nur die roten und orangefarbenen Strahlen zu uns, so daß der westliche Abendhimmel uns in einem lebhaft gefärbten Abendrot erscheint – und für den nächsten Tag schönes Wetter anzeigt. Anders aber, wenn eine große Menge Wasserdampf in der Luft vorhanden ist und bei der abendlichen Abkühlung größere Tropfen entstehen, die vorwiegend nur die gelben Strahlen durchlassen. Wir sehen dann ein mattgelbes Abendrot, das als Vorbote von Regenwetter gilt.

Nebel macht die Schiffe blind!

Nebel fürchtet der Seemann am meisten. Dem Sturm, der sein Schiff durchschüttelt und die Segel zerfetzt, den haushohen Wellen, die als Brecher das Deck blank fegen – all diesen Gefahren kann er mit Geistesgegenwart, Unerschrockenheit, Mut und Geschick begegnen. Dem Nebel aber kann er so leicht nicht beikommen. Unaufhörlich tutet das Nebelhorn, mit seltsam hohlem Ton, sofort vom Nebel verschluckt. Das Schiff ist plötzlich ‚blind‘ geworden. Daher sind selbst unsere klein-



sten neugebauten Fischkutter mit einer Funkanlage ausgerüstet, um die Warnungen des Seewetterdienstes aufnehmen zu können.

Die Küstenlandschaft wird am ärgsten betroffen, im Nebel haben sich bisher die weitaus meisten Unfälle ereignet. Was aber hier an der Küste entsteht, ist kein Strahlungsnebel, wie wir ihn kennengelernt haben, sondern Mischungsnebel. Wohl kühlt sich auch hier die Luft ab – die Abkühlung unter den Sättigungspunkt muß immer dabei sein –, doch tritt hierbei die Vermischung einer wärmeren mit einer kälteren Luftmasse ein. Während beim Strahlungsnebel Windstille herrschen muß, ist also für die Entstehung von Mischungsnebel der Wind unbedingt notwendig.

Die Nebel bei Neufundland, wo der kalte Labradorstrom mit dem warmen Golfstrom zusammentrifft, sind der Schrecken aller Seeleute auf der Europa-Amerika-Route. Mischungs-

nebel breitet sich an der Treibeisgrenze aus, Mischungsnebel kann auch im Binnenland entstehen, besonders bei Tauwetterlagen. Auch hierbei wird warme feuchte Luft über eine noch kalte Unterfläche getrieben. Das ist der unangenehme Niesel-Nebel, der bei längerem Aufenthalt im Freien jedes Kleidungsstück durchnäßt und bis auf die Haut durchgeht.“

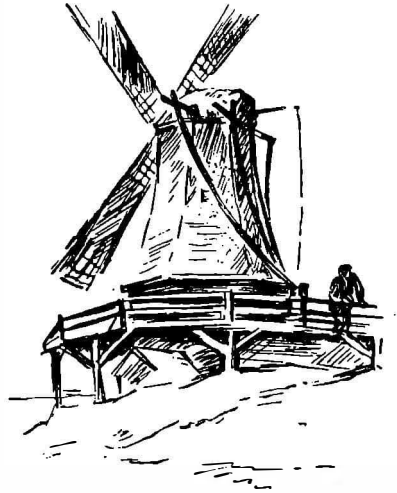
Aus dem Gruppenprotokoll

Nebel entsteht durch Kondensation des überschüssigen Wasserdampfes, wenn Luft so weit abgekühlt wird, daß ihre relative Feuchte 100 % erreicht hat. Größe eines Nebeltröpfchens 0,001 mm. Kondensationskerne müssen vorhanden sein, Größe 0,00001 bis 0,000001 mm.

Strahlungsnebel bei Windstille und wolkenlosem Himmel. Hochnebel: Ausstrahlung geht von Dunstschichten in der Höhe aus. Mischungsnebel, besonders in Küstengebieten, wenn sich zwei verschieden temperierte Luftmassen vermischen.

Tau, Reif, Rauhreif. – Rauhrost durch Sublimation. Glatteis. Morgenrot deutet auf feuchte Luft, es sind Niederschläge möglich. Abendrot läßt beständiges und niederschlagfreies Wetter erwarten.

Die Künder des Wetters – Die Wolken



Herr Müller suchte lange in dem großen Stoß Bilder und Tafeln herum, den er mit heruntergebracht hatte, und legte einige auf die Seite.

„Jetzt will ich euch von dem Reizvollsten erzählen, das uns das Wetter überhaupt bieten kann: von den Wolken. Nicht nur wir Wetterleute, die den Himmel von Berufs wegen beobachten müssen, sind immer wieder von den vielen wechselnden Formen und von der Schönheit mancher Wolken überrascht; das erlebt jeder, der mit offenen Augen Welt und Natur betrachtet. Manche Menschen, die sich viel im Freien aufhalten, wie Bauern, Schäfer, Windm ller, Förster und Seeleute, können aus der Form, der Farbe, der Größe, der Mächtigkeit der Wolken und aus ihrer Höhe und Zugrichtung sogar das Wetter für die nächsten Tage voraussagen. Denn

die Wolken sind tatsächlich die Künder des Wetters; ihr Aussehen verrät uns oft, wie sich das Wetter weiterentwickelt, ob es schön sonnig bleibt, ob es Sturm oder Regen gibt oder ob es gar schneien wird.

*Könnt ihr die Wolken schon unterscheiden?*²

Es gibt Menschen, deren Blick für die Natur so wenig geschult ist, daß sie bei einem Gang durch den Wald nur schlechthin – Bäume sehen, oder auf einer Wiese einfach nur – Gras, eine einzige Sorte Gras, oder am Himmel einfach nur – Wolken. Ob die Wolke grau oder weiß ist, sehen sie natürlich auch, sie mögen auch ein unbestimmtes Gefühl für die schwarze drohende Gewitterwolke haben, aber viel weiter reicht ihr Verständnis nicht. Und wie ist es mit euch? Habt ihr schon einen Blick für die Wolken? Für ihre Form, ihren Aufbau, ihr Gefüge, ihre Höhe? Es gibt Wolken, die 8000 m hoch sind, andere ziehen in 5000 m, 3000 m, 1000 m Höhe dahin bis herunter zu 100 m und noch niedriger, mit allen Übergängen. Das kann man recht gut schätzen. Wir unterscheiden mehrere Wolkenarten, und jede deutet auf eine besondere Wetterlage hin. Wer geübte Augen hat, erkennt ihre Merkmale leicht, für ihn ist der Himmel nicht schlechtweg mit Wolken bedeckt; ihm bietet er sich dar als ein großartiges und abwechslungsreiches Schauspiel.

Wie sich die Wolken bilden

Vor etwa einer Stunde hat Hans festgestellt, daß am Himmel einige Wolken stehen, die wie große weiße Wattebüsche aussehen; inzwischen haben sich noch ein paar neue hinzugesellt. Sie sind auch viel größer geworden. Diese Wolken kommen uns jetzt sehr gelegen. Wie mögen sie wohl entstanden sein?

Diese Frage zu beantworten, wird uns gar nicht mehr schwerfallen; denn alles, was wir an ‚Wissenschaft‘ dazu brauchen, wissen wir schon lange.

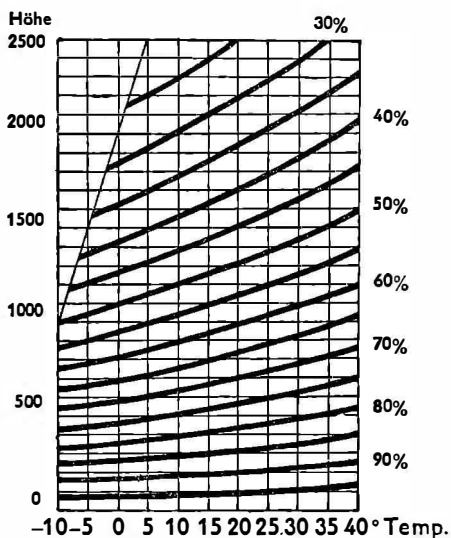
Die Sonne schickt seit heute morgen unablässig ihre Strahlen zu uns und erwärmt die Erdoberfläche. Darüber erwärmt sich die Luft – erinnert euch an das, was wir von der Lufttemperatur erzählt haben. Die erwärmte Luft dehnt sich aus, wird spezifisch leichter und steigt empor – erinnert euch an die Luftbewegung. Die aufsteigende Luft kommt von Meter zu Meter unter geringeren Druck und kann sich noch mehr ausdehnen – denkt an den Luftdruck. Luft aber, die sich ausdehnt, kühlt sich ab. Wenn ihr euren Fahrradschlauch aufpumpt, also Luft zusammenpreßt, werden Luftpumpe und Schlauch ganz warm. Öffnet ihr hingegen das Ventil und haltet die Hand in den Strom der sich ausdehnenden Luft hinein, spürt ihr deutlich die Abkühlung. Luft mit absinkender Temperatur erhöht ihre relative Feuchte – erinnert euch an den Wasserdampf. Steigt die Luft noch weiter auf, kühlt sie sich schließlich so weit ab, daß sie ihren Sättigungspunkt erreicht und viele kleine Wassertröpfchen abscheidet – denkt an den Nebel. Die Wolke hat sich gebildet!

Die Wolke ist also im Grunde genommen nichts anderes als Nebel, der sich in der Höhe gebildet hat (aber nicht mit dem Hochnebel verwechseln!). Weil der Antrieb hierzu vom erhitzten Erdboden aus erfolgt, nennen wir diesen Vorgang ‚Thermik‘ (vom griechischen Wort *thermos*, warm).

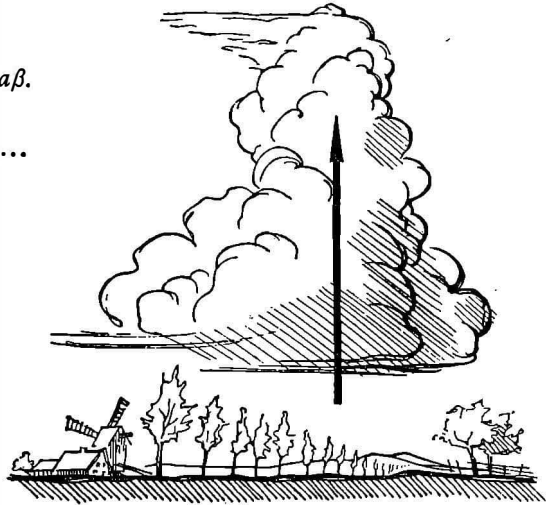
Ist die Luft am Erdboden sehr stark erhitzt worden, muß sie entsprechend höher emporsteigen, bevor sie bis auf ihren Sättigungspunkt abgekühlt ist. Die Wolke bildet sich dann entsprechend höher. Wenn wir hier unten die Lufttemperatur messen und dazu noch feststellen, wie groß die Feuchte ist, können wir genau ausrechnen, in welcher Höhe sich die Wolken bilden müssen. Auf dieser Tafel ist dargestellt, wie die Wolkenhöhe von Temperatur und Feuchte abhängt. An

einem Beispiel wollen wir die Tabelle verstehen lernen. Wir haben für die Bodenluft eine Temperatur von 15° und eine relative Feuchte von 55 % abgelesen. Wir gehen nun auf der Linie, an der 15° steht, senkrecht hoch, bis wir auf die Kurve stoßen, an der rechts 55 % eingetragen ist. Vom Schnittpunkt aus gehen wir auf der waagerechten geraden Linie nach links und finden dort die niedrigste Wolkenhöhe angezeigt: 1100 m. Das gilt aber nur für Wolken der soeben geschilderten Art.

Theoretische Wolkenhöhe
in Abhängigkeit
von Temperatur und Feuchtigkeit



*Die Wolke quillt,
und wir werden
bis auf die Haut naß.
Aber nachts
leuchten die Sterne...*



Unseren Wattebäuschen sieht man ihre Harmlosigkeit an. Hans hat ganz richtig vorausgesagt, daß es bestimmt nicht so bald regnen wird. Deswegen nennen wir diese Wolkenart Schönwetterwolken oder, weil jede einzelne wie ein Wolkenhaufen aussieht, Haufenwolken, mit dem lateinischen Ausdruck Kumulus (Cu). Der Auftrieb ist noch gering und die Luft in dieser Höhe verhältnismäßig warm, da kann nicht viel passieren.

Anders aber, wenn sich der Erdboden noch stärker erwärmt, wenn die Luft über den Eisenbahnschienen oder gepflasterten Straßen zu flimmern anfängt. Dann wird die Luft heftig nach oben gerissen, und die Aufwärtsbewegung geht in der Haufenwolke noch weiter: Der Kumulus beginnt zu ‚quellen‘! Wie ein riesengroßer Blumenkohl sieht er jetzt aus. Wir Wetterkundler sprechen nun von Quellwolken, ihre obere Grenze hat sich schon bis in eine Höhe von 2000 bis 3000 m empor-

geschoben. Wenn man sich die Zeit nimmt, kann man ganz deutlich sehen, wie es in der Wolke arbeitet, wie hier eine neue Kuppe hervorquillt und da eine andere in die Höhe schießt. Ist es (im Gegensatz zu vorhin) in den höheren Luftschichten verhältnismäßig kalt, kommt die Luft noch lange nicht zur Ruhe, sie strebt immer weiter aufwärts und sucht sich eine Umgebung, die genau die gleiche Dichte hat wie sie. Mit ihren obersten Teilen erreicht die Quellung schon 4000 bis 5000 m. Bald wird sich Entscheidendes ereignen. Im Laufe der Entwicklung hat sich so viel Feuchtigkeit ausgeschieden, daß die vielen Wassertröpfchen zu größeren Tropfen zusammenfließen, die sich nicht mehr in der Wolke halten können – und plötzlich prasselt ein Regenschauer auf uns herab, so daß wir in wenigen Minuten bis auf die Haut durchnäßt sind.

Aus dem Schönwetterkumulus war eine Quellwolke geworden, die sich bis zu einer Schauerwolke aufgetürmt hatte. Die Untergrenze bleibt im allgemeinen die gleiche, nach oben zu war sie aber dauernd gewachsen. Die Schauerwolken erreichen schließlich eine solche Mächtigkeit, daß sie das Sonnenlicht fast vollständig verschlucken und ganz grau und schwarz erscheinen. Das ist eben der Zeitpunkt, da die Menschen etwas aufmerksamer nach



dem Himmel schauen und sich ausrechnen, ob sie noch trocken nach Hause kommen.

Inmitten der Wolke wird die Luft dermaßen in die Höhe gewirbelt, daß in ihr ein Aufwärtswind bis zu 25 m/sec herrschen kann. Diese hohen Aufwärtsgeschwindigkeiten sind aber nicht nur eine Folge der hohen Erwärmung der aufsteigenden Luft vom Boden her, sondern sind mit auf die Wärme zurückzuführen, die beim Kondensieren des Wasserdampfes frei wird und auf die Luft übergeht (600 Kalorien je Kilogramm Wasser!).

Jeder Pilot fliegt in einem großen Bogen um diese Schauerwolken herum, weil er genau weiß, daß er seinen Passagieren diesen Hexenkessel nicht zumuten kann. Besonders gefährlich wird es für ihn, wenn mehrere Schauerwolken, die sich nebeneinander ausgebildet haben, zusammenwachsen und sich über große Gebiete erstrecken. Da er die Schauer nun nicht mehr umfliegen kann, hilft nur noch: an der dünnsten Stelle hindurchzustoßen oder – umzukehren!

Gegen Abend, wenn die Sonneneinstrahlung abnimmt, läßt auch die Aufwärtsbewegung der Luft nach. Man sieht es den Quellwolken an, wie die Energie, die tagsüber in ihnen gearbeitet hat, nach und nach schwindet und sie in sich zusammenfallen. Nachts sinkt die Luft ab, die Luftteilchen kommen wieder unter stärkeren Druck, erwärmen sich dabei und können deswegen wieder mehr Wasserdampf aufnehmen. Die Wolken lösen sich auf, und der nächtliche Himmel bietet uns den Anblick seiner Sterne in funkelnder Pracht.

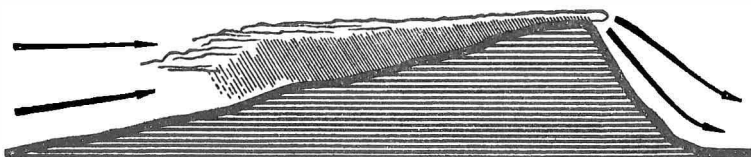
Gebirge „stauen“ den Wind

Wenn ihr, von Norden kommend, nach Sachsen hineinwandert, steigt das Gelände langsam, fast unmerklich an. Das Erzgebirge liegt wie eine riesengroße schiefe Ebene vor euch mit flachem Anstieg von Nordwesten her, aber mit steilem Abfall nach Südosten.



Auch den Winden stellt sich, wenn sie von Nordwesten her wehen, das Erzgebirge als Hindernis in den Weg, das sie zwingt, aufzusteigen. Diesen Vorgang nennen wir in der Meteorologie den Stau.

Bei dem Aufsteigen der Luft spielen sich ähnliche physikalische Vorgänge ab, wie wir sie schon bei den Thermikwolken kennengelernt haben; sie wirken sich jedoch wesentlich anders aus. Durch die von der Erdoberfläche erzwungene Hebung kommt die Luft unter geringeren Druck: dadurch Ausdehnung und Abkühlung; die relative Feuchte steigt bis zu ihrem Sättigungspunkt; der überschüssige Wasserdampf



wird ausgeschieden, und es bilden sich die Wolken, aus denen es schließlich regnet, gleichmäßig und lang andauernd. Ist die Luft über dem Kamm angelangt, fällt sie, dem Steilabfall folgend, wieder ab; sie kommt unter stärkeren Druck, erwärmt sich und kann wieder mehr Wasserdampf aufnehmen, die Wolken verschwinden; und weil die Luft ihre Feuchtigkeit zum großen Teil über dem Gebirge verloren hat, wirken diese Fallwinde ausgesprochen trocken, in der Art des Föhns.

Die von Nordwesten her einströmende Luft befindet sich in waagerechter Bewegung und wird durch den Untergrund nach und nach im ganzen angehoben. Es entsteht hier also eine Wolkenschicht, die sich gleichmäßig und geschlossen über den gesamten Nordabhang des Gebirges erstreckt. Deswegen haben diese Wolken den Namen Schichtwolken oder lateinisch *Stratus* (St) erhalten.

Am Erzgebirge beginnt sich der Stau schon im Gebiet der oberen Mulde auszuwirken, bei den Alpen bereits an der Donau. Allgemein können wir sagen, daß er sich im Vorland bis zu einer Entfernung der fünfzigfachen Kammhöhe und in der Senkrechten bis zur dreifachen Kammhöhe bemerkbar macht.

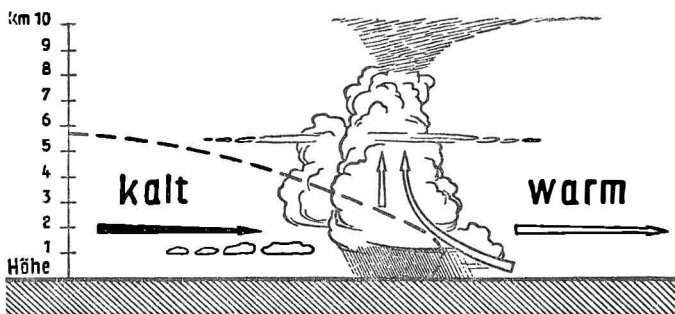
Schichtwolken weisen einen ganz anderen Charakter auf als Haufen- und Quellwolken.

Damit wir uns ihrer wichtigsten Unterschiede recht deutlich bewußt werden, wollen wir ihre Merkmale noch einmal gegenüberstellen:

Haufenwolken	Schichtwolken
Vertikale Luftbewegung	Waagerechte Luftbewegung
Aufsteigen durch Thermik ausgelöst	Hebung durch Gebirge erzwungen
Scharf voneinander abgegrenzte Wolkenballen	Geschlossene Wolkendecke
Kurze, kräftige, örtlich begrenzte Regenschauer	Lang anhaltende, gleichmäßige, über eine große Fläche ausgedehnte Regenfälle
Auflösung in der absinkenden Luft im Tagesgang	Auflösung in der absinkenden Luft über abfallendem Grund

Von Luftmassen und den Wolken an Fronten

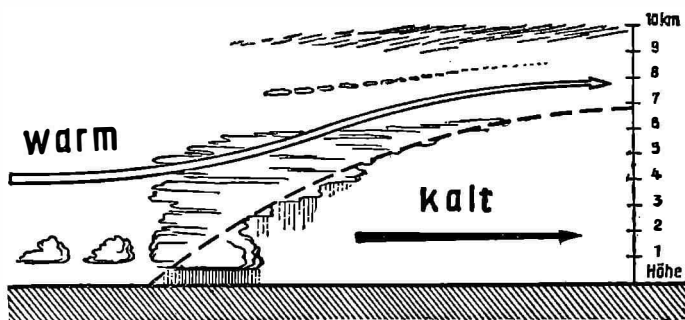
Ostwind bringt Luft zu uns, die lange Zeit über großen Landflächen gelegen hat und ganz anders geartet ist als die Luft, die der Westwind heranzführt. Wir haben das schon mehrfach erwähnt. Über Kontinenten wird die Luft ausgetrocknet, über Meeren nimmt sie Feuchtigkeit auf; über kaltem Untergrund kühlt sie ab, über erhitztem Boden wird sie warm und heiß. Diese Eigenschaften verliert die Luft auch nicht so bald wieder, wenn sie sich in Bewegung setzt. Im Winter 1946/47 kam nur



Luft zu uns, die trocken und kalt war. Als es dann im März endlich wärmer wurde, war es nicht etwa diese Luft, die sich erwärmt hatte. Nein, eine ganz andere Luftart wehte heran, Luft, die über dem Meere gelegen hatte und deshalb an sich wärmer war. Die Kontinentalluft wurde abgedrängt und durch Meeresluft ersetzt.

Die Wetterkunde spricht hier von verschiedenen Luftmassen oder auch von verschiedenen Luftkörpern, die sich nicht ohne weiteres miteinander vermischen. Wohl kann die Meeresluft, wenn sie längere Zeit über Landflächen hinwegstreicht und liegenbleibt, ihren Grundcharakter verlieren und nach und nach die Eigenschaften von Kontinentalluft annehmen, aber fürs erste ist sie eine geschlossene, begrenzte Luftmasse mit den ganz charakteristischen, vom Meere bedingten Merkmalen. Von diesen Luftmassen wird euch der Meteorologe noch genauer berichten; jetzt sei nur das Wesentlichste angedeutet, damit ihr euch schon immer angewöhnt, in Luftmassen zu denken.

Was sich aber für Wolken bilden, wenn zwei verschiedene Luftmassen, eine warme und eine kalte, einander berühren, das wollen wir schon vorwegnehmen.



Lägen zwei Luftmassen in Ruhe nebeneinander, würde wettermäßig gar nichts passieren. Anders aber, wenn sie aufeinanderstoßen, wenn sich die warme Luft auf die kalte zu bewegt! In diesem Falle, den wir als das erste Beispiel herausgreifen, werden sich allerlei bedeutungsvolle Wettervorgänge abspielen. Warme Luft ist dünner, leichter, beweglicher; kalte ist dichter und schwerer. Die warme Luft muß sich daher auf die kalte aufschieben, sie gleitet auf. Die Grenzlinie, die ‚Küste‘, an der am Boden Warm an Kalt rührt, heißt die Warmfront. Wenn wir die Lufthülle senkrecht zu dieser Grenze durchschneiden, gewinnen wir an diesem Längsschnitt einen schönen Einblick in ihren vertikalen Aufbau.

Die ersten Boten schickt die Warmfront in einer Höhe von etwa 8000 m bereits bis zu 800 km voraus. Es sind dies die *Zirruswolken* (Ci), feine weiße Wolkenschleier, die so dünn sind, daß die Sonne ungehindert hindurchscheinen kann. In diesen großen Höhen ist es so kalt, daß sich der Wasserdampf unmittelbar in Form von Eiskristallen abscheidet oder sublimiert, wie wir es ähnlich schon beim Raufrost kennengelernt haben. Zum *Zirrostratus* (Cs) verdichtet, reichen diese Eiswolken bis zu ungefähr 5000 m herunter.

In den folgenden Luftschichten, die sich unter die vorausgegangenen schieben, kondensiert der Wasserdampf zu Wassertropfchen, es entsteht eine Schichtwolke, der *Altostratus* (As), durch dessen gleichmäßig graue Decke die Sonne kaum noch hindurchscheinen kann. Seine Untergrenze liegt im allgemeinen zwischen 2000 bis 3000 m. Wir rechnen ihn deswegen den mittelhohen Wolken zu.

An ihn schließt sich der *Nimbostratus* (Ns) an, eine Schichtwolke von großer Mächtigkeit, den wir aber, da seine Untergrenze wesentlich unter 2000 m herabreicht, zu den tiefen Wolken zählen. Vom Erdboden aus können wir ja nur die untere Seite der Wolke sehen. Für Nimbostratus sagen wir heute auch gern *Regenwolke*, weil aus ihm der gleichmäßige Regen fällt, den wir alle als warmen und fruchtbaren Landregen kennen. Ist die Warmfront nicht mehr fern, dann jagen unter dem Nimbostratus noch kleine abgerissene Wolkenfetzen, *Fraktostratus* (Fs), in geringer Höhe am Himmel dahin. Nach dem Durchzug der Warmfront klart der Himmel bald wieder auf.

Bei dem Gegenstück, der Kaltfront, drängt die kalte Luft gegen die warme an. Kalte Luft ist schwerer und schiebt sich unter die vorgelagerte Warmluft und zwingt sie, rasch aufzusteigen. Die Wolken, die dabei entstehen, müssen also Quellwolken sein, aus denen die kurzen, aber kräftigen Schauer herabstürzen. Baut sich eine solche Quellwolke besonders hoch auf, daß sie in ihren obersten Teilen bis 5000 m und noch höher hinaufreicht, zu ‚rauchen‘ beginnt und einen Zirrusschirm entwickelt, nennen wir sie *Kumulonimbus* (Cb).

Die Kaltfront mit ihrem nachfolgenden ‚Rückseitenwetter‘ erstreckt sich nur bis zu einer Tiefe von etwa 50 km, ist also in

wesentlich kürzerer Zeit über uns hinweggezogen als das ganze Warmfrontsystem mit seinen insgesamt 800 km. Die Zuggeschwindigkeit einer Kaltfront beträgt vielfach 50 km in der Stunde, die der vorseilenden Warmfront nur etwa 30 km.

Die Einteilung der Wolken hilft uns bei ihrer Beobachtung

Nun haben wir eine Menge verschiedener Wolken kennengelernt. Damit wir uns besser zurechtfinden, wollen wir sie übersichtlich ordnen.

Nach ihrer Höhe über dem Erdboden, wobei immer die Untergrenze maßgebend ist, unterscheiden wir drei Gruppen:

1. Tiefe Wolken von Erdbodennähe bis zu etwa 2500 m
2. Mittelhohe Wolken etwa 2500 m bis etwa 5000 m
3. Hohe Wolken über 5000 m.

Richten wir uns nach ihrer Form und ihrem inneren Aufbau, dann gewinnen wir eine andere Einteilung, aber ebenfalls drei Gruppen:

1. Schichtwolken (horizontale Ausdehnung)
2. Haufenwolken (vertikaler Aufbau)
3. Zirkuswolken (aus Eiskristallen bestehend).

Diese beiden Einteilungsgrundsätze lassen sich miteinander verbinden. In der Praxis hat man sich auf folgende zehn Wolkengattungen geeinigt, wobei aber berücksichtigt werden muß, daß sich die angegebenen mittleren Wolkenhöhen auf

die Verhältnisse in gemäßigten Klimaten und nicht auf Höhen über dem Meeresspiegel, sondern auf Höhen über dem Beobachtungsort beziehen. In Sonderfällen können sehr starke Abweichungen eintreten, besonders bei den Zirren, die auch in gemäßigten Klimaten bis zu einer Höhe von 3000 m herab vorkommen; im Polargebiet treten sie sogar in Bodennähe auf:

A. Hohe Wolken, mittlere Mindesthöhe 6000 m

1. Zirkus (Ci): dünne weiße Fasern
2. Zirkokumulus (Cc): kleine, weiße, durchsichtige Bällchen (Schäfchenwolken)
3. Zirrostratus (Cs): dünner, weißer, durchsichtiger Schleier

B. Mittelhohe Wolken, mittlere Maximalhöhe 6000 m, mittlere Mindesthöhe 2000 m

4. Altokumulus (Ac): grobe Schäfchenwolken, Schichten von weißen und grauen Ballen mit grauen Schatten
5. Altostratus (As): dünner bis dichter grauer Wolken Schleier, durch den Sonne und Mond gerade noch hindurchscheinen können oder nur als matthelle Flecke zu sehen sind

C. Tiefe Wolken, mittlere Maximalhöhe 2000 m, Mindesthöhe in Bodennähe

6. Stratokumulus (Sc): unregelmäßig begrenzte, graue Wolkenballungen, die mehr oder weniger den ganzen Himmel bedecken
7. Stratus (St): gleichmäßige, formlose, dunkelgraue Schicht
8. Nimbostratus (Ns): gleichmäßig grauer, dichter Wolkenhang, durch den die Gestirne nicht mehr sichtbar sind

D. Wolken mit ausgesprochen vertikalem Aufbau, mittlere Maximalhöhe in Zirrushöhe, mittlere Mindesthöhe 500 m

9. Kumulus (Cu): Auftriebswolke, häufig mit aufgequollener Oberseite

10. Kumulonimbus (Cb): Kumulus mit kräftig aufgequollenen Türmen, die zu rauchen beginnen, Zirruschirm.

Für mehrere dieser Wolkengattungen haben wir ein Bild mit ausführlichen Erklärungen herausgesucht. Wenn es auch zwischen den einzelnen Gattungen vielerlei Übergänge gibt, so werdet ihr nach einiger Übung trotzdem die Wolken gut auseinanderhalten können und aus ihnen in groben Zügen die Wetterlage erkennen.

Wenn ihr auf euren Spaziergängen oder Wanderungen merkt, daß jemand dabei ist, der über die Wolken Bescheid weiß, dann bittet ihn um Aufklärung. Schätzt erst selbst Höhe und Art der Wolken ab und fragt ihn dann, was er dazu meint. Ihr werdet merken, daß man sich im Anfang leicht versehen kann. Laßt euch deswegen aber nicht gleich entmutigen; man lernt es ziemlich rasch – und wenn ihr das Glück habt, in den Sommerferien in einem Zeltlager der Jungen Pioniere zu sein, dann habt ihr die beste Gelegenheit, euch gemeinsam im Schätzen zu üben.



*Wolken ziehen drüber hin...
und wir machen eine große Entdeckung*



Wie herrlich ist das, sich an einem schönen warmen Sommer-
nachmittag auf einer Waldwiese oder am Strand lang hin-
zustrecken, die Hände unter dem Kopf zu verschränken und
nun gedankenverloren ‚in den Himmel zu schauen‘. Bald blei-
ben unsere Blicke an den Wolken hängen; wir haben ja noch
nie soviel Zeit gehabt, uns in ihren Anblick zu verlieren...
Da drüben steht ein Kumulus, ja wirklich, er ‚steht‘! Wir
haben schon lange hingesehen, er rührt sich nicht von der
Stelle, obwohl es so windstill gar nicht ist. Wie mag das nur
zugehen?! Wir rufen uns schnell ins Gedächtnis zurück, was
wir von seiner Entstehung wissen... erwärmter Boden...
aufsteigende Luft ... Sättigungspunkt ... Wolkenbildung! Da
müßte also unter ihm eine Stelle... Aber natürlich, wir sind
doch vorhin an der großen Sandgrube vorbeigegangen, über
der die Luft so stark flimmerte. Dort steigt also die Luft hoch,
und gleich dahinter war eine sumpfige Wiese. Die Luft, vom
Wind herangeführt, wird demnach über der Sandgrube an-
gehoben, über der Wiese aber sinkt sie wieder ab. Es muß sich
da oben eine Luftwelle entwickeln mit dem Ausschlag erst

nach oben und dann nach unten. Warum wird aber der Kumulus nicht abgetrieben, warum macht er die Wellenbewegung nicht mit? Wir schauen schärfer hinüber, und da machen wir eine ganz große Entdeckung! Auf der Luvseite der Wolke (der dem Wind zugewandten Seite) wachsen immer neue Kuppen hervor, werden wieder eingedrückt, aber andere stoßen nach; der Kumulus wächst also dem Winde entgegen – und rührt sich doch nicht von der Stelle! Im Lee (der dem Wind abgewandten Seite) scheint die Grenze verwaschen, wie ausgefranst, und jetzt sehen wir es deutlich, wie sich einzelne Wolkenfransen losreißen, aber bald zerfasern und verschwinden. Der Kumulus, den wir schon eine halbe Stunde beobachten, ist gar nicht mehr derselbe Kumulus von vorhin, er vergeht und erneuert sich ohne Unterlaß.

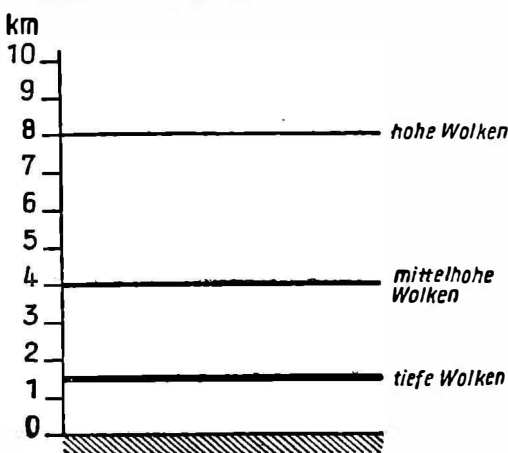
Auch in der Senkrechten scheint das so zu sein; die Oberfläche grenzt sich scharf ab wie auf der Luvseite, die Unterfläche ist ebenso verwaschen wie auf der Leeseite. Die kleinen Wassertropfchen, und wenn sie noch so winzig sind, haben ihr bestimmtes Gewicht und unterliegen der Schwerkraft wie alles andere auch. Vereinigen sie sich zu größeren Tröpfchen, dann kann sie der Auftrieb nicht mehr in der Schwebelage halten; sie sinken ab – verdunsten aber in der wärmeren Luft sofort wieder zu Wasserdampf, und in diesem Zustand beginnt die Reise nach oben aufs neue. Auch hier ein Werden und Vergehen! Die Wolken sind in sich gar nicht in Ruhe, sondern in steter Bewegung – auch wenn sie still zu stehen scheinen! Was hier für den Kumulus gilt, trifft ebenso für die Staubeewölkung zu. Die Schichtwolke scheint zwar am Gebirge zu ‚kleben‘, in Wirklichkeit wandert sie aber mit dem Wind; sie bildet sich am Fuße des Gebirges immer neu und löst sich jen-

seits des Kammes wieder auf. Wie eine senkrechte Mauer scheint sie hier abgeschnitten, weil die Luft – dem Steilhang folgend – plötzlich absinkt und nun, trocken und sich erwärmend, in ihrer Wirkung als Föhn auftritt. Wegen der scharf ausgeprägten Vorgergrenze der ‚stillstehenden‘ Staubewölkung spricht man auch von einer ‚Föhnmauer‘.

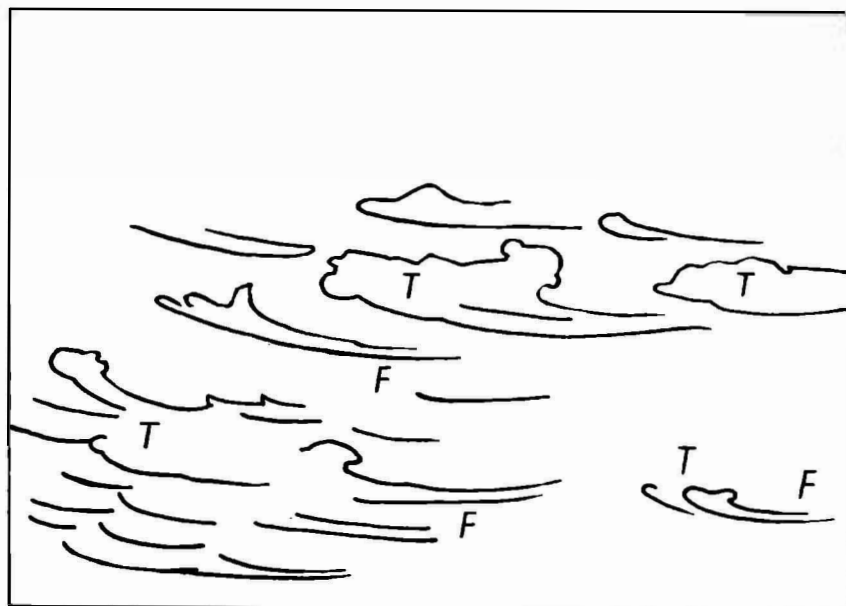
Bei Westwetter, wenn die Wolken in dicken Schichten über uns dahinjagen, vermögen wir dieses Werden und Vergehen nicht so leicht zu beobachten, werden aber dafür in anderer Weise entschädigt. Wir können ganz deutlich die drei Höhenschichten erkennen (falls sie überhaupt vorhanden sind!): Die tiefen grauen Wolken jagen in großer Eile über uns weg, die dichten weißen mittelhohen scheinen für den Augenblick still zu stehen, dann sehen wir aber genau, daß sie sich unter den ganz hohen feinen Wolkenfasern doch fortbewegen.

Obwohl da oben viel größere Windgeschwindigkeiten als am Boden herrschen, scheinen die Wolken viel langsamer zu

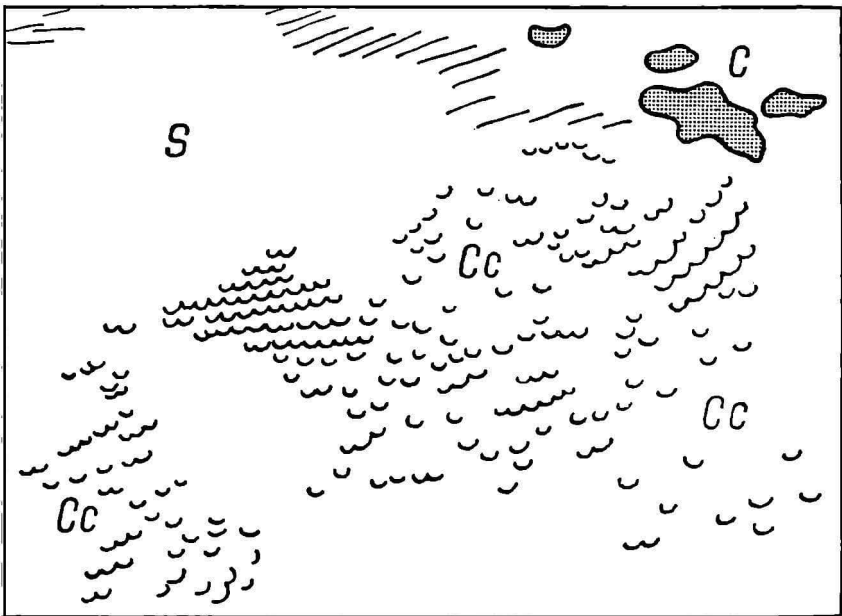
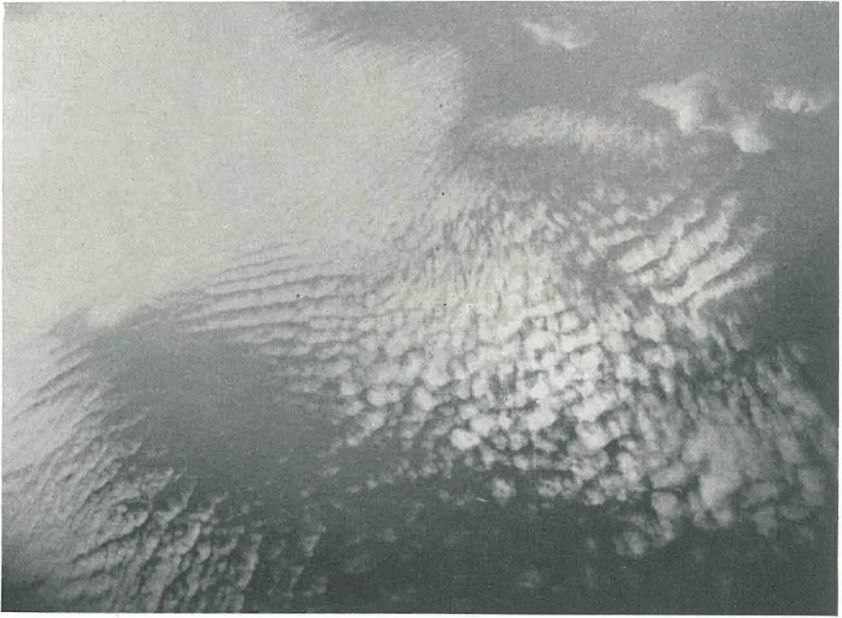
Mittlere Wolkenhöhen



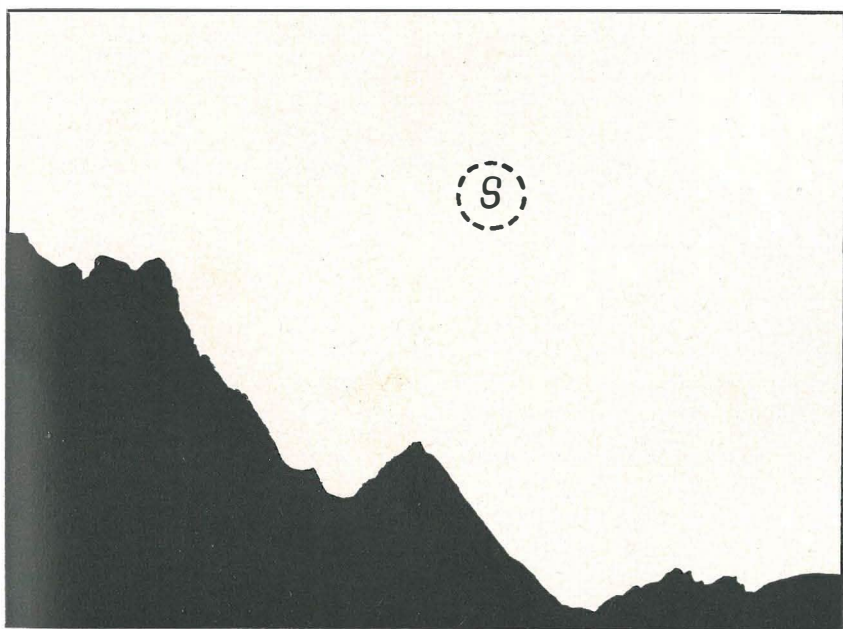
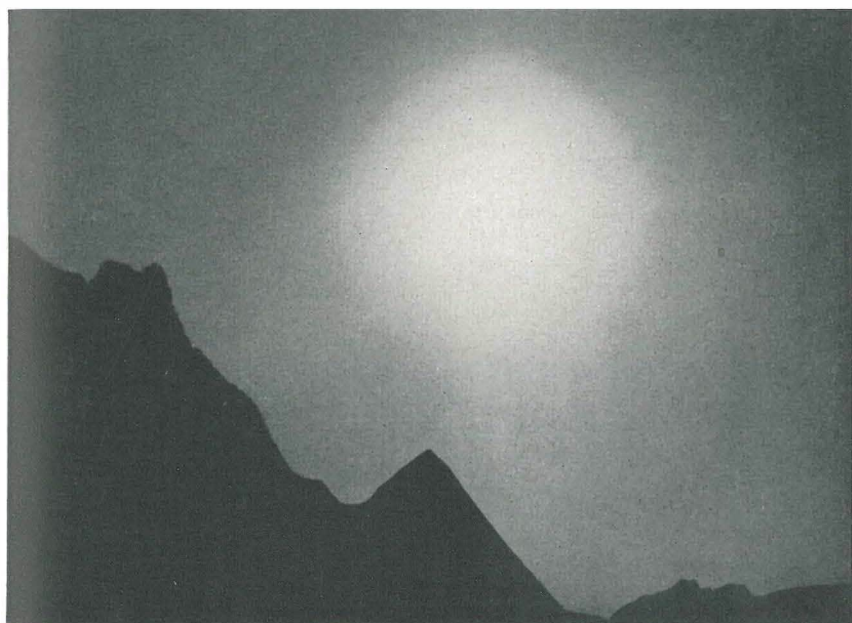
ziehen. Das liegt aber nur an der Entfernung. Manchmal stellen wir für die Zirkuswolken eine ganz andere, sogar entgegengesetzte Zugrichtung fest. Dann könnt ihr euch darauf verlassen: In wenigen Tagen wird sich das Wetter ändern!



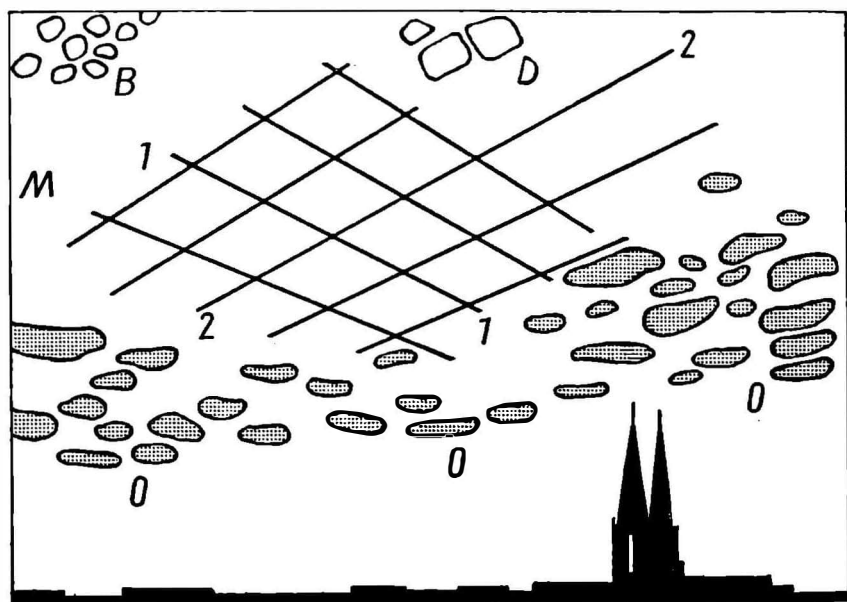
Zirrus. Die einzelnen parallelen Fäden (F) laufen meistens in Büscheln (T) aus. Ein solcher Himmel ist charakteristisch für das Wetter auf der Vorderseite eines Tiefs



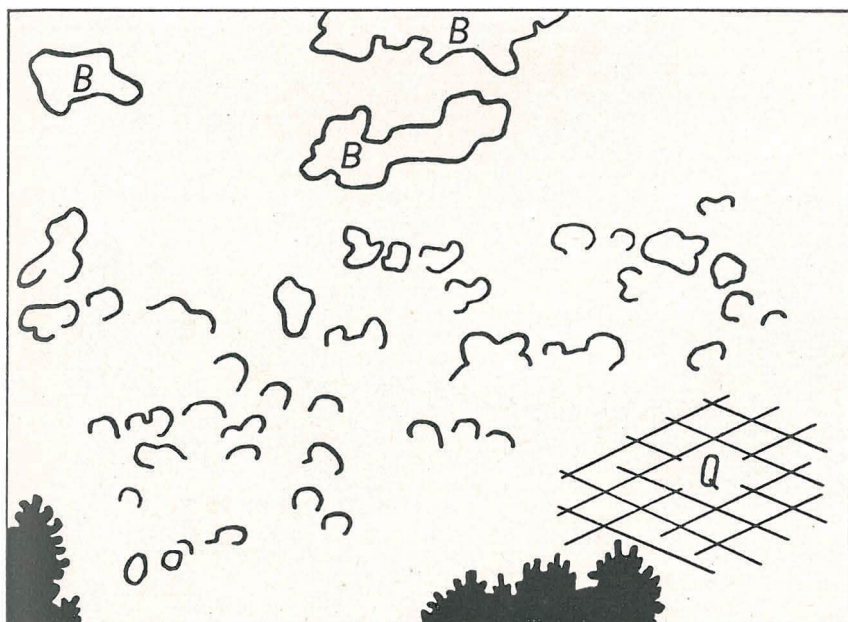
Zirrokumulus. Bei S Zirrostratus, der an den Rändern in Zirrokumulus-Bällchen zerfällt. Bei C einige flache Kumuluswolken



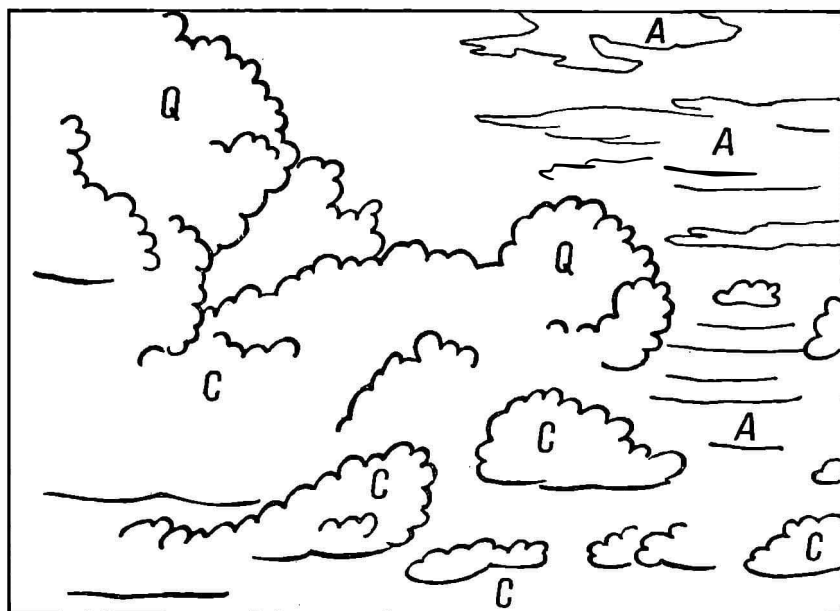
Altostratus. Die Sonne erscheint bei S nur noch als heller Fleck. Dieser dichte Altostratus ist charakteristisch für das Herannahen einer Warmfront



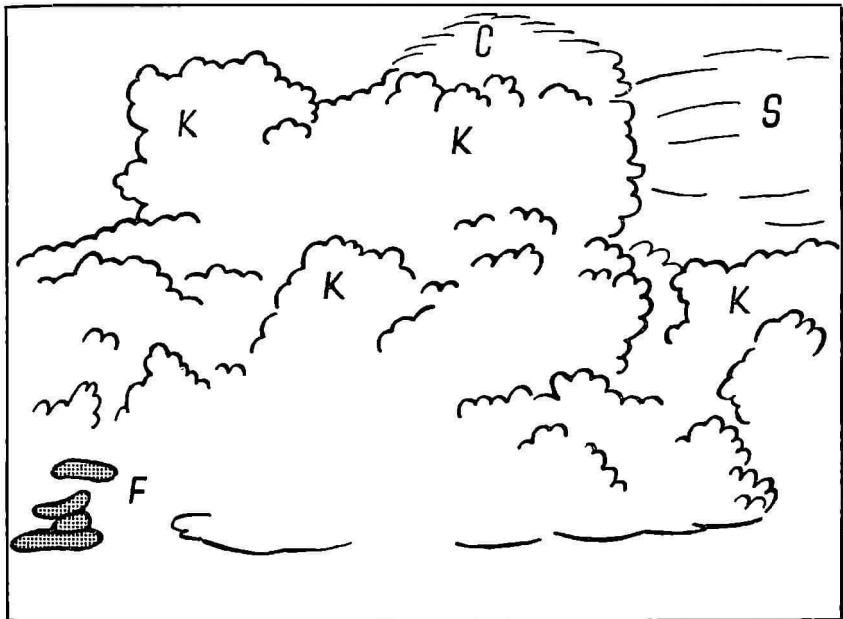
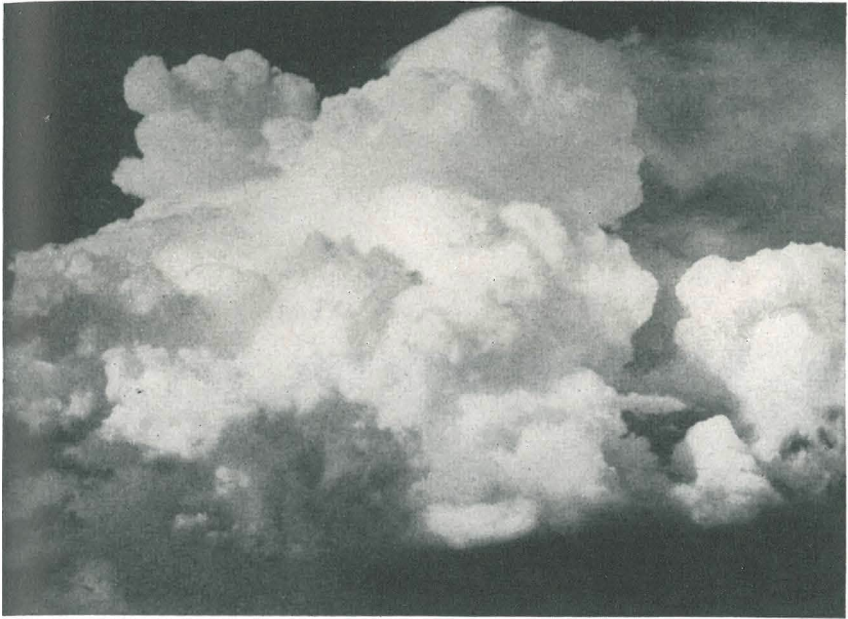
Altokumulus. Die einzelnen Wolkenteile haben Kieselform, besonders deutlich bei B und D, und sind in den beiden Richtungen 1 — 1 und 2 — 2 angeordnet, bei M etwas verschwommen. Bei O zeigen die Wolkenballen stärkere Schatten, doch ist im großen und ganzen die Schicht von gleichmäßiger Dicke



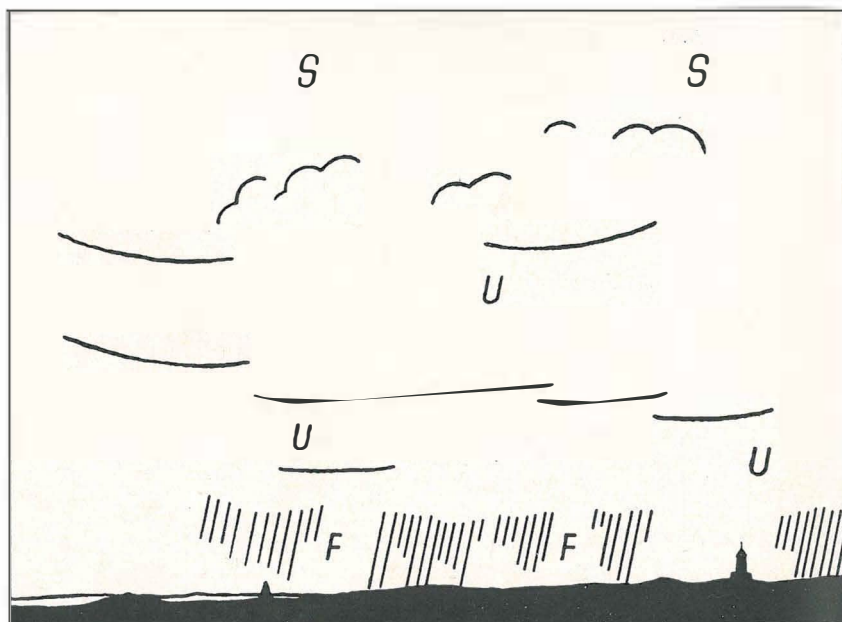
Altostratus. Die einzelnen „Flocken“ erinnern an kumulusartige Quellformen, die besonders bei B weiße Bällchen zeigen. Bei Q hat die Wolkenschicht Schachbrettform, im ganzen macht sie aber mehr einen zerrissenen und „wildem“ Eindruck. Diese Wolkenform tritt häufig vor Gewittern auf



Kumulus. Bei Q Quellungen, während die Wolken bei C im allgemeinen noch ziemlich flach erscheinen. Der linsenförmige Altokumulus bei A deutet an, daß sich das Zentrum des Tiefs weitab befindet



Kumulus. Bei K mächtig aufgetürmte Quellungen, die bei C in eine Zirkuskappe übergehen. Bei S dichter Zirrostratus. Auf der Unterseite treiben bei F einige Wolkenfetzen



Kumulonimbus. Die dunkle Unterseite U läßt auf die ungeheure Mächtigkeit der Wolke schließen, die bei S von der Seite zu sehen ist. Bei F Fallstreifen, die aber teilweise wieder austrocknen, bevor sie den Erdboden erreichen



Stratokumulus. Hier löst sich eine geschlossene Stratokumulusdecke in einzelne Wolken auf, die am Horizont (bei H) von der Seite zu sehen sind, bei U aber mehr von unten



Kumuluswolke mit turmartiger Quellung ...



... die sich **immer** stärker entwickelt. Auffällig ist ...



... die obere Abgrenzung. Eine Sperrschicht zwingt die aufstrebenden Luftmassen zu horizontaler Ausbreitung

Der Wetterbericht meldet: Heiter bis wolkg

Wenn die Stimme im Lautsprecher von wolkenlosem oder bedecktem Himmel spricht, dann ist das allen eindeutig klar, jeder kann sich dabei das Richtige vorstellen. Bei ‚wolkenlos‘ sind überhaupt keine Wolken zu sehen, und ist der Himmel ‚bedeckt‘, dann ist er eben vollständig mit Wolken verhangen, nirgends ist ein blaues Eckchen zu finden. Diesen Zustand nennen wir auch ‚trübe‘.

Nicht so scharf umrissen sind die Ausdrücke ‚heiter‘ und ‚wolkg‘. Mit ‚heiter‘ will man doch sagen, daß am Himmel nur wenig Wolken vorhanden sind, die Sonne kann fast ungehindert scheinen; unter ‚wolkg‘ verstehen wir dagegen sehr viele Wolken. Wo liegt aber die Grenze zwischen beiden?

Bei unseren Beobachtungen auf der Wetterwarte benutzen wir diese ungenauen Bezeichnungen überhaupt nicht, wir wenden sie nur in den Wetterberichten für das breite Publikum an, weil wir nicht verlangen können, daß jeder unsere exakte Zahlensprache beherrscht. In unserem Wetterdienst wird der Bedeckungsgrad in Achteln angegeben. In Gedanken zerschneiden wir den Himmel in acht gleiche Stücke wie eine große Geburtstagstorte, dann schieben wir alle Wolken auf einen Haufen zusammen und schätzen ab, wieviel von den Himmelsachteln damit bedeckt werden. Diese Methode hat sich sehr gut bewährt, und es kommt kaum vor, daß zwei geübte Beobachter zu verschiedenen Auffassungen gelangen. Wenn wir diese Achteleinteilung in die ‚Umgangssprache‘ übersetzen, richten wir uns nach folgendem Schema:

0	Achtel	= wolkenlos
1 bis 3	Achtel	= heiter
4	Achtel	= halb bedeckt
5 bis 7	Achtel	= wolkg
8	Achtel	= bedeckt, trübe

Sind denn diese genauen Achtelangaben überhaupt notwendig, werdet ihr fragen. Nun, wie entscheidend sich die Sonneneinstrahlung auf Wetter und Klima auswirkt, habt ihr gewiß schon einsehen gelernt. Sie ist so wichtig, daß wir die Dauer des Sonnenscheins sowie die zugeführte Licht- und Wärmemenge sogar von besonderen Apparaten registrieren lassen. Vor allem ist es die Klimaforschung, die damit zu aufschlußreichen Ergebnissen gelangt.“

Aus dem Gruppenprotokoll

Wolkenbildung durch aufsteigende (oder angehobene) Luft, die sich unter ihren Sättigungspunkt abkühlt.

Auslösende Ursachen: Thermik (Quellwolken) und Stau (Schichtwolken). An Warmfronten entstehen Schichtwolken, an Kaltfronten Quellwolken.

Hohe Wolken (Zirrus, Zirro-kumulus, Zirrostratus).

Mittelhohe Wolken (Alto-kumulus, Altostratus).

Tiefe Wolken (Strato-kumulus, Stratus, Nimbostratus).

Wolken mit ausgesprochen vertikalem Aufbau (Kumulus, Kumulonimbus).

Die Wolken verändern sich ununterbrochen in fortwährendem Werden und Vergehen.

Bedeckungsgrade des Himmels: wolkenlos (0 Achtel), heiter (1 bis 3 Achtel), halb bedeckt (4 Achtel), wolzig (5 bis 7 Achtel), bedeckt, trübe (8 Achtel).

Vom Kreislauf des Wassers – Die Niederschläge

Warum es regnet! Vereinigt werden auch die schwachen Wassertröpfchen mächtig

„Als wir vorhin das Werden und Vergehen des ‚stehenden‘ Kumulus untersuchten, hätte es beinahe geregnet, aber nur beinahe – wenn nämlich die absinkenden Wassertröpfchen in der warmen Luft nicht wieder verdunstet wären! Die Tröpfchen waren zu klein, wurden bei ihrem Fallen infolge ihres geringen Gewichtes von der Luft viel zu sehr abgebremst, als daß sie bis auf die Erdoberfläche hätten gelangen können, und verdunsteten.

Wieder zu Tröpfchen kondensiert, wurden sie das nächste Mal hoch hinaufgewirbelt. Es wurden ihrer immer mehr, und sie wuchsen zu zweien, vierten, achten oder sechzehn zu größeren Tropfen zusammen. Ihr Gewicht nahm immer mehr zu, und jetzt fielen und fielen sie, obwohl die warme Luft an ihnen zehrte, und mit einem kurzen ‚Platsch‘ prallten sie unten auf dem Erdboden auf. – So ist es, wenn es regnet. Manchmal können wir an einer Wolke, die weitab am Horizont steht und die wir deshalb mehr von der Seite sehen, genau beobachten, wie aus ihr der Regen herausfällt, in halber Höhe aber austrocknet und wieder verschwindet. Als ob lange Fransen aus der Wolke heraushingen, sieht das aus; *Fallstreifen* nennen wir diese Erscheinung in der Wetterkunde.

Aus Schichtwolken fällt ein anderer Regen als aus der Quellwolke. Er ist gleichmäßiger, ruhiger und dauert länger, seine Tropfen sind kleiner, oftmals empfinden wir ihn als warm; als Landregen ist er über ein großes Gebiet ausgedehnt. Quellwolken bringen uns dagegen die kurzen, heftigen, örtlich begrenzten und meist kalten Schauer mit großen Tropfen; mitunter stürzt das Wasser in solchen Strömen herab, daß man meint, der Himmel ‚stehe offen‘. Diese Wolkenbrüche sind sehr gefährlich, weil der Erdboden diese plötzlich auftretenden Wassermassen gar nicht aufnehmen kann; sie laufen oberflächlich weg und führen häufig zu schweren Hochwasserkatastrophen.

Gewaltige Wassermengen sind Tag für Tag unterwegs

Als unsere Regentropfen endlich auf die ausgetrocknete Erde herabgefallen waren, verdunsteten die einen sogleich wieder zu Wasserdampf, andere aber sickerten schnell in den Boden ein. Viele von ihnen wurden von trockenen Wurzeln aufgesogen und in den Stengeln oder Stämmen von Zelle zu Zelle bis hinauf zu den grünen Blättern hochgedrückt. Dort wird unter der Einwirkung des Sonnenlichts aus dem Kohlendioxyd der Luft neue Pflanzennahrung bereitet. Auch hierbei wurden viele Tröpfchen wieder verdunstet.

Durch die Verdunstung der Pflanzen gelangen große Wasser-

mengen in die Luft zurück. Es ist ausgerechnet worden, daß 1 ha Buchenwald tagtäglich 20000 Liter Wasser als Wasserdampf in die Luft ausscheidet. Auch dieser Wasserdampf bildet später einmal Wolken, aus denen wieder Regen herausfällt, der unsere Wiesen und Felder fruchtbar macht. Daraus könnt ihr ersehen, welche große Bedeutung die Wälder für den Wasserhaushalt eines Landes haben und welche Gefahr die Abholzungen im Westen Deutschlands (wir denken nur an den Schwarzwald!) darstellen.

Viele der eingesickerten Regentropfen drangen immer tiefer in den Boden ein, bis ihnen undurchlässige Tonschichten oder Felsen den Weg versperrten. Sie sammelten sich hier als Grundwasser zu unterirdischen Seen oder flossen als unterirdische Bäche weiter.

Als Quelle traten sie wieder ans Tageslicht, plätscherten einen Wiesenhang hinab und vereinigten sich mit anderen Rinn-salen zu einem größeren Bach. Der Bach wurde zum Fluß, der Fluß zum Strom. Immer näher kam das weite Meer... Wasser, Wasser, nichts als Wasser... Und ein Teil dieses vielen Wassers verdunstete auch hier wieder zu Wasserdampf und wurde vom Wind davongetragen – landeinwärts...

So ist das Wasser ständig unterwegs, sein Weg verläuft in endlosen Kreisen.

Niederschläge 1 mm, meldet die Wetterwarte

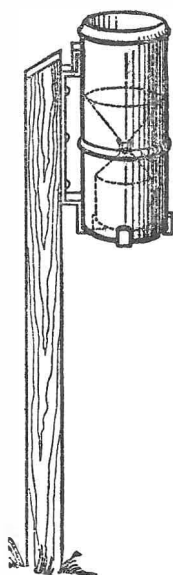
Nach einem Regenguß bewegt manchen die Frage, wieviel Wasser nun eigentlich vom Himmel herabgekommen ist. Schätzen kann man da gar nichts, denn das Wasser läuft gleich weg oder sickert im Erdboden ein; in geringen Mengen verdunstet es auch sofort wieder. Auf den Wetterwarten wird der Niederschlag mit einem Gerät gemessen, das bei uns im Jahre 1886 allgemein eingeführt wurde. Ein Meter über dem Erdboden wird es aufgehängt und besteht aus einem Blechgehäuse, in dem sich eine Sammelkanne mit einem Trichter befindet. Das aufgefangene Regenwasser wird in ein Meßglas geschüttet, und an einer Skala kann man sofort die Niederschlagshöhe in Millimetern ablesen, wobei Auffangsöffnung für das Regenwasser und Skala des Meßglases so aufeinander abgestimmt sind, daß der auf der Skala des Meßglases abgelesene Regenwasserstand die Niederschlagshöhe in mm angibt. 1 mm Regenmenge bedeutet, daß das Regenwasser im freien Gelände 1 mm hoch stünde, wenn nichts abfließen, versickern oder verdampfen könnte.

1 m² Grundfläche entspricht 1 000 000 (einer Million) mm²; 1 000 000 mm³ Wasser sind 1 000 cm³ und wiegen 1 000 g oder 1 kg, und das ist 1 Liter. Bei einer Niederschlagshöhe von nur 1 mm ist demnach 1 m² mit 1 Liter Wasser begossen worden. Ein kleiner Garten von 10 m · 10 m = 1 a umfaßt 100 m² und würde 100 Liter abbekommen haben, das sind rund 8 mittlere Gießkannen voll.

1 ha = 100 a = 10 000 m² erhielte 10 000 Liter oder 10 t,

1 km² = 100 ha = 1 000 000 m² sogar 1 Million Liter = 1000 t. 50 Güterwagen zu je 20 t Tragkraft oder 2 Güterzüge mit je 25 Wagen wären notwendig, um diese Wassermassen fortzuschaffen. Und das bei einem Niederschlag von nur 1 mm, wenn die Leute meinen, es habe kaum geregnet!

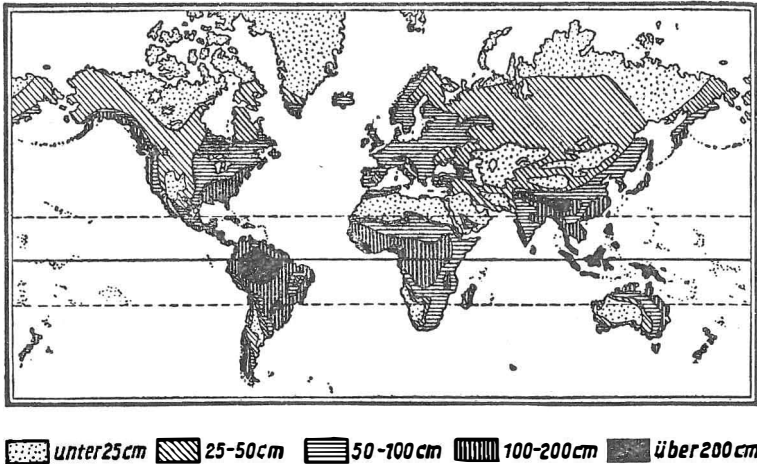
Die Gesamthöhe des Niederschlags, der über Deutschland in einem Jahre niedergeht, beträgt im Mittel 660 mm, doch zeigen sich im einzelnen große Unterschiede. Von Westen nach Osten nehmen die Regenmengen ab, an den Gebirgen jedoch wieder zu, vor allem an den Westseiten, so besonders am Schwarzwald, am Harz und Thüringer Wald. Der Stau mit seinen Luv- und Leeseiten macht sich hier deutlich bemerkbar.



Wo es auf der Erde am meisten und am wenigsten regnet

Für die gesamte Erde hat man die niedergehenden Wassermengen im Jahresdurchschnitt auf rund 1000 mm geschätzt, doch weichen die Jahressummen der einzelnen Orte und Landschaften ganz erheblich voneinander ab. Einer Niederschlagsmenge in Bishop Creek in Kalifornien von 33 mm stehen 3612 mm im Küstengebiet von Brasilien gegenüber und 4386 mm in der Landschaft Arakan an der Westküste Hinterindiens. Aber auch in Europa kommen solche Höchstwerte vor. Crkvenice in Dalmatien erhält einen jährlichen Nieder-

NIEDERSCHLAGSZONEN DER ERDE



schlag von 4340 mm, während in Berlin durchschnittlich 581 mm gemessen werden.

Im westlichen Teil der Sowjetunion sind für Kaliningrad 700 mm, für Moskau 620 mm, für Astrachan aber nur 206 mm errechnet worden; in Sibirien belaufen sich die Jahresdurchschnitte in Werchojansk auf 147 mm, in Omsk auf 313 mm; in Mittelasien hat das Aralgebiet ein Jahresmittel von 160 mm, Samarkand von 325 mm.

Die größten bisher beobachteten Jahresmengen fallen in Cherrapunji am Südbhang des Himalaja: 11020 mm. Und dabei handelt es sich um einen Mittelwert! Einmal, im Jahre 1861, waren es sogar 22900 mm. Es regnet hier in einem einzigen Jahr fast ebensoviel wie in Alexandrien (Ägypten) während eines ganzen Jahrhunderts. In den Polargebieten gibt es dagegen nur 100 bis 200 mm jährliche Niederschläge.

Warum es zu diesen Verschiedenheiten kommt, brauchen wir im einzelnen nicht mehr zu untersuchen. Unsere meteorologischen Kenntnisse reichen nun schon aus, daß jeder von uns die Antwort selbst finden kann. Doch wird es nichts schaden, wenn wir die Ursachen noch einmal in einer geordneten Übersicht zusammenstellen.

1. Regnen kann es nur dort, wo die Luft feucht ist. In den Tropen begünstigt die starke Sonneneinstrahlung eine reichliche Verdunstung, die zur Bildung mächtiger Wolken führt, aus denen erhebliche Niederschläge fallen. In den höheren Breiten hingegen sinkt die Temperatur ab, die Luft enthält sehr wenig Wasserdampf, also regnet es hier auch weniger. Ganz allgemein kann man sagen, daß die Niederschlagsmenge vom Äquator nach den Polen abnimmt.

2. Das würde wunderschön stimmen, wenn die Winde nicht wären! Aufsteigende und sich abkühlende Winde bringen Niederschläge, absinkende und sich erwärmende Winde sind trocken. Am Äquator steigt die Luft hoch: ergiebige Regenfälle. An den Wendekreisen (Roßbreiten) sinkt die Luft ab: Trockenheit, Wüsten!

Die Passate wehen äquatorwärts, erwärmen sich dabei und wirken ebenfalls trocken. An die Roßbreiten schließen sich polwärts die Gebiete mit vorwiegend westlichen Winden an, die ausreichende Niederschläge zu allen Jahreszeiten bringen. Wenn auch die Polargegenden nur geringe Niederschläge erhalten, so kann man sie immerhin nicht einfach ganz trocken nennen, weil wegen der niedrigen Lufttemperatur schon geringe Wasserdampfmenngen genügen, um die Luft feucht zu machen.

Wenn wir einen Globus hernehmen, könnten wir über den

Äquator einen breiten dunkelgrünen Papierstreifen kleben, auf den wir ‚Tropenregen‘ schreiben. Auf die Region der Passate und der Roßbreiten kleben wir gelbes Papier mit der Aufschrift ‚Trocken‘. Der Westwindgürtel erhält einen hellgrünen Streifen: ‚Niederschläge zu allen Jahreszeiten‘. Für die beiden Pole wählen wir weiße Kappen mit der Aufschrift: ‚Sehr geringer Niederschlag‘.

3. Leider ist auch dieses Schema noch zu einfach. Wir würden mit ihm zwar ganz gut zurechtkommen, haben aber die Sonne nicht genügend berücksichtigt. In unserem Sommer steht sie über dem nördlichen Wendekreis senkrecht, im Zenit, in unserem Herbst über dem Äquator, in unserem Winter über dem südlichen Wendekreis und in unserem Frühjahr wieder über dem Äquator, und jedesmal verschieben sich die Niederschlagsgürtel mit, weil sich das ganze Windsystem nach dem jeweiligen Sonnenhöchststand richtet. Dieses Wandern des Sonnenhöchststandes erfordert auf unseren aufgeklebten Streifen einige Verbesserungen:

Im Kalmengebiet des Äquators zwischen 5° Nord und 5° Süd erzeugt die aufsteigende Luft fast täglich in den Nachmittagsstunden starke Wolkenbildung und heftige Gewittergüsse. Weil sich diese täglichen Regen auf den Äquator beschränken, heißen sie *Äquatorialregen*.

Wo die Sonne zwischen den beiden Wendekreisen jeweils am höchsten, im Zenit, steht, löst sie *Zenitalregen* aus, weil hier die Neigung zu aufsteigender Luftbewegung am größten ist. Für alle Orte zwischen den beiden Wendekreisen tritt der Sonnenhöchststand im Laufe des Jahres zweimal ein. Daher haben die Gebiete, die sich dem Kalmengürtel mit ihren täglichen Äquatorialregen nach Norden und Süden zu anschließen,

doppelte Regenzeiten, die durch Trockenheiten voneinander streng getrennt sind. Nur in der Nähe der Wendekreise selbst (etwa zwischen dem 12. und 22. Breitenkreise), wo die Sonne ihre beiden Höchststände sehr rasch hintereinander erreicht, verschmelzen die beiden Regenzeiten zu einer einzigen.

In dem anschließenden subtropischen Gürtel bis 40° Nord und Süd fallen im jeweiligen Sommer so gut wie keine Niederschläge, weil sich die absinkende Luft der Roßbreiten auswirkt. Im Winter hingegen verlagert sich das ganze Windsystem (auf der nördlichen Halbkugel) nach Süden. Die subtropische Zone gelangt in den Bereich des sich nördlich anschließenden Westwindgürtels und nimmt an ihren Niederschlägen teil. Sie ist also gekennzeichnet durch trockene Sommer und regenreiche Winter. In diesem Gebietsstreifen liegt das Mittelmeer mit den angrenzenden Ländern, also Nordafrika, Spanien, Italien, die Balkanhalbinsel, Kleinasien; ferner das nördliche Arabien und Iran, in Nordamerika Kalifornien, auf der südlichen Halbkugel ein Teil Chiles, das westliche Kapland, der Süden Australiens und der Norden Neuseelands.

4. Diese beweglichen Niederschlagsgürtel passen aber immer noch nicht ganz auf alle Landschaften der Erde, weil dabei die Gebirge nicht genügend beachtet sind. Selbst die trocken wirkenden Passate können zu regenreichen Winden werden, wenn hohe Gebirge sich ihnen in den Weg stellen und sie zum Aufsteigen zwingen. Regenreich sind daher in den Tropen die gebirgigen Ostküsten von Südafrika, von Madagaskar und Australien.

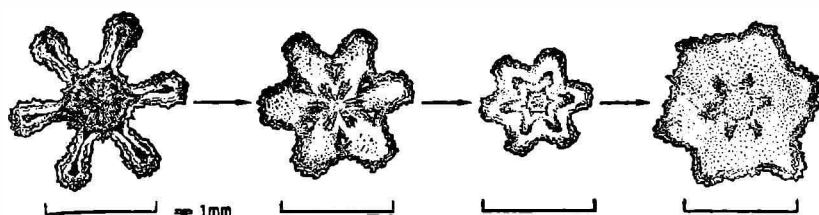
In den höheren Breiten, wo etwa von 40° an die Westwinde vorherrschen, werden die Westküsten mit reichlichem Regen bedacht: zum Beispiel die gebirgigen Westküsten Norwegens,

Irlands und Großbritanniens, die Nordwestküste Nordamerikas, die chilenische Küste. Dagegen sind die dem Winde abgewandten Seiten trocken. Ausgesprochen regenarme oder nahezu regenlose Gebiete sind daher die Wüste Gobi, die Kálahari, die Steppen des Großen Salzsees. Sie liegen alle an der Trockenseite regenabfangender Gebirge.

5. Und noch ein zweites Mal wird unsere bewegliche Zoneneinteilung durchbrochen, und zwar von dem System der Monsunwinde. Die aus dem Landesinnern herauswehenden Wintermonsune sind trocken, die Sommermonsune bringen dagegen reichliche Stauungsregen, vor allem an der Ostküste Asiens. In Vorderindien stellt sich den sommerlichen Südwestmonsunen die Kette der Westghats entgegen. Deswegen fallen hier an der Malabarküste die außerordentlich heftigen Niederschläge. Nördlich des Bengalischen Meerbusens liegt der regenreichste Ort der Erde.

Von unterkühltem Wasser, Graupeln und Hagelschlägen

Bei mäßigem Froste müßt ihr zu Hause einmal folgenden Versuch ausführen: Ihr nehmt ein Wasserglas, füllt es mit Wasser, hängt ein Thermometer hinein und stellt es vorsichtig hinaus aufs Fensterbrett. Eines ist aber unbedingt notwendig dabei: Ihr müßt es vor jeder, auch vor der geringsten Erschütterung bewahren, sonst klappt es nicht. Nach einiger Zeit lest ihr die



Temperatur ab – minus 5° meinetwegen – und stellt dabei erstaunt fest, daß das Wasser noch gar nicht gefroren ist. Eigentlich müßte es sich doch schon längst bei 0° in Eis verwandelt haben! Die Physiker nennen diesen Zustand **Unterkühlung**. Werft ihr jetzt ein kleines Stück Eis hinein, gefriert das Wasser im Nu durch, wobei das Thermometer sofort auf 0° hinaufklettert.

Solches unterkühltes Wasser kann auch als Wolke in der Luft schweben. Die Tröpfchen haben sich ganz normal bei einer Temperatur über 0° ausgeschieden, sind im ganzen unterkühlt worden und verbleiben zunächst in dieser Verfassung. Da kommen auf einmal Schneeflocken von weiter oben herunter. Bei ihrem Zusammentreffen mit den unterkühlten Tropfen verdichten sie sich zu kleinen undurchsichtigen Schneebällen, die sich zwischen den Fingern leicht zerdrücken lassen: Es graupelt!

Fallen diese Graupelkörner nochmals durch Schichten mit unterkühlten Wassertröpfchen, dann umgeben sie sich mit einer dünnen Eisschale. Nun kann es vorkommen, daß diese Eiskörnchen infolge starker Auftriebswinde solche Schichten mehrmals durchfliegen müssen, und jedesmal legt sich eine neue Eishaut zwiebschalenförmig um die alte. Schließlich sind die Eiskörner so schwer geworden, daß sie – in manchen Fällen bis zur Größe eines Hühnereies angewachsen – als Hagel auf die Erde schlagen. In wenigen Minuten sieht der Bauer seine Ernte vernichtet; selbst dem Menschen können diese Hagelschläge gefährlich werden.

In den Morgenstunden des 7. Juni 1894 ging über Wien ein Hagelwetter nieder, das auf einen Quadratmeter Boden beinahe einen Zentner Niederschläge, zumeist in Form von Hagelkörnern, entlud. Über eine Million Fensterscheiben wurden dabei zertrümmert, von den Bäumen waren sämtliche Blätter abgeschlagen, und noch in den späten Abendstunden lagen die Eishaufen in den Straßen der Stadt umher.

Wie können sich aber solche Eismassen im Sommer bilden? Nun, auch in den heißesten Sommermonaten liegt bei uns die Nullgradgrenze nicht viel höher als 3000 bis 4000 m, und wenn im Kumulonimbus die feuchte Luft infolge einer überaus starken Thermik bis an die Grenze der Troposphäre hinaufschießt, können sich solche Hagelschläge durchaus entwickeln.

Fällt der Hagel durch sehr warme und ausgedehnte Luftschichten, so taut er auf seinem Wege wieder auf und prasselt dann als großtropfiger Platzregen auf die Erde nieder. Auch ein heftiger Platzregen kann großen Schaden anrichten, doch im Vergleich zum Hagel wie ein Zwerg zu einem Riesen.

Warum sieht der Schnee weiß aus?

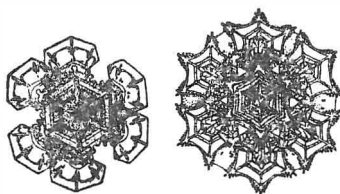
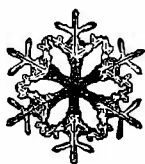
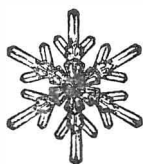
Manche Toilettenseife ist durch allerlei Zusätze wohlriechend gemacht worden und sieht rot, grün oder gelb aus, medizinische Seifen haben mitunter ein tiefbraunes bis schwarzes

Aussehen. Beim Waschen entsteht aber trotzdem ein fast weißer Schaum. Beim Schlagen roter Fruchtsäfte gewinnen wir gleichfalls einen fast weißen Schaum. Ist das nicht merkwürdig? Schaum besteht aber aus nichts weiter als aus unzähligen kleinen Luftbläschen; lassen wir ihn eine Weile stehen, so sehen wir die Bläschen eines nach dem anderen platzen, der Schaum zergeht wieder, und es bleibt nur die farbige Flüssigkeit zurück. Es sind also lediglich die Luftbläschen, die den Eindruck der weißen Farbe bewirken.

Beim Schnee ist das nicht anders. Wenn sich auf den Teichen und Bächen oder auf den Straßenpfützen eine Eisschicht bildet, erhält das an sich farblose Wasser das weiße Aussehen, weil sich im Wasser fein verteilte Luft befindet (sonst könnten die Fische ja gar nicht atmen!), die in kleinen Bläschen mit einfriert.

Bei Lufttemperaturen unter 0° gefriert der ausgeschiedene Wasserdampf zu winzigen Eiskristallen. An diese setzen sich flüssige Wassertropfchen an und gefrieren ebenfalls. Dabei werden kleine Luftbläschen mit eingeschlossen, die die Schneeflocke weiß erscheinen lassen.

Gewiß habt ihr einzelne Schneeflocken schon genau betrachtet und seid überrascht gewesen, wie kunstvoll und regelmäßig sie aufgebaut sind und wie verschieden sie aussehen können. Wir kennen an die tausend voneinander abweichende Formen. In feuchter, noch nicht so kalter Luft entstehen große schwere Flocken, bei größerer Kälte kleine feine Kristalle, die als Pulverschnee das Herz eines jeden Wintersportlers höher schlagen lassen. Bei Temperaturen um den Nullpunkt herum läßt sich der Schnee leicht und weich zusammendrücken, bei starkem Frost will uns das nicht mehr gelingen. Dann knirscht



er unter unseren Füßen und ‚schreit‘ unter den Wagenrädern:
Wir hören das Zerbrechen der Eiskristalle.

Für unsere Saaten auf den Feldern ist es gut, wenn die Schneedecke locker aufliegt; dann schützt sie viel besser, weil die eingeschlossene Luft ein schlechter Wärmeleiter ist. Man hat schon Temperaturunterschiede bis zu 15° unter und über dem Schnee gemessen. Auch Schnee und Eis verdunsten. Eisbedeckte Landstraßen werden selbst bei andauerndem Frost mit der Zeit eisfrei, und die aufgehängte, steifgefrorene Wäsche trocknet trotz alledem.

Rätselraten um den Schnee

Bei uns ist der Schnee keine Seltenheit. Wir sind so an ihn gewöhnt, daß uns ein schneearmer oder gar schneelosser Winter nicht recht behagen würde. Und nun eine Frage, über die ihr euch den Kopf bestimmt noch nicht zerbrochen habt:

Wie weit müssen wir nach Süden – äquatorwärts – gehen, um keinen Schneefall mehr zu erleben?

Damit könnt ihr manchen guten Freund aufs Glatteis führen. Wie steht es zum Beispiel mit Rom, Sewastopol, Madrid, Athen, Kairo? Mit Bagdad, Kanton, Melbourne? Mit Buenos Aires, Rio de Janeiro? In welchen von diesen zehn Städten kann es noch schneien und in welchen nicht? Ratet erst einmal selbst und überschlagt das Verhältnis von ja zu nein!

Ist es vielleicht 6:4, 7:3, 5:5? Alles falsch geraten! Die Antwort lautet 10:0! In jeder dieser Städte hat es schon geschneit. Schneefrei ist bisher lediglich der Raum zwischen dem nördlichen Wendekreis und dem 35. Grad südlicher Breite geblieben (abgesehen von den äquatorialen Riesenbergen, deren Gipfel bei einer Höhe von 4000 bis 5000 m in die Region des ewigen Schnees emporragen).

Ganz Europa liegt innerhalb des Schneegebietes. In Asien hört der Schneefall mit dem Steilabfall des Himalaja nach Süden völlig auf. Afrika ist bis auf die Länder am Mittelmeer und seine Südspitze (bis zum Oranjefluß) schneefrei. In Australien schneit es gelegentlich an der Südostspitze. Südamerika kennt den Schnee von Feuerland bis nach Rio de Janeiro. Im Westen Nordamerikas zieht sich die Schneegrenze bis an den Wendekreis nach Mexiko hinein, die Ostküste ist weitgehend vom Golfstrom beeinflusst.“

Aus dem Gruppenprotokoll

Landregen aus Schichtwolken, Schauer aus Quellwolken. Schnee entsteht bei Wolkentemperaturen unter 0° . Graupel- und Hagelkörner bilden sich in Verbindung mit unterkühltem Wasser. Platzregen ist getauter Hagel.

Messung der Niederschlagshöhe in mm. 1 mm = 1 Liter Wasser auf 1 m².

Niederschläge in Deutschland im Jahresmittel 660 mm. In Cherrapunji 11020 mm. Schätzung für die gesamte Erde rund 1000 mm.

Die Niederschlagszonen der Erde:

1. Tägliche Äquatorialregen zwischen 5° N und 5° S, anschließend Zenitalregen mit doppelter Regenzeit bis 12° N und S und einfacher Regenzeit bis zu den Wendekreisen 22° N und S.
2. Subtropische Gebiete bis 40° mit trockenen Sommern (Pasate, Roßbreiten) und regenreichen Wintern. Verlagerung infolge des planetarischen Windsystems.
3. Zwischen 40° und 60° Zone der vorherrschenden Westwinde mit Niederschlägen zu allen Jahreszeiten.
4. In den Polargebieten geringe Niederschläge.

Diese Niederschlagszonen werden stellenweise gestört und durchbrochen:

1. Gebirge zwingen die Winde zum Aufsteigen. In den Passatgebieten werden die gebirgigen Ostküsten der Kontinente und Inseln regenreich, im Gebiet der vorherrschenden Westwinde die gebirgigen Westküsten. Landschaften im Windschatten regenabfangender Gebirge sind regenarm.
2. Wintermonsune sind trocken, Sommermonsune bringen Regen. Küste Ostasiens.

Schneefreier Raum zwischen dem nördlichen Wendekreis und 35° südlicher Breite.

Die Wolken als Brandstifter – Das Gewitter

Aus der Wolke, ohne Wahl,
zuckt der Strahl!
Hört ihr's wimmern hoch vom Turm?
Das ist Sturm!
Rot wie Blut
ist der Himmel;
das ist nicht des Tages Glut!
Welch Getümmel
Straßen auf!
Dampf wallt auf!
Flackernd steigt die Feuersäule,
durch der Straße lange Zeile
wächst es fort mit Windeseile;
kochend wie aus Ofens Rachen
glühn die Lüfte, Balken krachen,
Pfosten stürzen, Fenster klirren,
Kinder jammern, Mütter irren,
Tiere wimmern
unter Trümmern;
alles rennet, rettet, flüchtet,
taghell ist die Nacht gelichtet.
Durch der Hände lange Kette
um die Wette
fliegt der Eimer;
hoch im Bogen
spritzen Quellen, Wasserwogen.

Heulend kommt der Sturm geflogen,
der die Flamme brausend sucht,
prasselnd in die dürre Frucht
fällt sie, in des Speichers Räume,
in der Sparren dürre Bäume,
und als wollte sie im Wehen
mit sich fort der Erde Wucht
reißen in gewalt'ger Flucht,
wächst sie in des Himmels Höhen
riesengroß!

Aus Schillers „Lied von der Glocke“



„Eigentlich hätte ich gewünscht“, begann Herr Müller wieder, „daß wir heute ein Gewitter bekommen! Das hätte uns fein in den Streifen gepaßt.“

„Aber heiß genug ist es doch!“ warf Hans ein. „Es sind mindestens 30° im Schatten geworden! Sollte das nicht genügen?“

„Nein, die Hitze allein genügt nicht. Schwül muß die Luft sein, wie in den Palmenhäusern der botanischen und zoologischen Gärten, heiß und feucht! Diese Luft geht uns mit der Zeit auf die Nerven. Unser Körper kann eine solche feuchte Hitze auf die Dauer nicht ertragen und will sie wieder abgeben, ‚abreagieren‘; er will schwitzen. Indem er Schweiß verdunsten läßt, entsteht Verdunstungskälte, dadurch kühlt er sich ab. Obwohl uns das meist etwas lästig ist, wollen wir froh sein, daß wir schwitzen können. Hunde können es zum Beispiel nicht, sie besitzen keine Schweißdrüsen; sie ‚hecheln‘ dafür.“

Schwüle Luft ist schon so stark mit Feuchtigkeit angereichert, daß unsere Schweißperlen auf der Stirn gar nicht mehr verdunsten können. Wer nun gezwungen ist, bei sengender Hitze im Freien zu arbeiten, ohne in der Lage zu sein, sich durch reichliches Trinken gegen die Wärmeanstauung zu wehren, kann leicht von einem Hitzschlag oder Sonnenstich befallen werden. Zunächst stellt sich eine große Mattigkeit ein; Schwindelgefühl, schwacher Pulsschlag und Gesichtsröte gesellen sich dazu – bis er bewußtlos zusammenbricht.

Fliegen und Mücken sind besonders lästig, wir können uns ihrer kaum erwehren. Die Vögel hocken stumm unter verdeckten Zweigen. Die Bäume stehen unbeweglich da, als würden sie von einer unsichtbaren Last zusammengedrückt. Die Sonne beginnt zu ‚stechen‘. Die Luft, eben noch hell und klar, wird von einem gelbgrauen Dunst erfüllt. Riesige Quellwolken türmen sich plötzlich auf, niemand kann sagen, woher sie in dieser Schnelligkeit gekommen sind. Ihre Kuppen sind scharf gegeneinander abgesetzt und wölben sich zu hohen Wolkentürmen auf, ihre obersten Teile zerfließen in einen weißen Zirrusschleier. Die ganze Natur ‚hält den Atem an‘, bleierne Schwere lastet auf ihr...

Manche Menschen werden dabei von Kopfschmerzen geplagt – und in der Küche wird die Milch sauer. Beides scheint nicht miteinander zusammenzuhängen, und doch geht es auf die gleichen Ursachen zurück. Die Milch ist ein Kolloid, also keine echte Lösung wie Salz- oder Zuckerwasser, sondern eine Aufschwemmung von Fettkügelchen und winzig kleinen Eiweißteilchen in feinster Verteilung. Unter dem Einfluß elektrischer Wellen ballen sich kleine Eiweißklümpchen zusammen und flocken aus: Die Milch ist sauer geworden! Auch unser Blut ist ein Kolloid. Wenn es auch nicht gerade ausflockt – das wäre unser Tod –, so scheint es unter der Gewittereinwirkung doch leicht ‚einzudicken‘, und besonders sensible Menschen sind empfindlich dafür, sie spüren diese Störung ihres inneren Gleichgewichts als schwachen Druck in der Schläfengegend, der sich bis zu starken Kopfschmerzen steigern kann.

Die Welt scheint unterzugehen!

Und dann geht es los...

Genau über uns steht die Gewitterwolke. Ungeheuer groß muß sie sein; ihre Unterfläche bedeckt fast den ganzen Himmel, und im Zimmer wird es dunkel, als wäre es Abend. Zuerst ein dumpfes Grollen, wie zur Probe... Aber plötzlich reißt ein hellgelber Zickzackspalt den Himmel bis zur Erde auseinander, als sollte die Welt in zwei Teile zerbrechen... Im Nu war alles von einer fahlen Helle übergossen, die Bäume, die Straße, unser Zimmer, Vater und Mutter. Nur ganz kurz kann es gedauert haben, der Radfahrer auf der Straße schien stillzustehen. Hans will gerade anfangen zu zählen, und obwohl wir wissen, daß der Donner kommen wird, erschrecken wir doch bis ins Mark – es knattert und donnert und flackert so wild durcheinander, daß uns das Herz klopft. Die Blitze jagen sich, die Luft ist nur noch Helle und Finsternis und dauerndes Donnern und Dröhnen. Und da ist ein neues Geräusch! Ein fernes Rauschen zuerst, es schwillt an, kommt näher, und dann haut es auf die Dächer und Straßen und die Blätter der Bäume herab: Hagel!

Jetzt ist die Gewalt des Gewitters bald gebrochen, meint der Vater, und wirklich, aus den Hagelschloßen wird großtropfiger Regen, hier und da noch ein Blitz, ein entferntes Grollen, das Gießen läßt nach, nur noch dünn fallen die Tropfen. Die Sonne scheint wieder, und alles glitzert, wie mit Diamanten behangen. Der Himmel sieht wieder ganz hell aus, die Luft ist wunderbar frisch – und die Kopfschmerzen sind weg, wir fühlen uns wie neugeboren...

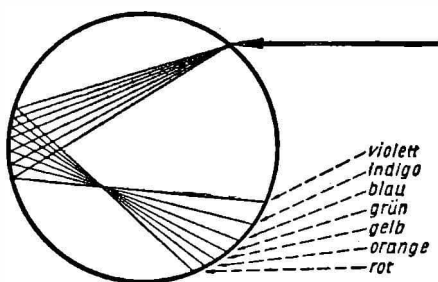


Da jagt plötzlich das Feuerwehrauto durch die Straße! Es hat eingeschlagen! Der Vater geht mit Hans schnell auf den Dachboden, um einen besseren Ausblick zu haben. Da drüben steht eine dicke schwarze Rauchfahne am Himmel, und immer neue Schwaden drängen nach. Sollte es in Winklers Hof eingeschlagen haben? Die Richtung würde wohl stimmen, die Sonne blendet etwas. Gott sei Dank, nein! Aber die Feldscheune dahinter hat es erwischt. Das viele schöne Getreide!

„Sie sind doch versichert!“ sagt Hans leichthin.

„Versichert oder nicht, mein Junge, den Schaden tragen wir alle. Wenn Bauer Winkler auch den materiellen Schaden ersetzt bekommt, so darf dich das nicht täuschen. Um dieses Getreide haben sich viele Hände in schwerer Arbeit geregt, und von diesem Getreide, das jetzt sinnlos verbrennt, hätten viele Menschen satt werden können. So mußt du es verstehen.“

Aber dreh dich um! Dort! Der herrliche Regenbogen! Wie hingezaubert sieht er aus. Ganz deutlich kannst du die sieben



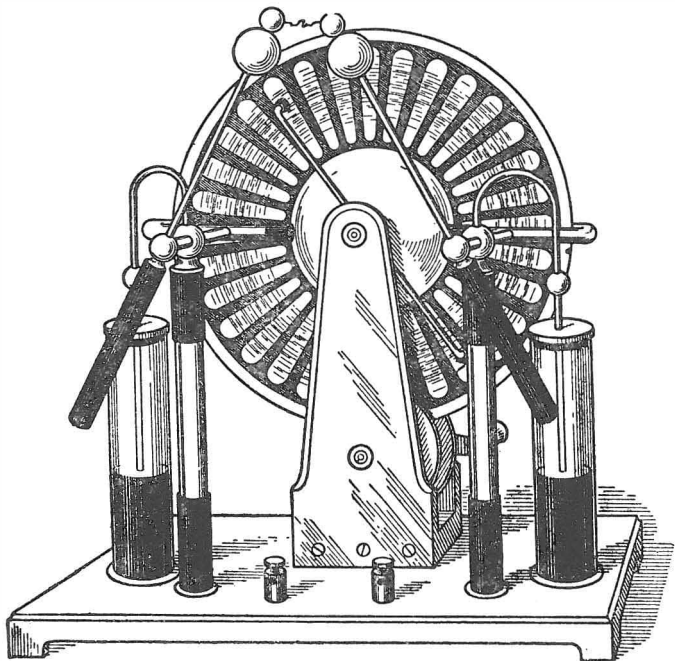
Regenbogenfarben erkennen, und zwar violett, dann indigo, blau, grün, gelb, orange und rot. Einen Regenbogen können wir immer nur dann sehen, wenn sich die Sonne hinter uns und die Wolkenwand mit ihrem Regen vor uns befindet. Die Regentropfchen verhalten sich wie viele kleine Glasprismen und zerlegen das weiße Sonnenlicht. Nur lassen sie die Farbenstrahlen nicht an der Rückseite austreten, sondern werfen sie von ihrer Tropfenrückwand wieder nach vorn.⁶

Wie das Gewitter entsteht

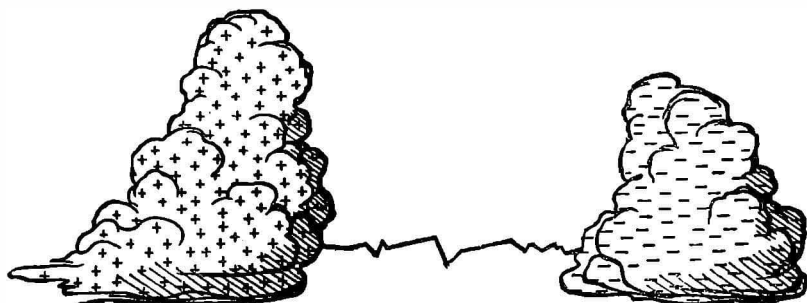
Daß unsere Gewitter etwas mit Elektrizität zu tun haben, ist euch bekannt, und daß es positive und negative Elektrizität gibt, wißt ihr auch. Wir müssen uns das im einzelnen so vorstellen: In jedem Körper befinden sich viele kleine Elektrizitätsteilchen – die positiven und die negativen. Für gewöhnlich sind immer gleich viel positive und negative Teilchen vorhan-

den und heben sich in ihrer Wirkung gegenseitig auf, so daß wir von ihrer Gegenwart meistens gar nichts spüren. Elektrisch wird ein Körper erst, wenn er von der einen Art mehr hat als von der anderen. Bei der Influenzmaschine kann man beide Arten durch Reibung auf zwei Metallkugeln, den Konduktoren, getrennt aufsammeln. Sie fließen wieder zusammen, wenn sich die Kugeln berühren. Entfernt man aber die beiden Kugeln voneinander, so springen nach wenigen Umdrehungen elektrische Funken über. Wir hören dabei ein Knistern – und haben soeben ein Gewitter im kleinen erlebt.

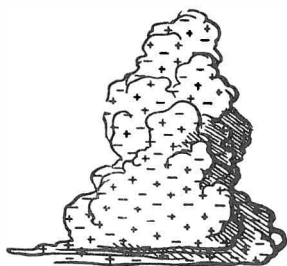
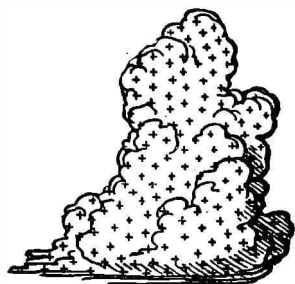
Wie bei einem Gewitter die Ladung (das heißt die Trennung der negativen von den positiven Elektrizitätsteilchen) in den Wolken entsteht, wissen wir noch nicht genau, doch vermuten



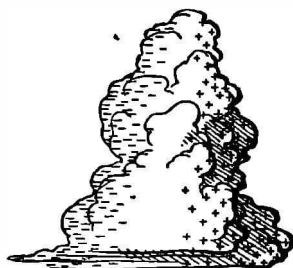
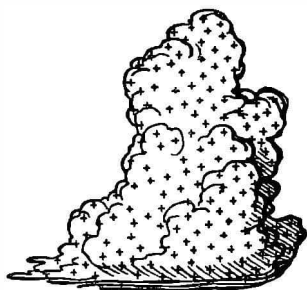
wir, daß die Gewitterbildung an drei Voraussetzungen gebunden ist: Erstens muß die Luft reichlich mit Wasserdampf angefüllt sein. Zweitens muß das Gleichgewicht in den Luftschichten gestört sein. Das kann eintreten, wenn zum Beispiel durch eine starke Einstrahlung die Luft in der Nähe des Bodens überhitzt worden ist. Eigentlich müßte sie in die Höhe steigen; sie bleibt aber als eine riesengroße Luftblase am Erdboden hängen, jeden Augenblick bereit, wie ein Luftballon nach oben zu gehen. Diese überhitzte und überreich mit Wasserdampf gefüllte Luftblase reißt sich bei starkem Aufwind los – und das ist der dritte Punkt – und schießt nun in einem engen Schlot mit ungeheurer Energie in die Höhe. Durch die schnelle Abkühlung wird sehr schnell eine Sättigung und Übersättigung mit Wasserdampf erreicht, dabei wird das bereits kondensierte Wasser im feuchten Luftstrom noch mit nach oben gerissen und bildet in den oberen Teilen, die sich bis zu 10 km auftürmen, aus Eiskristallen einen Zirruschirm. In dieser raschen Verdichtung der Luftfeuchtigkeit sieht man heute die Hauptursache für die Ausbildung der Gewitterwolke.



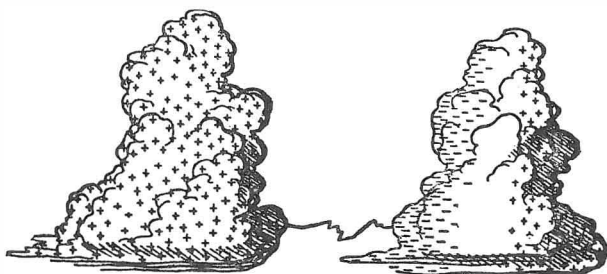
Meist lädt sich die Gewitterwolke positiv elektrisch auf. Kommt sie in die Nähe einer negativ aufgeladenen, erfolgt der Ausgleich wie bei der Influenzmaschine. Ein Funke springt über, es blitzt. Solche Wolkenblitze können mehrere Kilometer lang sein, bis zu 17 km hat man sie beobachtet.



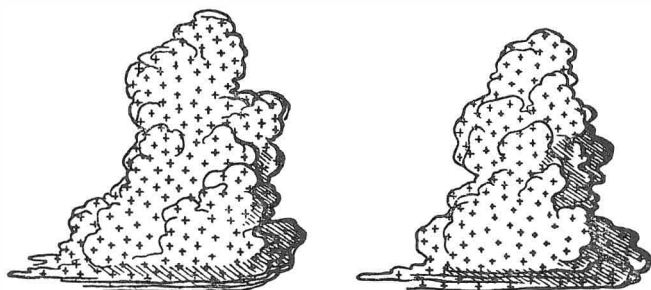
Durch Annäherung eines elektrischen Körpers entsteht in einem unelektrischen Körper die sogenannte Verteilung der Elektrizitätsteilchen. Nähert sich also eine positiv geladene elektrische Wolke einer unelektrischen (das heißt elektrisch neutralen), dann bewirkt sie in dieser eine scharfe Trennung.



Die ihr zugekehrte Seite wird negativ, die abgewendete positiv elektrisch. Durch einen Blitz wird die negative Elektrizität

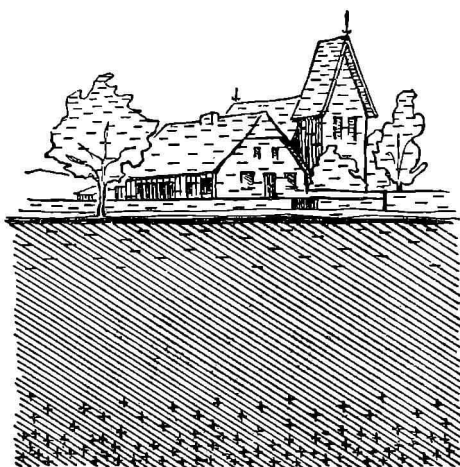
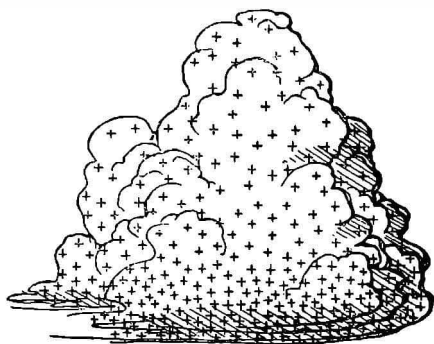


neutralisiert, die vorher unelektrische Wolke ist nun positiv geworden und löst ihrerseits denselben Vorgang bei der nächsten Wolke aus, der sie begegnet, und so fort. Die Ladung wird dabei immer schwächer, bis das Gewitter langsam abklingt.

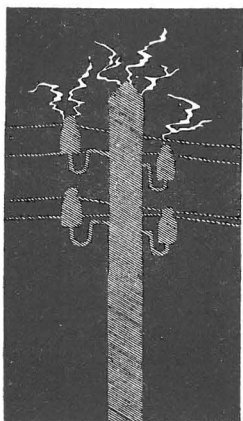


Eine solche Verteilung tritt auch an Häusern, Bäumen, Menschen und größeren Tieren ein, kurz, an allen über den Erdboden herausragenden Erhebungen, wenn sich über ihnen eine positiv aufgeladene Gewitterwolke gebildet hat. Die negative Elektrizität sammelt sich in den Teilen, die der Wolke zugekehrt sind, die positive wandert in den Erdboden ab. Der Blitz sucht immer die kürzeste und schnellste Ausgleichs-

möglichkeit, er springt auf die Punkte über, die der Wolke am nächsten liegen. Er folgt dabei den besten Leitern, und das sind solche aus Metall oder Wasseradern; bei gleich guten Leitern schlägt er den kürzeren Weg ein. Gute Leiter von geringem Durchmesser werden leicht bis zum Schmelzen erhitzt. Brennbare Gegenstände werden vom Blitz entzündet, wenn schlechte Leiter seinen Gang verzögern. Sonst zündet der Blitz für gewöhnlich nicht, wir sprechen dann von einem kalten Schlag.



Findet der Blitz auf seinem Wege auch nur den geringsten Widerstand, und sei es die von ihm selbst zusammengedrückte Luft, weicht er aus, springt nach der Seite oder teilt sich. Dadurch entsteht die oft mehrfach verästelte Zickzacklinie in ihrer vielfältigen Form. Diese Linienblitze treten am häufigsten auf. Seltener sind Kugelblitze beobachtet worden. Dabei schweben leuchtende Kugeln zur Erde herab, bewegen sich langsam an Gegenständen, auch an nicht-leitenden,



weiter, zerplatzen mit einem lauten Knall und richten dabei mitunter große Zerstörungen an. Wie sie entstehen, ist bis heute noch nicht geklärt worden.

Einmal sah ich bei einem schweren Gewitter aus den Wolken eine Kugel, halb so groß, wie uns der Mond erscheint, heraustreten, die nach allen Seiten Linienblitze aussandte, vielleicht fünf oder sechs, und gleich danach wieder verlöschte.

Im Gebirge treten manchmal Nebelgewitter auf. Sie werden von den Anwohnern sehr gefürchtet, weil sich die Entladungen in ganz geringer Höhe abspielen.

Nachts sieht man zuweilen, wenn Gewitterwolken vorüberziehen, an Turmspitzen, Blitzableitern, Licht- und Telefonmasten blaßblaue oder mattviolette Lichtbüschel hin und her huschen. Diese Sankt Elmsfeuer entstehen durch ausströmende Elektrizität. Im Flachland treten sie im Winter häufiger auf als im Sommer, weil da die Wolken niedriger liegen und die elektrische Verteilung sich leichter vollziehen kann.

Wetterleuchten stammt von einem Gewitter, das sich weit hinter dem Horizont entlädt. Seine Blitze selbst sind nicht zu sehen, nur ihr Widerschein in den darüberstehenden Wolken. Auch vom Donner hört man nichts.

Gewitterregen sind sehr fruchtbar. Die Tropfen haben Stickstoffoxyde in sich aufgenommen, die durch den Blitz aus dem Luftstickstoffgebildet worden sind. Nach einem Gewitter hat die Luft infolgedessen oft einen schwachen salpetrigen Geruch.

*Der Donner verrät uns,
wie weit das Gewitter von uns entfernt ist*

Von einem in höchsten Touren dahinrasenden Autorennfahrer sagen wir gern, er saust wie ein geölter Blitz. Aber wie gering ist seine Geschwindigkeit gegen die des Blitzes! Der Rennwagen läßt hinter sich die Luft nur durcheinander wirbeln, wir sehen es an den Staubwolken; der Blitz hingegen springt mit solcher Schnelligkeit zur Erde herunter, daß die Luft hinter ihm aufgerissen wird und sich mit einem lauten Knall wieder schließt.

Den Blitz sehen wir sofort; das Zusammenschlagen der Luftwände aber, seinen Donner, hören wir erst einige Zeit später. Denn der Schall braucht in der Luft die Zeit von einer Sekunde, um sich 333 m weit fortzupflanzen. Vergehen zwischen Blitz und Donner 10 Sekunden, dann steht das Gewitter über 3 km von uns weg; bei 2 Sekunden Unterschied ist der Blitz in rund 650 m Entfernung niedergegangen. Ganz genau kann man es nicht auszählen, weil der Weg des Blitzes sehr lang ist und nicht immer senkrecht zur Erde herunterführt. Sein Donner erreicht also erst nach und nach unser Ohr. Sonderbarerweise lassen sich manche Menschen von der Lichtwirkung des Blitzes nicht weiter beeindrucken, erschrecken aber um so mehr bei einem heftigen Donnerschlag. Doch dann ist die Gefahr bereits vorüber. Wir wollen es also nicht wie jener Reiter auf dem Bodensee machen, der vor Schreck starb, als man ihm sagte, daß er eine große Lebensgefahr bereits überstanden hatte.

Vor dem Blitz können wir uns schützen!

Wenn ihr entschlossen seid, euer Leben leichtsinnig aufs Spiel zu setzen, dann braucht ihr beim nächsten Gewitter nur auf einen Berg oder Hügel zu steigen oder aufs freie Feld hinauszugehen. Um ganz sicher zu sein, nehmt ihr noch einen Spaten oder eine Schaufel auf die Schulter, wie das die Bauern gern tun, wenn sie von der Feldarbeit kommen. Ist das Gewitter vorüber, gehört ihr unbedingt zu den 300 Menschen, die in Deutschland alljährlich vom Blitz erschlagen werden. Auf eine Million Einwohner kommen bei uns im Durchschnitt fünf solche Unglücksfälle. Sind es wirklich Unglücksfälle? Nein, meistens geschieht es aus Leichtsinn, denn nach all der Aufklärungsarbeit, die in der Schule, in Büchern und Zeitungen geleistet wurde, müßte man eigentlich annehmen, daß jedermann Bescheid weiß. Die Meinungen: ‚Ach, es wird so schlimm nicht sein!‘ und ‚Warum soll es gerade mich treffen!‘ haben schon viele Menschen mit ihrem Leben bezahlt.

Der Blitz springt nach den höchsten Punkten. Überrascht euch das Gewitter auf freiem Gelände, wo ihr weit und breit die höchste Erhebung darstellt, dann legt ihr euch am besten flach auf die Erde nieder, aber nicht in Gruppen, sondern weit auseinandergezogen – ohne Rücksicht auf die gute Sonntagskleidung, die ihr vielleicht gerade tragt; seid ihr vom Blitz erschlagen, nützt sie euch nichts mehr. Flüchtet ihr vor dem drohenden Regen unter einen einzeln stehenden Baum, dann denkt daran, daß der Baum den Blitz ‚anzieht‘. In Bäume mit

besonders feuchtem Holz schlägt der Blitz eher ein als in andere.

Von den Eichen sollst du weichen,
und die Weiden sind zu meiden.
Auch die Fichten such mitnichten;
doch die Buchen sollst du suchen!

Wenn aber die Buche mutterseelenallein auf weiter Flur steht, dürft ihr sie trotzdem nicht suchen!

Ist euch schon aufgefallen, daß Bauernhöfe oft mit sehr hohen Bäumen, vor allem Pappeln, Linden oder Kastanien, umgeben sind? Man hat sie schon in alten Zeiten als natürliche Blitzableiter angepflanzt, lange bevor Benjamin Franklin (1706 bis 1790) seinen künstlichen Blitzableiter erfand. Franklin gebührt ohne Zweifel das Verdienst, daß er 1752 als erster die elektrische Natur des Gewitters nachgewiesen hat; sein Blitzableiter ist aber anfangs wohl stark überschätzt worden. Der Blitzableiter schützt nur in einem Umkreis, den man sich mit der jeweiligen Länge des Blitzableiters als Halbmesser um seinen Fußpunkt gezogen denken muß. Lange Gebäude sind also mit mehreren zu besetzen. Die Leitung zur Erde, möglichst



bis ins Grundwasser hinein, darf nicht unterbrochen sein, sonst springt der Blitz auf das Haus über. Die ganze Anlage muß überhaupt öfter nachgeprüft werden. Wenn sie nicht in Ordnung ist, schadet sie mehr, als sie nützt. Man darf nicht vergessen, daß der Blitzableiter in gewissem Sinne den Blitz ja eigentlich erst auf das Haus herabzieht.

Zu Hause sollte man es bei einem schweren Gewitter lieber vermeiden, sich in unmittelbarer Nähe der Wasserleitung und der Schornsteine aufzuhalten. Hochantennen sind selbstverständlich zu erden, wenn sie nicht ohnehin mit einem automatischen Blitzschutz versehen sind. Bei elektrischen Spannungen in der Luft macht das Rundfunkhören sowieso keinen Spaß. Überhaupt ist es besser, die Stecker aus den Steckdosen herauszunehmen. Wenn wir ein Fenster öffnen, darf unter keinen Umständen Gegenzug entstehen, sonst könnte durch die hereinströmende Luft dem Blitz der Weg geebnet werden.

Alles in allem kann man wohl sagen, daß man bei einem Gewitter nicht gerade leichtsinnig sein darf. Üben wir eine gewisse Vorsicht, dann brauchen wir uns durchaus nicht vor einem Gewitter zu fürchten, wie das unsere Großeltern und Urgroßeltern noch getan haben. Diese Angst vor dem Gewitter führte zu manchem seltsamen Aberglauben. Daß nachts alle Hausbewohner aufstehen und sich angekleidet versammeln mußten, war auf dem Dorf und vor allem auf entfernter liegenden Einzelhöfen verständlich – aber es war zum Beispiel streng verpönt, während eines nächtlichen Gewitters etwas zu essen. Das hätte den Blitz anziehen können! Wenn wir uns heute manchmal über die Gewitterfurcht und solche abergläubischen Vorstellungen lustig machen, so müssen wir beden-

ken, daß beides noch aus einer Zeit stammt, in der man noch keine wissenschaftlichen Kenntnisse von den wirklichen Zusammenhängen hatte und auch den Wirkungen des Blitzschlags viel wehrloser ausgesetzt war; die Häuser bestanden aus leicht brennbarem Material, und motorisierte Feuerwehren gab es auch noch nicht.

Bringen die Frühjahrgewitter wirklich einen Nachwinter mit?

Das Gewitter, das bisher geschildert wurde, ist ein ausgesprochenes *Wärmegewitter* gewesen. Es tritt nur an feucht-heißen Sommertagen auf, meist einige Zeit nach der stärksten Sonneneinstrahlung, etwa zwischen 14 und 17 Uhr. Es ist örtlich begrenzt, und hat sich seine Kraft erschöpft, bleibt das sommerliche warme Hochdruckwetter weiterhin bestehen.

Nun gibt es noch eine zweite Gewitterart, die nicht durch thermische Ursachen, sondern durch eine einbrechende Kaltluftmasse hervorgerufen wird. An der Kaltfront wird die warme Luft ebenfalls mit großer Schnelligkeit in die Höhe gewirbelt; alles andere spielt sich dann genau so ab, wie wir es bereits kennen. Da sich die Kaltfront als Trennungslinie zwischen der warmen und der kalten Luft über Hunderte von Kilometern erstreckt, sind die *Frontgewitter* über die gleiche Entfernung verbreitet und treten zu jeder Tages- und Nachtzeit auf.

Bei einem Gewitter im Vorfrühling kann es sich um ein Wärmegewitter noch nicht handeln. Die Volksweisheit, daß die Frühlingsgewitter einen Nachwinter mitbringen, beruht also auf recht guten Beobachtungen, denn der Kaltfront folgt immer kalte Luft nach, das liegt ja in ihrer Natur; oftmals kommen sogar noch mehrere Kaltluftstaffeln hinterher.

Ihr seht daraus, daß die Volksweisheiten von den Meteorologen in vielen Fällen bestätigt und durchaus nicht überheblich beiseite geschoben werden, wie ihnen das im Falle des Mondeinflusses nachgeredet wird. Sie greifen im Gegenteil solche Wetterregeln interessiert auf, prüfen sie ohne Vorurteil auf ihre Stichhaltigkeit und werten sie für ihre Wettervorhersagen aus. Die Fachmeteorologie scheut sich aber auch nicht, diese Regeln mit gleicher Entschiedenheit zurückzuweisen und gegen sie anzukämpfen, wenn sie sich als Beobachtungsfehler oder sonstige Irrtümer herausstellen – auch auf die Gefahr hin, es mit einigen ‚absoluten Mondanhängern‘ zu verderben.“

Aus dem Gruppenprotokoll

Träger des Gewitters ist die Gewitterwolke. In ihr stärkste Aufwärtsbewegung bis etwa 10 km Höhe (Eisschirm!).

Wolken meist positiv elektrisch aufgeladen. Elektrische Verteilung an der Erdoberfläche. Ausgleich der Spannung durch Blitz. Metalle und Wasser sind gute elektrische Leiter.

Voraussetzungen für ein Gewitter: reichlich vorhandener Wasserdampf, Störung des Gleichgewichts in der Luft, äußerst schnell aufschießende Luft.

Wärmegewitter, Frontgewitter, Nebelgewitter. Wetterleuchten, St. Elmsfeuer.

Schutz vor Blitzeinschlag besonders durch Blitzableiter, die aber gut in Ordnung sein müssen, sonst schaden sie mehr, als sie nützen.

Beobachtetes . . .

gefunktes . . .

gezeichnetes Wetter

„Wie es euch versprochen war, haben wir die einzelnen Instrumente des Wetterorchesters jedes für sich allein zum Erklingen gebracht, damit ihr sie aus dem Zusammenspiel heraushören könnt.

In der Schule oder in Kursen ist euch sicherlich mancher Lehrfilm gezeigt worden. erinnert euch: Plötzlich hat der Vorführer an einer besonders interessanten Stelle den Film angehalten und am stehenden Bild das Wichtigste erklärt. So ungefähr haben wir es auch gemacht. Wir haben den Wetter-

film in einzelne Momentfotografien aufgelöst und sie genau betrachtet. Wenn ihr nun zum Meteorologen zurückkehrt, wird er den Film ohne Pausen weiterlaufen lassen und euch das Wetter in größeren Zusammenhängen vorführen.

Vorher aber müssen wir noch kennenlernen, was mit dem ‚Wetter‘ alles geschieht, bevor es, fein säuberlich in die Karte eingetragen, auf dem Arbeitstisch des Meteorologen erscheint.

Die Wetterwarten benutzen eine besondere Wettersprache

Was zu einer Wetterbeobachtung, einem ‚kleinen‘ oder ‚großen Wetter‘, gehört, haben wir schon früher festgestellt. Das ganze Wetter wird dabei in seine einzelnen Elemente und Erscheinungen zerlegt und jedes für sich in das Beobachtungstagebuch eingetragen.

Wie würde ein solches ‚Wetter‘ für den jetzigen Augenblick, den wir soeben erleben, wohl aussehen? Am Himmel stehen ein paar Kumuluswolken, etwa in 800 m Höhe, die zu 4 Achtern den Himmel bedecken; mittelhohe Wolken sind nicht vorhanden, aber an hohen Wolken sehen wir viele weiße Zirren; Gesamtbedeckung 6 Achtel. Der Wind weht schwach aus Südwest mit 4 m/sec. Die Sicht ist nicht besonders gut, in 8 km Entfernung kann man schon nichts mehr deutlich ausmachen. In den letzten drei Stunden hat sich wettermäßig nichts Auffälliges ereignet, es war im wesentlichen heiter. Den Luft-

druck müssen wir ablesen, die Temperatur auch; Niederschläge sind nicht gefallen; die Angaben über die Luftfeuchte rechnen wir uns aus; die Luftdruckänderung ersehen wir aus dem Vergleich mit den früheren Eintragungen. (Früh und abends werden noch die Extremtemperaturen angegeben; der Zustand des Erdbodens, ob trocken, feucht, naß, gefroren oder mit Schnee bedeckt und anderes mehr, macht den Beschluß.) Das soll uns genügen.

Damit haben wir das Wetter, wie es jetzt zur Stunde ist, eingefangen und zu Papier gebracht. Aber stellt euch vor, was das für ein langer Roman geworden ist! Müssen wir das Wetter in dieser Ausführlichkeit aufschreiben? Soll es vielleicht in dieser Form an die anderen Wetterwarten weitergegeben werden? Und wie verhalten sich die Wetterwarten des Auslands? Ist etwa jeder Wetterwarte zusätzlich noch ein Übersetzungsbüro angeschlossen, das die Meldungen aus der Sowjetunion, aus Finnland, Schweden, Norwegen, Dänemark, England, Frankreich, Italien, Polen, Ungarn, Bulgarien usw. usw. ins Deutsche übertragen muß? Wäre das eine Arbeit!

Nein, man macht das viel praktischer. In internationaler Zusammenarbeit ist eine besondere Wetterformelsprache geschaffen worden. Jeder Beobachtungswert wird durch eine Ziffer ausgedrückt, und eine genau festgelegte Reihenfolge sorgt dafür, daß die Ziffern nicht falsch gedeutet werden können. Jeweils 5 Ziffern sind zu einer Gruppe zusammengefaßt, so daß man sich in dem langen Zahlenbandwurm von 15, 25 oder 30 Stellen – das ist je nach dem Beobachtungstermin verschieden – gut zurechtfindet. Uns Wetterkundlern sind die entsprechenden Bedeutungen so in Fleisch und Blut

übergegangen, daß wir nicht mehr lange nachzudenken brauchen, sondern die Zahlenreihen wie die Sätze aus einer Zeitung lesen und sogar die Hör- und Druckfehler, die sich eingeschlichen haben, sofort herausfinden.

In dieser verschlüsselten Form können die Wetterbeobachtungen ohne Schwierigkeiten von den einzelnen Wetterstationen telefonisch oder telegrafisch an ihre übergeordnete Wetterwarte durchgegeben werden. Vor allem: Es kann sehr rasch geschehen! Auf die Minute genau müssen die festgelegten Zeiten eingehalten werden, denn auf die Minute genau liegen auch für die großen Wetterwarten die Zeiten fest, in denen sie auf dem Fernschreiber oder durch Funk die gesammelten Meldungen den anderen Wetterwarten zu übermitteln haben.

Die Karte wird gezeichnet

Kaum sind die ersten Meldungen beim Fernschreiber durchgelaufen oder vom Funker aufgenommen worden, macht sich der Zeichner an die Arbeit.

Jetzt müssen die Zahlenreihen nochmals umgeformt und für die Karte zurechtgemacht werden. Wir bedienen uns dabei kleiner Zeichen oder Symbole, die ebenfalls international vereinbart sind, so daß jeder Ausländer, ohne auch nur ein Wort Deutsch zu verstehen, die ‚deutsche‘ Karte sofort lesen könnte. Der Kartenzeichner muß sowohl die Bedeutung der



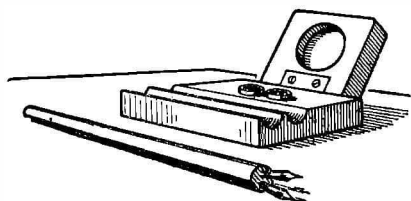
Beim Wetterdienst Potsdam hören 20 Funker Tag und Nacht die Meldungen von 800 Wetterstationen der nördlichen Halbkugel ab



Wetterbesprechung beim Wetterdienst Potsdam. Die Wetterkarte der Vortage wird mit der neuesten Karte verglichen, dann wird die Wettervorhersage ausgegeben

Zahlengruppen wie auch die zugehörigen Symbole einwandfrei beherrschen, beides muß er ‚aus dem Ärmel schütteln‘, denn zum Überlegen hat er gar keine Zeit. Auf einer Karte werden etwa 450 Stationen untergebracht. Wenn er dies in drei Stunden geschafft haben will, kommen auf die Minute $2\frac{1}{2}$ Stationen, und dabei müssen die Eintragungen deutlich und gut lesbar sein!

Die vielen verschiedenen Zeichen und Ziffern haben um den Stationskreis herum ihren genau vorgeschriebenen Platz, es darf da nichts verwechselt werden. Rechts oben zum Beispiel steht der Luftdruckwert, links oben die Temperatur in ganzen Celsiusgraden, dazwischen die Art der hohen und mittelhohen Bewölkung; links die Sichtweite mit der besonderen Wettererscheinung, rechts die Luftdrucktendenz; links unten eine Angabe über die Luftfeuchte, rechts unten der Witterungsverlauf in den letzten drei Stunden, dazwischen Menge und Höhe der tiefen Wolken. Manche Zeichen und Ziffern müssen mit schwarzer, andere wieder mit roter Tusche aufgetragen werden. Damit dies ohne Zeitverlust geschehen kann, sind in den Federhalter gleich zwei Federn nebeneinander eingeschoben, und ein passendes Holzgestell gestattet das gleichzeitige Eintauchen in die Glasnäpfchen mit der roten und der schwarzen Tusche.



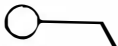
Von den vielen Symbolen wollen wir uns nur die wichtigsten merken. In den Tageszeitungen werden mitunter kleine Wetterkärtchen abgedruckt oder auch in Schaufenstern oder Postanstalten ausgehängt. Dann ist es sehr schön, wenn ihr nicht erst lange in den Erklärungen herumzusuchen braucht.

Die Zeichen für die Bedeckungsgrade des Himmels sind so einfach, daß kaum ein Wort darüber zu verlieren ist. Ein leerer Stationskreis bedeutet: wolkenlos, ein voller: bedeckt. Die Übergänge sind leicht zu erraten:



Der Wind wird als eine kleine Fahne dargestellt, die man sich an den Stationskreis herangepustet denken muß. Zeigt die Fahne nach oben, deutet sie Nordwind an, zeigt sie nach rechts, herrscht Ostwind. Nur müßt ihr dabei auf das Gradnetz achten. Die Kartenränder brauchen nicht immer mit den Himmelsrichtungen übereinzustimmen! Die kleinen Striche, die (von den Stationen aus gesehen) an der rechten Seite angesetzt werden, geben bei uns die Windstärke nach Beaufort an, eine halbe Länge ist jeweils ein Stärkegrad:

 = Nordost, Beaufort 3, 12 bis 19 km/h. Halb bedeckt

 = Ost, Beaufort 2, 6 bis 11 km/h. Wolkenlos

 = West, Beaufort 4, 20 bis 28 km/h. Wolkig

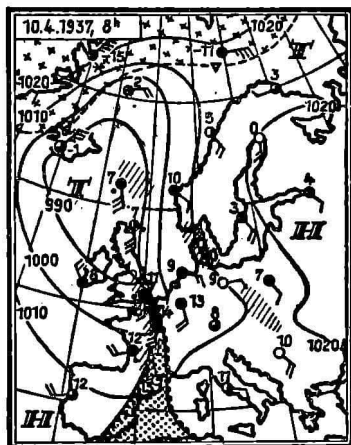
 = Südwest, Beaufort 8, 62 bis 74 km/h. Bedeckt.

Die Zeichen genau links am Stationskreis sprechen nicht ohne weiteres für sich. Man vergißt sie aber kaum wieder, wenn man nur einmal von ihnen gehört hat. Hier einige Beispiele:

- Regen ‚ Nieseln * Schnee ≡ Nebel
- ▽ Schauer (▽̇, ▽̇) ⚡ Gewitter

Allein in dieser Gruppe unterscheiden wir 100 verschiedene Zeichen, die aber auf solche Feinheiten abgestimmt sind, daß sie außerhalb der Wetterwarten niemanden interessieren. Für die Wolken haben wir nicht weniger als 30 Symbole. Aber auch sie werden auf den kleinen Wetterkärtchen meistens weggelassen und sind daher für euch nicht weiter wichtig.

Jetzt versteht ihr wohl, daß der Zeichner seine Gedanken wirklich zusammennehmen muß, wenn er in der vorgeschriebenen Zeit seine Karte fertiggestellt haben will. Jeden Tag werden im allgemeinen vier dieser großen Wetterkarten gezeichnet, alle sechs Stunden eine, bei Null-Uhr Weltzeit angefangen.“



Aus dem Gruppenprotokoll

Die Wetterbeobachtung wird verschlüsselt in Gruppen zu je 5 Ziffern an die übergeordnete Wetterwarte durchgegeben. Verbreitung erfolgt durch Funk oder Fernschreiber.

Auf der Wetterkarte wird um den Stationskreis (= Wetterwarte) das entsprechende Wetter in Wettersymbolen eingezeichnet.

Verschlüsselung und Wettersymbole sind international vereinbart.

Im allgemeinen werden täglich 4 Karten gezeichnet.

Wieder beim Meteorologen

Wie vereinbart, kehrte nun die Gruppe – der Hans, die Gisela und die anderen alle, ihr selbst seid ja auch dabei – zum Meteorologen zurück. Die neue Wetterkarte hing bereits „ausgewertet“ an der Wand.

„Ich freue mich, daß wir uns wiedersehen und ihr so tapfer ausgehalten habt, Freunde. Herr Müller hatte den Auftrag,

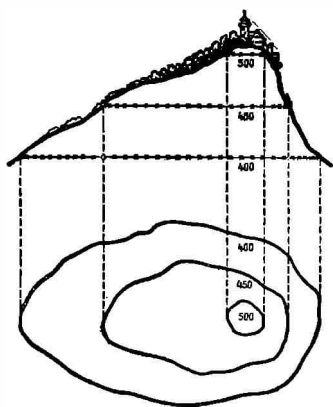
die einzelnen Wetterelemente genau und gründlich zu beschreiben; nur leicht darüberhin zu reden, wäre schade um die Zeit gewesen. Wir brauchen uns nun nicht mehr mit den vielen Einzelheiten herumzuplagen, wir werden sie vielmehr unter einem einheitlichen Gesichtspunkt zusammenfassen und ausdeuten. An euer Verständnis können jetzt schon einige Anforderungen gestellt werden. Wir wollen das Wetter nun in seinen großen Zusammenhängen betrachten. Dazu brauchen wir aber die Wetterkarte.

Von den Isobaren

Daß wir heute sommerliches Hochdruckwetter haben, ist nicht schwer festzustellen. Dazu genügt nach allem, was ihr jetzt wißt, ein Blick aus dem Fenster. Ob dieses Hoch aber bestehen bleiben wird, ob es sich festigt oder ob es abgebaut wird und wie weit es sich über Deutschland und Europa erstreckt, das können wir nur auf der Wetterkarte erkennen.

Der Luftdruck ist, wie wir vergleichsweise gesagt haben, das Rückgrat des Wetters, sein Skelett, sein Gerippe. Die schwarzen Linien, die hier eingezeichnet sind und sich wie schlecht gezogene Kreise um einen Mittelpunkt herumschlängeln, verbinden die Orte mit gleichem Luftdruck und werden Isobaren genannt.

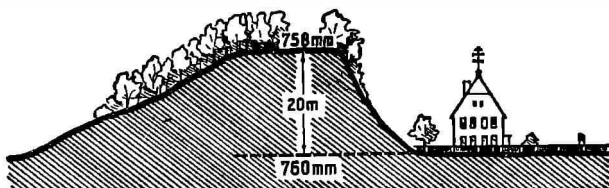
Um diese Linien richtig zu verstehen, wollen wir einen kleinen



Abstecher in die Erdkunde unternehmen. Hier ist ein Berg. Der angekreuzte Punkt liegt genau 400 m über dem Meeresspiegel. 10 m davon entfernt suchen wir uns einen Punkt, der ebenfalls 400 m hoch liegt, und markieren ihn, 10 m weiter genauso und so fort, bis wir um den ganzen Berg herumgekommen sind und den Ausgangspunkt wieder erreicht

haben. Die markierten Punkte verbinden wir mit einem langen Seil und haben auf diese Weise die 400-m-Höhenlinie gewonnen. 50 m und 100 m höher legen wir die 450-m- und 500-m-Höhenlinie in gleicher Art an. Vom Aussichtsturm aus können wir die verschiedenen Höhenlinien an den Seilen gut erkennen. Wo der Berg steil abfällt, erscheinen sie uns enger aneinandergerückt, wo das Gefälle weniger groß ist, weiter auseinandergezogen.

Im Luftdruck messen wir das Gewicht der über uns stehenden Luftsäule. Am Quecksilberbarometer lesen wir heute 760 mm ab. Gleich neben uns auf dem freien Felde zeigt das Barometer ebenfalls 760 mm an. Jetzt steigen wir aber einen Berg-



hang hinauf – es mögen gute 20 m sein – und stellen oben fest: 758 mm. Nanu, 2 mm Unterschied! Verändert sich die Wetterlage? Naht ein Tiefdruckgebiet? Zur Probe gehen wir zur Wetterwarte zurück; 760 mm wie zuvor. Noch einmal auf den Berg: 758 mm unverändert. Auf die kurze Entfernung zwischen den beiden Ableseorten kann sich die Lufthülle doch unmöglich derart verändern!“

„Woran das liegt, Herr Doktor“, rief Hans frohlockend, „das wissen wir jetzt! Der Höhenunterschied ist die Ursache. Könnten wir den Berg bis auf die Höhe der Wetterwarte abtragen, würde das Barometer dort die gleichen 760 mm anzeigen, weil dann gegen vorher noch 20 m Lufthülle hinzukommen.“

„Ja, so ist es. Um auf dem Berge den gleichen Luftdruck wie in der Wetterwarte zu erhalten, müssen wir das Gewicht der Luftsäule zwischen den beiden Ablesehöhen dazuzählen. Auf einer Wetterkarte können wir diese beiden Orte ruhig als ‚Stationen‘ gleichen Luftdruckes durch eine Linie miteinander verbinden, obwohl sie infolge des Höhenunterschiedes durchaus verschiedene Barometerwerte anzeigen müssen.

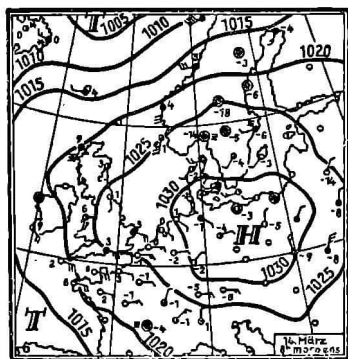
Unsere kleine ‚Bergstation‘ haben wir soeben mit unserer Wetterwarte verglichen. Wie machen das aber die vielen anderen Stationen? Sie alle liegen doch ganz verschieden hoch. Richten sie sich etwa nach uns? Nun, das wäre wohl zuviel verlangt, wir sind auch nur eine Wetterwarte unter vielen. Man hat sich allgemein auf den Meeresspiegel geeinigt. Jede Wetterwarte zählt zu dem abgelesenen Druck der Luftsäule über ihr noch den Druck der entsprechenden Luftsäule unter ihr bis zum Meeresspiegel hinzu. Das ist die unbedingt notwendige Zurückführung oder Reduktion auf den Meeresspiegel. Wenn jetzt zwei Wetterwarten den gleichen Luftdruck

melden, kann man sie ohne weiteres durch eine Isobare miteinander verbinden. Melden sie aber einen abweichenden Luftdruckwert, dann liegt es nicht mehr an ihrem Höhenunterschied, sondern am Luftdruck selbst, der sich wirklich verändert hat.

8

Vom Wetter im Hoch und von einem umgestürzten Faß mit Sirup

Nun zu den Isobaren auf unserer Karte! An der innersten lesen wir die Zahl 1030 ab. Diese Isobare verbindet alle Orte, die den gleichen (auf den Meeresspiegel reduzierten) Luftdruck von 1030 mb gemeldet haben. Sie verläuft von der südlichen Ostsee aus nach Dänemark, von dort über Westdeutschland, das Alpengebiet, Österreich und die Tschechoslowakei



nordostwärts nach Polen. Die 1025er Isobare umfaßt ein viel größeres Gebiet: ganz Mitteleuropa, England, Südsandinavien und den Westen der Sowjetunion. Nach dem Kartenrand zu verringert sich der Luftdruck immer mehr, und so gewinnen wir den Eindruck, daß Mitteleuropa von einem kräftigen Hoch beherrscht wird,

dessen Kern über der Deutschen Demokratischen Republik liegt. Dem geringen Luftdruckgefälle entsprechen die schwachen Winde, die im Sinne des Uhrzeigers aus dem Hoch herausströmen. An vielen Orten sind die Kreise leer gelassen: ein Zeichen von wolkenlosem Himmel, denn die absinkende Luft erwärmt sich und bildet keine Wolken.“

„Herr Doktor, eine Frage bitte. Eins kann ich mir nicht recht zusammenreimen. Einmal heißt es, daß im Hoch die Luft absinkt und nach allen Seiten abströmt, das andere Mal wird aber erzählt, daß sich im Hoch die Luft infolge der starken Sonneneinstrahlung am Erdboden erwärmt, leichter wird und in die Höhe steigt. Ich meine, die Luft kann doch nur eins tun, entweder absinken oder aufsteigen, aber nicht beides zugleich!“

„Du hast vollkommen recht, Hans. Deinen Einwand müssen wir gelten lassen. Wie wir uns das im einzelnen vorzustellen haben, dazu folgende Erklärung: Die absinkende Luft im Hoch wollen wir mit einem dicken Strahl Sirup vergleichen, den wir aus einem hochgehobenen Faß herauslaufen lassen. Der zähflüssige Sirup bildet einen Berg, an dem die nachströmende Sirupmasse mehr an der Außenseite, wie am Rand einer Glocke, herunterströmt und breidläuft. In der Glockenmitte hingegen staut sich der absinkende Sirup wie auf einem Polster, das festliegt und am Weglaufen gehindert wird. Dieses Polster würde in unserem Vergleich die Luft sein, die durch die Sonneneinstrahlung zum Hochsteigen veranlaßt wird. Bei etwa 800 m, 1000 m oder auch 1500 m bildet sich eine Schicht verhältnismäßig warmer Luft. Die mit der Höhe gleichmäßig abnehmende Temperatur steigt hier wieder etwas an und sinkt erst nach 100 m, 200 m, 300 m oder noch mehr erneut ab. Diese Schicht der Temperaturumkehr spielt beim

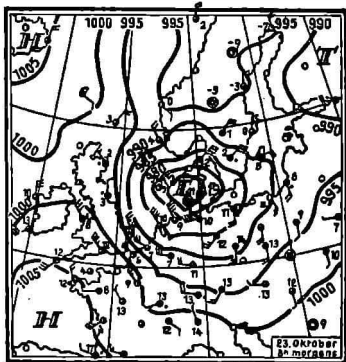
Wetter im Hoch eine große Rolle und heißt bei uns Inversion. (Das Wort Inversion kommt aus dem Lateinischen und bedeutet Umkehr.)

Sie wird auch Sperrschicht genannt, weil sie die aufsteigende Luft aufhält oder absperrt. Die erwärmte und aufgestiegene Luft findet plötzlich eine Umgebung vor, die genauso warm, genauso ausgedehnt ist wie sie selbst. Es gibt für sie gar keinen Grund mehr, noch weiter aufzusteigen. Den Kumuluswolken, die sich gebildet haben mögen, kann man das ansehen. Sie wachsen nicht über eine bestimmte, gleiche Mächtigkeit hinaus, es ist, als ob sie an einer unsichtbaren Decke mit dem Kopf anstoßen, und der Himmel macht einen sehr ruhigen Eindruck. Nur wenn an einer Stelle der Erdboden sich übermäßig erhitzt, die Luft also sehr stark erwärmt wird und mit großer Energie nach oben strebt, kann es vorkommen, daß die aufsteigende Luft die Sperrschicht durchstößt. Hier fängt der Kumulus plötzlich zu quellen an, andere folgen nach; die Wolken werden gleichsam lebendig.

Nachts, besonders im Winter, wenn die Ausstrahlung die Einstrahlung überwiegt, wenn die Erde sich abkühlt und die Luft nicht mehr zum Aufsteigen zwingt, kann die Inversion sehr weit absinken. Alle Unreinlichkeiten der Luft, die sich in dieser Schicht als Dunststreifen angesammelt haben, bilden nun in überreicher Anzahl die Kondensationskerne für den Hochnebel. erinnert euch, ihr habt schon davon gehört. Im Sommer wird der Hochnebel in den ersten Vormittagsstunden bald wieder aufgelöst, im Winter jedoch kann er sich den ganzen Tag behaupten. Der Himmel erscheint uns dann wie mit einem grauen Stratus verhangen, trotz des einwandfreien, schönen Hochdruckwetters.

Im Tief

Auf dieser Karte – sie ist schon einige Wochen alt – scheinen die Isobaren ganz ähnlich zu verlaufen. Sie schlängeln sich auch um einen Mittelpunkt herum, und doch besteht zur heutigen Wetterlage ein grundlegender Unterschied. An der innersten Isobare lesen wir einen Luftdruck von nur 975 mb ab, und nach dem Kartenrand zu steigt er überall an. Wir haben dieses Mal also ein Tiefdruckgebiet, eine Zyklone, vor uns, dessen Kern an der holsteinischen Küste liegt. Über Island, Nordskandinavien, Südosteuropa und der Biskaya lagern Hochdruckgebiete von über 1000 mb. Das Luftdruckgefälle ist nach dem Tief zu sehr stark, und in der Tat finden wir in der Umgebung des Kerns recht stürmische Winde eingetragen, die an diesen Tagen nicht nur an der Nord- und Ostseeküste, sondern auch im Binnenlande schwere Sturmschäden verursacht haben.



Die Winde strömen entgegengesetzt dem Uhrzeiger in das Tiefdruckgebiet ein. Zwischen Rhein und Oder sowie über der westlichen Ostsee wehen sie aus Südwesten bis Süden. Sie kommen aus den südlichen Teilen eines nordatlantischen Hochs heraus und bringen aus subtropischen Breiten eine Luftmasse mit, die eine Temperatur bis zu 13 °C aufweist und feucht ist. Jenseits der Ostsee, über Südschweden, trifft sie auf

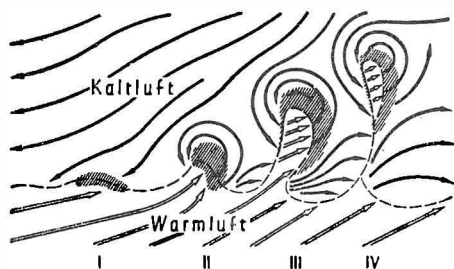
eine Luftmasse, die aus dem Osten herangesaugt wird und kalt und trocken ist. Die warme Luft schiebt sich auf die kalte auf, es entstehen ausgedehnte Schichtwolken, aus denen ein kleintropfiger warmer Landregen fällt, der von der östlichen Ostsee bis zum Skagerrak reicht. Im Westen des Tiefs strömt dagegen kalte Luft aus dem Norden ein. Über England herrschen deswegen Temperaturen von nur 2° bis 3° C. Die kalte und schwere Luftmasse schiebt sich unter die leichtere warme und hebt sie empor. Es bilden sich hier die sehr hohen Quellwolken mit ihren kurzen, aber heftigen Schauern.

Die Wetterküche bei Island

Es ist sonderbar. Fast alle Tiefs, die Europa überqueren, werden in dem Gebiet zwischen Island und der Ostküste Grönlands zusammengebraut. Ist das Zufall? Darüber haben sich schon viele Wissenschaftler den Kopf zerbrochen. Vor allem ist in weiten Kreisen die von norwegischen Meteorologen ausgearbeitete sogenannte Polarfronttheorie berühmt geworden. Ungefähr am 65. Grad nördlicher Breite grenzt die Zone der vorherrschenden Westwinde an die Polarluftkappe. Die Tropikluft der Westwinde (Luft aus den Subtropen) ist warm, die Polarluft weht aus dem Osten und ist kalt. Solange sich die beiden verschiedenen Luftmassen in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbeischieben, ist alles in Ordnung. Aus noch nicht ganz klar erkannten Ursachen wird diese Ordnung an der Ostküste Grönlands gestört. Die einen sagen, daß

überall dort, wo zwei verschieden dichte Stoffe aneinander-
grenzen und mit verschiedener Geschwindigkeit gegenein-
ander in Bewegung sind, sich wellenförmige Grenzflächen bil-
den. Andere wieder suchen die Ursache für die Störungen in
natürlichen Hindernissen, besonders Gebirgen, die sich den
Luftbewegungen entgegenstellen und sie abriegeln. Diese
'Riegeltheorie' hat in der Tat etwas Bestechendes, denn die
Tiefs bilden sich immer wieder an wenigen bevorzugten Stel-
len der Erde: an der schon erwähnten Ostküste Grönlands,
südlich von Nowaja Semlja, südlich der Ostküste Sibiriens
und südlich der Rocky Mountains (Felsengebirge) auf dem
nordamerikanischen Kontinent.

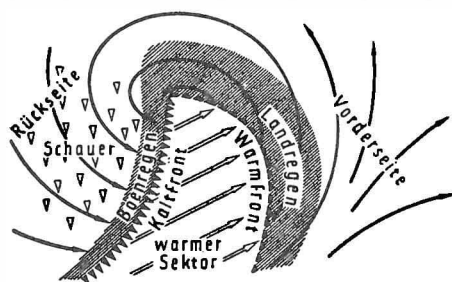
Wie dem auch sei, wir nehmen diese unterschiedlichen Auf-
fassungen lediglich zur Kenntnis, weil uns jetzt nur die Ent-
wicklungsgeschichte eines sich bildenden Tiefs interessiert.



Aus der Welle entsteht ein Wirbel, in dem die warme Luft auf
die kalte aufgleitet und andererseits die kalte Luft die warme
zu unterfließen und vom Boden abzuheben sucht. Die Grenze,
wo die Warmluft am Boden auf die Kaltluft aufstößt, nennen
wir *Warmfront*, wo die Kaltluft sich unter die Warmluft
schiebt, die *Kaltfront*. Der vorstoßende Warmluftkeil heißt
Warmsektor. An den beiden Fronten spielen sich die Wetter-

vorgänge genauso ab, wie wir sie schon kennengelernt haben. Das Gebiet vor der Warmfront wird die Vorderseite genannt, das Wetter hinter der Kaltfront das Rückseitenwetter.

Die Kaltfront jagt der Warmfront, die im Durchschnitt 30 km in der Stunde zurücklegt, mit etwa 50 Stundenkilometern hinterher; sie muß also die Warmfront tatsächlich einmal unterlaufen und die warme Luft gänzlich vom Boden abheben. Diese Warmluftwanne heißt *Okklusion*, oder man sagt, das Tief sei dann okkludiert (von lateinisch *occludere*, schließen). Wettermäßig wirkt sich das so aus, daß sich dem Warmfrontwetter sofort das Kaltfront- oder Rückseitenwetter anschließt.



Diese sogenannten gealterten Tiefs füllen sich nach und nach auf und sterben ab.

Auf der Wetterkarte deuten wir die Warmfront durch eine rote Linie, die Kaltfront durch eine blaue Linie an. Die Okklusion wird durch eine violette Linie gekennzeichnet.

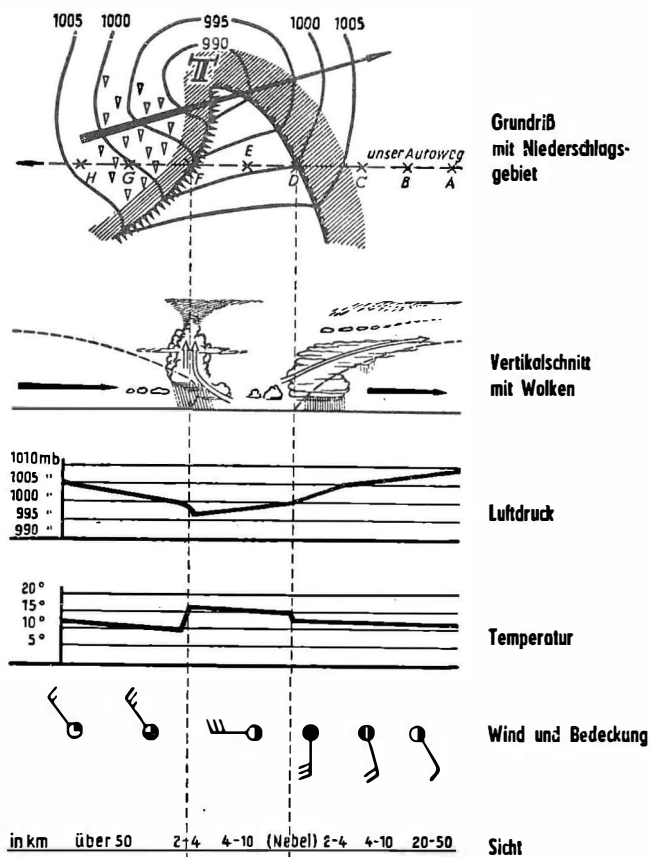
Durch eine weit ausholende Wirbelbewegung kann die Kaltluft bis an die Passatgrenze abströmen, vor allem dort, wo sich ihr keine hohen Gebirge quer in den Weg stellen. In Asien sind Kaltluftkeile schon bis zum Persischen Golf vorgestoßen, in Mitteleuropa bis an die Alpen, ja sogar darüber

hinweg, in Nordamerika bis nach Florida und in den Golf von Mexiko hinein. Diese Einbrüche sind meist mit heftigen Stürmen verbunden, die die Temperaturen in wenigen Stunden plötzlich um 15° herabstürzen lassen. In Einzelfällen sind Temperaturstürze sogar bis zu 30° beobachtet worden.

Ein Tief zieht über uns weg

Bei uns in Mitteleuropa erleben wir nur selten ein richtiges Tief, ‚wie es im Buche steht‘. Allein durch die vielen Gebirge, die sich ihm kreuz und quer in den Weg stellen, werden die Fronten aufgehalten oder verzerrt und kommen sozusagen in Unordnung. In Westeuropa hingegen oder noch besser auf dem freien Meere sind die Tiefs noch jugendfrisch und kräftig ausgeprägt und bieten sich uns genau nach Vorschrift dar. Wenn ihr euch in die Bilder richtig vertieft, brauchen sie nicht noch erläutert zu werden; sie sprechen für sich.

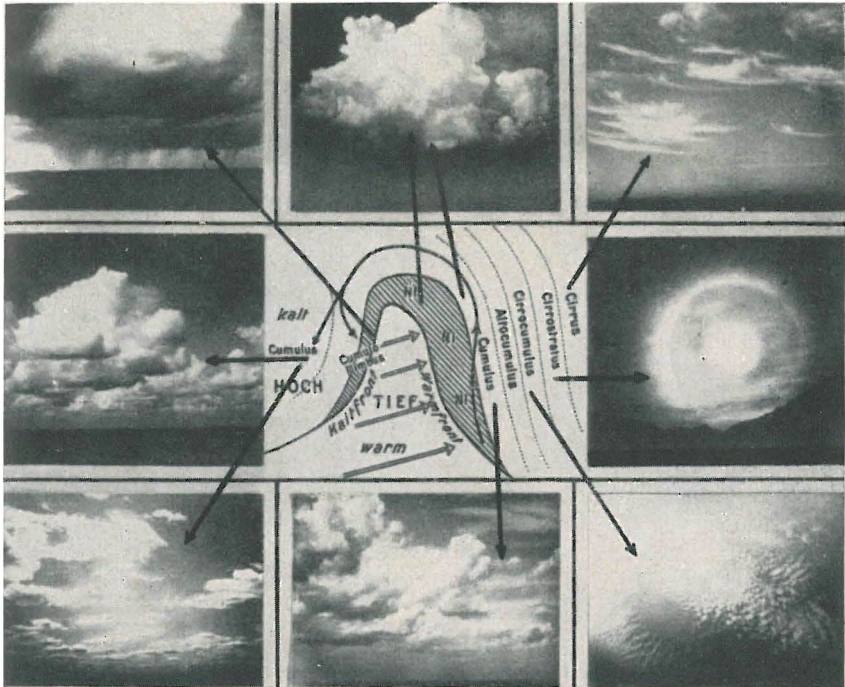
Nur ein paar Worte! In Wirklichkeit ist es doch so, daß wir uns an einem festen Standort befinden und das Tief über uns wegzieht. Wollten wir die Veränderungen zu jeder Stunde beschreiben oder gar aufzeichnen, so würde das mehrere Dutzend Bilder ergeben. Nein, wir machen das jetzt in unserem Beispiel anders! Wir suchen aus der Fülle der Tiefs ein ganz vorschriftsmäßiges heraus (das ist eben das aufgezeichnete), setzen uns in ein Auto und rasen auf einer schnurgeraden Landstraße unter dem Tief hinweg (auf der Karte die dünne gestrichelte Linie). Da das Tief von West nach Ost wandert



(der Pfeil verrät es uns), fahren wir ihm entgegen, von Ost nach West, kommen also auf dem Bilde von rechts her. Auch an die Kurven müssen wir in diesem Falle von rechts herangehen.

In Punkt A starten wir. Am eben noch blauen Himmel sind schon hauchfeine, dünne Zirkuswolken aufgezo-gen. Barometerstand 1009 mb, Temperatur 11°, Winde schwach aus Südost, Sicht etwa 20 km.

Das erste Mal halten wir in Punkt B. Der Himmel hat sich



Charakteristische Wolkenformen beim Durchzug eines Tiefs. Das mittlere Bild zeigt ein Tief im Grundriß. Die Niederschlagsgebiete (Ni) vor der Warmfront und hinter der Kaltfront sind schraffiert



Trombe. Der aus der Wolke herausragende „Saugrüssel“ hinterläßt verheerende Wirkungen

inzwischen mit einer dünnen Altostratusschicht bedeckt. Der Luftdruck ist ganz wenig gefallen, die Temperatur kaum merklich gestiegen. Der Wind hat aufgefrischt und dreht langsam auf Süd. Die Sicht ist etwas zurückgegangen.

Zweite Beobachtung in Punkt C. Die Sonne scheint durch den verdichteten Altostratus nur noch als matter Fleck. Barometerstand jetzt 1005 mb, Temperatur weiter leicht angestiegen. Der Wind wirbelt schon Staub auf, und sonst ist es recht die-sig geworden.

Punkt D. Kaum waren wir vom Punkt C abgefahren, so mußten wir das Verdeck am Auto hochklappen; es fing an zu regnen, ruhig, gleichmäßig und warm, die Wiesen und Felder tranken die Tropfen gleichsam in sich hinein und strömten einen satten Erdgeruch aus. Jetzt jagen zerrissene Wolkenfetzen unter der grauen Regenwolke dahin. Der Luftdruck ist auf 1000 mb gefallen, die Temperatur aber von 13° rasch auf 15° angestiegen. Der starke Wind, der eben noch genau aus Süd kam, hat sprunghaft auf West gedreht und schüttelt die Äste der Bäume heftig durcheinander. Die Sicht ist ganz schlecht geworden (manchmal tritt sogar Nebel auf). Wir haben soeben die Warmfront passiert.

In Punkt E hat sich der Himmel wieder aufgeklärt, nur einige harmlos aussehende weiße Kumuluswolken treiben an ihm dahin. Das Barometer fällt zwar noch immer, aber nicht mehr so rasch. Die Temperatur steigt auch weiterhin langsam an: Wir befinden uns im warmen Sektor des Tiefs. Der lebhafteste Wind hat seine Richtung aus West beibehalten, die Sicht hat sich wieder gebessert.

Nun sind wir bei Punkt F angelangt. Das Wetter ist völlig verändert. Tiefdunkel und graublau sah während der Fahrt der

Wolkenhimmel aus. Gewaltige aufgequollene Wolkenberge, aus denen dicke, schwere Regentropfen herunterplatschten, wälzten sich mit großer Schnelligkeit heran, und Windstöße rissen an den Baumzweigen. Das Barometer ist sprunghaft um 3 mb gestiegen, das Thermometer in kurzer Zeit um mehr als 5° gefallen. Der Wind drehte unvermittelt auf Nordwest. Das ist der Durchzug einer Kaltfront gewesen.

In Punkt G gibt es immer noch Schauer, aber nicht mehr so häufig. Der Himmel hat sich wesentlich beruhigt. Seine Farbe ist ganz anders geworden: Die rötliche, leicht diesige Bläue im Warmsektor hat sich in ein helles, klares Eisblau verwandelt. Wir sehen es dem Himmel deutlich an, daß eine ganz andere Luft – kalte Luft – über uns liegt. Der Wind kommt unverändert aus Nordwest, wenn auch nicht mehr so stark und nicht mehr so böig. Die Sicht ist herrlich geworden. Glasklar liegt die Landschaft vor uns, Entfernungen von über 50 km sind gut auszumachen: ein typisches Merkmal des Rückseitenwetters.

In Punkt H beschließen wir unsere Fahrt. Wir spüren es an allem, daß es so schnell eine Überraschung nicht wieder geben wird. Der Luftdruck steigt noch an, auch die Temperatur; der Wind weht weiter aus Nordwest, hat aber fühlbar nachgelassen. Das Wetter ist wieder ‚normal‘ geworden.

Die Tiefs sind unberechenbar

Ihr werdet nun sagen, daß es doch gar nicht schwer sein könne, die Entwicklung des Wetters abzuschätzen. Wenn zum Beispiel ein Tief über England liegt, kann man sich's an seinen

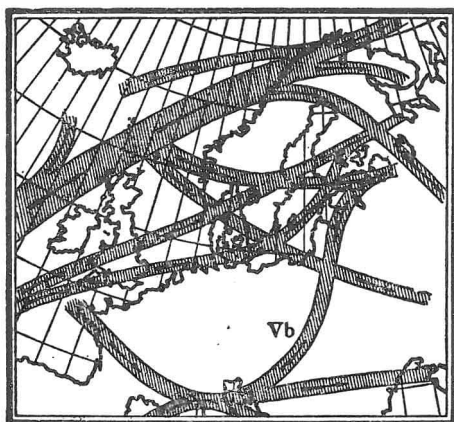
fünf Fingern abzählen, in welcher Zeit es zu uns kommt und wie sich dann unser Wetter gestalten wird. Das stimmt schon, wenn die Tiefs nur in jedem Falle so liebenswürdig sein wollten, sich genauso zu ‚benehmen‘, wie wir es von ihnen erwarten. Sie schicken uns aber keine Postkarte mit der ausführlichen Angabe, heute sind wir hier, morgen da, ziehen mit dieser oder jener Geschwindigkeit durch die Welt und treffen bei euch am Dienstag früh pünktlich 8 Uhr 35 Minuten ein.

Die Tiefs sind im Gegenteil schwer zu berechnen. Wohl haben wir ihre Eigenarten weitgehend erforscht und haben festgestellt, daß sie die Gebiete hoher Temperaturen meistens rechts ihrer Bahn liegenlassen, kalte Gebiete dagegen links; sie vertiefen sich, wenn die Temperaturgegensätze zunehmen, und vor allem dann, wenn kalte Luft erneut zufließt; sie ziehen oft dorthin, wo sich tags zuvor ein Hochdruckkeil ausbreitete. Manchmal strecken sie zungenförmige Ausläufer aus, die sich, namentlich im Sommer, zu kleinen Teiltiefs entwickeln können und das Haupttief im entgegengesetzten Uhrzeigersinn umkreisen oder sich auch selbständig machen.

Ihr seht, einfach ist hier gar nichts. Besonders schwierig wird es für uns Meteorologen aber dann, wenn wir uns am Rande eines Hochdruckgebietes befinden und die *Depressionen* (das ist eine andere Bezeichnung für die Tiefs) wie Wellen an das Hoch heranbranden. Wird sich das Hoch zurückdrängen und ‚anknabbern‘ lassen? Oder reicht die Kraft der Tiefs dazu nicht aus, so daß sie am Rande vorbeirutschen müssen? Das ist schwer zu erkennen. In diesen Fällen kann es vorkommen, daß wir mehrere Tage lang Eintrübung und leichte Regenfälle voraussagen, weil wir auf die Tiefs getippt haben,

während sich das Hoch aber entgegen unseren Erwartungen doch als sehr widerstandsfähig erweist.

Durch jahrzehntelange genaue Wetterbeobachtungen hat man herausgefunden, daß die Tiefs häufig bestimmte Straßen ziehen. Solcher Zugstraßen gibt es im großen und ganzen fünf, wie der holländische Meteorologe van Bebbber festgestellt hat. Die erste Zugstraße verläuft von Nordschottland



parallel der norwegischen Küste nach Nordosten; die zweite vom Gebiet zwischen Schottland und Island ostwärts über Südschweden nach dem Finnischen Meerbusen; die dritte von Nordschottland durch das Skagerrak über Südschweden nach Finnland; die vierte

von Südengland aus nach Nordosten, an der Nordseeküste entlang und durch die Ostsee bis nach Finnland; die fünfte vom Kanal aus über Südfrankreich nach Oberitalien und von da entweder weiter nach Griechenland oder als Zugstraße Vb um die Alpen herum über Ungarn, die Tschechoslowakei und Polen nach Nordosten wieder zum Finnischen Meerbusen.

Wenn wir einmal erkannt haben, welche Straße das Tief auf seiner Wanderung endgültig einschlagen wird, ist der Ablauf des Wetters schon etwas leichter vorauszusagen. Aber vor Überraschungen sind wir niemals sicher.

Auf das „Wetterglas“ können wir uns nicht immer verlassen

„Warum nur der viele Aufwand um das morgige Wetter, um die Tiefs und Hochs, um Fronten und Zugstraßen?“ wird mancher daherreden. „Ich habe ein Wetterglas zu Hause und mache mir mein Wetter selber. Weist der Zeiger genau nach oben auf die Marke 750 mm, wird veränderliches Wetter. So steht es darauf gedruckt. Rückt der Zeiger bei steigendem Luftdruck nach rechts, wird das Wetter schön; steht er ganz rechts, wird es beständig. Bei fallendem Druck aber stellt sich der Zeiger auf windig und regnerisch ein und schließlich auf stürmisch. Was brauche ich mehr?“

Nun, so einfach liegen die Dinge denn doch nicht. Das haben wir schon gemerkt und verlassen uns nicht mehr auf die veralteten Aufschriften, die vielleicht vor fünfzig Jahren einmal modern gewesen sind. Und trotz alledem! Wie oft gehen wir an das Barometer heran und klopfen leicht an das Glas, um zu sehen, ob es steigt oder fällt. Denn steigt es – so wird das Wetter schön; fällt es aber – so müssen wir annehmen, daß Regen zu erwarten ist.

Daß diese Regel nicht ohne weiteres allgemein gültig ist, hat schon mancher beobachtet und kam dann verwundert zu uns. „Wie ist das nur möglich! Vorgestern hat es keine Niederschläge gegeben, seitdem ist das Barometer ständig gestiegen, und heute regnet’s!“ Das Wetter kann sich also auch bei steigendem Luftdruck verschlechtern!

Weil diese ‚Ausnahmefälle‘ gar nicht so selten sind, wollen wir die Entwicklung kurz aufzeigen. Nehmen wir an, daß über

Mitteleuropa ein ‚normaler‘ Luftdruck herrscht mit nur schwachen Gegensätzen; das Wetter sei heiter, trocken, warm und fast windstill. Jetzt beginnt in Verbindung mit der Großwetterlage über ganz Mitteleuropa der Luftdruck zu steigen, und zwar – das ist das Entscheidende – überall gleichmäßig zu steigen. Am Gesamtcharakter des Wetters wird sich dabei gar nichts ändern. Über unserem Gebiet aber entwickelt sich aus rein örtlichen Gründen ein kleines Tief, doch so, daß der abgesunkene Luftdruck von dem allgemeinen Luftdruckanstieg ausgeglichen wird und gegen vorher immer noch ein wenig höher liegt. Da wir am Barometer nur ein ‚Steigen‘ ablesen konnten, ist die Überraschung natürlich groß, wenn nun der Wind auffrischt, der Himmel sich bewölkt und hier und da sogar einige Niederschläge fallen.

Umgekehrt können wir genauso hereinfallen. Der Luftdruck fällt und fällt – das Wetter aber ändert sich in keiner Weise. Es bleibt trocken und schön wie vorher.

Wieder ein Grund mehr, auf das Barometer ärgerlich zu werden. Und von dieser Verärgerung bekommt die ganze ‚Wettermacherei‘ ihr Teil mit ab. Warum aber hat die Regel ‚Fallender Luftdruck – Wetterverschlechterung‘ nicht gestimmt? Der Luftdruck hat sich über dem Raum Mitteleuropa gleichmäßig vermindert, es sind also keine neuen Luftdruckgegensätze entstanden, die in das bestehende ausgeglichene Wetter hätten Bewegung bringen können.

Wir wissen nun Bescheid! Auf das Barometer allein werden wir uns nicht mehr verlassen!

Tagelang stand das Thermometer jeden Morgen beharrlich auf vielleicht 8° , sich nur wenig nach oben oder unten verändernd; dann stieg es plötzlich auf 13° und hielt sich mehrere Stunden oder auch länger auf gleicher Höhe (Durchzug einer Warmfront, Warinsektor); ebenso plötzlich stürzte es auf 5° hinunter (Durchzug einer Kaltfront, Rückseitenwetter). Jeder Temperaturwechsel war mit einem deutlichen Windsprung verbunden, so daß man eigentlich schon bei einer nur oberflächlichen Beobachtung auf den Gedanken kommen mußte, daß es sich jedesmal um eine ganz andere Luftart handelt. Wir haben schon mehrfach darauf hingewiesen, und euer Blick hat sich dafür geschärft, aber nur die Wetterkarte läßt uns die Verhältnisse deutlich erkennen.

Für die Wettervorhersage ist dies besonders wichtig. Die Tiefs mit ihrer stark aufgelockerten Luft saugen die fehlenden Luftmengen zum Teil aus sehr weiten Entfernungen heran. So kann es vorkommen, daß wir ‚Luftgeschenke‘ sogar aus Grönland oder aus dem Barentsmeer erhalten, aber auch von den Azoren oder aus Nordafrika. Ein drolliger Gedanke: Mit unseren Füßen spazieren wir auf der Erde Mitteleuropas umher, unseren Kopf aber lassen wir von Grönlandluft umwehen! Alle haben wir schon Luft aus Spanien, Griechenland oder aus dem Süden der Sowjetunion geatmet, auch wenn wir uns niemals von unserem Geburtsort entfernt haben!

Die Ursprungsgebiete formen den Charakter der über ihnen lagernden Luft, den diese im wesentlichen auch späterhin bei-

behält. Mitteleuropa wird von zwei Hauptluftmassen entscheidend beeinflusst: von der *Polarluft* (*P*) und von der *subtropischen Luft* (*T*). Jede dieser Luftmassen kann einige Zeit über Meeren oder über Kontinenten gelegen haben und demzufolge entweder feucht oder trocken sein. In diesen Fällen setzt man dem *P* oder *T* die Buchstaben *m* (maritim) oder *c* (continental) voran. Ist die Luftmasse anderen Einflüssen längere Zeit ausgesetzt, so daß sie ihre Eigenschaften sehr stark verändert, müssen auch diese Umwandlungen in den Kennzeichnungen festgehalten werden.

Im Wetterdienst werden 12 Abstufungen dieser Umwandlungen unterschieden. Auf der folgenden Tabelle sind sie übersichtlich zusammengestellt:

Abk.	Wissenschaftliche Bezeichnung	Bezeichnung in Wetterberichten	Ursprungsgebiet	Weg	Eigenschaft
cP_A	Kontinentale arktische Polarluft	Nordsibirische Polarluft	Nordsibirien	Westen der Sowjetunion	extrem kalt
mP_A	Maritime arktische Polarluft	Arktische Polarluft	Arktis	Nordmeer	sehr kalt, feucht
cP	Kontinentale Polarluft	Osteuropäische Polarluft	Sowjetunion	Osteuropa	kalt
mP	Maritime Polarluft	Grönländische Polarluft	Arktis	Grönlandmeere	kalt, feucht

Abk.	Wissen- schaftliche Bezeichnung	Bezeichnung in Wetter- berichten	Ursprungs- gebiet	Weg	Eigen- schaft
cP_T	Rückkehrende kontinentale Polarluft	Rück- kehrende Polarluft	Arktis	Südost- europa	trocken
mP_T	Rückkehrende maritime Polar- luft	Erwärmte Polarluft	Arktis	Azorenraum	feucht
cT_P	Gemäßigte kontinentale Tropikluft	Festlands- luft	Mitteleuropa	—	—
mT_P	Gemäßigte maritime Tropikluft	Meeresluft	Nordost- atlantik	England	feucht, mild
cT	Kontinentale Tropikluft	Asiatische Tropikluft	Naher Osten	Südost- europa	trocken
mT	Maritime Tropikluft	Atlantische Tropikluft	Azorenraum	Westeuropa	feucht, warm
cT_S	Kontinentale afrikanische Tropikluft	Afrika- nische Tropikluft	Sahara	—	trocken, heiß
mT_S	Maritime afrikanische Tropikluft	Mittelmeer- Tropikluft	Afrika	Mittelmeer	schwül

Die Abkürzungen der ersten Spalte müssen folgendermaßen gedeutet werden: Die *Polarluft* (P), die noch die aus ihrem Ursprungsgebiet, der Arktis, stammenden Eigenschaften aufweist, erhält den Index A (P_A). Sind diese Eigenschaften schon umgewandelt, fällt dieser Index weg. Ist die Umwandlung noch weiter fortgeschritten, verwenden wir den Index T (z. B.: cP_T). Hat die *Tropikluft* (T) Veränderungen in ihren Eigenschaften erlitten, die sie der Polarluft ähnlich machen, so erhält das T den Index P (z. B.: cT_P). Stammt sie aus Afrika, hat sie den Index S (Sahara).

Die Hochs bestimmen unser Wetter – und die Tiefs bestimmen unser Wetter. Damit haben wir in die Vielfalt des Wettergeschehens schon eine gewisse Ordnung gebracht und können angeben, wie es sich in den nächsten 24 Stunden wahrscheinlich weiterentwickeln wird.

Darüber hinaus hat man aber gefunden, daß sich bestimmte Druckverteilungen immer wiederholen. Die Tiefs und Hochs ordnen sich nach Gesetzen, die man dem Wettergeschehen abzulauschen eben im Begriffe steht. Der erste Meteorologe, der eine gewisse Regelmäßigkeit nachwies, war van Bebbber, den wir vorhin schon genannt haben. Er hat fünf verschiedene Wetterlagen als typisch für Europa angesehen – je nach der Lage des Hochdruckgebiets, ob über West-, Mittel-, Nord-, Ost- oder Südeuropa – und beschrieb ihre deutlich ausgeprägten Merkmale.

Der modernen Meteorologie genügen diese fünf Wetterlagen bei weitem nicht mehr, man unterscheidet heute schon an die 25! Da ihr aber keine Fachmeteorologen seid, können wir uns jetzt mit den fünf *Wettertypen* van Bebbbers bescheiden. In wenigen Stichworten seien sie insoweit angedeutet, als sie unser Wetter in Mitteleuropa beeinflussen. Nehmt sie als ein Beispiel dafür, was man sich unter einer Wetterlage vorzustellen hat. Es wäre eine schöne Aufgabe für euch, auf einer Europakarte, die ihr euch aus dem Schulatlas selbst durchpausen könnt, die entsprechenden Hochs und Tiefs einzutragen und aus den zugehörigen Winden den Charakter der

herangeführten Luftmassen herauszulesen. Eure Meteorologen im Ferienlager werden euch dabei bestimmt helfen.

Typus I. Hochdruckgebiet über Westeuropa, etwa über den britischen Inseln, östlich davon Tiefs.

Merkmale: Häufig im Sommer; ziemlich lange Dauer; kalt, namentlich in der wärmeren Jahreszeit; erhebliche Niederschläge im Sommer und Herbst; Winde aus nördlichen Richtungen, böig, feucht und (im Sommer) kalt.

Bedeutung: Ihm ist zuzuschreiben, daß unsere Sommer oft so naßkühl sind; im Winter entwickelt sich häufig eine ausgebreitete und zusammenhängende Schneedecke, durch die nicht selten strenge Winterkälte eingeleitet wird.

Typus II. Hochdruckgebiet über Mitteleuropa, Tiefs erst in weiterer Entfernung.

Merkmale: Am häufigsten im Sommer und Frühherbst, selten im Winter; im Winter strenge Kälte, im Sommer große Hitze; Ein- und Ausstrahlungs spielen die Hauptrolle, daher auch Strahlungstypus genannt; geringe Niederschläge; schwache Luftbewegung aus veränderlichen Richtungen, vorherrschende Landwinde; Nebel.

Bedeutung: Im Sommer bis in den September hinein sonnig und warm (Altweibersommer); Trockenheit steigert sich nicht selten zu Dürreperioden; im Spätfrühling und Frühherbst häufig Nachtfroste. Im Winter werden bei Vorhandensein einer Schneedecke extrem niedrige Temperaturen gemessen; fehlt die Schneedecke, so sinkt das Thermometer zwar nicht ganz so tief, aber die Wintersaaten leiden Schaden.

Typus III. Hochdruckgebiet über Nord- und Nordosteuropa, Tiefs südlich davon, am häufigsten über dem Mittelmeergebiet und über der Biskaya.

Merkmale: Häufig im Winter und Frühjahr; nur geringe Dauer im Sommer; strenge Winterkälte und große Sommerhitze; unerhebliche Niederschläge in der kälteren Jahreszeit, im Sommerhalbjahr jedoch sehr bedeutend; östliche und nordöstliche Landwinde. Häufig Nebel.

Bedeutung: Wie bei Typus II strenge Winterkälte und große Sommerhitze; große Schneeverwehungen im Winter und Überschwemmungen im Sommer, wenn sich ein Tief von der Adria nach Finnland zu bewegt.

Typus IV. Hochdruckgebiet über Osteuropa, Tiefs im Westen.

Merkmale: Ausgesprochener Wintertypus; geringe Dauer in der wärmeren Jahreszeit; namentlich im Januar und Februar sehr kalt; meist südliche bis südöstliche schwache Landwinde.

Bedeutung: Im allgemeinen keine bedeutenden Niederschläge.

Typus V. Hochdruckgebiet über Südeuropa, Tiefs über nördlicher gelegenen Gegenden.

Merkmale: Häufigster Typus, namentlich im Sommer und Winter, weniger im Frühjahr und Herbst; größte Dauer im Winter und März; in der kälteren Jahreszeit warm, in der wärmeren kalt; größte Regenhäufigkeit unter allen Typen, insbesondere im Sommer, geringste von November bis März; lebhafte südwestliche und westliche Winde bis zu Sturmstärke.

Bedeutung: Im Sommer häufig länger anhaltendes naß-kühles Wetter, im Winter dagegen feuchtwarm.

Diese fünf Wettertypen geben uns unbestritten ein gutes Hilfsmittel zur Hand, die jeweilige Wetterlage klar zu erkennen und die entsprechenden Schlüsse daraus zu ziehen. Über die eigentlichen Triebkräfte und Ursachen lassen sie uns aber noch im dunklen, weil sie nur die äußeren Erscheinungen beschreiben.

Diese Triebkräfte entfalten sich am Rande oder sogar außerhalb unseres Erdteils. Die ‚Wetterküche‘ von Island hatten wir schon erwähnt. Das Islandtief greift so entscheidend und aktiv



in das europäische Wetter ein, daß wir es mit der Bezeichnung *Aktionszentrum* belegen. Sein ‚Gegenspieler‘ ist im Süden das Azorenhoch, das mit dem großen Hochdruckgebiet der Roßbreiten in Verbindung steht. Der ‚Dritte im Bunde‘ darf nicht fehlen: Es ist – auf der anderen Seite Europas – das große zentralasiatische Tiefdruckgebiet (im Sommer) oder Hochdruckgebiet (im Winter). Diese drei Eckpfeiler gestalten letztlich unser Wetter, erzeugen und steuern die kleineren Hochs und Tiefs, die sich zwischen ihnen über Europa ausbilden. In ständiger Wechselwirkung sind sie miteinander verbunden. Schwächt sich die Wirkung des einen ab, verstärkt sich sofort die des anderen, wie zum Beispiel im schon erwähnten Winter von 1946/47, als plötzlich das Azorenhoch wegblieb und die Arktikluft ungehindert ganz Europa bis weit nach Süden überfluten konnte.

Van Bebber hat mit seinen fünf Wettertypen nicht nur eine gewisse Ordnung in unsere Kenntnisse über das vielgestaltige Wettergeschehen gebracht, sondern hat auch beobachtet, daß diese Wetterlagen sich innerhalb eines Jahres anscheinend nach bestimmten Regeln ablösen. Diesen Gedanken hat vor allem Franz Baur aufgegriffen und ist ihm mit Hilfe der Statistik nachgegangen. Er hat die Beobachtungstagebücher der Jahre 1881 bis 1943 miteinander verglichen und dabei herausgefunden, daß einige Wettererscheinungen im Jahresablauf tatsächlich festliegen, nicht gerade mit 100 Prozent, aber doch so, daß sie sich jedes Jahr mit 65, 70 oder noch mehr Prozent Wahrscheinlichkeit zur selben Zeit wiederholen.

Die Witterungsereignisse, die – wie er sich ausdrückt – mit mehr als 60% ‚Eintreffwahrscheinlichkeit‘ erwartet werden können, hat er in einem Kalender zusammengefaßt. Einzeltage mit gesteigerten Häufigkeiten sind weggelassen, da sie Zufall sein können. Er hat immer nur mehrtägige Abschnitte aufgeführt, in denen an mehreren Tagen hintereinander bestimmte Erscheinungen erheblich häufiger aufgetreten sind als in anderen Jahresabschnitten.

Wollen wir doch einmal sehen, was bei dieser Zusammenstellung herausgekommen ist!

20. 1. bis 23. 1.: Vorwiegend trockenes, in Höhen über 1400 m heiteres Frostwetter (bei antizyklonaler Wetterlage).
27. 1. bis 30. 1.: In Norddeutschland häufige Niederschläge.

1. 2. bis 16. 2.: Im Schwarzwald und in den Nordalpen ist in Höhen zwischen 800 und 1500 m mit größter Wahrscheinlichkeit eine Schneedecke vorhanden, die für den Wintersport gut geeignet ist.
12. 3. bis 22. 3.: Im Süden verhältnismäßig niederschlagsarm.
1. 5. bis 16. 5.: Kälterückfälle! (Der Kälterückfall muß aber nicht gerade zur Zeit der ‚Eisheiligen‘, d. h. zwischen dem 11. und 14. Mai, stattfinden. Im Jahre 1907 war in Norddeutschland der heißeste Tag des ganzen Jahres ausgerechnet am 12. oder 13. Mai, also mitten in den ‚Eisheiligen‘.)
20. 5. bis 23. 5.: Verhältnismäßig niederschlagsarm.
28. 5. bis 1. 6.: Vormonsun-Schönwetterperiode.
2. 6. bis 20. 6.: ‚Schafskälte‘! (Temperaturrückgänge in dieser Jahreszeit infolge des Beginns des mitteleuropäischen Sommermonsuns. Wenn aber in der ersten Junihälfte statt des Monsunbeginns eine starke Überhitzung des Kontinents eintritt, so folgt im Hochsommer als Reaktion das Einströmen maritimer Luftmassen mit übernormaler Niederschlagsmenge und überwiegend kühler Lufttemperatur.)
27. 6. bis 1. 7.: Im norddeutschen Binnenlande verhältnismäßig niederschlagsarm.
18. 8. bis 23. 8.: Neigung zu unbeständiger Witterung, besonders im Küstengebiet.
5. 9. bis 10. 9.: Im Binnenlande schöne, warme Nachsommertage.
16. 9. bis 21. 9.: Vorwiegend heiter und trocken im südöstlichen Mitteleuropa.
23. 9. bis 1. 10.: ‚Altweibersommer‘, überwiegend heiter und trocken.
1. 10. bis 3. 10.: Neigung zu Witterungsumschlag nach vorausgegangenem schönem Spätsommerwetter. (Bei zyklonaler Witterung im letzten Septemberrittel ist dagegen eine Änderung ebenso wahrscheinlich wie ihr Fortbestehen.)
27. 12. bis 30. 12.: ‚Weihnachtstauwetter‘!

Wohlgermerkt, das sind keine Prophezeiungen, sondern aus der Erfahrung gewonnene Feststellungen! Weil das Wetter in den letzten Jahrzehnten zu den angegebenen Zeiten fast immer so gewesen ist, kann man annehmen, daß um diese Zeiten herum sich die gleichen oder auch ähnlichen Wetterlagen wiederholen werden.“

„Das sieht aber sehr nach Hundertjährigem Kalender aus, Herr Doktor!“ warf Hans ein. „Hat er also doch recht! Ich weiß nur, daß meine Tante auf ihren Hundertjährigen schwor und von meinem Vater deswegen immer ausgelacht wurde. Zu Unrecht also!“

„Nicht so schnell und voreilig, mein lieber Hans! Der Hundertjährige Kalender ist auf einem ganz anderen Boden gewachsen als Baur's Kalendarium. Diese beiden Dinge lassen sich gar nicht miteinander vergleichen. Der Unterschied wird dir sofort klarwerden.“

*Vom Hundertjährigen Kalender, und was wir von ihm halten müssen!
Natur- und Götterglaube, Hexenwahn und Mondeinfluß*

Der Hundertjährige Kalender hat seine letzten Ursachen in der Mythologie unserer Vorfahren. Auf der Entwicklungsstufe, in der die Menschen gelernt hatten, Ackerbau zu treiben und die gezähmten Tiere als Herden zu halten, spielten die personifizierten Naturkräfte in ihrer Vorstellung eine große Rolle.

Gute und böse Geister, so glaubten sie, brachten ihnen Regen und Fruchtbarkeit, Dürre und Mißernten. Auch den Gestirnen schrieben sie mancherlei Einflüsse auf ihr persönliches Wohlergehen zu; denn sie verstanden zwar, die Naturerscheinungen zu beobachten, konnten aber ihre Zusammenhänge noch nicht wissenschaftlich erklären.

In den mythologischen Vorstellungen der alten Griechen sandte Zeus aus seiner Rechten den Blitzstrahl zur Erde nieder, bei den Römern tat es Jupiter, und bei den Germanen schwang Thor seinen berühmten Hammer, der immer wieder von selbst in seine Hand zurückkehrte. In den Winternächten, wenn der Sturm heulte und die Wolken am Himmel wild durcheinanderwirbelten und aufeinander sprangen, in diesem Sturmgebraus jagte Wotan mit seinem wütenden Heer über die sich duckenden Fluren...

Dieser Glaube an personifizierte Naturkräfte wandelte sich im feudalen Mittelalter unter dem Einfluß des Christentums zum Aberglauben und zur – Hexerei. Von dem Vorhandensein eines persönlichen Teufels war man zutiefst überzeugt, hat ihn doch sogar Dr. Martin Luther leibhaftig in seinem Zimmer gesehen und das Tintenfaß nach ihm geschleudert. Die ‚Hexen‘ standen mit dem Teufel auf du und du und bedienten sich seiner zum Wettermachen. In Rostock hat zum Beispiel eine Frau folgendes Geständnis abgelegt: Wenn sie einen Sturmwind habe erregen wollen, so habe sie den Teufel in einem Waschfaß gebadet und das Wasser auf den Strand geschüttet.



Dadurch sei der Teufel gezwungen worden, einen brausenden Sturm zu entfachen. Habe sie außerdem den Namen eines bestimmten Schiffes genannt, dann sei dieses mit Mann und Maus untergegangen... Wegen des Eingeständnisses dieser verwerflichen Tat hat man die ‚Hexe‘ auf dem Scheiterhaufen verbrannt.

In Osnabrück wurden an einem einzigen Tage 133 Frauen verbrannt, weil sie sich alle schuldig bekannt hatten, mit teuflischen Künsten grausame Hagelwetter verursacht zu haben.

Es ist schwer zu sagen, worüber wir heute mehr erschüttert sind: über die Prozeßrichter, die es fertiggebracht haben, den zerquälten Frauen ein solches unsinniges Geständnis in den Mund zu legen, oder über die allgemeine Geistesverfassung der damaligen Welt, die allen Ernstes diesen Irrsinn für wahr gehalten hat!

Damit uns aber die ‚moderne Aufgeklärtheit‘ nicht gleich zu sehr in den Kopf steigt und uns überheblich macht, wollen wir nicht vergessen, daß die letzte ‚Hexen‘verbrennung auf deutschem Sprachgebiet – zu Glarus in der Schweiz – erst vor etwas mehr als 150 Jahren, 1782, stattgefunden hat!

Der ‚Hundertjährige Kalender‘ ist eines der am meisten verbreiteten Volkswetterbücher. Was jedoch heute als Hundertjähriger Kalender bekannt ist, stammt gar nicht von seinem ersten Verfasser, sondern ist das Werk eines späteren Bearbeiters.

Dr. Mauritius Knauer, ein Abt des Klosters Langheim bei Kulmbach in Oberfranken, war ein erklärter Freund und Anhänger der Astrologie und als solcher der Meinung, daß die sieben Planeten ihren Einfluß nicht nur auf das menschliche Schicksal geltend machen, sondern auch auf das Wetter. Unter

den sieben Planeten verstand man die sieben größten wandelnden Himmelskörper, darunter auch Sonne und Mond. Jedem Jahr war ein Planet als Herrscher oder Regent zugeteilt, und gemäß der Größe ihrer Umlaufzeiten lösten sie einander nach ‚altägyptischer Ordnung‘ ab. Mit dem Saturn wurde der Reigen eröffnet, dann folgten Jupiter, Mars, Sonne, Venus und Merkur, und der Mond machte den Beschluß. Der Regent sollte den allgemeinen Charakter des Jahres bestimmen und ließ sich durch die folgende Rechnung feststellen: Von der betreffenden Jahreszahl ziehe vier ab! Die erhaltene Zahl teile durch sieben! Der übrigbleibende Rest gibt den Planeten an, der das entsprechende Jahr beherrschen wird. Bleibt kein Rest, so nimm dafür eine Sieben! Das Jahr 1951 wurde vom Saturn regiert; denn 1951 weniger 4 ist 1947, geteilt durch 7 ergibt 278, Rest 1. Da nach der ‚altägyptischen Ordnung‘ der Saturn als das ‚erste Gestirn‘ gilt, stand also das Jahr 1951 unter seinem Einfluß. Dem Saturn werden nun folgende Eigenschaften zugeschrieben: An sich kalt und trocken, ist er der allerunfreundlichste Planet; oft wiederkehrende Winterschauer kennzeichnen das Frühjahr; der Sommer ist kalt und naß, oft auch stürmisch; der Herbst bleibt kalt und unfreundlich; der strenge Winter stellt sich früh ein und hält lange an. – Sonderbar genug, daß sich in jedem Frühjahr Winterschauer einstellen, daß die zweite Sommerhälfte des Jahres 1951 heiß und trocken war, während der Herbst alles andere als kalt und unfreundlich geblieben ist, und daß auf den Winter 1951/52 bis tief in den Januar hinein der scherzhafte Vergleich angewendet werden konnte, es habe noch niemals einen solchen kühlen Sommer gegeben wie in diesem Winter. Der Jupiter soll wieder gutzumachen suchen, was der Saturn

verdorben hat. Die unter ihm stehenden Jahre seien freundlich und angenehm, aber mehr feucht als trocken. Marsjahre seien im allgemeinen trocken, da dem Mars ein heißes, trockenes, scharfes und grausames Wesen zugesprochen wird. Die Sonne soll uns einen feuchten März, einen veränderlichen April (!), einen schönen und trockenen Mai bescheren usw., das ganze Jahr sei mehr trocken als naß. Venusjahre gelten dagegen als mehr feucht denn trocken. Die vom Merkur beherrschten Jahre sollen trocken, nicht warm und meistens wenig fruchtbar sein. Und der Mond endlich bringe Feuchtigkeit und Kälte und neige zu großer Unbeständigkeit.

Im Jahre 1654 hatte Dr. Mauritius Knauer seinen Kalender vollendet und ihm, wie es damals üblich war, einen recht langatmigen Titel gegeben: ‚Calendarium Oeconomicum Practicum Perpetuum, das ist Beständiger Hausskalender. Auss welchem jährlich die Witterung zu erkennen und nach dero gestalt der Wein und Veldtbau mit Frucht und nutzen anzuordnen, die Missjahr zu erkennen, und der bevorstehenden noth weisslich vorzukommen. Auf das Frankenland und sonderlich auf das Stift Bamberg gerichtet.‘

Ein echter Knauerscher Kalender enthielt erstens die Vorrede, zweitens die Planetentafel für 1600 bis 1912, drittens die einzelnen Planetenwitterungen, viertens die Eigenschaften der zwölf Tierkreiszeichen und fünftens die Länge jedes Tages. Die Schlußworte des Titels müssen besonders beachtet werden. Knauer wollte sich ausdrücklich auf einen engbegrenzten Raum beschränken, weil er seine Beobachtungen über Witterung und bäuerliche Arbeiten nur dort angestellt hatte. Da man den Wert dieser Aufzeichnungen bald erkannte, wurden sehr viele Abschriften angefertigt und auch nach Gegenden

verbreitet, die vom Frankenland weit entfernt waren und ganz andere Witterungsverhältnisse aufwiesen.

Eine solche Abschrift fiel auch dem Arzt Christoph von Hellwig in die Hände, der 1701 eine Bearbeitung veröffentlichte und die wirklichen Wetterbeobachtungen Knauers für Vorhersagen ansah. Was Nebensache gewesen war, hatte Hellwig zur Hauptsache gemacht und im Titel den Begriff der hundert Jahre eingeführt:

‚Curiöser Calender, Welcher auf das jetzige Seculum, nach Christi Gebuhrt, nemlich von 1701 bis 1801, gestellet.‘

Durch weitere Mißverständnisse ist späterhin noch die irrige Auffassung dazugekommen, daß sich das Wetter nach jeweils hundert Jahren wiederhole und der Kalender deswegen der ‚Hundertjährige‘ heiße.

Durch einen Vergleich mit dem tatsächlichen Wetter könnte sich eigentlich jeder selbst davon überzeugen, daß diese Vorhersagen völlig wertlos sind. Bei einer Nachprüfung von 49 Jahren (das sind 7 mal 7 Jahre) hat man gefunden, daß die Wettervorhersagen des Hundertjährigen Kalenders zu 44 % glatter Unsinn waren, zu 17 % unentschieden blieben und nur zu 39 % ‚eingetroffen‘ waren.

Auch unser guter alter Mond muß immer wieder herhalten. Sein Einfluß auf Ebbe und Flut ist unbestritten. Sollte er dann wirklich nichts mit dem Wetter zu tun haben? Zieht er das Wasser an, warum sollte er es mit der Lufthülle nicht ebenso machen können? Wir wissen doch, wie entscheidend die Tiefs und Hochs in das Wettergeschehen eingreifen. Deswegen hat man gerade von wissenschaftlicher Seite her den Mondeinfluß auf den Luftdruck recht genau unter die Lupe genommen und gefunden, daß die Volksmeinung – eigentlich stimmt!

„Also endlich zugegeben“, werden manche frohlocken! Aber, aber... Während wir beim Durchzug eines Tiefs Luftdruckunterschiede bis zu 20, 30 und sogar bis zu 40 mb und mehr beobachten können, beträgt der „Ebbe- und Flut“-Einfluß des Mondes auf die Lufthülle lediglich 0,013 mb – praktisch also gleich Null! Diesen Wert hat man aus 150000 stündlichen Luftdruckbeobachtungen in Hamburg und Potsdam errechnet. Gründlicher geht es wirklich nicht!

Ganz anders steht es mit den Einflüssen der Sonnenflecken. Ihr Wesen ist vermutlich magnetischer Natur; die Untersuchungen hierüber sind aber noch nicht abgeschlossen.

Weihnacht im Klee, Ostern im Schnee!

Die sogenannten Bauernregeln haben mit dem Hundertjährigen Kalender gar nichts gemein. Sie sind – unter gewissen Voraussetzungen – durchaus ernst zu nehmen, obwohl sie häufig stark überschätzt oder infolge ihrer gedrängten Kürze auch falsch ausgelegt werden. Wenn der Bauer ein ganzes Menschenalter fast ausschließlich unter freiem Himmel zubringt und der Erfolg seiner harten Arbeit wesentlich mit vom Wetter abhängt, dann kann man schon erwarten, daß er Wind und Wetter, Sonnenschein und Regen aufmerksam verfolgt.



Er lebt in beständiger Sorge um eine gute Ernte. Besonders früher, zu einer Zeit, da man nur in engen Grenzen lebte und dachte, stürzte eine Mißernte ihn und das Land in schwere Not. Kein Wunder, daß sein Blick oft am Himmel hing und die Ernteaussichten abschätzte.

Reichlich Schnee im Januar
gibt gut Dung fürs ganze Jahr.

April, trocken und warm,
macht dem Bauern die Hoffnung arm.

April, windig und trocken,
macht alles Wachstum stocken.

Kühler Mai bringt fruchtbar Jahr,
trockner macht es dürr fürwahr.

Bauernregeln dieser Art wird niemand anzweifeln wollen, der etwas von Garten und Feld versteht. Sie gelten allgemein und besagen eigentlich bei genauerem Zusehen – nicht allzuviel.

Nebel im Januar
macht nasses Frühjahr.

Wenn's im Januar donnert übers Feld,
so kommt später große Kält'.

Pankraz, Servaz und Bonifaz (12. bis 14. 5.)
schaffen Frost und Eis gern Platz.

Grüne Weihnacht,
weiße Ostern.

Auf einen warmen September
folgt ein kalter und regnerischer Oktober.

Auch gegen diese Art ist noch nichts einzuwenden. Ihnen liegt immerhin die gute Beobachtung zugrunde, daß sich die Wetterlagen oft in einer bestimmten Reihenfolge ablösen. Anfechtbar werden die Sprüche erst, wenn sie aus dem Wetter eines einzigen Tages den weiteren Verlauf für einen längeren Zeitraum voraussagen wollen. Auch für diese Gruppe einige Beispiele:

Regen am Johannistag (24. 6.),
nasse Ernt' man g'warten mag.

Wenn es am Siebenschläfer (27. 6.) regnet,
regnet es in den folgenden 7 Wochen jeden Tag.

Jakobus (25. 7.) in sommerlicher Gestalt
macht uns die Weinernt' kalt.

Die Witterung auf St. Urban (25. 5.)
zeigt des Herbstes Wetter an.

Ein kleines Körnchen Wahrheit ist in manchen von ihnen enthalten, aber mehr auch nicht. Zum Beispiel entscheidet es sich tatsächlich in der Zeit von Mitte bis Ende Juni, ob sich die Großwetterlage des Sommers auf zyklonales Westwetter oder kontinentales Hochdruckwetter umstellen wird. Dafür aber nur einen einzigen Tag, den Johannistag oder den Siebenschläfer, verantwortlich zu machen, das schießt entschieden weit übers Ziel hinaus.

Ein anderer Einwand ist ernsterer Natur. Der Bauer bleibt meistens sein ganzes Leben lang einer einzigen Arbeitsstätte verbunden. Seine Wetterbeobachtungen beziehen sich deswegen immer nur auf diesen einen Ort und führen ihn dabei wirklich zu wertvollen Erkenntnissen über den wahrscheinlichen Ablauf des Wetters. Diese Erkenntnisse, die er in kurzen Sprüchen oder Regeln zusammengefaßt hat, sind aber ganz und gar landschaftsgebunden, an einem anderen Orte wirkt sich die gleiche Wetterlage vielleicht ganz anders aus. Nun haben aber infolge des zunehmenden Verkehrs diese Regeln ihren Geburtsort verlassen und sind in die Fremde gegangen. Dadurch haben sie viel von ihrer Gültigkeit eingebüßt und richten nun mancherlei Unfug an, weil ihren Behauptungen buchstäblich der Boden unter den Füßen entzogen ist.

Mancher Schäfer war für seinen Ort ein besserer Wetterprophet, als wir es heute sein können. Das muß offen zugegeben werden. Unverständige und leicht boshafte Zungen wollen uns damit gern ärgern, verraten aber nur ihre Oberflächlichkeit. Denn die Wettervorhersage, die wir herausgeben, gilt für ein großes Gebiet, für ein ganzes Land. Der Satz von den Niederschlägen, die ‚örtlich nicht ganz ausgeschlossen‘ sind, hat schon seine Berechtigung, wenn er auch von sehr vorsichtigen Meteorologen gern als eine Art Rückversicherung angewendet wird. Der Schäfer hingegen macht seine Vorhersage nur für einen sehr engbegrenzten Raum und leitet sie – das ist ein wichtiger Unterschied – oftmals nicht vom Wetter selbst ab, sondern deutet einige Anzeichen aus, die mit dem Wetter unmittelbar herzlich wenig zu tun haben. Er gibt uns nur das Wie an, nicht aber das Warum.

Er hat zum Beispiel sein ganzes Leben hindurch beobachtet,

daß es am morgigen Tag regnen wird, wenn das Abendläuten aus dem Nachbardorfe besonders deutlich zu hören ist und der Wind genau von den drei großen Pappeln herüberweht. Oder – ein Schaf ist in seiner Herde, auf das kann er sich immer verlassen. Bei drohendem Regen bleibt es beim Heimzug immer weit hintennach. Würden wir den Schäfer auch nur 50 km entfernt in eine neue Umgebung versetzen, so wäre er dem Wetter gegenüber nicht gerade ein hilfloses Kind, müßte aber erst in vielen Jahren neue Anzeichen sammeln, bevor er in den Augen seiner Mitmenschen wieder ‚unfehlbar‘ geworden ist.

Tiere und Pflanzen als Wetterpropheten.

Der große Newton lächelt und wird trotzdem naß

Von Newton, dem großen Mathematiker, Physiker und Astronomen, wird eine recht hübsche Geschichte erzählt:

Er ging nachmittags gern spazieren. ‚Wenn Sie heute nicht naß werden wollen, Sir, dann kehren Sie bald um, in kurzer Zeit wird es regnen!‘ Newton schreckte aus seinem Nachdenken auf, sah nach dem alten Schäfer hinüber, der es ihm aus seiner Schafherde heraus zugerufen hatte, blickte dann zum strahlendblauen Himmel hinauf, an dem auch nicht ein einziges Wölkchen zu sehen war, und setzte kopfschüttelnd seinen Weg fort. Nach einer guten Stunde wurde er ein zweites Mal aus seinen Gedanken gerissen, als ihm plötzlich ein heftiger



Windstoß eine dicke Staubwolke ins Gesicht blies. Erstaunt sah er zum Himmel hinauf, der sich ganz umzogen hatte. Nur wenige Minuten dauerte es noch, dann goß es in Strömen. In kurzer Zeit war Newton bis auf die Haut durchnäßt und eilte nach Hause. Unterwegs kam er wieder am Schäfer vorbei, den er doch noch fragen mußte, wie er zu seinem Wissen um den Regen gekommen sei. „Ja, Sir, das ist so. Ich habe in meiner Herde einen Schafbock, der versteht sich auf das Wetter. Wenn er sich in einer ganz bestimmten Weise vom Winde abwendet, so kann ich jede Wette eingehen, daß in kurzer Zeit ein Regenguß kommt.“ Bei dieser Rede schüttelte Newton nochmals verwundert den Kopf, hatte aber diesen merkwürdigen Vorfall bald wieder vergessen.

Schafe reagieren besonders empfindlich auf das Wetter. Sie lassen sich des Abends nur widerwillig in den Stall treiben und wollen anscheinend Gras auf Vorrat fressen, wenn es am nächsten Tage regnet.

,’s kommt Regen, Fährmann. Meine Schafe fressen
mit Begierde Gras, und Wächter scharrt die Erde‘,

sagt Kuoni, der Hirte, im ‚Wilhelm Tell‘, und der Jäger Werni
antwortet ihm darauf:

‚Die Fische springen, und das Wasserhuhn
taucht unter. Ein Gewitter ist im Anzug.‘

Hunde sind außerordentlich wetterlaunisch. Sie entwickeln vor einem Gewitter einen widerlich üblen Geruch und zeigen geringe Freßlust, wenn das Wetter wechseln will. Katzen verraten vor Gewitter eine große Unruhe. Anhaltender Regen ist zu erwarten, wenn die Maulwürfe viele und hohe Haufen aufwerfen, weil die Kerbtiere, die sonst bei schönem Wetter dicht an der Oberfläche leben, tiefer in die Erde eindringen. Spielende Mückenschwärme zeigen sonniges und trockenes Wetter an; droht Regen, gehen sie mit den anderen Insekten nahe an den Erdboden oder über Teichen an die Wasseroberfläche heran. Die Schwalben fliegen dann ebenfalls tief, oder die Fische springen aus dem Wasser heraus, um Nahrung zu erhaschen. Die Spinnen weben ihre großen kunstvollen Netze nur, wenn das Wetter schön wird. Das Abendkonzert der Frösche verspricht uns das Fortbestehen des heiteren Wetters, geht aber der Laubfrosch ins Wasser zurück, folgt bestimmt Regen. Das Verhalten der ‚Wetterfrösche‘, die hier und da im Glas gehalten werden, läßt dagegen keinerlei Schlüsse auf das kommende Wetter mehr zu, da sie ja aus ihrer natürlichen Umgebung herausgenommen sind. (Doch haben sie uns Wetterleuten wenigstens zu einem Spitznamen verholfen.)

Wem die Beobachtung der Natur Freude bereitet, wird es bald lernen, auch aus dem Verhalten mancher Pflanzen das kommende Wetter zu erraten. In der Blütezeit müssen die Pol-

len unbedingt vor Feuchtigkeit geschützt werden. Das kann bei einzelnen Pflanzen so weit gehen, daß sie, wie zum Beispiel die Gartenmiere, ihre Blüten überhaupt nur dann öffnen, wenn das Wetter trocken und warm zu werden verspricht und es auch bleiben wird.

Mit den angeführten Beispielen aus der Tier- und Pflanzenwelt ist dieses ganze Gebiet bei weitem nicht ausgeschöpft. Es sollte nur die Richtung aufgezeigt werden. Mancher von euch wird bestimmt noch mehr eigene Beobachtungen hinzufügen können.

Auch die Ärzte interessieren sich für das Wetter

Auch wir Menschen werden vom Wetter beeindruckt. Unser Körper ist ein hochentwickelter Organismus, dessen einzelne Funktionen auf das feinste aufeinander abgestimmt sind. Änderungen des Luftdrucks, der Temperatur, der Feuchtigkeit und auch große elektrische Spannungen in der Luft vermögen selbst bei gesunden Menschen Störungen hervorzurufen.

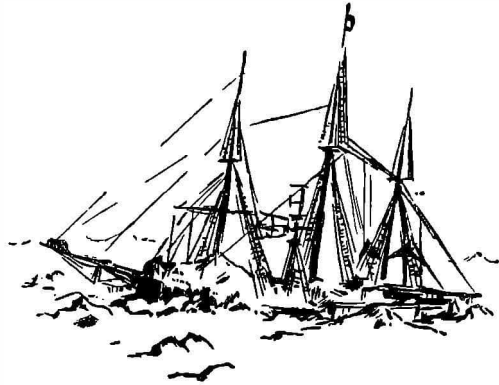
Die Frage, ob das Wetter auch Krankheiten beeinflussen könne, hat man in der letzten Zeit eingehend untersucht. Viele Bücher sind schon darüber geschrieben worden, und es steht heute einwandfrei fest, daß es tatsächlich Krankheiten gibt, die durch bestimmte Wettersvorgänge ausgelöst und in ihrem Verlauf zum Guten oder Schlechten beeinflußt werden

(meteorotrope Krankheiten), und solche, die mehr einem jahreszeitlichen Rhythmus unterliegen (Saisonkrankheiten).

Zur Gruppe der *Saisonkrankheiten* gehören in erster Linie Ruhr, Typhus und Paratyphus, für die im Sommer und Spätsommer (in den Monaten August und September) zweifellos eine erhöhte Infektionsgelegenheit gegeben ist. Genauer sagt uns der Arzt: Die Sommermonate begünstigen das Bakterienwachstum in Speisen; rohe Nahrungsmittel (Obst) sind häufig bakteriell verunreinigt. Auch Flußwasser, das beim Baden verschluckt wird, bildet eine Infektionsgefahr. Und schließlich spielen die Fliegen und Mücken bei der Krankheitsübertragung eine örtlich wechselnde Rolle.

Das Heufieber ist eine ausgesprochene Saisonkrankheit in der Zeit der Grasblüte vom Mai bis Juli; Scharlach und Diphtherie treten vorzugsweise im Spätherbst auf; die Hauptzeit für die epidemische Kinderlähmung ist der Spätsommer. Auch die Malaria wird vom Wetter indirekt beeinflußt. Das Auftreten dieses quälenden Fiebers ist stellenweise in erster Linie durch die – Niederschläge bedingt.

Wenn zum Beispiel in Italien die Sommer ausgesprochen regenarm und dürr sind, dann trocknen während der Ansteckungsmonate die Brutstätten in den Sümpfen aus, und die Stechmücken, die das Fieber übertragen, haben ein schlechtes Jahr, die Menschen dafür aber ein gutes. Nasse Sommer hingegen sind die reinen Mückenzüchter und verursachen die großen Malariastöße. Viel verwickelter liegen die Verhältnisse im südlichen Teil der Balkanhalbinsel. Hier tritt zur Sumpfmalaria noch die Hügelmalaria jener Gegenden, die für gewöhnlich in den Monaten Juli und August kaum einmal Niederschläge haben. In den allmählich schwindenden Bächen



finden die Mücken überall kleine stille Buchten mit sumpfigen Wasserrückständen, wo sie sich zahlreich entwickeln können. Aber jeder Regenguß wäscht mit seinen von den kahlen Berghängen rasch niederstürzenden Wassermengen die Bachläufe sauber, zum Segen der Menschen. Wir treffen dort also recht sonderbare Zustände an. Regenreiche Sommer bringen den Niederungen volle Sümpfe und viele Mücken: Die Malaria breitet sich aus. Das Hügelland wird dagegen abgeschwemmt: Hier gibt es demnach keine Mücken und auch keine Malaria. In dürren Sommern geht es gerade umgekehrt. Die Niederungen sind ausgetrocknet: keine Sümpfe und keine Malaria; im Hügelland aber finden die Mücken in den Bachwinkeln reichen Unterschlupf, und die Malariafälle nehmen zu. Als Fridtjof Nansen in den Jahren 1893 bis 1896 mit seinem Schiff, der ‚Fram‘, nach dem Nordpol unterwegs war, machte er – ganz am Rande – eine interessante kleine Entdeckung. Von einem bestimmten Breitengrade an war bei jedem seiner zwölf Teilnehmer plötzlich der Schnupfen verschwunden. Die ganze Zeit über, da sie sich nördlich davon aufhielten, blieb der schnupfenlose Zustand bestehen. Erst auf der Rück-

fahrt, von genau der gleichen Breite an, mußten die Taschentücher wieder in Tätigkeit gesetzt werden.

Die Erklärung für diese eigenartige Erscheinung ist merkwürdig genug. An Schnupfen leiden wir, wenn die Schnupfenbakterien unsere Nasenschleimhäute zur Entzündung bringen. Die Bakterien sind immer da, liegen stets auf der Lauer, und haben wir uns erkältet, so besitzen wir nicht mehr genügend Kräfte, sie abzuwehren. Doch wie jedes Lebewesen brauchen auch die Bakterien eine bestimmte Temperatur als Mindestwärme; sinkt sie darunter, kapseln sie sich so lange ein, bis wieder günstigere Lebensbedingungen eintreten. Das war es, was Nansen und seine Begleiter mit dem Schnupfen erlebten.

Bei den *meteorotropen Krankheiten* ist vor allem die Föhnkrankheit zu erwähnen. „Die stärkste Föhnwirkung“, schreibt einer, der sie genau kennt, „liegt unmittelbar vor dem Aufkommen und in den ersten Stunden der Herrschaft des Windes. Sie kann eine ausgesprochene dumpfe Verzagtheit, eine tiefe, qualvolle Bangigkeit wie vor einem großen Unglück oder eine aufs stärkste geladene Gereiztheit sein. Damit geht Hand in Hand ein Aufhören jeglicher Leistungsfähigkeit, namentlich der intellektuellen, verkettet mit einer Unruhe, welche die Brust zu sprengen droht. Die Glieder sind bleischwer, der Kopf wie eingepreßt, die Speisen haben keinen Geschmack und Geruch; der Schlaf ähnelt dem eines Fiebernenden.“ Einheimische werden weniger betroffen als Fremde und Zugezogene. Die Krankheit tritt auch im geschlossenen Zimmer auf, verschwindet aber bei raschem Ortswechsel mit dem Kraftwagen oft schon 20 km vom Föhnort entfernt.

Frontendurchgänge üben auf wetterempfindliche und kranke Menschen den stärksten Einfluß aus, und es muß besonders

betont werden, daß es nicht so sehr die Schlechtwetterperiode selbst ist, unter der diese Menschen zu leiden haben, sondern vielmehr die Zeit des Wechsels vom schönen zum schlechten Wetter. Alte Operationsnarben jucken, das Gliederreißen der Rheumatiker verstärkt sich, und die Frostballen grimmen – wohl in der Hauptsache wegen der sich ändernden Luftfeuchtigkeit. Kopfschmerzen stellen sich ein, die Nervosität kann sich bis zu völliger Arbeitsunfähigkeit steigern. Hat sich der Wechsel dann vollzogen, sind die unangenehmen Begleiterscheinungen auch schnell wieder verschwunden.

In der Verkehrspraxis ist es eine noch längst nicht genügend beachtete Tatsache, daß die Länge der ‚Schrecksekunde‘ mit dem Wetter wechselt. Bei unruhiger Witterung, bei Sturm, Föhn und Schauerregen hat jeder das, was man treffend eine ‚lange Leitung‘ nennt.

Ein leichter Wind erfrischt und belebt uns beim Spazierengehen. Wie erlöst atmen wir die saubere Luft ein und lassen unsere Stirn von der angenehmen Kühle umwehen. Aber bald ändern wir unsere gute Meinung. Der Wind verliert mit der Zeit seine uns erfreuenden Eigenschaften. Sein dauernd gleichbleibender Reiz auf unsere Haut wird uns lästig, wir werden ärgerlich und reizbar und beginnen über Dinge zu streiten, die uns sonst höchst belanglos erscheinen.

Es gibt Menschen, denen das Wetter nie auf die Stimmung drückt, obwohl ein wochenlang trübselig grau verhangener Himmel auch ihnen mit der Zeit auf die Nerven geht. Es gibt aber auch Menschen, die schon auf die geringsten Luftdruckschwankungen reagieren. Gewiß, sie haben unter der Wetterempfindlichkeit zu leiden – und manchmal sehr schwer, das sei zugestanden –, damit ist aber noch lange nicht gesagt, daß

sie ihre Umgebung ebenfalls leiden lassen müssen und ihre Reizbarkeit und schlechte Laune an allem und jedem auslassen. Bei allem Verständnis für die ‚Sonderstellung‘ muß das mit großer Deutlichkeit festgestellt werden. Nein, ein bißchen zusammennehmen kann sich jeder; es braucht sich keiner den Einflüssen des Wetters willenlos hinzugeben.

Die kräftigende und heilende Wirkung der Sonnenstrahlen auf unseren Körper ist allgemein anerkannt. Es sind aber nicht so sehr die Licht- und Wärmestrahlen, sondern in erster Linie die *ultravioletten* Strahlen, die diese Wirkung hervorrufen. Vor allem an Rachitis und Tuberkulose erkrankte Menschen müssen sich viel im Freien aufhalten. Nicht zufällig finden wir die besten Lungenheilstätten in höheren Gebirgslagen, weil dort die Sonnenstrahlen von keiner staub- und dunsterfüllten Luft verschluckt werden.

Nach Norden zu gelegene Zimmer, die niemals vom Sonnenlicht durchflutet werden, sollte man nicht als Wohn- und Arbeitsräume benutzen. ‚Licht und Sonne sind eine gute Medizin!‘ Diese Weisheit ist von fortschrittlich denkenden Ärzten schon immer vertreten worden.

Ihr seht, das Problem Wetter und Krankheit ist hochinteressant. Doch mit diesen wenigen Andeutungen wollen wir es wieder verlassen. Hier ist noch alles im Fluß. Man erforscht dieses Gebiet erst seit einigen Jahrzehnten. Vor allem von den sowjetischen Wissenschaftlern dürfen wir viele neue Erkenntnisse auch auf diesem Gebiet erwarten.“

Die Isobaren verbinden die Orte mit gleichem Luftdruck; Reduktion der abgelesenen Luftdruckwerte auf den Meeresspiegel.

Inversion: Luftschicht mit umkehrender Temperatur; wirkt für die aufsteigende Luft als Sperrschicht.

Polarfronttheorie und Riegeltheorie erklären Entstehung und Entwicklung der Tiefs. Vorderseite, Warmfront; Warmsektor; Kaltfront, Rückseitenwetter. Zyklonenfamilie. Zugstraßen.

Luftmassen: 2 Hauptluftmassen beeinflussen das Wetter in Mitteleuropa entscheidend, die Polarluft und die Tropikluft. Ihrem Ursprungsgebiet entsprechend haben sie entweder maritimen oder kontinentalen Charakter.

Van Bebber unterscheidet 5 Hauptwettertypen.

Die 3 großen Aktionszentren für das europäische Wetter sind das Islandtief, das Azorenhoch und das zentralasiatische Tiefdruck- und Hochdruckgebiet.

Auf einer frühen Entwicklungsstufe schrieben die Menschen die Gewalt über das Wetter personifizierten Naturkräften zu. Der Hundertjährige Kalender prophezeit für jedes Jahr und jeden Tag auf 100 Jahre voraus.

Die Bauernregeln zeigen zum Teil recht gute Beobachtungen, haben aber nur örtliche Bedeutung, genauso die Schäferweisheiten.

Aus dem Verhalten mancher Tiere und Pflanzen kann man das kommende Wetter erraten. Einflüsse auf wetterempfindliche und kranke Menschen.

Der Meteorologe verabschiedet sich . . .

Kleine Geschichte der Wetterkunde

„Herr Doktor“, sagte Gisela, „bevor wir auseinandergehen, möchten wir gern noch etwas über die Geschichte der Meteorologie erfahren. Seit wann gibt es überhaupt Wetterwarten?“

„Die Kenntnis des Wetters und der Gestirne in den Sklavenhalterstaaten des Altertums wurde von der damit beauftragten Priesterkaste sorgsam gehütet. Sie war die Voraussetzung für die Ausnutzung der jährlichen Überschwemmungen und die Entwicklung der Landwirtschaft zu einer erstaunlichen Höhe. Diese Erkenntnisse, die von den Griechen zu den Anfängen einer exakten Wissenschaft entwickelt wurden, gingen im Mittelalter auf lange Zeit verloren. Sie wurden jedoch von den arabischen Gelehrten bewahrt und gelangten durch ihre Vermittlung in der Renaissance wieder nach Europa. Als dann die Spanier und Portugiesen ihre ausgedehnten Entdeckungsfahrten unternahmen, entstand ein stärkeres Bedürfnis zu genaueren Beobachtungen. Hervorragende Gelehrte, wie Galilei, Torricelli, Pascal, Otto von Guericke und Francis Bacon, machten die Beschäftigung mit dem Wetter zu einer wissenschaftlichen Disziplin, zur Meteorologie, nachdem die beiden Hauptinstrumente Thermometer und Barometer erfunden waren. Bereits im 17. Jahrhundert wurden in verschiedenen europäischen Ländern ausgedehnte Beobachtungsreihen be-

gonnen, aber erst um das Jahr 1800 führte man auf Veranlassung Alexander von Humboldts (1769 bis 1859) in zwei großen Ländern eine einheitliche Wetterbeobachtung durch, in Rußland und in England. 1846 wurde in Berlin das Meteorologische Institut gegründet, 1848 der erste deutsche Wetterdienst organisiert, und auf dem weiten Kontinent der Vereinigten Staaten von Nordamerika begann ebenfalls ein meteorologischer Beobachtungsdienst.

So sammelte sich in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ein gewaltiges Beobachtungsmaterial an. Aber was nutzten diese vielen toten Zahlen, wenn man ihre Bedeutung nicht verstand? Wissenschaftler, wie Humboldt und Maury, Dove, Hann, van Bebber, Hellmann, Wodkow, Rubinstein und viele andere, haben sich mit der Bearbeitung der endlosen Zahlenreihen ein unvergängliches Verdienst erworben. Ihren wirklich praktischen Wert erhielt die Meteorologie aber erst, als es nach Einführung der telegrafischen Nachrichtenübermittlung um 1850 möglich geworden war, die Wettermeldungen schnell und zuverlässig auszutauschen. Damit war der Grundstein gelegt für den Teil der Meteorologie, der für uns alle so außerordentlich wichtig geworden ist: für die wissenschaftlich begründete Wettervorhersage!

Die systematische Wetterbeobachtung in unserem Sinne ist also noch gar nicht so alt. Der Wunsch aber, die Wetterentwicklung vorauszusagen oder den Wetterablauf gar zu beeinflussen, geht bis in die Frühzeit des Menschengeschlechtes zurück. Als man den Gewalten des Wetters noch völlig hilflos und verständnislos gegenüberstand, weil für wissenschaftliche Erklärungen noch keine Voraussetzungen geschaffen waren, hatte der Mediziner ein leichtes Spiel, seine Macht zu be-

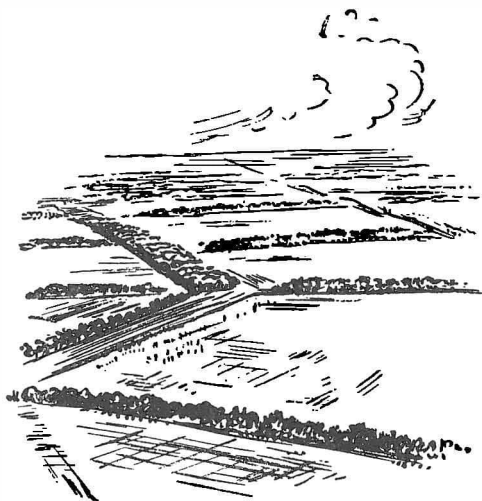
weisen. Aber selbst heute ist man von diesem Standpunkt noch nicht weit entfernt, wenn in Bittgottesdiensten um Regen oder um Sonnenschein gefleht wird.

Auf einem ganz anderen Boden stehen die Versuche, drohende Gewitter- oder Hagelwolken zu zerschießen, wie man dies in den Alpengebieten, vorwiegend in der Steiermark, getan hat, wenn auch ohne viel Erfolg, so daß man davon wieder abgegangen ist. Aus Mörsern wurden blinde Schüsse mit starker Pulverladung abgegeben, wodurch die Luft in der Nachbarschaft der Wolken heftig erschüttert und die Hagelbildung unmöglich gemacht werden sollte. Hier stellt sich der Mensch der Natur bereits bewußt gegenüber und will sie zu seinem Nutzen bezwingen und verändern.

Und damit kommen wir zu einer Frage, mit deren Beantwortung wir unsere Erörterungen dann auch beschließen wollen: Kann der Mensch tatsächlich von sich aus das Wetter beeinflussen und nach seinen Wünschen gestalten? Kann der Mensch auf das Wettergeschehen einwirken und damit die Fruchtbarkeit seiner Felder verbessern? Denn darum geht es letztlich: um das Brot, um die Nahrung, auf daß alle satt werden! Wenn wir diese Frage im einzelnen untersuchen wollten, müßten wir uns mit der Wechselwirkung von Wetter und Klima auf der gesamten Erdoberfläche beschäftigen. Das ist aber ein Fachgebiet für sich. Daß das Klima weitgehend die Vegetations- und Landschaftsformen der Erde bestimmt, wißt ihr aus dem Erdkundeunterricht, und ihr wißt auch, welche Bedeutung dabei dem Vorhandensein von Wäldern zukommt. Muß nun der Mensch diese ‚naturgegebenen‘ Formen als unabänderlich hinnehmen und sich damit abfinden?

Der große sowjetische Wissenschaftler Trofim D. Lyssenko beantwortete diese Frage auf einer Biologentagung in Moskau. ‚Ich brauche nicht zu beweisen‘, sagte er, ‚daß in der Natur die Gesetze sich ohne unseren Willen abspielen. Wir können aber die Gesetze der Natur mehr oder weniger gründlich erforschen und dann nach unserem Willen steuern.‘

Während in anderen Teilen der Erde plan- und sinnlos riesige Wälder abgeholzt und vernichtet werden und der Raubbau früherer Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte vor allem in Amerika sich immer katastrophaler auswirkt, haben sich die Sowjetmenschen an die Arbeit gemacht, die Gesetze der Natur nach ihrem Willen zu steuern. Im Herbst 1948 beschlossen der Ministerrat der Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken und das Zentralkomitee der Kommunistischen Partei der Sowjetunion den gewaltigen Aufforstungsplan – einen Plan, wie er in der ganzen Welt noch nicht projektiert worden ist. Wie dieser großartige Plan aussieht, und mit welcher Begeisterung die Menschen der Sowjetunion, jung und alt, dabei



sind, ihn vorfristig zu erfüllen, darüber habt ihr schon viel gelesen; und ihr habt auch von den neuen gewaltigen Friedensbauwerken, den Großbauten des Kommunismus, gehört, vor allem von dem riesigen Ob-Jenissei-Projekt, das für weite Gebiete des Sowjetlandes das Klima verändern wird. Mit der Verwirklichung dieser Projekte werden die Sowjetmenschen immer neue wissenschaftliche Erkenntnisse gewinnen, die auch uns in unserer Arbeit helfen und zur Verbesserung unseres Lebens beitragen werden.“

Ausklang

Unser Besuch auf der Wetterwarte ist zu Ende, und ihr habt Neues und Interessantes erfahren.

Viele von euch werden fragen: „Was kann ich jetzt mit dem Gelernten anfangen?“

Nun, ihr könnt in Zukunft die offiziellen Wetterberichte viel besser verstehen und sie in den Arbeitsgemeinschaften der Jungen Pioniere, bei euren Expeditionen und Fahrten, in den Ferienlagern und bei eurer Arbeit im Mitschuringarten berücksichtigen und anwenden. Vielleicht wird später euer Beruf in irgendeiner Weise vom Wetter abhängen, und ihr wer-

det dann in der Lage sein, die Wettervorgänge mit dem Wetterbericht zu vergleichen und genauere Angaben über das zu erwartende Wetter zu machen als bisher.

Wer sich aber besonders für die Arbeit der Meteorologischen Stationen interessiert und gern dabei helfen will, kann an einer Pionierwetterwarte mitarbeiten, von denen schon einige in Zusammenarbeit mit dem Meteorologischen Dienst der Deutschen Demokratischen Republik eingerichtet worden sind.

Allerdings müßt ihr euch darüber klar sein, daß ihr euch dieser Tätigkeit und Mitarbeit nicht nur hin und wieder nach Belieben widmen könnt. Hier geht ihr für einen längeren Zeitraum die Verpflichtung ein, mit viel Geduld und Liebe zur Sache eine zeitraubende und mühevolle Kleinarbeit zum Nutzen aller zu leisten.

Am Schluß dieses Buches sind methodische Anleitungen in einem Merkblatt zusammengestellt, aus denen ihr ersieht, daß es sich um eine genaue, gewissenhafte und regelmäßige Beobachtungstätigkeit handelt, wie sie den geschulten Angestellten des Wetterdienstes wohlvertraut ist, über deren Anforderungen ihr euch aber schon vor der Übernahme eines solchen Amtes klarwerden müßt, um euch und die Mitarbeiter des Wetterdienstes vor Enttäuschungen zu bewahren.

Noch viele Teilprobleme in der Wetterkunde müssen gelöst werden. Da könnt auch ihr unter der Anleitung von Fachleuten mitarbeiten. Wie ihr euch helfend einschalten könnt, erfahrt ihr bei der nächsten Meteorologischen Station oder unmittelbar beim Meteorologischen Dienst der Deutschen Demokratischen Republik in Potsdam.

Wir wünschen euch guten Erfolg!

Merkblatt

des Meteorologischen Dienstes

der Deutschen Demokratischen Republik für

Temperaturbeobachtungen an einer vereinfachten Klimastation

Miß mit dem Thermometer die Lufttemperatur im Schatten. Hältst du es in die Sonne, so steigt es an. Du kannst in einem kühlen Sommer Rekordtemperaturen messen, wenn du das Thermometerschwarz machst. Das hat aber keinen Sinn. Deshalb gehe folgendermaßen vor:

1. **Temperaturmessung:** Zur vereinfachten Wetterstation gehört eine vereinfachte Thermometerhütte, ein Maximumthermometer für die höchsten und ein Minimumthermometer für die tiefsten Temperaturen, ein Thermometerhalter. Du kannst auch noch ein zweites Minimumthermometer nachts in 5 cm Höhe über dem Erdboden auslegen.
2. **Beobachtungsplatz:** Die Hütte muß frei stehen. Die Sonne soll sie den ganzen Tag erreichen können. Stelle sie also nicht unter Bäumen oder in unmittelbarer Nähe von Gebäuden auf, auch nicht an Dungstätten. Nimm den Garten hinter dem Haus an seiner freiesten Stelle oder an den anschließenden Acker.
3. **Aufstellung:** Die Hütte wird auf einen Pfahl von etwa 10×10 cm Dicke aufgestellt. Länge des Pfahles 2,50 m, davon 60 cm im Boden. Ihre Unterkante muß etwa 1,90 m über dem Erdboden sein. Tür der Hütte nach Norden, damit beim Öffnen die Sonne nicht hineinscheinen kann. In

1,80 m Höhe wird der Pfahl nach drei Seiten mit Draht gespannt, damit die Hütte im Winde nicht schwankt. Die Fußbank oder ein kleiner Tritt zum Ablesen darf nicht an den Pfahl anstoßen.

4. Anbringung der Thermometer: An der Eisenstange in der Hütte wird der Thermometerhalter so befestigt, daß seine Mitte (Halteschraube) genau 200 cm über dem Erdboden liegt. Das Maximumthermometer liegt oben, etwas schräg, das Minimumthermometer unten, genau waagrecht. Die Meßkörper liegen links, dann sind tiefe Temperaturen auch auf der linken Seite der Skala, die hohen rechts, und die Zahlen stehen nicht auf dem Kopf.

5. Ablesung: a) Zeitpunkt: Morgens zwischen 07 bis 08 Uhr, spätestens 08.30 Uhr. Regelmäßig und einigermaßen pünktlich. Setze dir einen genauen Termin und halte ihn ein wie die Eisenbahn den Fahrplan.

b) Maximumthermometer: Das Maximumthermometer ist wie ein Fieberthermometer gebaut. Wenn die Temperatur steigt, klettert auch der Quecksilberfaden. Bei Temperaturrückgängen kann er nicht zurück, er bleibt liegen. Du kannst also am Morgen die höchste Temperatur der letzten 24 Stunden bestimmen. Das ist im Sommer meist die höchste Temperatur des vorhergehenden Tages. Lies ab auf $\frac{1}{10}$ Grad und schreibe es auf.

c) Minimumthermometer: Bei sinkender Temperatur wird der Glasstab nach links geschoben. Steigt sie wieder, so bleibt er liegen. Das rechte Ende (also dort, wo der Meßfaden der Thermometerflüssigkeit eine Kuppe hat) zeigt die tiefste Temperatur der letzten 24 Stunden, zumeist das

Minimum der letzten Nacht, an. Lies ab auf $\frac{1}{10}$ Grad und schreibe es auf.

d) Sind die Ablesungen beendet, dann wird zuerst das Maximumthermometer aus dem Halter genommen, am Kopf gefaßt und kurz mehrmals nach unten geschlagen. Festhalten und darauf achten, daß keine festen Gegenstände in der Nähe sind. Glas bricht leicht. Mit dieser Bewegung wird der Quecksilberfaden wieder in die Meßkugel zurückgebracht. Das Thermometer zeigt jetzt annähernd die gegenwärtige Temperatur. Es kann wieder in den Halter gelegt werden. Dann wird das Minimumthermometer herausgenommen, lotrecht gehalten, Meßgabel nach oben, bis der Stift am oberen Ende des Meßfadens anstößt. Es wird dann wieder in den Halter gebracht. Achte darauf, daß der Glasstab an die Kuppe anstößt. Das Türchen wird verschlossen, und nun arbeiten die Geräte wieder selbsttätig bis zum nächsten Morgen.

6. Die Ablesung: Die Ablesung erfolgt auf $\frac{1}{10}$ Grad. Die Thermometer sind in halbe Grade geteilt. Die großen Striche geben die Grade, die kleinen die halben Grade und die langen jeweils 5 Grad an. Jeweils bei 10 Grad ist eine Zahl angeschrieben. Den Abstand zwischen den halben Graden denkt man sich in 5 Teile ($\frac{5}{10}$) geteilt und schätzt ab. Bei Temperaturen unter 0 Grad (Frost) geht die Skala von rechts nach links. Trage dann immer das Minuszeichen mit ein.
7. Eintragung der Beobachtungen: Zur Eintragung verwende das folgende Schema:

Tag d. Ablsg.	Nieder- schlag mm	Schnee- decke H. i. cm	*) Temp.- Min. Ablsg.	*) Temp.-Max. Max. Ablsg. vom	Min. a. Erdb. i. 5 cm Höhe	Aufzeichnung über Form und Stärke der Niederschläge Gew. Phänol. Beobachtung
1.				×	×	
2.				1.		
3.				2.		
4.				3.		
5.				4.		
×*)	×	×	×	5.	×	
Summe						

*) Fünftagesmittel

Das Minimum wird dem Ablesetag zugeschrieben, das Maximum gilt für den Tag vorher. Manchmal stimmt das nun nicht genau, da in den Übergangsjahreszeiten die höchste Temperatur auch abends und nachts eintreten kann. Für landwirtschaftliche Zwecke ist dies jedoch nicht wesentlich, zumal die Schwierigkeiten nur in den Übergangsjahreszeiten eintreten.

8. Liegt ein Minimumthermometer am Erdboden, dann wird es jeden Morgen mit abgelesen wie das in 2 m Höhe, und die Angaben in einer weiteren Spalte vermerkt. Tagsüber muß es gegen Sonnenstrahlen geschützt werden (zudecken oder in die Hütte legen).

Beachte besonders: Nur regelmäßige und pünktliche Messungen haben Wert. Vergiß nicht abzulesen, auch sonntags nicht, denn du willst ja einige Jahre später einmal die Eintragungen miteinander vergleichen und ärgerst dich dann über jeden falschen oder fehlenden Wert. Wesentlich

ist, daß die Hütte immer weiß gestrichen ist, möglichst mit Ölfarbe. Dunkle oder gar schwarze Hütten ergeben falsche Werte.

Bei Thermometer mit einer Korrektur ist der abgelesene und der korrigierte Wert einzutragen.

Wenn du Fünftagesmittel errechnest, so beginne am 1. Januar und teile das gesamte Jahr in 73 gleiche Teile ein, ohne auf die Monatsanfänge oder -enden Rücksicht zu nehmen. Die einzige Ausnahme bildet in Schaltjahren der 29. Februar, der als sechster Tag der Pentade zugezählt wird.

Merkblatt

für Niederschlagsmessungen an einer vereinfachten Klimastation

1. Verwende den großen Hellmannschen Regenmesser, der aus abnehmbarem Oberteil, Unterteil mit Kanne, Haltevorrichtung und einem Meßglas mit $\frac{1}{10}$ -mm-Teilung besteht. Zu jeder Station gehören 2 Regenmesser (vgl. 7). Unvorteilhaft ist der kleine Hellmannsche Regenmesser mit Blechring und untergestelltem Glas in 1-mm-Teilung. Aus dem kleinen Gerät verdunstet der Niederschlag noch vor

der Messung, es zeigt also zu wenig an. Die Auffangöffnung des großen Hellmannschen Regenmessers hat einen Durchmesser von etwa 160 mm.

2. Beobachtungsort: Der Regenmesser muß frei aufgestellt sein. Er darf nicht unter Bäumen oder in der Nähe der Hauswandungen stehen. Bäume, Gebäude und andere Hindernisse müssen mindestens so weit entfernt sein, wie sie hoch sind. Der Winkel zwischen der Linie Regenmesser = Hindernisspitze und der Horizontalen darf höchstens 45° betragen. Vermeide aber völlig freie Aufstellung auf dem Feld, da sonst stärkerer Wind den Regen über das Gerät hinwegtreibt.
3. Aufstellung: Die Auffangfläche (Oberfläche) des Regenmessers muß 1 m über dem Erdboden und genau waagrecht angebracht sein. Halte diese Höhe genau ein und miß sie gelegentlich nach. Der Haltepfahl darf nur etwa 80 cm hoch sein und muß nach außen hin (vom Regenmesser weg) abgeschrägt werden (damit das Wasser ablaufen kann und sich keine Schneehauben im Winter bilden). Der Haltepfahl muß ausreichend tief in den Boden eingegraben werden, mindestens 60 cm. Dicke des Pfahles 10×10 cm, möglichst Hartholz und soweit im Boden geteert (längere Lebensdauer). Bringe den Regenmesser möglichst so an, daß er auf der Nordseite des Pfahles hängt.
4. Im Winter wird das Schneekreuz in den Regenmesser gestellt, damit der Schnee nicht durch den Wind wieder aus dem Gerät herausgewirbelt wird. Entferne aber das Schneekreuz bei Regen. Es verdunstet sonst zuviel vom Niederschlag.

5. Niederschlagsmessung: Beobachte regelmäßig, geh auch zum Regenschirm, wenn du glaubst, daß es nicht geregnet hat. Miß am Morgen. Der Meteorologische Dienst beobachtet 07 Uhr OZ. An vereinfachten Klimastationen kann zwischen 07 und 08 Uhr gemessen werden. Lege dir selbst einen Termin in dieser Stunde fest und halte ihn möglichst pünktlich ein.

Zur Messung nimm das Oberteil ab und gieße den Inhalt der Kanne (im Unterteil) in das Meßglas. Wenn es viel geregnet hat, dann fülle das Meßglas bis zur 10-mm-Marke, gieße aus und fülle erneut, bis kein Wasser mehr in der Kanne ist. Merke dir, wieviel es im ganzen war.

Ablesung: Im Meßglas bildet die Wasseroberfläche keine ebene Fläche. Sie hängt in der Mitte etwas durch. Halte das Meßglas senkrecht in Augenhöhe (der Wasserstand liegt dann waagrecht), lies die tiefste Stelle in der Mitte ab (der Rand darf zur Messung nicht benutzt werden). Lies auf 0,1 mm genau ab und trage die abgelesene Menge sofort in das Beobachtungstagebuch ein. Benutze für dein Tagebuch das nachstehende Schema:

Datum	Niederschlag mm	Schneehöhe cm	Bemerkungen:
			Form und Stärke der Niederschläge, Gewitter, phän. Beobachtung

Ist kein Niederschlag gefallen, dann trage einen Punkt ein (hinterher weißt du, daß du wirklich beobachtet hast). Hat es so wenig geregnet, daß weniger als 0,1 mm im Meßglas

ist (vielleicht nur ein Tropfen oder gar nichts, obwohl du am Erdboden sehen kannst, daß er kurze Zeit feucht gewesen ist [vor allem im Sommer]), dann schreibe 0,0 ein. Hast du nicht beobachtet, dann trage einen Strich ein.

Die Messung schreibe immer an dem Tage ein, an dem du die Beobachtung angestellt hast. Hat es gestern abend geregnet, so mißt du heute früh und schreibst den Regen auch für heute an. Die Eintragung gilt für die letzten 24 Stunden. Diese Regel gilt auf der ganzen Welt.

6. Auswertung der Messung: Stelle die monatliche Regenmenge fest und vergleiche aufeinanderfolgende Jahre. Manche Unterschiede im Ertrag werden dir klarwerden. Dann wird es dir auch leichter sein, an Hand der Regenmenge zu entscheiden, wann du auf dem Acker wieder arbeiten kannst, wann das Getreide wieder trocken wird usw.
7. Bei Schneefall im Winter nimm den zweiten Regenmesser und den Deckel mit hinaus, decke den draußen zu und tausche aus. Der zugedeckte Regenmesser enthält den Schnee. Tauge ihn langsam auf, nur im warmen Zimmer, aber nicht auf dem Ofen, und miß dann die Wassermenge des geschmolzenen Schnees. Du kannst aber auch eine im Meßglas abgemessene warme Wassermenge so in den Regenmesser gießen, daß der darin befindliche gesamte Schnee zum Tauen gebracht wird. Ziehe dann aber bei der Messung das hinzugeschüttete Wasser wieder ab. Trage den erhaltenen Wert ein und versieh ihn mit einem Sternchen, zum Zeichen dafür, daß es Schnee war.

8. Verwende folgende Zeichen:

Schnee	*	Graupel	△
Regen	•	Niesel	’
Gewitter	⚡	Nebel	≡

Die Stärke des Niederschlages, Gewitter oder Nebel kannst du durch kleine hochgestellte Zahlen angeben:

0 leicht

1 mäßig

2 stark

z. B. •² starker Regen, ⚡⁰ leichtes Gewitter.

Noch einmal: Beobachte regelmäßig. Wenn du unregelmäßig mißt, dann haben deine Monatssummen keinen Wert. Bei unregelmäßigen Beobachtungen kannst du mühe-los aus einem verregneten Sommer ein Trockenjahr machen, und das glaubt dir niemand.

Erklärungen fremdsprachlicher meteorologischer Fachausdrücke

Abkürzungen: chin. = chinesisch; griech. = griechisch; lat. = lateinisch; Mz. = Mehrzahl.

absolut	vollständig, unbedingt – (von lat. absolutus).
Absorption	Einsaugung, Verschlucken (von Licht- oder Wärmestrahlen) – (von lat. absorbere = verschlucken, verschlingen).
Altokumulus	Wolkenform – (von lat. altus = hoch, und cumulus = Haufe, Übermaß).
Altostratus	Wolkenform – (von lat. altus = hoch, und stratus = hingebreitet).
Anemometer	Windmesser – (von griech. anemos = Wind, und metron = Maß).
Aneroidbarometer	Dosenbarometer, Barometer mit luftleerem Raum – (von griech. an = un-, nicht, aer = Luft, und eidos = Gestalt).
Antarktis	Gebiet am Südpol – (von griech. anti = entgegengesetzt, und arktos = Bär, Sternbild des Großen Bären).
Antizyklone	Hochdruckgebiet – (von griech. anti = entgegengesetzt, und kyklos = Kreis, Umkreis, Drehung).
Äquator	der größte Kreis der Erdkugel, dessen Ebene senkrecht auf der Erdachse steht – (von lat. aequare = gleichmachen, ebnen).
Arktis	Gebiet um den Nordpol – (von griech. arktos = Bär, Sternbild des Großen Bären).
Atmosphäre	die Lufthülle der Erde – (von griech. atmos = Dampf, Luft, und sphaira = Kugel).
Barograph	selbsttätig registrierendes Barometer – (von griech. baros = Last, Gewicht, und graphein = schreiben).

Barometer	Instrument zur Messung des atmosphärischen Drucks – (von griech. baros = Last, Gewicht, und metron = Maß).
Depression	Gebiet niedrigen Luftdrucks – (von lat. depressus = herabgesetzt, eingedrückt).
Extremthermometer	Thermometer, das die höchste und niedrigste Temperatur (meist eines Tages) anzeigt – (von lat. extremus = der äußerste, letzte).
horror vacui	Schauder vor der Leere – (lat. horror = Schauer, Grausen, und vacuus = leer).
Hurrikan	Wirbelsturm – (von westindianisch hunrakan = Gott des stürmischen Wetters).
Hygograph	selbsttätig registrierender Feuchtigkeitsmesser – (von griech. hygros = naß, flüssig, und graphein = schreiben).
Hygrometer	Feuchtigkeitsmesser, Instrument zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit – (von griech. hygros = feucht, naß, flüssig, und metron = Maß).
hygroskopisch	wasseranziehend – (von griech. hygros = feucht, naß, flüssig, und skopein = sehen).
Inversion	Umkehrung – (von lat. inversio).
Isobaren	Linien auf Wetterkarten, die Orte gleichen Luftdrucks miteinander verbinden – (von griech. isos = gleich, und barys = schwer).
Kalme	Zone der Windstillen – (von lat. calmus = ruhig, still).
Kondensation	Verdichtung, Zusammenziehung, insbesondere bei Wasser vom dampfförmigen in flüssigen Zustand – (von lat. condensare = ganz dicht machen, zusammenpressen).
Kontinent	große zusammenhängende Landmasse, Festland – (von lat. continens = zusammenhängend).
Kumulonimbus	Wolkenform – (von lat. cumulus = Haufe, Übermaß, und nimbus = Platzregen, Sturm, Sturmwolke).

- Kumulus** Wolkenform – (von lat. cumulus = Haufe, Übermaß).
- maritim** zum Meere gehörig, am Meere befindlich – (von lat. maritimus).
- Maximumthermometer** Thermometer, das die höchste Temperatur eines bestimmten Zeitraumes anzeigt – (von lat. maximum = das größte, griech. thermos = warm, und metron = Maß).
- Meteorograph** in der Wetterkunde benutztes Instrument, das gleichzeitig mehrere Wetterelemente aufzeichnet und besonders bei der Erforschung der oberen Luftschichten Verwendung findet – (von griech. meteoros = in der Luft, schwebend, und graphein = schreiben).
- Meteorologie** Wetterkunde, Lehre vom physikalischen Zustand der Luft – (von griech. meteoros = in der Luft, schwebend, und logos = Lehre).
- meteorotrop** vom Wetter abhängig – (von griech. meteoros = in der Luft, schwebend, und tropos = Wendung, wörtlich: dem Wetter zugewendet).
- Millibar** Maßeinheit für den Luftdruck – (von lat. mille = tausend, und griech. barys = schwer).
- Minimumthermometer** Thermometer, das die niedrigste Temperatur eines bestimmten Zeitraumes anzeigt – (von lat. minimum = das kleinste, griech. thermos = warm, und metron = Maß).
- Nimbostratus** Wolkenform – (von lat. nimbus = Platzregen, Sturm, Sturmwolke, und stratus = hingebreitet).
- Okklusion** gealtertes Tief, in dem die Kaltluft die Warmluft von der Erdoberfläche abgehoben hat und wie in einer Wanne umschließt – (von lat. occlusum = verschlossen, eingeschlossen).
- Psychrometer** Instrument zur Messung der Luftfeuchtigkeit durch Verdunstungskälte – (von griech. psychros = kalt, und metron = Maß).

- Reduktion** in der Wetterkunde die Umrechnung von Beobachtungswerten zu Vergleichszwecken – (von lat. *reductio* = Zurückführung).
- Reflexion** Zurückwerfen von Licht-, Schall-, Wärme- oder Wasserwellen – (von lat. *reflectere* = umwenden).
- relativ** verhältnismäßig, vergleichsweise – (von lat. *relatio* = Beziehung, Verhältnis).
- Stratosphäre** der Teil der Lufthülle, der sich oberhalb der Troposphäre ausbreitet – (von lat. *stratus* = hingebreitet, und griech. *sphaira* = Kugel, Ball).
- Sublimation** unmittelbarer Übergang eines festen Stoffes in den gasförmigen Zustand – (von lat. *sublimis* = in der Luft befindlich, schwebend).
- subtropisch** zu den Klimazonen gehörig, die den Übergang zwischen den Tropen und den gemäßigten Zonen bilden – (von lat. *sub* = unter, nahe an, und von griech. *tropos* = Wendung).
- Synopsis** Zusammenschau, Übersicht – (von griech. *syn* = zusammen, und *opsis* = das Auge, das Sehen).
- Taifun** Wirbelsturm – (von chin. *tai fung* = großer Wind).
- Temperatur** Wärmezustand der Luft (oder eines anderen Stoffes) – (von lat. *temperatura* = richtige Mischung).
- Thermik** in der Wetterkunde eine Luftströmung, die durch die Sonneneinstrahlung hervorgerufen wird – (von griech. *thermos* = warm).
- Thermograph** mit einer Schreibvorrichtung versehenes Thermometer, das die Temperaturänderungen auf einem vorbeie rollenden Papierstreifen aufzeichnet – (von griech. *thermos* = warm, und *graphein* = schreiben).
- Thermometer** Wärmegradmesser – (von griech. *thermos* = warm, und *metron* = Maß).
- Thermoskop** Instrument zum Anzeigen der Wärme – (von griech. *thermos* = warm, und *skopein* = sehen).

- Tropen** geographische Bezeichnung für die zwischen den Wendekreisen liegende Zone – (vongriech. tropos = Wendung, Sonnenwende).
- Troposphäre** unterste Schicht der Lufthülle, in der sich alle Wettervorgänge abspielen – (von griech. tropos = Wendung, und sphaira = Kugel).
- Zirro-kumulus** Wolkenform – (von lat. cirrus = Haarlocke, und cumulus = Haufe, Übermaß).
- Zirrostratus** Wolkenform – (von lat. cirrus = Haarlocke, und stratus = hingebreitet).
- Zirrus** Wolkenform – (von lat. cirrus = Haarlocke).
- Zyklon** (der Zyklon, Mz. die Zyklone) Wirbelwind – (von griech. kyklos = Kreis, Umkreis, Drehung).
- Zyklone** (die Zyklone, Mz. die Zyklonen) Tiefdruckgebiet – (von griech. kyklos = Kreis, Umkreis, Drehung).

Register

Abendrot 131, 133
 Aberglaube 186, 224, 225
 Abholzungen 247
 Ablenkung der Winde 82ff., 109
 absinkende Luft 87, 161, 170, 201
 absolute Feuchte 115ff., 122
 Ac, s. Altokumulus
 afrikanische Tropikluft 217
 Aktionszentrum 221, 243
 allgemeine Zirkulation der Atmosphäre 86, 109
 Altokumulus 148, 154
 Altostratus 148, 154, 209
 Altweibersommer 223
 Anemometer 97
 Aneroidbarometer 65, 75
 Antipassat 87, 88
 Antizyklone 85, 86
 Äquator 88; s. auch Tropen
 Äquatorialregen 162, 170
 arktische Polarluft 216
 As, s. Altostratus
 asiatische Tropikluft 217
 Aßmann 47
 Aßmannthermometer 47
 Astrologie 226ff.
 atlantische Tropikluft 217
 Atmosphäre 35, 56
 —, allgemeine Zirkulation 86, 109
 —, Höhe 72, 76
 Aufforstung 247
 aufsteigende Luft 86, 161, 163, 170, 202
 Aufwärtswind in Wolken 140
 Ausflugslokale 11
 Ausstrahlung 51, 52, 118, 126, 133, 202
 Azorenhoch 221, 243
 Bacon 244
 Badeorte 11
 Barber 91, 109
 Barisches Windgesetz 85, 86
 Barograph 66, 75
 Barometer 59, 61, 63ff., 213, 214, 244
 Barometrische Höhenstufe 70, 76
 Bauernregeln 230ff., 243; s. a. Wetterregeln
 Baugewerbe 9
 Baur, Franz 222
 Beaufortskala 98ff.
 van Bebbler 212, 218, 243, 245
 bedeckt 153, 154
 Bedeckungsgrade des Himmels 25, 153, 154, 194
 Beeinflussung des Wetters 246
 Beobachtung der Temperatur an einer verein-
 fachten Klimastation 250ff.
 Beobachtungstagebuch 28, 190
 Bimetallthermometer 44ff.
 Birnbaum 108
 Bjerknes 65

Blitz 174, 179ff.
 Blitzableiter 185, 189
 Blizzard 91, 109
 Böen 97, 210
 Bora 91, 109
 brave Westwinde 89
 Brehm, Tiervater 92
 Buran 91
 Buys-Ballot 86

Cb, s. Kumulonimbus
 Cc, s. Zirrokumulus
 Celsius 41, 57
 Cherrapunji 170
 Christentum 225
 Ci, s. Zirrus
 Cirro-, s. Zirro-
 continental 216
 Cs, s. Zirrostratus
 Cu, s. Kumulus

Depression, s. Tief
 Diphtherie 238
 „der Doktor“ 81
 Donner 183
 Dosenbarometer 65, 75
 Dove 245
 Dresden 107
 Dunstschichten 130, 203
 Durchmischung der Luft 35
 Durchschnittstemperatur 35

Eigenschaften der Luft 19
 Einfallswinkel der Sonnenstrahlen 37, 38, 39,
 Einstrahlung, s. Sonneneinstrahlung [51, 56
 Eintreffwahrscheinlichkeit 222
 Eisheilige 223, 232
 Eiskristalle 167, 168, 178
 Eiswolken 145
 elektrische Funken 177, 179
 — Ladung 177, 180, 188
 — Leiter 181, 189
 — Spannungen 237
 — Verteilung 179, 180, 182
 Elektrizität 176
 Erdbodenzustand 26, 191
 erwärmte Polarluft 217
 Erwärmung der Luft 31ff., 56
 Erzgebirge 141
 Extremtemperaturen 43, 57, 191
 Extremthermometer 44, 57

Fahrenheit 42, 57
 Fallstreifen 155
 Fallwinde 109, 142
 Farbe des Himmels 210
 Fedossejenko 108
 Fernschreiber 192, 196
 Festlandsluft 217
 Feuchte, Feuchtigkeit, s. Luftfeuchtigkeit
 Fieberthermometer 44
 Föhn 90, 109
 Föhnkrankheit 240
 Föhnmauer 152
 Forstwirtschaft 8

Fraktostratus 146
 Franklin 185
 Frontendurchgänge, Einfluß auf die Menschen 240
 Frontgewitter 187
 Frühjahrsgewitter 187ff.
 Fs, s. Fraktostratus
 Fundamentalabstand 41
 Funk 192, 196
 Funken, elektrischer 177, 179

Galilei 42, 59, 244
 Gefrierpunkt 41, 43, 56
 Geschichte der Wetterkunde 244ff.
 Gestirne, Einfluß auf das Wetter 225ff.
 Gewitter 19, 23, 29, 171ff.
 —, Verhalten bei 184, 186
 — im Vorfrühling 188
 Gewitterbildung 176ff.
 Gewitterregen 182
 Gewitterwolken 178ff, 188
 Glatteis 129
 Godunow 108
 Golfstrom 77
 Graupel 165, 169
 Greenwicher Zeit 27
 Greifswald 108
 grönländische Polarluft 216
 Großbauten des Kommunismus 248
 Großkundengebungen 10
 Großwetterlagen 232; s. auch Wettertypen
 Guericke 59, 60, 70, 244
 Güterverkehr 8

Haarhygrometer 119
 Hagel 165, 166, 169, 174
 Hann 245
 Harmattan 90, 109
 Haufenwolken 138, 142, 143, 147
 heiter 153, 154
 Hellmann 245
 Hellmannscher Regenmesser 254
 Hellwig, Christoph von 229
 Heufieber 238
 Hexenverbrennungen 225, 226
 Himmel, Bedeckungsgrad 25, 153, 154
 Hitzschlag 172
 Hoch 78, 200
 Hochdruckgebiet, zentralasiatisches 221, 243
 Hochdruckwetter 232
 Hochnebel 130, 133, 202
 Hochseeschifffahrt 9
 Hochwasserkatastrophen 156
 Hof um Sonne und Mond 131
 Höhenrekorde 108
 Höhenstufe, Barometrische 70, 76
 Höhenwind 104, 110
 hohe Wolken 145, 147, 148, 152, 154
 horror vacui 59
 HO-Verkaufsstellen 10
 Humboldt, Alexander von 245
 Hundertjähriger Kalender 224, 226ff., 243
 Hurrikan 91, 110
 Hygrogaph 120
 Hygrometer 119

Influenzmaschine 177, 179
 Inversion 202, 243
 Islandtief 204, 221, 243
 Isobaren 197ff., 243
 Jahreszeitenwinde 80, 81, 109
 Jakobus 232
 Johannistag 232
 Jupiter 225

Kalmen 88
 kalter Schlag 181
 Kälterückfälle 223
 Kaltfront 146, 147, 154, 187, 188, 206, 210, 215
 Kaltlufttafel 188
 Kinderlähmung, epidemische 238
 Klima 18, 23, 246, 248
 Klimafaktoren 19
 Klimaforschung 28, 106, 154
 Klimastation, vereinfachte 250ff., 254ff.
 Knauer, Dr. Mauritius 226
 Knoten 97
 Kondensation 118, 133
 Kondensationskerne 123, 133, 202
 kontinental 216, 243
 Kontinentalluft 144
 Kopfschmerzen 173
 Krankheiten und Wetter 237ff.
 Kreislauf des Wassers 155ff.
 Kugelblitz 181
 Kumulonimbus 146, 149, 154, 166
 Kumulus 138, 149, 150ff., 154, 202, 209
 „Kunden“ des Wetterdienstes 6
 Kurorte 9

Ladung, elektrische 177, 180, 188
 Landregen 146, 156, 169, 204, 209
 Landwind 81
 Landwirtschaft 6
 Leipzig 5
 Leiter, elektrische 181, 189
 Lichtstrahlen 32
 Lindenberg 108
 Linienblitz 181
 lokale Winde 90ff.
 Luft, absinkende 87, 161, 170, 201
 —, aufsteigende 86, 161, 163, 170, 202
 —, Durchmischung 35
 —, Eigenschaften 19
 —, Erwärmung 31ff., 56
 —, Sättigung 114
 —, subtropische 216
 —, Zusammensetzung 71, 76
 Luftbewegung 19, 23, 29, 76ff., 136; s. a. Wind
 —, zyklonale 84
 Luftblase 178
 Luftdicke 68, 69, 70, 76
 Luftdruck 19, 23, 25, 58ff., 136, 213, 237
 Luftdruckabnahme in höheren Luftschichten
 Luftdruckänderungen 29 [70, 71, 76
 Luftdruckgefälle 204
 Luftdrucktendenz 26
 Luftelektrizität 19, 23, 173, 176ff. [237
 Luftfeuchtigkeit 19, 23, 26, 29, 90, 110ff., 178,

- Luftfeuchtigkeit, absolute 115 ff., 122
 —, maximale 114 ff., 122
 —, Messung 114 ff.
 —, relative 115 ff., 122
 Luftgewicht 67 ff., 75, 76
 Luftkörper 144; s. a. Luftmassen
 Luftkrankheit 70, 71, 73, 76, 108
 Luftmassen 143, 144, 145, 215 ff.
 Luftpumpe 60
 Luftströmung 34, 35
 Lufttemperatur 19, 23, 25, 29, 30 ff., 43, 47, 49,
 57, 90, 136, 237; s. a. Luftwärme und
 Temperatur
 Luftwärme 39 ff., 56; s. a. Lufttemperatur und
 Temperatur
 Luftwelle 150
 Lyssenko 247

 Magdeburger Halbkugeln 60, 61
 Malaria 238
 maritim 216, 243
 Maury 245
 maximale Feuchte 114 ff., 122
 Maximumthermometer 44, 57, 251
 Medizin und Wetter 237 ff., 242
 Medizinmann 245
 Meeresluft 144, 207
 Merkblätter für die Wetterbeobachtung an einer
 vereinfachten Klimastation 250, 254
 Messung der Niederschläge an einer vereinfach-
 ten Klimastation 254 ff.
 Meteorograph 105
 Meteorologie 24, 244; s. a. synoptische Meteorolo-
 gie
 Meteorologischer Dienst der Deutschen Demo-
 kratischen Republik 5, 249, 250, 254
 meteorotrope Krankheiten 238, 240
 MEZ 27
 MGZ 27
 Minimumthermometer 44, 57, 251
 Mischungsnebel 132, 133
 Mistral 91, 109
 Mitteleuropäische Zeit 27
 mittelhohe Wolken 146, 147, 148, 152, 154
 Mittelmeer-Tropikluft 217
 Mitteltemperaturen 54
 Moltschanow 107
 Mondeinfluß 53, 188, 229
 Mondhof 131
 Monsun 80, 109, 164, 170, 223
 Monsungebiete 81
 Morgennebel 130
 Morgenrot 130, 133
 Moskauer Zeit 27

 Nachwinter 188
 Nansen 239
 Nebel 19, 23, 29, 122, 123 ff., 136, 137, 209
 —, fallender 128
 —, steigender 127
 Nebelgewitter 182
 Nebeltröpfchen 123, 133
 Neufundlandnebel 132
 Newton 234
 Niederschläge 19, 23, 29, 155 ff., 238
 Niederschläge, Messung 26, 158, 169, 254 ff.
 Niederschlagshöhen 158, 159, 160, 161
 Niederschlagszonen 160, 170
 Nieselnebel 133
 Nimbostratus 146, 148, 154
 nordsibirische Polarluft 216
 Northers 91, 109
 Ns, s. Nimbostratus
 Nullgradgrenze 166

 Okklusion 206
 Ora 82
 örtliche Winde 109
 osteuropäische Polarluft 216
 Ostwind 77, 143

 Pampero 109
 Paratyphus 238
 Pascal 59, 60, 70, 244
 Passat 87, 88, 161, 162, 163, 170
 Pflanzen als Wetterpropheten 236, 237
 Piccard 108
 Pilotballon 104, 110
 Pionierwetterwarte 249
 planetarisches Windsystem 162, 163, 170
 Planeten, Einfluß auf das Wetter 225 ff.
 Platzregen 166, 169
 Polarfronttheorie 204, 243
 Polargebiete 161, 162, 170
 Polarluft 216, 217, 243
 Polarwinde 109
 Potsdam 5
 Prokofjew 108
 Psychrometer 120 ff.
 Pulverschnee 167
 Purga 91
 Puy de Dôme 60, 70

 Quecksilberthermometer 41, 57, 64, 65, 75;
 s. a. Thermometer
 Quellwolken 138, 142, 143, 146, 154, 156, 169,
 173, 204

 Radiosonde 106 ff., 110
 Radiosonden-Stationen 107
 Raketen 108, 110
 Raufrost 129
 Raufreif 128
 Réaumur 42, 56
 Reduktion auf den Meeresspiegel 199, 243
 Regen, s. Niederschläge
 Regenbogen 175, 176
 Regenmesser 158, 254
 regenreichster Ort der Erde 164, 170
 Regentropfen 155
 Regenwolke 146
 Regenzeiten 163, 170
 Registrierballon 105, 110
 Reif 128
 relative Feuchte 115 ff., 122
 Riegeltheorie 205, 243
 Ringe um Sonne und Mond 130
 Römer, Olaf 43
 Roßbreiten 88, 161, 162, 170, 231
 Rubinstein 245

- rückkehrende Polarluft 217
 Rückseite (eines Tiefs) 206
 Rückseitenwetter 146, 210
 Ruhr 238
 Saisonkrankheiten 238
 Samum 90, 92ff., 109
 Sandhose 92, 110
 Sankt-Elmsfeuer 182
 Sättigung der Luft 114
 Sc, s. Stratokumulus
 Schäfchenwolken 148
 Schäferweisheiten 233ff., 243
 Schalskälte 223
 Schalenkreuz-Anemometer 97
 Scharlach 238
 Schauer 146, 156, 169, 204, 210
 Schauerwolken 139
 Schichtwolken 142, 143, 146, 147, 151, 154, 156, 169, 204
 Schirokko 90, 109
 Schnee 19, 23, 29, 166ff., 169
 Schneedecke 168
 Schneeflocken 165, 167
 schneefreie Gebiete 168, 170
 Schneefresser 90
 Schneegrenze 169, 170
 Schneekreuz 255
 Schnupfen 239
 Schönewetterwolken 138
 Schrecksekunde 241
 Schwüle 172
 Seewetterdienststelle 5
 Seewind 81, 109
 Sicht 25, 209, 210
 Siebenschläfer 232
 Siedepunkt 41, 43, 56
 Sommermonsun 164, 170
 Sonnenscheindauer 39, 56
 Sonneneinstrahlung 39, 50, 56, 74, 78, 127, 136, 140, 154, 161, 178, 202
 Sonnenflecken 230
 Sonnenhöchststand 162
 Sonnenhof 131
 Sonnenstich 172
 Sonnenstrahlen 32
 —, Einfallswinkel 37, 38, 39, 51, 56
 Sperrschicht, s. Inversion
 Sportveranstaltungen 10
 St, s. Stratus
 Stationsbarometer 64
 Stau 141, 154, 164
 Staubeiwölkung 151
 Steppenwinde 109
 Strahlungsnebel 127, 133
 Strahlungswärme 34
 Stratokumulus 148, 154
 Stratosphäre 35, 56, 71
 Stratosphärenballone 108
 Stratus 142, 148, 154, 202
 Strömung 33, 34
 St. Urban 232
 Sublimation 129, 133, 145
 Subtropen 163, 170
 subtropische Luft 216
 Suchowel 91
 synoptische Meteorologie 12, 21; s. auch Meteorologie
 synoptische Zeiten 26
 Taifun 91, 110
 Tau 118, 128
 Taupunkt 118
 Tauwetterlage 133
 Techniker 24, 29
 Temperatur, s. Lufttemperatur
 Temperatur und Wärme 39, 40, 56
 Temperatur, strahlungsfreie 47, 57
 Temperaturablesung 44, 251, 252
 Temperaturabnahme in der Höhe 35
 Temperaturänderung im Tagesgang 49ff., 57
 Temperaturgang, jährlicher 54, 55, 57
 —, täglicher 52
 Temperaturgrade 39, 40
 Temperaturkurven 46, 49
 Temperaturmaximum 43
 Temperaturmessung 42; s. a. Temperatur-
 Temperaturminimum 43 [ablesung]
 Temperaturschwankungen 43
 Temperaturumkehr 201, 202, 243
 Theodolit 104
 Thermik 137, 154, 166
 Thermograph 44, 57
 Thermometer 41, 43, 44, 120ff., 244
 Thermometeraufstellung 47, 48, 250
 Thermometerhütte 48, 57, 250
 Thermoskop 42
 Thor 225
 Tief 78, 203ff., 210, 215, 243
 Tiefdruckgebiet, zentralasiatisches 221, 243
 tiefe Wolken 146, 147, 148, 152, 154
 Tiere als Wetterpropheten 234ff.
 Tornado 92, 110
 Torricelli 59, 244
 Torricellische Leere 59, 64
 Traubenkocher 90
 Treibeisgrenze 133
 Trockenheiten 163
 Trombe 92, 110
 Tropen 161, 163, 170; s. a. Äquator
 Tropenregen 162
 Tropikluft 216, 217, 243
 Troposphäre 35, 56, 71
 trübe 153, 154
 Typhus 238
 ultraviolette Strahlen 32, 242
 Unterkühlung 129, 164, 165, 169
 Ussyskin 108
 Verbreitung der Wettermeldungen 190ff., 196, 245
 Verdunstung 112ff., 120, 121, 122, 156, 157, 161, 168, 172
 Verdunstungskälte 121, 172 [168, 172]
 Vereisung an Flugzeugen 129
 Verhalten bei Gewitter 184, 186
 Verschlüsselung der Wettermeldung 196
 Verteilung, elektrische 179, 180, 182
 Vidi 65, 75
 Vidiose 65

- Volkswetterbücher 226
 Vorderseite (eines Tiefs) 206
- Wärme, s. a. Luftwärme, Lufttemperatur und Temperatur**
 Wärme und Temperatur 39, 40, 56
 Wärmegewitter 187; s. a. Gewitter
 Wärmestrahlen 32 ff.
 —, Absorption 36
 —, Reflexion 36
 Wärmequellen 31
 Warmfront 145, 146, 147, 154, 206, 209
 Warmsektor 206, 209
 Warmmünde 5
 Warmmeldungen 122
 Wassenko 108
 Wasserdampf 111, 112, 113, 122, 136, 145, 161, 178, 189
 Wasserhose 92, 110
 Wasserwolken 146
 Wasserziehen der Sonne 131
 Weihnachtstauwetter 23
 Weingeistthermometer 42
 Weltzeit 27
 Wendekreise 161, 162
 Wernigerode 108
 Westeuropäische Zeit 27
 Westwetter 232
 Westwind 77, 143, 161, 163, 170
 Westwinde, brave 89
 Wetter 17, 18, 23
 —, große 25, 26
 —, kleine 25
 Wetter im Hoch 187, 201
 Wetter im Tief 207ff.
 Wetterbeobachtung 22, 25, 27, 29, 190, 196, 245
 Wetterbeobachtungsstelle 5
 Wetterbericht 5, 11, 12, 248
 Wetterdienst 5
 Wetterdienststellen 5
 Wetterelemente 19, 23, 29
 Wetterempfindlichkeit 241, 242, 243
 Wettererscheinungen 19, 23, 25, 195
 Wetterfahne 95
 Wetterformelsprache 191
 „Wetterfrösche“ 236
 Wetterglas 213
 Wetterhütte 48, 57, 250ff.
 Wetterkalender 222 ff.
 Wetterkarte 15, 192ff., 194, 197ff.
 Wetterküche bei Island 204, 221
 Wetterlage 74, 218; s. a. Wittertypen
 Wetterleuchten 182
 Wettermeldestellen 5
 Wetternachrichtennetz 5
 Wetterprophezeiungen 224
 Wetterregeln 188, 224; s. a. Bauernregeln
 Wettersymbole 20, 24, 192 ff., 194, 195
 Wettertelegramm 24
 Wittertypen 218 ff., 243
 Wettervorhersage 4, 188, 211, 212, 215, 233, 245
 —, erste wissenschaftliche 63
 Wetterverlauf 25
- WEZ 27
 Wind 29, 76ff., 81, 109
 —, Ablenkung 82ff., 109
 —, absinkender 161, 170
 —, aufsteigender 161, 163, 170
 —, Fallwinde 109, 142
 —, Geschwindigkeit 95, 97, 98, 110; s. a. Wind-
 —, in Wolken 140 [stärke]
 —, lokaler goff.
 —, örtlicher 109
 —, Richtung 23, 77, 95, 194
 —, Stärke 25, 95, 97, 194
 Windgesetz, Barisches 85, 86
 Windsprung 209, 210, 215
 Wintermonsun 164, 170
 Wirbelstürme 91, 92, 110
 Wirtschaftswetterdienst 5
 Witterung 18, 23
 Witterungsfaktoren 19
 Wodkow 245
 Wolken 19, 23, 29, 122, 134ff.
 —, Arten 25, 135, 147ff.
 —, Auflösung im Tagesgang 140
 —, Aufwärtswind 140
 —, Entstehung 136, 154
 —, hohe 26
 —, Höhe 25, 137
 Wolkenbildung 154
 Wolkenblitze 179
 Wolkenbrüche 156
 Wolkeneinteilung 147ff.
 Wolkenfetzen 146
 WolkenGattungen 147ff.
 Wolkenhöhen 147, 152
 wolkenlos 153, 154
 Wolkenobergrenze 147
 Wolkentürme 173
 Wolkenuntergrenze 147
 wolzig 153, 154
 Wotan 225
 Wüsten 161, 164
 Wüstenwinde 109
- Zeichnen der Wetterkarte 192ff.**
 Zenit 162
 Zenitalregen 162, 170
 zentralasiatisches Hochdruckgebiet 221, 243
 — Tiefdruckgebiet 221, 243
 Zeus 225
 Zirkulation, allgemeine, der Atmosphäre 86, 109
 Zirrokumulus 148, 154
 Zirrostratus 145, 148, 154
 Zirkus 148, 154, 208
 Zirkusschirm 146, 149, 178
 Zirkusschleier 173
 Zirkuswolken 145, 147, 152
 Zugstraßen der Tiefs 212
 Zusammensetzung der Luft 71, 76
 Zustände der Luft 19
 Zyklon (der) 91, 110
 zyklonale Luftbewegung 84
 Zykclone (die) 84, 86, 203

INHALT

<i>Einleitung</i>	5
Gepackte Rucksäcke und erwartungsfrohe Kinder / Der Wetterdienst hilft	
<i>Die Einladung</i>	13
Zu Besuch auf der Wetterwarte / „Gezeichnetes Wetter“ – und wie Hans endlich wissen will, was das Wetter eigentlich ist / Im „Konzert“ des Wetters spielen viele Instrumente auf / Was der Meteorologe mit seinen jungen Freunden alles vorhat / Aus dem Gruppenprotokoll	
<i>Im Beobachtungszimmer</i>	24
Eine komische Sache: „kleine“ und „große“ Wetter / Wie sich Herr Müller den Rundgang durch die Wetterwarte denkt / Aus dem Gruppenprotokoll	
<i>Die Sonne kurbelt das Wetter an – Die Lufttemperatur</i>	30
Hans läßt sich aufs Glatteis führen und erlebt die erste Überraschung! / Von einem Topf mit Wasser, in dem einige Torfstückchen herum schwimmen / Die Erdoberfläche wirkt wie einer riesengroßen Heizplatte / Warum wir im Sommer helle Kleidung tragen und Wasser am Äquator nicht wärmer als 30° wird, Wüstensand sich aber bis zu 70° erhitzen kann / An Nordabhängen bleiben die Rodelbahnen viel länger in Betrieb / Wärme und Temperatur sind zwei verschiedene Begriffe / Von gewöhnlichen und besonderen Thermometern; auch der Thermograph wird beschrieben / „Einwandfreie“ Lufttemperaturen können nur in der Wetterhütte ermittelt werden / Mittags ist es gar nicht am wärmsten / Die Sache mit dem Mond / Sommer- und Wintertemperaturen über Kontinenten und Meeren / Aus dem Gruppenprotokoll	

Das Rückgrat des Wetters – Der Luftdruck 58

Vom „horror vacui“, einer Bergbesteigung, zwei Halbkugeln und vierundzwanzig Pferden / Ein kleines Holzmännchen steht auf Sturm / Den Luftdruck lesen wir am Barometer ab / Luft kann man auch wiegen! $5\frac{1}{2}$ Zentner drücken allein auf deinen Kopf / Von der Luftkrankheit – Luft ist nicht einfach Luft / Der Luftdruck hilft uns bei der Feststellung der Wetterlage / Aus dem Gruppenprotokoll

Der Wind bringt das Wetter mit – Die Luftbewegung 76

Wind aus Ost – Wind aus West / Vom Hoch zum Tief – und warum Großvater zankt / Monsun heißt Jahreszeit – der „Doktor“ in den Tropen / Ein Luftpaket geht auf die Reise – polwärts / und äquatorwärts / Von Passaten und Wüsten / Die Pferde von Bord! / Die „braven Westwinde“ / Vom Föhn und Blizzard, von Hurrikanen und Tornados / Tiervater Brehm berichtet von einem Samum / Frische Brise aus NNE / Ein Luftballon ist nicht immer ein Spielzeug / Aus dem Gruppenprotokoll

Wasser ist immer dabei – Die Luftfeuchtigkeit 110

Hans irrt sich. Der Dampf aus der Lokomotive ist gar kein Wasserdampf / Zwei Würfel mit Luft und zwei Gläser mit Wasser / Es gibt drei verschiedene Maße für die Luftfeuchtigkeit / Jetzt müssen wir rechnen! Die Luft erwärmt sich... / Die Luft kühlt sich ab... und dabei gibt es eine Überraschung / Von Menschenhaaren, einem Lätzchen aus Mull und einem kleinen Ventilator / Aus dem Gruppenprotokoll

Aus Wasserdampf werden Wassertropfen – Der Nebel 123

Die Hauptsache wissen wir schon! Es ist aber noch ein Haken (mit den Kernen) dabei / Morgennebel, Wintermärchen und Akrobatenkünste / Morgenrot – schlecht Wetter droht! / Nebel macht die Schiffe blind! / Aus dem Gruppenprotokoll

Die Künder des Wetters – Die Wolken 134

Können ihr die Wolken schon unterscheiden? / Wie sich die Wolken bilden / Die Wolke quillt, und wir werden bis auf die Haut naß.

Aber nachts leuchten die Sterne... / Gebirge „stauen“ den Wind /
 Von Luftmassen und den Wolken an Fronten / Die Einteilung der
 Wolken hilft uns bei ihrer Beobachtung / Wolken ziehen drüber hin...
 und wir machen eine große Entdeckung / Der Wetterbericht meldet:
 Heiter bis wolkig / Aus dem Gruppenprotokoll

Vom Kreislauf des Wassers – Die Niederschläge 155

Warum es regnet! Vereinigt werden auch die schwachen Wasser-
 tröpfchen mächtig / Gewaltige Wassermengen sind Tag für Tag
 unterwegs / Niederschläge 1 mm, meldet die Wetterwarte / Wo es
 auf der Erde am meisten und am wenigsten regnet / Von unterkühl-
 tem Wasser, Graupeln und Hagelschlägen / Warum sieht der Schnee
 weiß aus? / Rätselraten um den Schnee / Aus dem Gruppen-
 protokoll

Die Wolken als Brandstifter – Das Gewitter 171

Die Vorboten / Die Welt scheint unterzugehen! / Wie das Gewitter
 entsteht / Der Donner verrät uns, wie weit das Gewitter von uns ent-
 fernt ist / Vor dem Blitz können wir uns schützen! / Bringen die
 Frühjahrsgewitter wirklich einen Nachwinter mit? / Aus dem Grup-
 penprotokoll

Beobachtetes gefunktes . . . gezeichnetes Wetter 189

Die Wetterwarten benutzen eine besondere Wettersprache / Die
 Karte wird gezeichnet / Aus dem Gruppenprotokoll

Wieder beim Meteorologen 196

Von den Isobaren / Vom Wetter im Hoch und von einem umgestürz-
 ten Faß mit Sirup / Im Tief / Die Wetterküche bei Island / Ein Tief
 zieht über uns weg / Die Tiefs sind unberechenbar / Auf das „Wetter-
 glas“ können wir uns nicht immer verlassen / Anderer Wind –
 andere Luft / Wettertypen und Aktionszentren / Ein Wetterkalen-
 der für das ganze Jahr / Vom Hundertjährigen Kalender, und was

wir von ihm halten müssen! Natur- und Götterglaube, Hexenwahn
und Mondeinfluß / Weihnacht im Klee, Ostern im Schnee! / Tiere
und Pflanzen als Wetterpropheten. Der große Newton lächelt und
wird trotzdem naß / Auch die Ärzte interessieren sich für das Wetter/
Aus dem Gruppenprotokoll

Der Meteorologe verabschiedet sich 244

Kleine Geschichte der Wetterkunde

Ausklang 248

Merkblatt des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik für Temperaturbeobachtungen an einer vereinfachten Klimastation 250

Merkblatt für Niederschlagsmessungen an einer vereinfachten Klimastation 254

Erklärungen fremdsprachlicher meteorologischer Fachausdrücke . . 259

Register 264

Die *Gruppenprotokolle* findet ihr auf den Seiten 23, 29, 56, 75, 109, 122, 133, 154, 169, 188, 196 und 243.

