

Schuco[®]

WETTERKUNDE

METEO LAB



Anleitungsbuch
mit Baubeschreibung
für eine kleine
Wetterstation

© Georg Adam Mangold GmbH & Co KG

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und
fotomechanische Wiedergabe — auch
auszugsweise — nicht gestattet.

Wir übernehmen keine Gewähr, daß die in
diesem Buch enthaltenen Angaben frei
von Schutzrechten sind.

Technische Änderungen vorbehalten.

Anleitungsbuch

Wetterkunde

Meteo-Lab

Hergestellt unter Lizenz der Philips GmbH

Vertrieb: Georg-Adam Mangold GmbH & Co. KG, Lange Straße 69—75, 8510 Fürth/Bayern, Telefon (0911) 78181

Vorwort

Es gibt wohl keine Wissenschaft, die so im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses steht, wie die Meteorologie; denn wir alle sind in irgendeiner Form mit dem Wetter verbunden. Es muß daher erstaunen, wie wenig über die Wetterkunde allgemein bekannt ist. Physik, Chemie und Mathematik werden in den Schulen gelehrt. Die Meteorologie wird, wenn überhaupt, nur nebenbei behandelt.

Es kann daher nicht überraschen, wenn das Wissen um die Meteorologie in der Hauptsache aus Bauernregeln mit mehr oder minder großem Wahrheitsgehalt oder aus dem „Hundertjährigen Kalender“ geschöpft wird. Ganz allgemein wird daher die Meteorologie mit dem Begriff „Wettersvorhersage“ gleichgesetzt, obwohl die Prognose nur eines von vielen Fachgebieten in der Meteorologie ist; ein sehr wichtiges zwar und das einzig allgemein bekannte, aber eben nicht das einzige.

Es gibt Fachleute, die sich mit den atmosphärischen Begebenheiten in Ställen und Laderäumen beschäftigen, und andere, die auf dem Gebiet der Planetenatmosphären arbeiten. Daneben gibt es Fachrichtungen, die weit in die Gebiete der Chemie, der Medizin, der Nachrichtentechnik, der Geographie und anderer Wissenschaften hineinreichen. Diese Vielfalt macht die Meteorologie zu einer so interessanten, aber auch schwierigen Wissenschaft.

Eine praktische, vor allem aber verständliche Einführung in dieses Wissensgebiet war mehr als überfällig. Hersteller und Autoren haben mit diesem Experimentierkasten eine Lücke geschlossen, die auch von Fachleuten schon lange als schmerzlich empfunden wurde. Es gibt natürlich einen Grund, warum ein solches „Lehrwerkzeug“ so lange auf sich warten ließ: In vielen Wissenschaften läßt sich irgend ein interessanter Sachverhalt mit einem Experiment prüfen, das im allgemeinen beliebig oft wiederholt werden kann. Gegenstand un-

seres Interesses aber ist die Atmosphäre, mit der nicht experimentiert werden kann. Man kann auch Messungen oft nicht ein zweites Mal durchführen. Ein Gewitterblitz, an dem Messungen durchgeführt werden, kann nicht überredet werden, ein weiteres Mal einzuschlagen, weil die erste Messung mißlungen war. Ein weiterer Grund, der die Meteorologie zu einer so schwierigen Wissenschaft macht, ist die große Fülle von Ereignissen, mit denen sie sich beschäftigen muß. Angefangen von der Bildung der winzigen Reifkristalle bis zur Entstehung eines Wirbelsturms bietet das Wetter eine so überaus große Menge von Problemen, daß es nicht möglich ist, sie alle in verständlicher Form darzubieten.

Mit dem vorliegenden Experimentierkasten ist es aber gelungen, den jugendlichen Interessenten behutsam an die physikalischen Grundlagen der Meteorologie heranzuführen. Mit sicherem Blick für das praktisch Durchführbare sind hier Themen behandelt worden, die sich einerseits auf die einfachsten Grundlagen beschränken, die aber andererseits unabdingbare Voraussetzung sind, wenn wir das Wetter verstehen wollen. Es ist sicher, daß durch die angebotenen Experimente viele Witterungserscheinungen verständlich werden. Vor allem wird aber durch den engen Sachbezug der Versuch zur Physik den jungen Experimentatoren klar werden, daß die Meteorologie eine Naturwissenschaft ist und mit Wahrsagerei und Aberglauben nichts zu tun hat.

Dr. Jürgen Pelz

Diplom-Meteorologe am Meteorologischen Institut
der Freien Universität Berlin

Inhaltsverzeichnis

1. Die Sonne ist nicht überall beliebt	5	18. Das Thermometer bringt es an den Tag (Teil 2)	27
Experiment: Einstrahlung und Reflexion (Zurückwerfen der Licht- und Wärmestrahlen)		Experiment: Aufsteigen von Warmluft	
2. Brandstiftung	7	19. Im Paradies der Segelflieger	28
Experiment: Sonnenscheindauer		Experiment: Thermik (Aufwinde und Abwinde)	
3. Sonnenstand und Schweineschmalz	8	20. Geheimsprache	30
Experiment: Sonnenstand		Erklärung: Wettersymbole	
4. Wo Luft ist, kann kein Wasser sein	11	21. Wir pfeifen auf den nassen Zeigefinger	30
Experiment: Luftdruck (A)		Bauanleitung: Windmesser	
5. Der Luftdruck, Meister im Gewichtheben	11	22. Windstärke	34
Experiment: Luftdruck (B)		Messung: Windstärke und Windrichtung	
6. Luft mit Kraft und langer Leitung	13	23. Wehe, wenn die Winde losgelassen	36
Experiment: Trägheit der Luft		Experiment: Sauerstoffgehalt der Luft	
7. Ein heimtückisches Meßgerät	14	24. Dem Wasserdampf auf der Spur	37
Messung: Schnelle Luftdruckänderungen		Experiment: Nebelbildung	
8. Die Wärme jagt die Mollis raus	15	25. Die durstige Spirale	39
Experiment: Änderung der Luftdichte durch Erwärmung		Bauanleitung: Spiralthygrometer	
9. Luft hat ein hitziges Gemüt	17	26. Wasserperlen wachsen	41
Experiment: Lufterwärmung durch Kompression (Zusammendrücken der Luft)		Experiment: Taubildung, Reifbildung	
10. Die Geschichte des alten Shin Fu Shan	18	27. Das Wasser kommt niemals zur Ruhe	42
Experiment: Erfühlen von Temperaturwerten		Experiment: Kreislauf des Wassers	
11. Der listige Bademeister	19	28. Wenn Luft aus Nord und Luft aus Süd sich in die Haare kriegen	43
Experiment: Temperaturmessung		Experiment: Kaltfront	
12. Bitte Schnaps — nur kein Wasser	20	29. Vom Nieseln bis zum Wolkenbruch	45
Wirkungsweise eines Flüssigkeits- thermometers		Experiment: Regenmessung	
13. Die ungleichen Brüder	21	30. . . . bei Glatteis überschlagen	46
Bauanleitung: Spiralthermometer		Experiment: Beseitigung von Glatteis	
14. Ein fröhlicher und ein trauriger Tag	22	31. Ski und Rodel gut	47
Messung: Tagesgang der Lufttemperatur		Messung: Schneehöhe	
15. Im Reich des Maulwurfs gibt es keine Hektik	24	32. Dorf von Außenwelt abgeschnitten	48
Messung: Tagesgang der Erdbodentemperatur		Messung: Schneegewicht	
16. Aufwärts geht's — abwärts geht's	25	33. Eine Wolke spielt verrückt	50
Experiment: Aufwinde und Abwinde		Vorgänge in einer Gewitterwolke	
17. Das Thermometer bringt es an den Tag (Teil 1)	26	34. Licht rast — Schall läßt sich Zeit	51
Experiment: Absinken von Kaltluft		Messung: Schallgeschwindigkeit	
		35. Wir zaubern einen Regenbogen	52
		Was Ihr noch unbedingt wissen sollt	52
		Sachregister	54

Teile des Experimentierkastens

Anz.	Bestell-Nr.	Bezeichnung
1	6521-01	Reagenzglas
1	6521-02	Becher 0,2 l
1	6521-03	Becher 0,4 l
1	6521-04	Glasrohr \varnothing 5 mm
2	6521-05	Thermometer mit Haken
1	6521-06	Bi-Metallspirale mit Stellbolzen
1	6521-07	Hygrometerspirale mit Stellbolzen
1	6521-08	Windmesser
1	6521-09	Trichter mit Lasche
1	6521-10	Teelicht mit Metallbecher
1	6521-11	Metallbecher
1	6521-12	Kerze
2	6521-13	Rauchkegel
1	6521-14	Unterlage für Rauchkegel
1	6521-15	Lupe
1	6521-16	Plastik-Platte
1	6521-17	Plastik-Platte, relative Feuchte
1	6521-18	Plastik-Platte, °Celsius
1	6521-19	Tintenpatrone (vorsichtig mit Stecknadel öffnen)
1	6521-20	Korken \varnothing 26 — 30 mm
1	6521-21	Korken \varnothing 18 — 21 mm
1	6521-22	Gummistopfen, einfach durchbohrt \varnothing 5 mm
1	6521-23	Stück Knetmasse
4	6521-24	Strohalm
2	6521-25	Pappkarton, weiß
2	6521-26	Pappkarton, schwarz
12	6521-27	Markierungspunkte
2	6521-28	Aufkleber „Schneegewicht“
2	6521-29	Aufkleber „Regenmenge“
1	6521-30	Meßstreifen „Sonnenscheindauer“
5		Protokollformular I gelb
1		Diagrammformular II gelb
2	6521-31	Protokollformular III blau
2		Diagrammformular IV blau
1	6521-32	Anleitungsbuch

Einleitung

Warum reden wir eigentlich alle so viel vom Wetter? Doch nur deshalb, weil wir täglich so viel mit ihm zu tun haben. Weshalb bauen wir Wohnungen und Häuser? Damit uns beim nächsten Mittagessen der Regen nicht in die Suppe fällt oder, wenn wir des Morgens aufstehen, auf unserer Decke keine dicke Schneeschicht haben. Wozu gibt es Fabriken, die Wintermäntel und Pullover herstellen? Wohl nur deshalb, daß wir nicht mit blaugefrorenen Nasen und steifen Fingern zähneklappernd herumlaufen müssen.

Und wie wichtig ist das Wetter erst für den Landwirt! Ohne Regen und ohne Sonne könnte er seinen Bauernhof gleich zumachen und es gäbe kein Brot, keine Milch, keine Äpfel.

Fast alle Menschen und fast alle Berufe haben also mit dem Wettergeschehen zu tun und interessieren sich deshalb wie das Wetter wird. Ihr seht sicher oft am Bildschirm die Wetterkarte. Aber mit den Ausdrücken wie z. B. Hoch, Tief, Niederschlag und Kaltfront wißt Ihr kaum etwas anzufangen. Nun, das soll sich ändern, denn wir haben uns einmal in Eure Lage versetzt und versucht, das Wettergeschehen auf einfachste Art zu erklären und spannende Experimente geschrieben. Damit Ihr gleich anfangen könnt, sind in dem Experimentierkasten viele Instrumente und Einzelteile dafür enthalten.

Die Autoren:
Walter Wolf Windisch / Dr. Heinz-Jürgen Fischer

1. Die Sonne ist nicht überall beliebt

Die Sonne ist eine der Hauptverantwortlichen in unserem Wettergeschehen. Zwar spielen die Luft und insbesondere das Wasser auf unserer Erde eine wichtige Rolle; aber davon später. Die Sonne ist es nun einmal, die aus riesiger Entfernung unermüdlich Wärme auf unsere Erde strahlt. Wollten wir unserer Sonne einmal einen Besuch abstatten und gäbe es dorthin einen schönen Wanderweg, so müßten wir über 4.000 Jahre marschieren, ununterbrochen, Tag und Nacht. Ihre Größe würde uns bestimmt imponieren, denn unsere Erde, die ja auch nicht gerade klein ist, geht immerhin über 1 Million mal in die Sonne hinein. Das heißt, die Sonne ist 1 Million mal größer. Etwas anderes würde uns jedoch nicht gefallen, nämlich die Temperaturen dort. Auf der Oberfläche herrscht eine Hitze von 6.000 Grad. Somit wäre unser Spaziergang bald zu Ende und von uns bliebe höchstens eine kleine Rauchwolke übrig. Doch bleiben wir auf der Erde. Hier kommen die Sonnenstrahlen also nach ihrer Wanderung an, zumindest die meisten. Manchem Sonnenstrahl gefällt es unterwegs besser, insbesondere wenn am Himmel Wolken sind. Dann staten sie diesen einen kurzen Besuch ab, aber marschieren gleich wieder ins Weltall zurück. Diejenigen Sonnenstrahlen, die die Erde erreichen, wollen hier nun ihre Wärme abgeben. Aber komisch, die Strahlen sind gar nicht überall beliebt. Nur manche Flächen sehen sie gern, nehmen sie freundlich auf und bekommen dafür auch viel Wärme geschenkt. Denkt nur daran, wie sich ein dunkles Autodach oder eine asphaltierte Straße erwärmen. Andere Flächen, zum Beispiel Schneefelder, mögen die Sonne gar nicht. Ein paar Strahlen nehmen sie auf, die meisten schicken sie aber gleich zurück. Dafür bekommen sie auch viel weniger Wärme geschenkt.

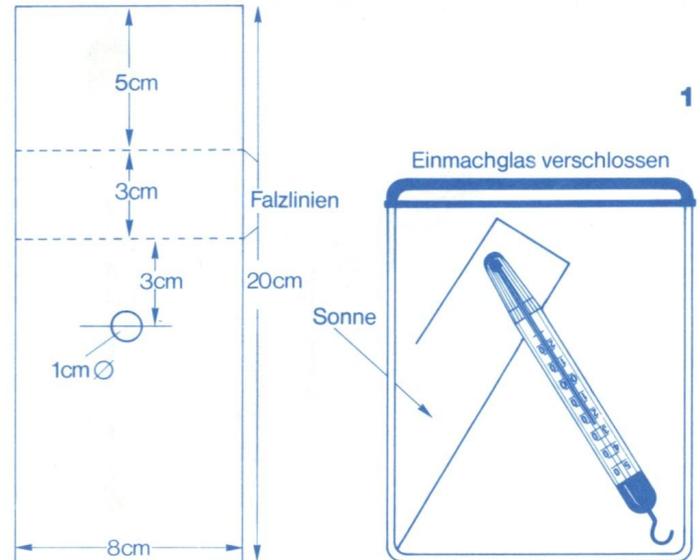
Über der ganzen Erde liegt wie ein schützender Mantel unsere Luft, in der wir leben, in der wir atmen. Die Wissenschaftler nennen sie die Atmosphäre. Und diese Luft, die uns umgibt, wird vor allem **vom Erdboden aus** erwärmt. Nach allem was Ihr jetzt gelesen habt, werdet Ihr nun folgendes verstehen: Die Luft über Flächen, welche die Sonnenstrahlen mehr mögen, erwärmt sich stärker, als über anderen Flächen, welche sich den Sonnenstrahlen gegenüber recht unfreundlich benehmen. Dadurch gibt es oft dicht nebeneinander Gebiete mit warmer Luft und Gebiete mit kalter Luft. Dies ist, wie Ihr später erfahren werdet, sehr wichtig in der Wetterkunde; so wichtig, daß Ihr Euch das einmal im Experiment ansehen sollt.

Experiment: Einstrahlung und Reflexion (Zurückwerfen der Licht- und Wärmestrahlen)

Ihr braucht: 2 Thermometer, 1 Stück schwarzen, 1 Stück weißen Pappkarton.

Außerdem: 2 Einweckgläser und Sonnenschein.

Den schwarzen und den weißen Pappkarton so zuschneiden und falten wie es in Abb. 1 zu sehen ist.



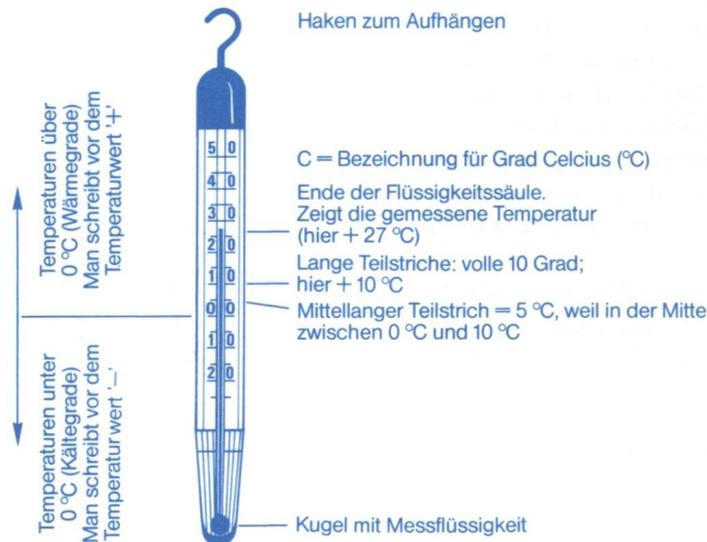
In jede Pappe kommt ein Loch, in das jeweils 1 Thermometer von unten eingedrückt wird. Dabei sollen die Enden der Thermometer in denen die Thermometerflüssigkeit ist, die Pappe nicht berühren. Die Thermometer so drehen, daß die Skalen von hinten abgelesen werden können. Beide Anordnungen nun in je ein Einweckglas hineinstellen, die mit dem Deckel verschlossen werden. Dann beide Gläser nebeneinander auf dem Balkon oder auf dem Fensterbrett so hinstellen, daß die Sonne durch die Glaswandung auf die helle bzw. auf die dunkle Fläche fällt.

Was beobachtet Ihr?

Das Thermometer in dem Glas mit der weißen Fläche ändert seine Temperatur, wenn überhaupt, nur sehr wenig und sehr langsam. Die weiße Fläche wirft die meisten Sonnenstrahlen wieder aus dem Glas hinaus und mit den paar Strahlen, die drinnen bleiben dürfen, wird die Luft kaum erwärmt.

Anders dagegen ist es bei dem Gefäß mit der schwarzen Fläche. Hier müßt Ihr sogar aufpassen, daß die Flüssigkeitssäule nicht zu rasch steigt und sogar bis ans Ende läuft und das Thermometer dabei kaputt geht. Die kräftige Erwärmung der Luft in diesem Gefäß rührt daher, daß die schwarze Fläche sich über die Sonnenstrahlen freut und sie fast alle aufnimmt und sie dafür in solchem Ausmaße Wärme geschenkt bekommt, daß sie wieder viel Wärme an die benachbarte Luft abgeben kann.

Damit Ihr das Thermometer richtig ablesen könnt, sind auf der Abb. 2 ein paar wichtige Erklärungen. Leider ist es nicht ganz so einfach, daß man allgemein sagen könnte, dunkle Flächen mögen die Sonne, helle nicht. Das ändert nichts an der Tatsache, daß Meere, Seen, Äcker, Wälder, Schneeflächen die Sonnenstrahlen ganz unterschiedlich aufnehmen. Die einen mehr, die anderen weniger. Deshalb wird die Luft über ihnen auch einmal stärker, einmal weniger stark erwärmt.



2

2. Brandstiftung

Ihr habt es sicher alle schon einmal gemacht, nein, natürlich keine Brandstiftung. Aber eine Lupe habt Ihr bestimmt schon genommen und an einem Tag, an welchem die Sonne schien, habt Ihr die Lupe so gehalten, daß sich die Strahlen der Sonne im Brennpunkt vereinigten. Und in diesen Brennpunkt habt Ihr ein Stückchen Papier gehalten, bis es anfangen zu brennen. An diesen kleinen Versuch erinnern sich nun auch die Wetterkundler, die Meteorologen. Das ist ein sehr schwieriges Wort. Am besten könnt Ihr Euch es so merken, daß es nur richtig geschrieben ist, wenn in diesem Wort dreimal das e und dreimal das o vorkommt.

Je länger die Sonne scheint, um so mehr kann sie den Boden und die Luft erwärmen. Nun ist es natürlich furchtbar langweilig, sich mit einer Uhr hinzustellen und dauernd in die Sonne zu blinzeln und aufzuschreiben, wann die Sonne geschienen hat, wann eine Wolke vor ihr war und wann sie wieder vorgekommen ist. Ihr versteht, daß man von einer so stumpfsinnigen Arbeit bald die Nase voll hat. Deshalb konstruierten die Meteorologen ein Instrument, das automatisch mißt, wie lange die Sonne an jedem Tag scheint. Sie nahmen statt der Lupe eine Glaskugel, etwa so groß wie eine Apfelsine und befestigten in einem bestimmten Abstand rund um die Kugel einen blauen Pappstreifen. Die Entfernung des Pappstreifens ist so bemessen, daß der Brennpunkt der Kugel immer genau auf der Oberfläche des Streifens liegt. Scheint nun die Sonne, so brennt sie in diesen blauen Meßstreifen eine Brennspur ein, und man kann am Abend genau sehen, von wann bis wann der Sonnen-

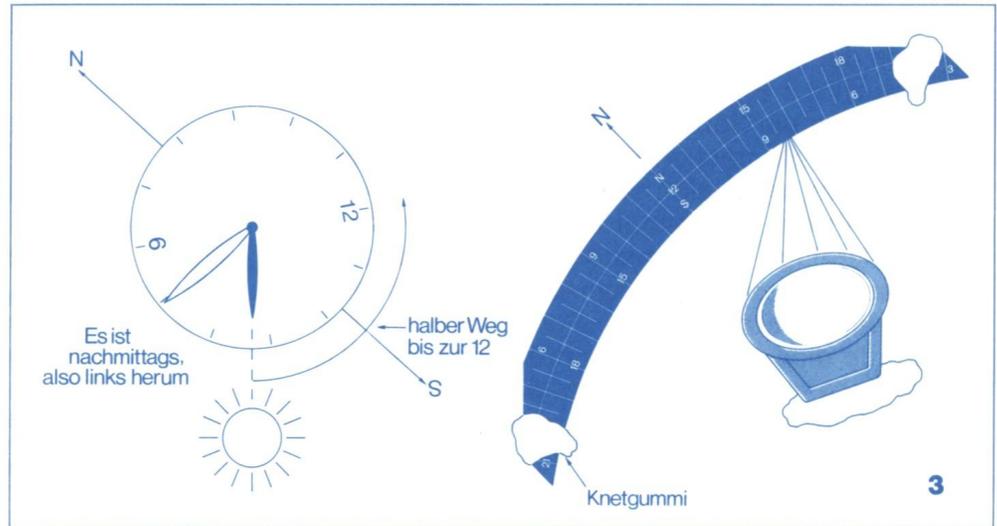
schein gedauert hat. Ein solcher blauer Meßstreifen, wie ihn der Wetterdienst benutzt, ist auch in Eurem Kasten. Ihr sollt nun versuchen, mit Euren Mitteln eine solche Registrierung vorzunehmen. Leider habt Ihr aber keine apfelsinengroße Glaskugel, deshalb könnt Ihr nicht den ganzen Tag über den Lauf der Sonne verfolgen. Aber mit einer Lupe und diesem Streifen könnt Ihr um die Mittagszeit herum das Experiment durchführen.

Experiment: Sonnenscheindauer

Ihr braucht: Lupe, blauen Registrierstreifen, Knetgummi.

Außerdem: Tempotaschentuch oder Toilettenpapier, Sonnenschein und ein paar wandernde Wolken.

Zunächst den Registrierstreifen mit der blauen Seite zur Sonne hin auf dem Balkontisch oder auf der Fensterbank mit zwei Knetstücken befestigen, so daß er in einem Kreisbogen auf dem Tisch steht. Krümmt den Streifen so, daß die Sonne etwa senkrecht auf die blaue Seite scheint. Im Winter, wenn die Sonne tief steht, müßt Ihr den Streifen steiler auf den Tisch stellen. Das erreicht Ihr dadurch, daß



Ihr die Enden mit der Knetmasse im Winter enger zusammen, im Sommer weiter auseinander stellt. Die 12-Uhr-Marke (das ist der weiße Strich mit der „12“) sollte dabei möglichst nach Norden zeigen.

Ihr wißt vielleicht nicht, wo Norden ist. Diese Himmelsrichtung könnt Ihr sehr einfach bestimmen, so wie es auch die Wandersleute machen. Nehmt eine Uhr und haltet sie so, daß der kleine Zeiger zur Sonne zeigt. Vormittags geht Ihr auf dem Uhrzeigerblatt rechts herum, bis Ihr auf dem halben Weg zur 12 seid und nachmittags geht Ihr links herum. Dieser Punkt (der jeweils halbe Weg zur 12) auf dem Zifferblatt zeigt nach Süden und genau die entgegengesetzte Richtung ist Norden.

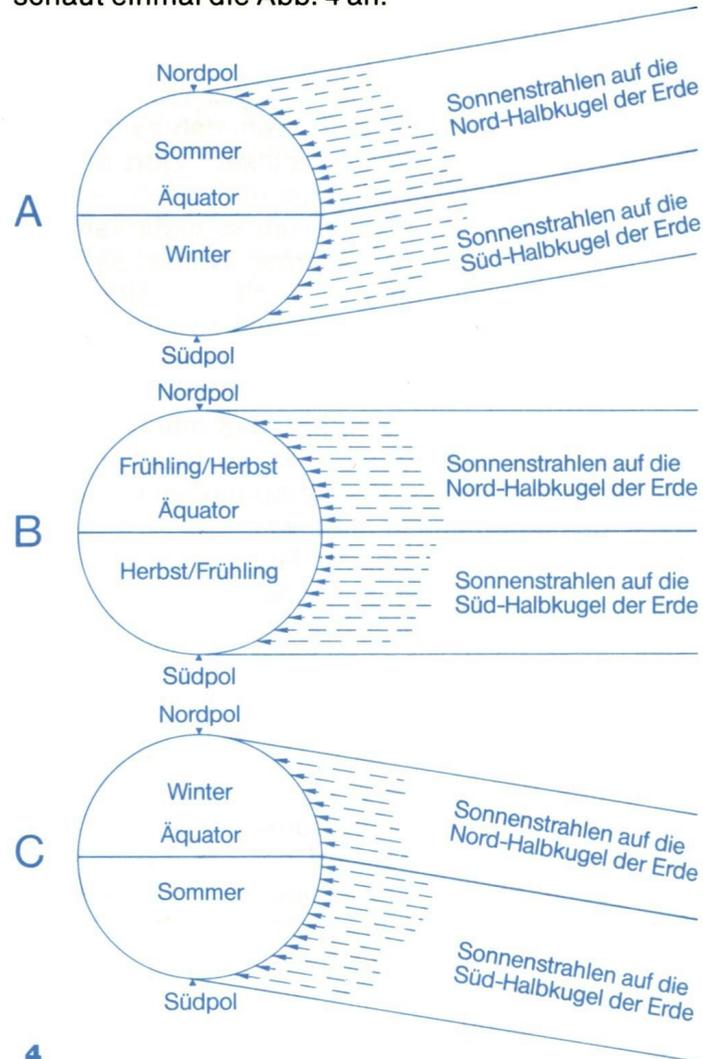
Doch zurück zum Experiment: Als nächstes schaut Ihr nochmals auf die Uhr. Es ist zum Beispiel 15 Uhr. Dann geht mit der Lupe so weit an den Streifen heran und verschiebt sie seitlich so lange, bis der Brennpunkt möglichst klein und scharf auf der Zeitmarke 15 Uhr erscheint. Habt Ihr das geschafft, dann wird die Lupe in dieser Stellung auf dem Tisch mit Knetgummi befestigt. Im Sommer braucht Ihr einen tüchtigen Batzen davon, da die Lupe hoch zu liegen kommt.

Was ist passiert?

Im Laufe der Zeit wandert die Sonne von Ost nach West. Auch der Brennpunkt auf dem Streifen wandert. Solange die Sonne scheint, brennt sie in den Streifen eine Brennspur ein. Diese wird jedesmal unterbrochen, wenn sich eine Wolke vor die Sonne schiebt. Mit der Lupenanordnung wird der Brennpunkt allerdings bald unscharf und reicht nicht mehr aus, um den Streifen einzubrennen. Mit einer Kugel, einem sogenannten Sonnenscheinschreiber, würde dies bis zum Abend möglich sein. Der Meteorologe kann dann nach Sonnenuntergang den Streifen herausnehmen und aus den eingebrannten Spuren genau erkennen, wann an dem abgelaufenen Tag die Sonne schien.

3. Sonnenstand und Schweineschmalz

Hier geht es um die Frage, warum es bei uns nicht das ganze Jahr gleich warm ist, das heißt, Ihr sollt die Ursachen unserer Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter ergründen. Zunächst schaut einmal die Abb. 4 an.



Dort seht Ihr dreimal die Erde als Kreis gezeichnet. In Wirklichkeit ist sie natürlich eine Kugel. Oben der Nordpol und unten der Südpol. Vom Äquator wird die Erde in eine Nordhalbkugel und in eine Südhalbkugel geteilt. Auf der Nordhalbkugel liegen zum Beispiel Europa, Rußland und die Vereinigten Staaten von Nordamerika. Auf der Südhalbkugel liegen unter anderem Südamerika, Südafrika und Australien. In der Zeichnung findet Ihr noch die Sonnenstrahlen eingezeichnet, wie sie zu den verschiedenen Jahreszeiten auf die Erde fallen. Der dicke Strich teilt die Menge der Sonnenstrahlen so auf, daß Ihr erkennt, welche Menge auf die Nordhalbkugel und welche Menge auf die Südhalbkugel fällt. In Abb. 4 A sind die Sonnenstrahlen eingezeichnet, wie sie auf die Erde fallen, wenn bei uns auf der Nordhalbkugel Sommer ist. Da seht Ihr nun etwas ganz Interessantes: Es fallen viel mehr Sonnenstrahlen auf unsere Nordhalbkugel, und damit schickt die Sonne auch viel mehr Wärme auf die Nordhalbkugel als auf die Südhalbkugel.

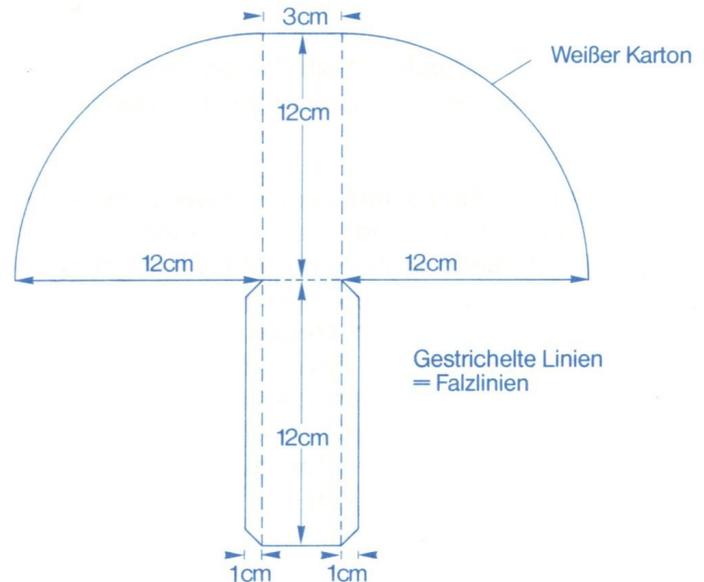
Abb. 4 B zeigt, wie die Sonnenstrahlen am Tag des Frühlingsanfanges (21. 3.) oder des Herbstanfanges (21. 9.) auf die Erde fallen. Hier verteilt die Sonne ihre Strahlen gleichmäßig auf die beiden Hälften.

Und Abb. 4 C zeigt wie es aussieht, wenn bei uns auf der Nordhalbkugel Winter ist. Hier bekommen wir dann viel weniger Strahlen und viel weniger Wärme als die Menschen auf der Südhalbkugel.

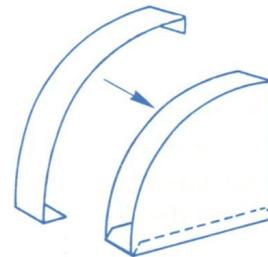
Allgemein kann man sagen: Je steiler die Sonnenstrahlen auf die Erde fallen, um so mehr erwärmt sie diese Gegend. Die meiste Wärmemenge wird der Erde dann zugeführt, wenn die Sonne senkrecht über einem Gebiet steht, so etwa beim Frühlings- oder Herbstanfang am Äquator. Die uns geschenkte Wärme ist also ganz wesentlich von Stand der Sonne abhängig. Je weiter Ihr den Kopf nach hinten biegen müßt, um in die Sonne zu schauen, um so höher bezeichnet man den Sonnenstand und um so mehr Wärme fließt uns zu.

Experiment: Sonnenstand

Ihr braucht: weißen Pappkarton, etwas schwarzen Pappkarton, Markierungspunkte.
Außerdem: Klebstoff, Schweineschmalz oder Margarine und Sonnenschein



Schwarzer Karton



So wie Abb. 5 es zeigt, bastelt Ihr aus dem weißen Karton eine Art Papierserviettenhalter. Die äußere Umrandung ausschneiden und dann die Pappteile an den gestrichelten Linien nach vorne umknicken. Schließlich wird das ganze mit den unteren beiden schmalen Streifen zusammengeklebt. Dann schneidet aus dem schwarzen Karton einen 18 cm langen und 4 cm breiten Streifen aus und biegt die Enden des Streifens etwas um, so daß er genau den Papierserviettenhalter oben abdeckt und überall aufliegt. Die umgeknickten Enden des schwarzen Streifens werden mit dem Unterteil zusammengeklebt.

Nun kommt die Sache mit dem Schweineschmalz (es kann auch Margarine sein, nur nicht ein zu weiches Fett!). Setzt entlang der Mitte des gebogenen schwarzen Kartons von oben nach unten etwa alle halben Zentimeter ein stecknadelgroßes Fettklümpchen. Ihr werdet so etwa auf 30 Klümpchen kommen, die Ihr mit einer Messerspitze ganz sacht andrücken sollt. Mit diesem Modell habt Ihr gewissermaßen eine dünne Scheibe aus unserer Erde herausgeschnitten. Nun wird der ganze Versuch auch wieder mittags an einem nicht zu warmen Tag, aber die Sonne muß scheinen, im Freien erprobt. Der schwarze Streifen soll dabei in Richtung Sonne zeigen. Sobald an einer oder zwei Stellen das Fett geschmolzen ist, nehmt das Modell weg, aber nicht bevor Ihr diese Stelle mit einem Farbpunkt markiert habt. Dann die Versuchsanordnung mit einem Papiertaschentuch vom Fett säubern.

Was ist geschehen? Das Fett ist nicht an allen Stellen gleichzeitig geschmolzen, sondern nur in einem bestimmten Bereich. Wenn Ihr jetzt wieder die Anordnung nach draußen stellt, seht Ihr, daß der Markierungspunkt genau an der Stelle ist, auf den die Sonne senkrecht auf den schwarzen Pappstreifen fällt. Hier an dieser Stelle war der Sonnenstand also am höchsten und es wurde hier dem schwar-

zen Streifen die meiste Wärme zugeführt, so daß das Fett in diesem Bereich am ehesten schmelzen konnte.

Auf die Frage, warum es bei uns im Sommer wärmer ist, könnt Ihr also schon antworten: Weil im Sommer viel mehr Strahlen auf unsere Nordhalbkugel fallen als im Winter. Das ist der eine Grund. Der zweite Grund ist natürlich der, daß im Sommer die Sonne viel früher aufgeht und später untergeht, also an einem klaren Sommertag viel länger scheint als im Winter. Das habt Ihr natürlich alle schon gewußt. Wie häßlich ist es, wenn man an einem kalten Wintermorgen im Dunkeln zur Schule muß; dagegen wird im Sommer zum Abendbrot gerufen, obgleich es draußen noch ganz hell ist und Ihr im Freien noch lange spielen könntet. Ja, und dann wird mancher von Euch sagen, im Winter liegt doch bei uns Schnee und die Sonnenstrahlen werden vom Schnee zum größten Teil wieder fortgejagt, so daß sich auch unsere Luft nur wenig erwärmt. So ist es. Das ist der dritte Grund, warum es bei uns im Winter kälter ist als im Sommer. Und wenn Ihr schließlich noch erfahrt, daß die Sonnenstrahlen im Winter einen längeren Weg durch die uns umgebende Luft haben, und auch von dieser Luft noch mancher Strahl zurückgeschickt oder aufgefressen wird, dann wißt Ihr auch den vierten Grund und damit eigentlich alles zur Frage: Warum ist es im Sommer heiß und im Winter oft sehr kalt?

4. Wo Luft ist, kann kein Wasser sein

Das stimmt doch wohl nicht, werdet Ihr sagen. Luft, das ist doch gar nichts. Die kann man doch gar nicht sehen. Nur nicht so voreilig! Wer einmal eine Fensterscheibe eingeschlagen hat, hat sicher schnell seine Meinung geändert, daß etwas, das man nicht sehen kann, auch nicht da ist. Ihr werdet im Folgenden sehen, daß die Luft ein sehr ernst zu nehmender Körper ist, und auf alle mögliche Weise am Wettergeschehen teilnimmt. Deshalb ist es so wichtig, einiges darüber zu erfahren.

Luft besteht wie alle Körper aus sehr vielen ganz, ganz winzigen Teilchen. Bei den meisten Gasen, und auch die Luft ist ein Gas, nennt man diese kleinen Teile Moleküle. Das ist auch wieder ein sehr wissenschaftliches Wort. Ihr sagt am besten kurz „Mollis“. Diese Mollis fliegen also überall um uns herum, sind in jeder Tüte, in jedem Topf, in jedem Glas und führen ein fröhliches Leben. Ja, es macht ihnen Spaß sich dauernd gegenseitig zu schubsen und dauernd zusammenzustoßen, so daß sie nach so einem Zusammenstoß in ganz andere Richtungen weiterfliegen. Und zu diesem fröhlichen Getummel brauchen die Mollis einfach Platz. Wehe, wenn einer ihnen diesen Platz nehmen will. Das wird das folgende Experiment beweisen.

Experiment: Luftdruck (A)

Ihr braucht: Meßbecher, kleinen Korke.

Außerdem: Eine größere Schüssel mit Wasser oder Ihr macht das Experiment in der Badewanne.

Den Meßbecher mit der Öffnung nach unten in die Wasseroberfläche drücken, solange, bis er ganz

untergetaucht ist. Achtet immer darauf, daß der Becher schön senkrecht bleibt. Jetzt seht Ihr: Es stimmt, wo Luft ist, kann kein Wasser sein. Die Mollis lassen sich ihren Raum nicht nehmen, und die Wasseroberfläche schließt mit dem unteren Rand des Bechers ab. Wer das immer noch nicht glauben will, der nehme den Korke und tauche ihn ins Wasser, solange bis er unter dem Becherglas ist. Wenn Ihr ihn dann loslaßt, schwimmt er unter dem Luftraum des Bechers. Das ist im übrigen auch das Prinzip der Taucherglocke.

5. Der Luftdruck — Meister im Gewichtheben

Ihr werdet Euch fragen, wie es die Luftmollis schaffen, ihren Bewegungsraum zu halten und das Eindringen des Wassers zu verhindern. Die Mollis balgen sich nicht nur untereinander sondern rasen in ihrem ausgelassenen Treiben auch gegen die Wände des Glases und werden von dort zurückgewor-

fen. Sie balgen sich dann zwischendurch wieder mit ein paar Artgenossen, um dann irgendwo an die Wand zu fliegen, wobei sie erneut nochmals zurückgestoßen werden. Das geht immer so weiter. Dies geschieht nun nicht nur an den Wänden, sondern auch an der unteren Seite, an der Öffnung des Becherglases, wo der Wasserspiegel ist. Auch an den Wasserspiegel stoßen sie unermüdlich an und werden von ihm zurückgeworfen. Ob Glas oder Wasserspiegel oder etwas anderes: Egal, für sie ist das einfach eine Wand, eine Begrenzung ihres Lebensraumes. Und wehe, wenn das Wasser höher steigen will; um so mehr und um so kräftiger laufen die Mollis dann Sturm gegen diese ‚Wasserwand‘. Am liebsten würden sie das Wasser zurückdrängen und sich mehr Raum schaffen. Aber auch im Wasser gibt es Mollis und diese wollen von ihrem Lebensraum ebenfalls nichts abgeben. Und so einigt man sich auf der Mitte, und es bleibt alles wie es ist.

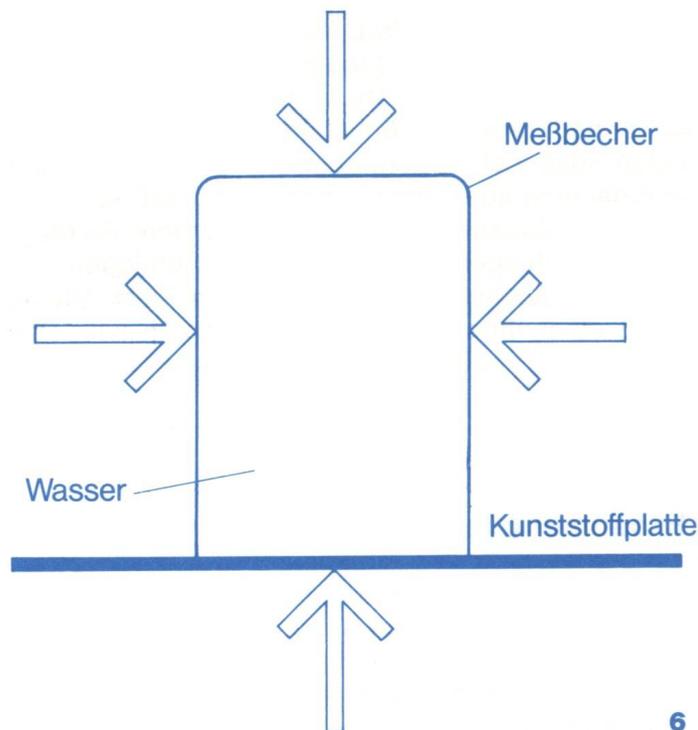
Nun stellt Euch einmal vor, Ihr wäret die Wand dieses Bechers. Da würdet Ihr dauernd von unzähligen dieser Mollis gestoßen. Weil es so viele sind, merkt Ihr nicht lauter einzelne Nadelstiche, sondern insgesamt einen Druck. Genauso entsteht ein Druck auf die Wände des Becherglases. Und da er von den Luftmollis verursacht wird, spricht man hier vom Luftdruck.

Gleich werdet Ihr staunen wie groß dieser Luftdruck ist. Auf eine Fläche von der Größe einer Postkarte drücken etwa 150 kg. Das ist ein Gewicht von etwa 2 ausgewachsenen Menschen. Das kann gar nicht sein, werdet Ihr sagen. Ich kann doch eine Postkarte waagrecht in die Luft halten, aber keine zwei Menschen in die Luft stemmen. Dabei habt Ihr eines nicht bedacht: Derselbe Luftdruck, der von oben auf die Postkarte drückt, drückt auch von unten auf die Postkarte, und dadurch merkt Ihr von dem Luftdruck nichts. Im Experiment verwenden wir statt der Postkarte eine Kunststoffplatte.

Experiment: Luftdruck (B)

Ihr braucht: Meßbecher, Kunststoffplatte.
Außerdem: Wasser.

Diesesmal den Becher bis zum oberen Rand mit Wasser füllen und ihn mit der Platte abdecken. Dann die Platte auf den Rand des Bechers drücken und den Becher auf den Kopf stellen. Nun könnt Ihr ruhig die Finger von der Platte wegnehmen, denn sie fällt nicht herunter. Das bewirkt jetzt der Luftdruck. Wie es Abb. 6 zeigt, drückt die Luft auf alle Wandungen, oben, an den Seiten und natürlich auch unten auf die Platte und hält sie mit großen Kräften fest, so fest, daß sie nicht herabfallen kann.



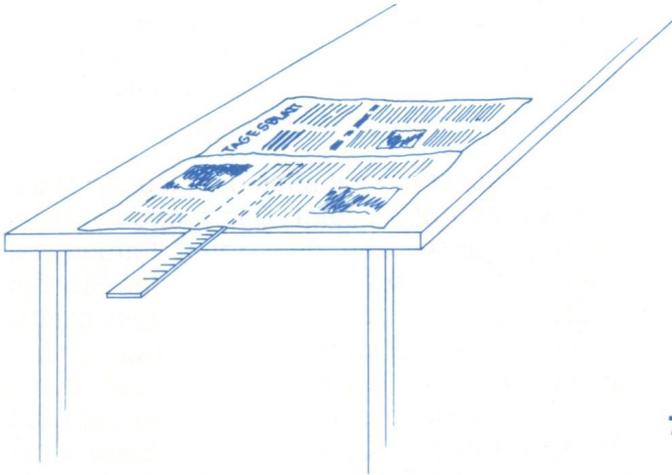
6. Luft mit Kraft und langer Leitung

Der Luftdruck ist im Wettergeschehen, in der Wetterbeobachtung und in der Wettervorhersage eine der wichtigsten Größen, und deshalb sollt Ihr ihn in einem weiteren Experiment noch besser kennenlernen.

Experiment: Trägheit der Luft

Ihr braucht: Ein etwa 2 cm breites, 2 mm dickes und 50 cm langes Holzlineal, das aber kaputt gehen kann (oder ein dünnes Brett), eine Zeitung und einen kleinen Tisch, der durchaus ein paar Schrammen abbekommen darf.

Wie in Abb. 7 die ausgebreitete Zeitung auf den Tisch legen, so daß einer ihrer Ränder mit der Tischkante abschließt. In der Mitte das Holzlineal zwischen Zeitung und Tisch stecken und das Ganze glätten.



7

Ihr wißt bereits folgendes: Über der Zeitung ist Luft. Somit wirkt auf die Zeitung der Luftdruck. Unter der Zeitung ist kaum Luft, also auch kaum Gegendruck. Es ist ganz erheblich, wenn Ihr nachrechnet was auf der Zeitung für ein Luftdruck liegt. Es sind

fast 4.000 Kilogramm. Das ist das Gewicht von 2 Elefanten. Nun drückt mal ganz langsam auf das äußere Ende des Holzlineals und hebt damit die Zeitung hoch. Das geht sehr einfach, und mancher wird sich schon brüsten, mit dieser Tat 2 Elefanten hochgehoben zu haben. Aber das ist nicht so.

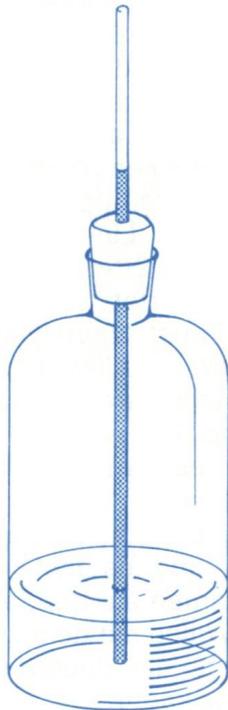
Während des langsamen Hochhebens der Zeitung mit dem Lineal konnte nämlich die Luft unter die Zeitung hineinströmen. Sobald auch unter der Zeitung Luft ist, ist auch unter der Zeitung Luftdruck, der so groß ist, wie der Druck auf der Zeitung, so daß sich beide aufheben, wie bei der Postkarte.

Jetzt müßte man einen Weg finden, um die Luft zu überlisten. Auch die Mollis merken ja nicht sofort, daß beim Hochheben der Zeitung ein neuer Raum für sie entsteht, sondern müssen das erst spitzkriegen. Und wenn es Euch gelingt, die Zeitung hochzuheben, bevor die Luft auch unter die Zeitung gekommen ist, dann habt Ihr es tatsächlich geschafft und 2 Elefanten hochgehoben. Ihr wißt also, es kommt jetzt alles auf Schnelligkeit an. Ihr müßt schnell genug sein und das Lineal herunterdrücken, bevor die Mollis merken, was hier vorgeht. In der Praxis sieht das so aus, daß Ihr nicht langsam auf das Lineal drücken dürft, sondern es blitzschnell mit einem kräftigen Schlag herunterdrücken müßt. Legt das Lineal nochmals zwischen Tisch und Zeitung, glättet die Zeitung wieder auf dem Tisch und startet zum Versuch. So, nun schlagt mit der Faust drauf! Habt Ihr 2 Elefanten hochgehoben? Wenn alles richtig gelaufen ist, dann ist gar nichts anderes passiert, als daß das Lineal entzwei ging. Und warum? Die Mollis haben nicht so schnell geschaltet. Sie hatten eine zu lange Leitung und konnten nicht so schnell unter die Zeitung schlüpfen. Dadurch fiel der Gegendruck von unten weg, und es lastete tatsächlich der Druck von 2 Elefanten auf der Zeitung. Die konntet Ihr beim besten Willen mit dem kleinen Lineal nicht heben, deshalb gab der klügere nach, nämlich das Lineal, und es ging kaputt.

7. Ein heimtückisches Meßgerät

Nun habt Ihr einiges über den Luftdruck gehört. Er ändert sich sehr stark mit dem Wettergeschehen und deshalb ist es verständlich, daß die Meteorologen interessiert sind, den Luftdruck und Änderungen des Luftdrucks zu messen. Auch Euch wird das bereits interessieren.

Einst kam ein schlauer Mann und griff zur Flasche. Aber nicht zur Schnapsflasche! Sondern zu einer Flasche als Meßgerät, wie es in Abb. 8 zu sehen ist. In den Hals der Flasche steckte er einen Korken und durch das Loch dieses Korkens führte er ein Rohr, das fast auf den Grund der Flasche reichte. Vorher hatte er noch etwas gefärbtes Wasser in die Flasche getan und das Rohr noch tröpfchenweise bis knapp über den Korken mit dieser farbigen Flüssigkeit gefüllt.



8

Warum das alles? Nun, dieser Mann sagte sich, in dem Gefäß ist ein gewisser Luftdruck. Das ist richtig. Dieser Luftdruck drückt auf die Flüssigkeit und würde diese durch das Rohr hinausdrücken, wenn nicht eben auch auf den oberen Flüssigkeitsspiegel in dem Rohr derselbe Luftdruck drücken würde. Das tut der Luftdruck. Und so bleibt die ganze Sache im Gleichgewicht. Wenn sich aber nun der Druck außerhalb der Flasche ändert, vielleicht abnimmt, so ist der innere Druck stärker und kann tatsächlich die Flüssigkeit ein Stück weiter hochschieben.

Messung: Schnelle Luftdruckänderungen

Ihr braucht: 0.33 l Colaflasche oder ähnliche durchsichtige Flasche, durchbohrten Gummistopfen, Glasrohr (Achtung! Feuchtet das Glasrohr an, wenn Ihr es durch den Gummistopfen schiebt und benutzt dazu einen Handschuh oder ein Tuch. Vorsichtig durchschieben, damit das Glasrohr nicht bricht), einen Fingerhut voll Färbemittel.

Ihr macht zunächst einmal alles dem klugen Mann nach, so wie es Abb. 8 zeigt. Das farbige Wasser aus Leitungswasser und dem roten Färbemittel herstellen. Bitte darauf achten, daß der Stopfen fest in der Flasche sitzt und daß die Flüssigkeitssäule 1 bis 2 cm über dem Korken herausragt. Das gelingt, wenn Ihr ein paar mal kurz Luft durch das Rohr in die Flasche bläst. Und nun geht mit dem Meßgerät in den kleinsten Raum Eurer Wohnung, vielleicht die Toilette und schließt dort alle Fenster. Wenn Ihr jetzt ruckartig die Türe öffnet, dann wird dadurch der Luftdruck im Raum verändert. Macht Ihr die Türe nach außen auf, wird der Luftdruck kurzfristig erniedrigt, geht die Türe nach innen auf, wird der Luftdruck kurzfristig erhöht.

Durch das schnelle Aufreißen bzw. Zuschlagen wird der Druck über der kleinen Flüssigkeitssäule größer oder kleiner als der Innendruck in der Flasche. Dadurch verändert sich vorübergehend die Höhe der Flüssigkeitssäule im Rohr. Damit habt Ihr nun ein Gerät, mit dem Ihr **schnelle** Luftdruckänderungen messen könnt.

Nun ändert sich aber im allgemeinen der Luftdruck nur sehr langsam. Das, was Ihr mit dem Türaufreißen gemacht habt, findet im allgemeinen in Stunden oder Tagen statt.

Kann man nun mit diesem Gerät auch **langsame** Luftdruckänderungen messen, die sich über lange Zeit erstrecken? Nein! Obgleich es viele Leute glauben, werdet Ihr sehen, warum das nicht geht. Legt doch einmal Eure Hände um die Flasche herum und wartet ein bis zwei Minuten ab. Ihr werdet sehen, daß die Flüssigkeitssäule plötzlich ansteigt. Ja, so hoch ansteigt, daß die Flüssigkeit über den Rand des Rohres hinausgeht. Das geschieht alles, ohne daß sich der äußere Luftdruck ändert. Den Grund dafür erfahrt Ihr im nächsten Abschnitt. Dieses Gerät, so einfach und schön es ist, eignet sich nur für die Beobachtung sehr schneller Luftdruckänderungen.

Für eine Luftdruckmessung ist es nicht geeignet. Richtige Luftdruckmesser, Barometer genannt, sind viel komplizierter aufgebaut und auch entsprechend teuer. Ein preisgünstiges Gerät ist vor einigen Jahren herausgekommen. Ein Jugendbarometer, bei dem nicht wie üblich ein Zeiger die Änderung des Luftdrucks anzeigt, sondern bei dem ein lustiger Frosch je nach Höhe des herrschenden Luftdrucks unten, in der Mitte oder oben auf einer Leiter sitzt.

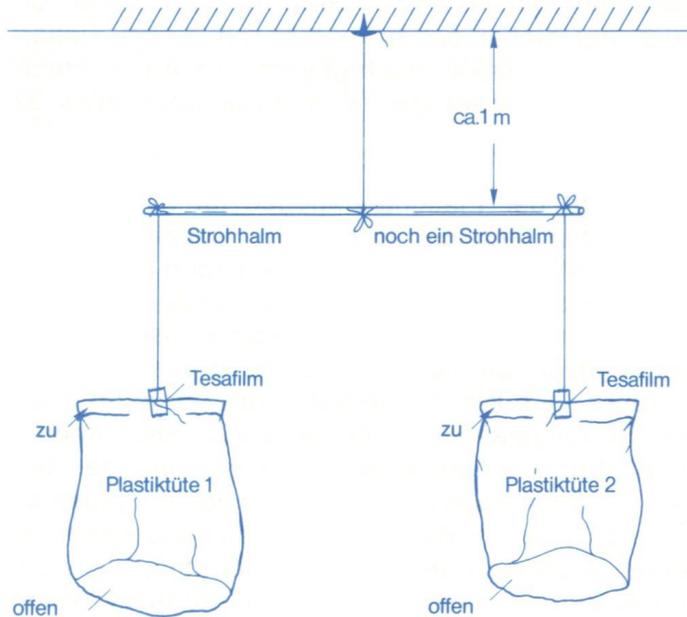
8. Die Wärme jagt die Mollis raus

Der eine oder andere wird sich gefragt haben, was beim letzten Experiment eigentlich geschehen ist, als beim Anfassen der Flasche mit den Händen plötzlich die Wassersäule anstieg. Des Rätsels Lösung liegt in unserer Körperwärme. Ihr wißt, daß im Innern unseres Körpers immer eine Temperatur zwischen 36 Grad und 37 Grad herrscht. Jeder von Euch hat sicher schon einmal mit einem Fieberthermometer Bekanntschaft gemacht. An der Hautoberfläche beträgt die Temperatur noch etwa 32 bis 35 Grad.

Im Innern der Flasche dagegen ist es nicht so warm. Hier liegt die Temperatur vielleicht bei 20 Grad oder 22 Grad. Durch das Anlegen der Hände an den Flaschenrand, geben die Hände etwas von ihrer Wärme dem Innern der Flasche, also den dort herumflitzenden Mollis, ab. Diese Mollis sind ganz verrückt nach Wärme. Je höher die Temperatur ist, um so ausgelassener können sie nämlich herumtollen. Um so wilder stoßen sie gegeneinander, stoßen natürlich auch gegen die Wände und gegen alles, was ihnen im Wege steht. Je ausgelassener sie an die Wände stoßen, um so höher steigt der Luftdruck. Und mit diesem erhöhten Luftdruck pressen sie die Flüssigkeit aus der Flasche heraus. Sie geben erst wieder Ruhe, wenn der Raum ein Stückchen größer ist und sie für ihr wildes Treiben genug Platz haben. Denkt nochmals kurz an den vorigen Versuch. Eine Erwärmung der Flasche täuscht also nur vor, daß der Druck sich außen ändert, obgleich dies gar nicht der Fall ist. Es hat sich nur im Innern die tobende Gesellschaft der Mollis ausgedehnt.

Experiment: Änderung der Luftdichte durch Erwärmung

Ihr braucht: 2 Strohhalme, 2 Plastiktüten, 1 Kerze.
Außerdem: Tesafilm und 1,5 m Faden.



9

Beiliegende „Strohhalme“ aus Kunststoff so zusammenschieben:

Das Ende eines Strohhalmes mit dem Fingernagel in Längsrichtung ein Stück eindrücken, Ende zusammendrücken bis es in ein Ende des anderen Strohhalmes eingeschoben werden kann.

Baut eine Waage wie sie Abb. 9 zeigt.

Der Waagebalken besteht aus 2 Strohhalmen. In der Mitte ist eine etwa 1 m lange Aufhängung aus einem Faden, den Euch ein Erwachsener mit einem Reißnagel an der Decke befestigen soll. An den beiden Enden des Waagebalkens hängen an etwa 20 cm langen Fäden 2 Plastiktüten, die mit Tesafilm an den Fäden angeklebt sind. Beide Plastiktüten sollen mit der Öffnung nach unten hängen und werden mit den Händen richtig aufgebaut. Nun müßt Ihr die Waage noch so ausbalancieren, daß die beiden Tüten genau gleich hoch hängen. Jetzt die Kerze anzünden und diese unter eine der beiden Plastiktüten halten. Achtung! Nicht zu dicht, sonst fängt die Tüte Feuer! Nach ganz kurzer Zeit wird sich die Tüte, unter der die Kerze brennt, nach oben bewegen. Um zu verstehen, warum das so ist, muß erst einmal klar werden, was hier überhaupt gewogen wird. 2 Tüten mit Luft! Und wenn nun die eine Tüte, unter der die Kerze brennt, nach oben steigt, dann bedeutet das nichts anderes, als daß diese Tüte mit Luft leichter geworden ist. Da nun die Plastiktüte kein Gewicht verloren hat, kann es nur die in ihr enthaltene Luft sein, die leichter geworden ist. Dies wiederum kann aber nur der Fall sein, wenn sich in dieser Tüte weniger Mollis befinden. Die Wärme der Kerze hat es fertig gebracht, die Mollis in ihrem Hin- und Herflug immer wilder zu machen. Und da sie für ihr ausgelassenes Spiel immer mehr Platz brauchten, haben einige Mollis die Tüte durch die Öffnung verlassen.

So habt Ihr aus diesem Experiment erfahren, daß sich erwärmte Luft ausdehnt, sofern man ihr genügend Platz gibt. Wenn sich die Luft ausdehnt, sind in dem gleichen Raum, wo früher viele Mollis waren, weniger Mollis. Oder mit anderen Worten: Warme Luft ist leichter als kalte Luft.

9. Luft hat ein hitziges Gemüt

Beim vorigen Experiment haben wir die Luft dadurch erwärmt, daß wir unter einen Beutel mit Luft eine Kerze gehalten haben. Kann man Luft auch anders erwärmen? Ohne Feuer? Ohne Zentralheizung und ohne eine elektrische Kochplatte? Jawohl, das kann man.

Experiment: Lufterwärmung durch Kompression

(Zusammendrücken der Luft)

Ihr braucht: Fieberthermometer, Pullover oder Strickjacke, Taschentuch und die Ellenbeuge.

Nachdem Ihr Euch einen Pullover oder eine Strickjacke angezogen habt, den linken Arm anwinkeln, den Arm auf den Tisch legen und in die Armbeuge das Fieberthermometer und darüber ein Taschentuch legen. Das Fieberthermometer vor jedem Messen herunterschütteln! Nun müßt Ihr, indem Ihr den Mund auf das Taschentuch preßt, langsam und ohne Anstrengung in die Ellenbeuge hineinblasen; so langsam, daß Ihr gerade merkt, wie es in der Ellenbeuge ein wenig wärmer wird. Nach 2 bis 3 Minuten das Thermometer ablesen. Es zeigt zwischen 36 und 37 Grad an.

Damit habt Ihr zunächst nur die Temperatur der Luft gemessen, die aus der Lunge herausströmt. Nun ändert einmal die Blastechnik: Durch Mundstellung und Veränderung der Ellenbeuge so blasen, daß kaum Luft durch Taschentuch und Pullover hindurchkommt. Bald merkt Ihr, wie es in der Ellenbeuge warm und wärmer wird, ja schließlich fast heiß. Und wenn Ihr nach 2 Minuten wieder das Thermometer ablest, ist es bereits auf 38 oder 39 Grad gestiegen.

Was habt Ihr nun eigentlich gemacht? Nun, Ihr habt nur den Luftdruck und damit die Luftmenge bzw. die Anzahl der Mollis im Mund und Ellenbeuge erhöht. Das mögen sie aber gar nicht. Sie haben sich nun einmal an ihren Bewegungsraum und ihre Umgebung gewöhnt. Wenn da jetzt mehr hinzukommen, dann gibt es Reibereien. Es ist ähnlich so, als ob in Eurer Klasse plötzlich 5 neue Schüler oder Schülerinnen dazukommen obwohl alle Schulbänke schon besetzt sind. Da gibt es ein Gedränge. Keiner will stehen. Ähnlich bei den Mollis. Es ist enger geworden, man stößt sich öfters. Man ist wütend über die Neuankömmlinge und das führt dazu, daß es in der Luft sehr hitzig zugeht und die Temperatur ansteigt. So wißt Ihr jetzt: Druckerhöhung in einem Raum bringt auch Temperaturerhöhung in diesem Raum.

Dieser Vorgang der Erwärmung spielt in der Natur und beim Wetter eine wichtige Rolle. Der umgekehrte Vorgang läßt sich leider an einem Experiment schlecht zeigen. Er besteht darin, daß die Luft nicht zusammengepreßt wird, sondern daß man ihr die Möglichkeit gibt, sich auszudehnen. Das gefällt den Mollis schon wesentlich besser. Es ist mehr Platz geworden, man stößt sich weniger, und dadurch wird die sich ausdehnende Luft kälter. Kurz also noch einmal zusammengefaßt: Luft, die zusammengedrückt wird, erhitzt sich; Luft, die sich ausdehnt, kühlt sich ab. All dies geschieht mit der Einschränkung, daß Zusammenpressen oder Ausdehnen ziemlich rasch geschieht.

10. Die Geschichte des alten Shin Fu Shan

In den meisten Abschnitten, die Ihr bisher gelesen habt, spielte die Temperatur eine große Rolle. Ihr werdet mit ihr später noch verschiedentlich Bekanntschaft machen. Für den Wetterkundler ist die Temperaturmessung der Luft, des Wassers, des Erdbodens etwas sehr Wichtiges. Aber wie mißt man nun diese Temperaturen?

Dieselbe Frage ging schon im alten China dem würdigen Shin Fu Shan durch den Kopf, als er in seinem heißen Palast wandelte. Er wäre zu gern in seinen Garten mit den vielen Kirschbäumen gegangen oder in den Burggraben, der seine Stadt umgab oder auch in den Park mit den vielen Springbrunnen. Hätte er nur gewußt, wo es am kühleren ist. So ließ er seinen Hofastrologen Tang Tong rufen und sprach zu ihm: „Sag mir wie es möglich ist herauszubekommen, wo es am kühleren ist. Im Kirschbaumgarten, im Burggraben oder im Park bei den Springbrunnen? Sage mir ein einfaches Verfahren, mit dem ich die Temperatur erfahren kann.“ „Oh, nichts leichter als das, edler Shin Fu Shan“, sagte der Hofastrologe. „Einem jeden ist es gegeben dieses ganz einfach zu messen, indem er einen Zeigefinger in die Luft hält. Mit ihm kann man erfühlen, ob es heiß oder kalt ist.“ „So, meinst Du?“ fragte mit listigem Blick der weise Shin Fu Shan. „Ich will Dich auf die Probe stellen. Bestehst Du sie, so sollst Du reich belohnt werden. Bestehst Du sie nicht, so verlierst Du Deinen Kopf“. Er klatschte in die Hände und befahl seinen Dienern dreimal. . .

Nun, das Experiment, das er mit Tang Tong machte, sollt Ihr selber machen. Ohne, daß Ihr Euch fürchten müßt, den Kopf zu verlieren, ganz gleich wie es ausgehen mag.

Experiment: Erfühlen von Temperaturwerten

Ihr braucht: 3 Gläser oder 3 Tassen.

Die drei Gefäße nebeneinander auf den Tisch stellen. Zunächst im ersten Gefäß mit ein paar Eiswürfeln kaltes Wasser herstellen. In das zweite Gefäß schüttet Ihr lauwarmes Wasser. Und das dritte Gefäß füllt Ihr randvoll mit so heißem Wasser, daß Ihr gerade noch mit einem Finger reinlangen könnt, ohne Euch zu verbrühen. Nun versetzt Euch in die Lage von Tang Tong und steckt den Zeigefinger der linken Hand in das Gefäß mit dem eiskalten Wasser und den Zeigefinger der rechten Hand in das Gefäß mit dem heißen Wasser. Habt etwas Geduld. Nach etwa 2 Minuten die Finger herausnehmen und beide gleichzeitig in das mittlere Gefäß tauchen.

Was merkt Ihr? Für den Finger, der im kalten Wasser war, ist das mittlere Gefäß angenehm warm, der Finger, der im heißen Wasser war, findet es dagegen unangenehm kühl.

Ja, damit hat Tang Tong seinen Kopf verloren. So einfach wie er es sich dachte, geht es nicht. Euer Zeigefinger vergißt die unmittelbare Vergangenheit nicht und reagiert unterschiedlich, ob er aus einer warmen oder aus einer kalten Umgebung kommt. Es gilt nun etwas Besseres zu finden. Denn sicher hat auch der alte Shin Fu Shan etwas Besseres gefunden, um nicht bis an sein Lebensende in den stickigen Räumen sitzen zu müssen.

11. Der listige Bademeister

Ein Thermometer kennt Ihr schon von den ersten Experimenten her. Also nichts wie ran an die Messerei: Thermometer am Haken aufhängen, 10 Min. warten, dann ablesen. Wenn Ihr so leichtgläubig und vertrauensvoll an die Temperaturmessung herangeht, werdet Ihr doch noch Euren „Kopf“ verlieren!

Da gab es mal einen listigen Bademeister, der ärgerte sich, daß in sein Strandbad so wenig Badegäste kamen. Um sie anzulocken, hing er jeden Tag ein großes Schild auf, auf dem die Temperatur angeschrieben stand. Das listige an ihm war, daß er das Thermometer, mit dem er die Lufttemperatur bestimmte, an einen luftgeschützten Platz in die pralle Sonne hängte. Das war der größte Quatsch, den er machen konnte. Natürlich kamen wunderbare Temperaturen heraus. 32 Grad, 38 Grad, 44 Grad. Da lechzten ja die Besucher direkt nach einem Bad. Aber was er da gemessen hatte, war völlig unsinnig. Echte Lufttemperaturen können grundsätzlich nur im Schatten an einer belüfteten Stelle gemessen werden und nicht dort, wo sich die Luft staut. Alle anderen Messungen sind falsch. Selbst, wenn immer wieder in der Zeitung steht, in der Stadt X kletterte das Thermometer in der Sonne auf 39 Grad. Das kann schon sein; lassen wir es klettern, so weit wie es will. Was das Thermometer am Schluß anzeigt ist alles andere als die Lufttemperatur.

Der Wetterdienst hängt deshalb seine Thermometer in kleine weiße Hütten, etwa so groß wie ein Fernsehapparat, in die keine Sonne hineinscheinen kann. Die Hüttenwände sind so gebaut wie manche Jalousien. Es kommt zwar keine Sonne rein, aber die Luft kann jederzeit hindurchströmen. Nun besitzt Ihr keine solche Wetterhütte, aber trotzdem könnt Ihr ein Experiment machen, das dies beweist.

Experiment: Temperaturmessung

Ihr braucht: 2 Thermometer, Plastiktüte, weißen Karton.

Außerdem: Bindfaden und Tesafilm.

An einem sonnigen, aber nicht windstillen Tag auf dem Balkon, am offenen Fenster oder irgendwo im Garten in Augenhöhe einen langen Bindfaden spannen. Dabei muß die Sonne auf diesem Platz voll scheinen und der Bindfaden waagrecht etwa von Ost nach West (siehe nochmals Abb. 3) gespannt sein. Am besten macht Ihr das Experiment wieder am frühen Nachmittag. Nehmt eine Plastiktüte, stecht an der unteren geschlossenen Schmalseite ein kleines Loch ein und schiebt durch dieses Loch das eine Thermometer, bis es in der Tüte ist. Das Thermometer an den Bindfaden hängen, so daß man gegen die Sonne die Thermometerskala ablesen kann. Die Aufhängung noch mit einem Tesafilm absichern. Das andere Thermometer ohne Tüte etwa 50 cm von dem anderen entfernt, ebenfalls auf die Leine hängen. Vorher noch aus weißem Karton eine runde Scheibe von ca. 15 cm Durchmesser ausschneiden, in der Mitte mit dem Bleistift ein Loch hineinstecken, und diese Scheibe von unten über das Thermometer bis etwa zum 20 Grad-Strich schieben. Die Scheibe muß fest auf dem Thermometer sitzen. Am besten wickelt Ihr unter die Scheibe noch ein paar Lagen Tesafilm, wobei dieser Tesafilm aber nicht den Kopf mit der Flüssigkeit umschließen darf. Nun beobachtet die beiden Thermometer eine Weile. Bald merkt Ihr, daß sich das durch die Pappe abgeschattete, aber auch belüftete Thermometer auf einen bestimmten Wert einstellt und sich dann praktisch nicht mehr ändert. Das ist die wahre im Schatten bei natürlicher Belüftung gemessene Lufttemperatur! Das andere Thermometer wurde einmal nicht abgeschattet und außerdem wurde es gegen Lüftung durch die übergestülpte Plastiktüte geschützt. Bei-

des also unverzeihliche Fehler! Dieses Thermometer wird nicht bei dem Wert der Lufttemperatur stehenbleiben, sondern wird noch weiter nach oben klettern, und Ihr müßt aufpassen, daß es Euch nicht ergeht wie eines Tages dem Bademeister. Als nämlich an einem sonnigen Tag die Säule am Ende der Temperaturskala ankam, sprengte sie schließlich das Röhrchen.

Jetzt wißt Ihr, wie man Temperaturen mißt und in Zukunft nicht mehr auf falsche Zeitungsnotizen reinfällt. Es gibt noch andere Instrumente, mit denen man die Temperaturen messen kann. Und weil die Temperatur in der Wetterkunde so wichtig ist, sollt Ihr etwas mehr über das Thermometer wissen und danach noch ein zweites Instrument kennenlernen, das Ihr sogar selber bauen könnt.

12. Bitte Schnaps — nur kein Wasser

Wirkungsweise eines Flüssigkeitsthermometers

Ihr habt nun bereits soviel mit dem Thermometer gemessen, daß Ihr bestimmt wissen wollt, wie so ein Ding funktioniert. Es gibt übrigens mehrere Arten von Thermometern. Hier sollen zwei Beschreibungen reichen. Das sogenannte Flüssigkeitsthermometer, mit dem Ihr bisher gemessen habt, und das Bi-Metallthermometer, das Ihr im nächsten Kapitel kennenlernt. Schaut Euch das Flüssigkeitsthermometer einmal genau an und nehmt nochmals Abb. 2 zur Hilfe. Ganz unten sitzt eine Kugel, die mit einem dünnen Rohr verbunden ist. In dieser Kugel und einem Teil des Röhrchens befindet sich eine blaue Flüssigkeit. Bei dieser Ausführung ist es Alkohol. Solch eine Verschwendung werdet Ihr sagen. Da wollte der Erfinder wohl sehr vornehm sein,

er hätte ja auch Wasser nehmen können. Na, da hättet Ihr aber ein schlechtes Thermometer. Denn Ihr wißt sicher alle, daß Wasser bei 0 Grad Celsius gefriert. Wollt Ihr tiefere Temperaturen messen, und das will man im Winter ja schließlich tun, dann würde man ganz schön dumm dastehen. Deshalb nimmt man also zum Beispiel Alkohol, der erst bei minus 114 Grad, also bei 114 Grad unter Null, gefriert. Und so kalt wird es hoffentlich nicht.

Hinter dem Röhrchen liegt die Skala mit den Celsiusgraden und das Ganze ist gegen Beschädigung in ein Kunststoffrohr gebettet. Nun wißt Ihr allerdings immer noch nicht, wie das Thermometer funktioniert. Ihr habt früher schon gesehen, daß sich die Luft bei Erwärmung ausdehnt. Das tun alle Gase und mehr oder weniger alle festen Stoffe und fast ausnahmslos alle Flüssigkeiten, also auch der Alkohol. Er dehnt sich übrigens sehr stark aus, was für ein Thermometer besonders wichtig ist. Wenn der Alkohol in der unteren Kugel eingesperrt wäre und Ihr ihn dann erwärmt, würden die Alkohol-Moleküle aber toben. Ihre Wut wäre so groß, daß sie sich mit Gewalt mehr Platz schaffen und rücksichtslos die Kugelwand durchbrechen würden. Deshalb hat man an die Kugel dieses dünne Rohr angesetzt, so daß sich die Flüssigkeit jetzt bequem ausdehnen kann. Je wärmer es ist, je mehr also auch die Meßflüssigkeit erwärmt wird, um so stärker dehnt sie sich aus. Dadurch steigt sie im Meßröhrchen, hinter dem auf der Skala die jeweiligen Temperaturwerte abgelesen werden können. Dies ist schon in der Abbildung zum ersten Experiment beschrieben. Halt! Da stimmt etwas nicht! Denn das Experiment Nr. 4 hat doch gezeigt, daß dort, wo Luft ist, kein Wasser sein kann. Genau wie bei dem Glas damals, kann ja wohl auch der Alkohol nicht in ein luftgefülltes Röhrchen. Und weil das auch die Erfinder vom Thermometer gemerkt haben, haben Sie fast alle Luft aus dem Röhrchen herausgepumpt. Das Röhrchen ist also fast luftleer und deshalb kann der Alkohol dort hinein.

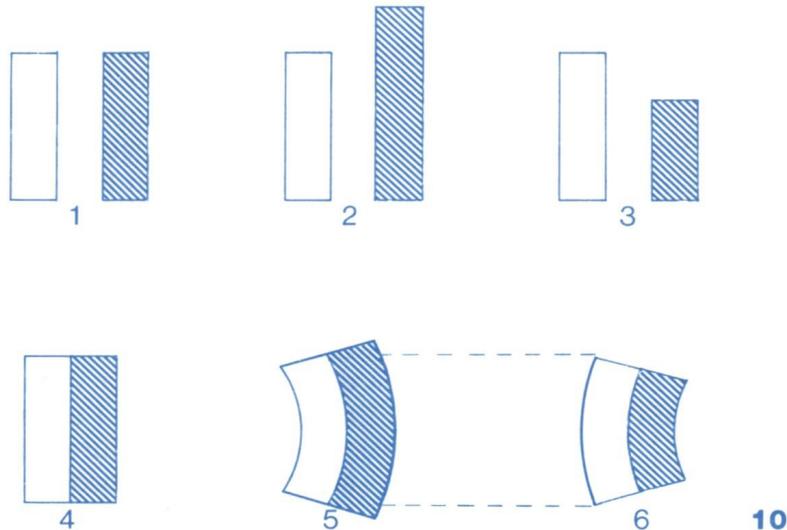
13. Die ungleichen Brüder

Schaut Euch zuerst einmal Abbildung 10 an. Da findet Ihr in der oberen Reihe jeweils 2 Balken, die ungleiche und deshalb auch schwarz und weiß dargestellte Brüder sein sollen. Ganz links sind sie noch gleich groß und stehen friedlich nebeneinander. Nun wird es wärmer. Die beiden ungleichen Brüder reagieren darauf unterschiedlich. Der weiße bleibt wie er ist, was kümmert ihn schon, daß es wärmer geworden ist. Der schwarze dagegen streckt und reckt sich, als er die Wärme spürt, und wächst dadurch ein Stück über den anderen hinaus. Umgekehrt ist es bei Abb. 10.3., die den Fall darstellt, wenn es kälter geworden ist. Den weißen rührt dies nun wiederum auch nicht. Der schwarze aber macht sich kleiner und kleiner und geht zusammen und ist dann einen Kopf niedriger als sein Bruder.

Jetzt kommt etwas ganz Verrücktes. Klebt in Gedanken die beiden Brüder zusammen, Nase auf

Nase, Bauch auf Bauch, Bein an Bein. Und was passiert nun? Solange sie gleich groß sind, kleben sie brav nebeneinander, als ob die beiden einen Spazierstock verschluckt hätten. Sobald es nun aber wärmer wird und der Schwarze sich ausdehnt, müssen sich beide krümmen. (Abb. 10.5.) Das ist ähnlich wie bei einer Aschenbahn in der Kurve. Die innere Kurve ist die kürzere. Die danebenliegende ist bereits länger und umgekehrt. Bei Abb. 10.6. ist es wieder kälter geworden. Jetzt geht die Krümmung nach der anderen Seite, denn der Schwarze ist jetzt der Kleinere. Gewissermaßen die Innenbahn dieser Kurve.

Es gibt nun viele solcher unterschiedlichen Brüder unter den Werkstoffen. So hat man zwei verschiedene Metalle genommen und diese aufeinandergelinkt. Zwei lange, so geklebte Metallbänder werden dann zu einer Spirale gewickelt, wie Ihr sie in Eurem Experimentierkasten findet. Diese Spirale verhält sich nun genau so wie die ungleichen Brüder. Und mit dieser Spirale sollt Ihr jetzt ein Thermometer bauen, welches Ihr bei einem späteren Experiment braucht.



Bauanleitung: Spiralthermometer

Aus dem Tütchen mit den Spiralen nehmt die mit dem kürzeren Zeiger heraus und dazu einen Stellbolzen mit geschlitztem Kopf. Die Spirale mit der einen Seite so auf den Tisch legen, daß zwischen Tisch und Spirale ein kleiner Abstand entsteht, so daß sich die Spirale frei bewegen kann. Dies ist die richtige Spirallage. Prüft dies nochmals dadurch, indem Ihr die Spirale leicht anhaucht. Der Zeiger muß sich jetzt im Uhrzeigersinn drehen. Nehmt nun den mit einer Temperaturskala und mit einem Loch versehenen Karton. Schiebt den Stellbolzen von hinten durch den Karton durch und legt beides auf eine feste Unterlage, so daß die Bolzenspitze herauschaut und Ihr die Skala seht. Auf die Bolzenspitze wird nun die Spirale aufgedrückt. Schlagt sie vorsichtig mit einem kleinen Hammer solange tiefer, bis sie fest sitzt und beim Aufheben des Kartons und beim Anblasen des Zeigers sich nicht mehr dreht.

Das richtige Einstellen der Spirale geschieht dadurch, daß Ihr mit einem kleinen Schraubenzieher mit einem Schlitz versehenen Bolzen dreht. Diese sogenannte ‚Eichung‘ des Thermometers im Zimmer müßt Ihr an einem Platz machen, wo die Sonne auf keinen Fall hinscheint. Dazu nehmt eines der beiden anderen Thermometer. Legt es neben das Spiralthermometer und wartet etwa eine Viertelstunde, bis sich beide Thermometer genau auf die Temperatur der Luft eingestellt haben. Dann das Spiralthermometer vorsichtig hochheben und solange wie oben beschrieben verstellen, bis der Zeiger auf die Temperatur zeigt, die das andere Thermometer anzeigt. Ihr habt nun ein Instrument, das Ihr auch zum Beispiel in Eurem Zimmer aufhängen könnt. Aber noch einmal: Vergeßt nicht, es darf niemals die Sonne darauf scheinen.

14. Ein fröhlicher und ein trauriger Tag

Wie unterschiedlich die Temperatur im Laufe eines Jahres sein kann, das wißt Ihr alle. Im Sommer klettert das Thermometer manchmal über 30 Grad und an sehr kalten Tagen zeigt das Thermometer auch einmal minus 20 Grad oder noch darunter an. Ihr könnt dies nun ja selber messen, beispielsweise an jedem Tag etwa dreimal, morgens, mittags und abends; immer zur gleichen Zeit. Mindestens dreimal am Tag deshalb, weil sich die Temperatur innerhalb eines Tages manchmal mehr oder weniger ändert.

Messung: Tagesgang der Lufttemperatur

Nun sollt Ihr wie richtige Meteorologen arbeiten und richtige Meßreihen, wie man das nennt, durchführen. Dazu findet Ihr in dem Experimentierkasten das Protokollformular Nr. I. Wenn man solche Messungen machen will, muß man unbedingt alle Werte, die man abliest, aufschreiben. Und so liegt auch in jeder Wetterstation ein großes Buch aus, in dem alle gemessenen Werte sofort eingetragen werden. Bei dieser Gelegenheit ein wichtiger Tip: Es wäre gut, wenn Ihr Euch jetzt ein Notizbüchlein besorgt, am besten einen Kalender, der für jeden Tag eine ganze Seite Platz hat. Dies ist dann Euer Wetterbuch, in das Ihr wichtige Beobachtungen (Regenbogen, Gewitter, Hagel usw.) eintragen könnt.

Zunächst einmal beobachtet Ihr die Änderungen der Lufttemperatur während des Tages. Wenn Ihr auf das Formular I schaut, seht Ihr dort, daß verschiedene Zeilen für verschiedene Tage vorbereitet sind. Jede Zeile bedeutet also einen bestimmten Tag, dessen Datum Ihr immer vorne eintragt. Dann

findet Ihr 25 Spalten, in die die verschiedenen Temperaturen von 0 bis 24 Uhr eingetragen werden. Jedes Kästchen entspricht einem Temperaturwert und zwar dem, der jeweils zu jeder vollen Stunde abgelesen wird. Der Wert um 5 Uhr wird also in die Spalte eingetragen wo eine 5 steht und der Wert nachmittags 15 Uhr, in die Spalte 15.

Nun müßt Ihr keinen Schreck bekommen und meinen, ab sofort sei es um Euren gesunden Schlaf getan. Ihr müßt Euch natürlich nicht die ganze Nacht um die Ohren schlagen. Wenn Ihr dürft, stellt Euch an solchen Versuchstagen einmal den Wecker. Vielleicht einmal um 0 Uhr, also um Mitternacht. Lest dann das Thermometer schnell ab, tragt den Temperaturwert sofort ein und dann zurück ins Bett. Die nächste Messung macht Ihr dann gleich nach dem Aufstehen, wenn Ihr nicht ganz fleißig auch zwischendurch einen Wert ablesen wollt. Um es noch einmal zu betonen: Je mehr Stunden-Ableasuren gemacht werden, um so genauer wird natürlich die Tageskurve der Temperatur. Aber es macht auch nichts, wenn Ihr einmal ein paar Stunden überspringt; so in etwa werdet Ihr auch in diesem Fall das richtige Ergebnis erhalten. Es ist allerdings langweilig an jedem Tag immer wieder was ganz Ähnliches herauszubekommen, deshalb ein Vorschlag zur Auswahl der Meßtage, an denen verschiedene Tagesverläufe der Temperatur zu erwarten sind:

Ein Sommertag, wolkenlos, gute Sicht.

Ein Sommertag, halb bewölkt, gute Sicht oder dunstig.

Ein Sommertag, ganz bewölkt, gute Sicht oder dunstig.

Ein Tag mit dichtem Nebel.

Ein Wintertag, wolkenlos mit guter Sicht.

Ihr werdet es selbst bemerken, je weniger Wolken oder Nebel die Sonne stören, um so mehr ändert sich im allgemeinen die Temperatur eines Tages.

Nun kann man mit solchen Zahlenreihen auf den ersten Blick sehr wenig anfangen. Deshalb hat man schon früh eine Methode erfunden, diese Zahlenreihen anschaulicher darzustellen, nämlich in Form einer Kurve. Dazu gibt es in Eurem Experimentierkasten ein Diagramm-Formular II. Auf der linken Seite dieses Formulars seht Ihr von unten nach oben eine Temperaturskala eingezeichnet, genau so wie Ihr sie auf Eurem Thermometer findet. Unten ist von links nach rechts wieder die Tageszeit eingetragen. Diesesmal bedeutet jedoch der nach oben zeigende Strich die volle Stunde. Hier könnt Ihr nun Eure gemessenen Werte von der Tabelle her eintragen. Gut ist es, wenn man zum Beispiel einen Sommertag und einen Nebeltag auf das gleiche Blatt zeichnet, evtl. mit verschiedenen Farben.

Um Euch das Eintragen zu erklären, hier drei Beispiele. Angenommen Ihr habt um 8 Uhr einen Wert von 16 Grad gemessen, dann geht Ihr unten auf der Skala so weit nach rechts, bis die 8 erscheint und über der 8 nach oben, solange, bis Ihr auf der Höhe seid, auf der links der Thermometerskalenwert 16 liegt. Wenn Ihr das richtig gemacht habt, müßt Ihr an dem Punkt ankommen, der mit X bezeichnet ist. Der Punkt Y bedeutet, daß um 15 Uhr der Wert von 24 Grad gemessen wurde. Und ein Beispiel aus einem Wintertag: Der Punkt Z bedeutet, daß um 21 Uhr die Temperatur minus 3 Grad betrug. Zur Veranschaulichung der Temperaturänderung innerhalb eines Tages werden später Eure Messpunkte miteinander verbunden. Nach der Vorlage könnt Ihr Euch natürlich Formulare in beliebiger Zahl anfertigen, sowohl für die stündlichen Eintragungen, als auch für die Zeichnung der Temperaturkurve.

15. Im Reich des Maulwurfs gibt es keine Hektik

Es geht weiter mit der Messung. Diesmal wird jedoch nicht die Temperatur der Luft gemessen, sondern die Temperatur des Erdbodens. Na, werdet Ihr sagen, was soll dieser Unsinn? In der Erde gibt es doch kein Wetter! Das ist wahr. Aber die oberste Schicht des Erdbodens bis in einige Meter Tiefe nimmt am Wettergeschehen stark teil. Ihr wißt ja schon, wie unterschiedlich die Sonnenstrahlen von der Erde verschluckt werden. Und dann könnt Ihr Euch vorstellen, daß es für den Landwirt sehr wichtig ist zu wissen, wie die Temperatur im Erdboden ist; dort wo die Pflanzen wurzeln und der Samen keimt. Ganz besonders wichtig ist es für den Landwirt natürlich zu wissen, bis in welche Tiefen er mit Frost zu rechnen hat. Deshalb gehört auch diese Schicht des Erdbodens noch in das Gebiet, das den Meteorologen interessiert.

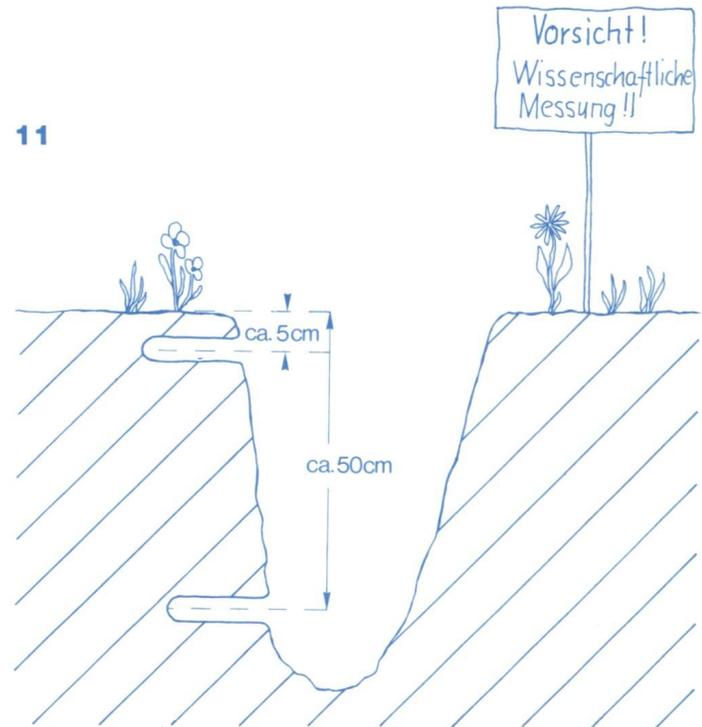
Messung: Tagesgang der Erdbodentemperatur

Ihr braucht: 2 Flüssigkeitsthermometer, Spiralthermometer.

Außerdem: Etwas Holzwolle oder Zeitungspapier, eine Plastikeinkaufstüte, ein Brett und einen Spaten oder eine Schippe.

Zunächst braucht Ihr einmal ein Loch im Erdboden in einer stillen Ecke, dort wo es keinen stört und wo keine wertvollen Pflanzen wachsen; aber nicht gerade dort, wo Fußgänger gehen oder wo Autos fahren. Die Größe des Loches entnehmt Ihr der Abb. 11.

11



Die beiden waagerechten ‚Mäusegänge‘ dienen dazu, die Thermometer hineinzustecken. Zu jeder Messung wird das Thermometer kurz herausgezogen, schnell abgelesen und dann wieder hineinsteckt. Nach der Messung wird die Grube mit Holzwolle oder Zeitungspapier ausgefüllt und sofort mit einem Brett und einer Plastiktüte so abgedeckt, daß kein Wasser in die Grube fließen kann und auch keiner darauftritt und Eure ganze Meßstelle kaputt macht. Hängt am besten ein Schild auf: Vorsicht! Wissenschaftliche Messung! Und nun meßt gleichzeitig die Lufttemperatur mit dem Spiralthermometer, die Erdbodentemperatur in 5 cm Tiefe und die Erdbodentemperatur in 50 cm Tiefe. Die Meßwerte tragt ebenfalls wieder in das Protokollblatt I ein, wobei Ihr diesmal natürlich 3 Formulare braucht. Für die Lufttemperatur, für die Erdboden-

temperatur in 5 cm Tiefe und die Erdbodentemperatur in 50 cm Tiefe. Auch das Einzeichnen der Werte im Diagrammformular Nr. II geschieht in der gleichen Weise wie im vorigen Abschnitt beschrieben. Besonders anschaulich ist es, die Tagesläufe der Lufttemperatur und der Erdbodentemperaturen mit verschiedenen Farben auf dasselbe Blatt zu zeichnen. Die Messungen sollten an einem strahlend schönen Hochsommertag, an einem düsteren, nebligen Herbsttag und auch an einem Wintertag mit Wolken, wenn bereits eine Schneedecke über der Meßstelle liegt, durchgeführt werden. Wen es besonders interessiert, der wird an den Tagen, an denen im Radio und Fernsehen vor Bodenfrost gewarnt wird, wie ein Luchs aufpassen, ob das Thermometer in 5 cm Tiefe unter Null Grad herabsinkt. Ihr werdet bald merken, daß Ihr das Erdbodenthermometer gar nicht jede Stunde abzulesen braucht. Die Temperaturen ändern sich dort wesentlich langsamer als in der Luft. Aber damit ist Euch schon fast zuviel verraten. Geht an die Arbeit und seht selbst.

16. Aufwärts geht's — abwärts geht's

Erinnert Euch kurz an das Experiment Nr. 8. Dort hattet Ihr eine Waage aus 2 Plastiktüten gebaut und gezeigt, daß die Wärme die Mollis aus der Tüte hinaustreibt. In der Tüte mit der erwärmten Luft waren also weniger Mollis oder mit anderen Worten: Eine Tüte mit warmer Luft wiegt weniger als eine Tüte mit kalter Luft.

Nun gibt es in dem Wettergeschehen keine ‚Plastiktüten‘. Ihr braucht sie auch gar nicht. Zaubert sie in Gedanken einfach weg und macht sie unsichtbar. Was übrig bleibt sind dann sogenannte Luftpakete oder Luftballen mit unterschiedlicher Temperatur. Solche Luftballen gibt es nun in den

verschiedensten Größen überall in der uns umgebenden Lufthülle auf der gesamten Erde. Die Bewegung dieser Luftballen aufwärts und abwärts und in alle vier Himmelsrichtungen spielt beim Wetter eine ganz wichtige Rolle. Siehe dann auch Kapitel 19, 28 und 33. Und weil dies so wichtig ist, hier ein Experiment.

Experiment: Aufwinde und Abwinde

Ihr braucht: Reagenzglas, Meßbecher, rotes Farbmittel, kleiner Korken.

Außerdem: Speiseöl, Wasser und 1 Teelöffel Salz.

Das was mit diesem Experiment zu beweisen ist, wird sehr anschaulich werden. Verwendet statt der leichten, also warmen Luft eine leichte Flüssigkeit. Das ist zum Beispiel Speiseöl. Anstelle der schweren, kalten Luft verwendet eine schwere Flüssigkeit, nämlich Wasser. Mit dem roten Farbstoff den Meßbecher mit Wasser schön rot färben und einen Teelöffel Salz dazugeben. So, nun entspricht die rote, schwere Flüssigkeit also der kalten Luft. Davon in das Reagenzglas soviel hineinfüllen, daß über der Wasseroberfläche noch 2 cm Platz bis zum Rand sind. Darüber gießt Ihr etwa 1 cm hoch die leichtere Flüssigkeit, das Speiseöl, das der leichteren, der wärmeren Luft entspricht. Verschließt nun das Reagenzglas mit dem kleinen Korken. Jetzt seht Ihr, daß die kalte Luft unten lagert und die warme Luft oben. Dies ist ein Zustand, der sich zunächst gar nicht ändert. Jetzt das ganze Reagenzglas umdrehen, also auf den Kopf stellen und sehen was passiert. Das Speiseöl, also die warme Luft, die zunächst unten war steigt durch das Wasser (die kalte Luft) nach oben. Habt etwas Geduld, und helft nötigenfalls mit etwas Schütteln nach. Was Ihr an diesem Experiment seht, ist das gleiche was in der Natur passiert, wenn sich ein warmer Luftballen oder ein warmes Luftpaket, das sich unten am Erdboden befindet, von der Erde ablöst und nach oben steigt.

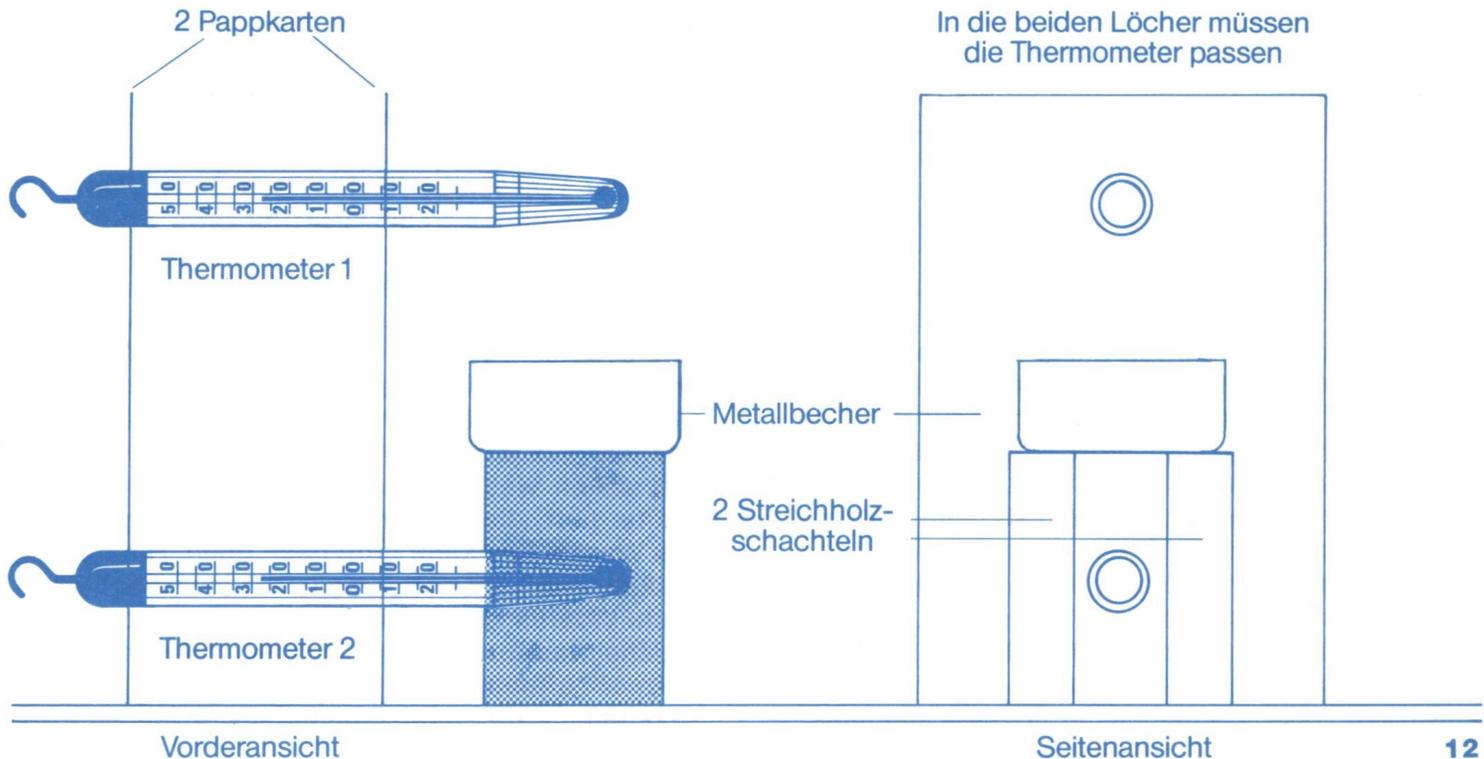
17. Das Thermometer bringt es an den Tag

Teil I

Manche von Euch werden sagen, na, Wasser und Speiseöl das ist doch kein Kunststück. Aber ob das wirklich mit der warmen und mit der kalten Luft so ist? Den Zweiflern soll geholfen werden. Leider gibt es kein Mittel, warme Luft anders einzufärben als kalte Luft. Aber Ihr könnt inzwischen zeigen, ob Luft kalt oder warm ist. Nämlich mit Thermometern. Zwei davon benutzen wir da als Luftdetektive.

Experiment: Absinken von Kaltluft

Ihr braucht: Steifen Pappkarton, 2 Thermometer, Metallbecher.
Außerdem: 2 Streichholzschachteln, 3 Eiswürfel.



Nehmt zwei Streifen Pappkarton, wie Abb. 12 zeigt, die etwa 12 cm hoch und 8 cm breit sind. Die linke Seite dieser Abb. zeigt die Meßapparatur von vorn, also von dort, wo Ihr beobachtet. Schneidet 2 Löcher in die Pappkartons, von denen das untere Loch ca. 2,5 cm und das obere ca. 10 cm vom unteren Kartonrand entfernt ist, wie das die rechte Skizze zeigt. Wichtig ist, daß die Löcher in beiden Kartons gleich hoch sind. Durch die Lochpaare die beiden Thermometer durchstecken und die Skala so drehen, daß man sie von vorn ablesen kann. Bei der Versuchsanordnung sollen die Thermometer etwa zur Hälfte aus dem rechten Pappkarton heraus schauen. Diese Anordnung auf einen Tisch in der Küche oder im Zimmer stellen. Wichtig ist, daß es in dem Raum nicht zieht, weil das die Luftbewegung, die Ihr beobachten wollt, stören könnte. Je eine Streichholzschachtel stellt Ihr hochkant vor und hinter das untere Thermometer. Und zwar so, daß sie das Thermometer nicht berühren. Auf die beiden Streichholzschachteln den Metallbecher mit der Öffnung nach oben setzen. Zum Beginn des Versuches müßt Ihr abwarten, bis beide Thermometer die gleiche Temperatur haben und diese Temperatur in Euer Beobachtungsbüchlein schreiben. Dann nehmt Ihr aus dem Kühlschrank einen Eiswürfel und legt ihn in den Metallbecher.

Was passiert? Das Eis kühlt die Luft in der unmittelbaren Umgebung des Metallbechers ab. Diese kalt gewordene Luft sinkt nun herab, weil sie schwerer ist als die warme Luft im Zimmer. Nun noch etwas Geduld. Nach etwa 10 bis 20 Minuten werdet Ihr das Ergebnis sehen: Das obere Thermometer hat seine Temperatur, die Ihr notiert habt, praktisch behalten. Die Temperatur des unteren Thermometers ist aber um ca. 5 Grad, ja vielleicht noch mehr, gefallen, weil die Kaltluft herabgesunken und am unteren Thermometer vorbeigeströmt ist.

18. Das Thermometer bringt es an den Tag

Teil II

Um aber auch die größten Zweifler unter Euch zu überzeugen, die jetzt sagen: Na, ja, mit kalter Luft geht das, aber funktioniert das auch mit warmer Luft, folgt Teil II.

Experiment: Aufsteigen von Warmluft

Ihr braucht: Teelicht und die Meßanordnung von Experiment 17.

In einiger Entfernung von der Meßanordnung zündet Ihr das Teelicht an und wartet bis das Stearin (Kerzenwachs) flüssig geworden ist. Dann das Teelicht ausblasen und warten bis die obere Schicht des Stearins fest geworden ist. Nun lest die Temperaturen der beiden Thermometer ab und schreibt sie auf, sobald sie wieder gleich sind. Vorsichtig nun den Metallbecher mit dem heißen Stearin nehmen und ihn auf die beiden Streichholzschachteln stellen. Aber Vorsicht! Das Licht darf dabei nicht brennen, sonst ist nämlich mit Sicherheit das obere Thermometer kaputt! Statt der kalten Luft habt Ihr jetzt einen warmen Block zwischen den Thermometern. Die Luft in der Umgebung des Metallbechers wird erwärmt, wird leichter und steigt hoch.

Wartet wieder 10 bis 20 Minuten und beobachtet. Jetzt bleibt das untere Thermometer praktisch auf dem gleichen Temperaturwert wie bei dem vorigen Versuch, während Ihr auf dem oberen Thermometer einen etwa 5 bis 10 Grad höheren Wert ablest. Dies ist also der Beweis, daß tatsächlich warme Luft aufgestiegen ist und das obere Thermometer umspült hat. Jetzt seid Ihr bestimmt alle überzeugt.

19. Im Paradies der Segelflieger

Noch gut können wir uns an den Tag erinnern, an dem wir bei strahlend schönem Wetter auf einem kleinen Flugplatz waren, der den Segelfliegern gehört. Ein Freund von uns, ein begeisterter Segelflieger, wollte an diesem Tag hoch hinaus. Er ließ sich mit seinem Segelflugzeug und einer Motorwinde einige hundert Meter hochschleppen, klinkte aus und stieg dann aus eigener Kraft immer höher, immer höher. Er hat an diesem Tag einen neuen Höhenrekord geschafft. Über 9.000 m. Und das alles ohne Düsen, ohne Propeller!

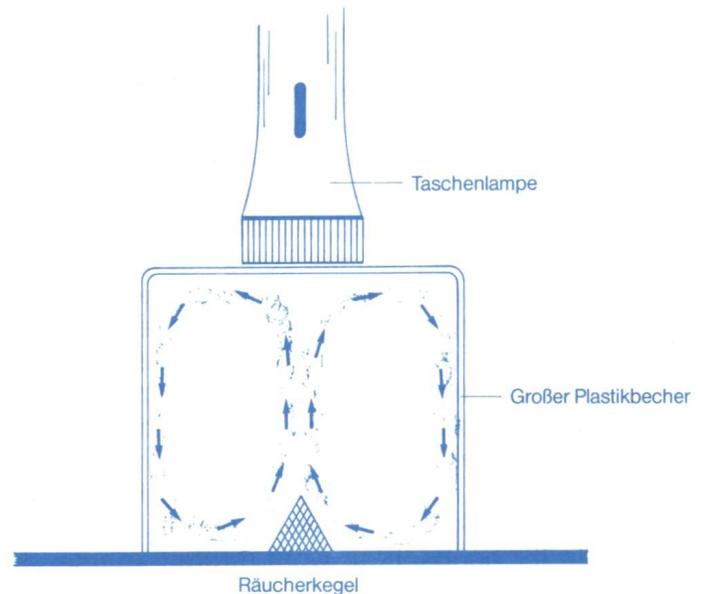
Wie ist das möglich? Ihr werdet es schon ahnen. Er ließ sich einfach „von der hochsteigenden Luft“ mit hinaufnehmen. Es gehört natürlich ein erfahrener Blick und viel Gespür dazu, herauszubekommen, wo die Luft aufwärts steigt. Da gibt es richtige Aufwindschläuche, wie man das nennt. Das sind Luftsäulen, die sich nach oben bewegen. Der Segelflieger nennt das: Eine gute Thermik. Wie das etwa aussieht, seht Ihr beim nächsten Versuch.

Experiment: Thermik, Aufwinde und Abwinde, Zirkulation

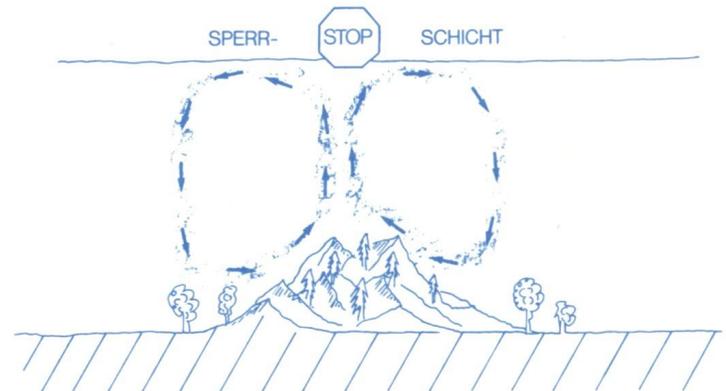
Ihr braucht: Großen Plastikbecher, Rauchkerze mit Untersatz.

Außerdem: Taschenlampe.

In einem abgedunkelten Raum Rauchkegel anzünden und auf Untersatz stellen. Plastikbecher überstülpen und auf den Becher eingeschaltete Taschenlampe setzen (Abb. 13).



13



Wenn Ihr genau hinseht, werdet Ihr folgendes entdecken: In der Mitte über dem Rauchkegel steigt ein begrenzter heißer Luftstrom, der hier durch den Rauch sichtbar wird, nach oben bis an die obere Grenze des Plastikgefäßes. An dieser oberen Grenze verzweigt sich der Luft- oder Rauchstrom nun nach allen Seiten und fällt abgekühlt wieder nach unten. Dort wird er wieder sofort von dem in der Mitte hochsteigenden Luftstrom angesaugt. Das Ergebnis ist ein ständiger Kreislauf oder, wie die Meteorologen sagen, eine Zirkulation.

Natürlich gibt es in der Natur keine im Gelände stehenden Rauchkerzen, welche die Luft so anheizen, daß sie nach oben steigt. Sie sind vielmehr (wie Ihr bereits wißt) zum Beispiel dunkle Wälder, über denen die Luft stark erwärmt wird und dann aufsteigt wie in Abb. 13 angedeutet. Mit Recht werdet Ihr nun sagen: Ja, steigt diese Luft denn nicht immer höher und höher? Nein! Genau wie das Plastikgefäß eine Begrenzung hat, gibt es auch solche Grenz- oder Sperrschichten in der uns umgebenden Luft. Für alle aufwärtssteigenden Luftpakete, Luftballen oder Luftschläuche heißt es an solchen Sperrschichten: Stop! Das ist gar keine Zauberei. Die Erklärung dafür ist ziemlich einfach. Über solcher Sperrschicht befindet sich nämlich aus Gründen, die Ihr noch im Kapitel 28 kennenlernt, eine wärmere Luft als die von unten aufsteigende, so daß diese dann nicht mehr höher steigen kann.

In einem solchen Luftschlauch, wie Ihr ihn in dem angedeuteten bewaldeten Gebirgsfelsen erkennt, kann ein Segelflieger lange kreisen und wird dabei von der Luft immer höher getragen. Dies ist des Rätsels Lösung.

Ihr habt eben von einer Sperrschicht gelesen. Das ist gar nicht so etwas seltenes in der Lufthülle. Solche Sperrschichten gibt es in den verschiedensten Höhen. Schon in 50 m Höhe, aber auch in einigen hundert Metern oder noch höher. Diese Sperrschichten wechseln im allgemeinen von Tag zu Tag ihre Lage und ihre Höhe.

Eine Sperrschicht ist aber immer da: Sie liegt bei uns in etwa 10 km Höhe. Und nicht nur bei uns existiert sie, nein rund um die ganze Erde. Überall könnt Ihr Euch Stoppschilder denken, überall ein absolutes Verbot für alle Luftströmungen weiter hinaufzusteigen. Diese Sperrschicht mit den vielen Stoppschildern ist eine wichtige Grenze. Sie sagt nämlich, daß hier Schluß ist mit dem Wetter. Über dieser Sperrschicht gibt es kein Wetter. Alle Erscheinungen, wie Wolken und Regen, Schnee und Gewitter spielen sich stets **unter** dieser Sperrschicht in etwa 10 Kilometer, das sind 10.000 Meter Höhe ab. In anderen Worten: Alle Wettererscheinungen sind bei uns auf einen Raum zwischen dem Erdboden und einer Höhe von rund 10 Kilometern beschränkt. Am Äquator liegt diese Sperrschicht einige Kilometer höher, am Nord- oder Südpol einige Kilometer niedriger. Ein Düsenflugzeug, das oft über diese Sperrschicht fliegt, kennt kein Wetter, es sei denn, man schaut aus dem Flugzeug nach unten und sieht dort die Wolkenfelder oder Regengebiete.

20. „Geheimsprache“ (Wettersymbole)

Vielleicht raucht Euch jetzt der Kopf vor lauter Luftbewegungen. Also eine kleine Verschnaufpause, in der Ihr den Meteorologen in die Karten schauen sollt. Diese Leute haben nämlich eine Geheimsprache mit vielen komischen Zeichen, die alles mögliche bedeuten. Und in diese Geheimsprache sollt Ihr jetzt eingeweiht werden.

Es war den Meteorologen nämlich zu dumm, immer alle Wetterbeobachtungen in langen und umständlichen Worten hinzuschreiben. So hat man sich auf der ganzen Welt auf bestimmte Figuren geeinigt. Diese erscheinen auf allen Wetterkarten. Hier nun einige Zeichen, die Ihr natürlich auch für Eure Eintragungen im Wettertagebuch verwenden solltet.

	wolkenloser Himmel
	Himmel zu 3/4 mit Wolken bedeckt
	Dunst
	Nebel
	Nieseln
	Regen
	Schnee
	Gewitter
	schwacher Wind aus Nord
	schwacher Wind aus Ost
	schwacher Wind aus West
	schwacher Wind aus Süd
	starker Wind aus Nord
	Kaltfront

21. Wir pfeifen auf den nassen Zeigefinger

In den bisherigen Kapiteln war die Rede von Luftbewegungen; Luft die aufsteigt; Luft, die herunterfällt. Immer hat sich irgendwie die Luft von oben nach unten oder von unten nach oben und in eine Himmelsrichtung bewegt. Jetzt ist es wohl an der Zeit, diese Luftbewegungen einmal beim richtigen Namen zu nennen. Man spricht hier vom Wind. Der Wind ist ein Zeichen dafür, daß sich durch ein oder mehrere Vorgänge über kleine oder große Strecken Luft verlagert, Luft bewegt. Dabei läßt sich die Luft manchmal Zeit, oft hat sie es sehr eilig, einmal kommt sie aus dieser Richtung, ein anderes Mal aus jener Richtung. So kommt es zu den verschiedensten Windgeschwindigkeiten. Natürlich könnt Ihr die Windrichtungen so ungefähr feststellen, indem Ihr den Zeigefinger naß macht und ihn in die Luft haltet. Vielleicht wird es dann an einer Seite etwas kühler und diese Seite zeigt in die Richtung, aus der der Wind kommt.

Natürlich ist dies kein richtiges Experiment. Nein, jetzt baut einen richtigen Windmesser nach dem gleichen Prinzip wie ihn auch die Meteorologen verwenden. Mit diesem Windmesser könnt Ihr sowohl die Richtung des Windes bestimmen als auch die Geschwindigkeit.

Bauanleitung: Windmesser

Ihr braucht: Die vorgestanzten Kunststoffteile, ein Stück weißen Karton, einen blauen und einen roten Markierungspunkt.

Außerdem: Schere, Feile und etwas Klebstoff.

Und nun geht es los:

Mit der Schere schneidet Ihr alle Teile des Windmessers aus der Gesamtform aus. Dann entfernt Ihr alle Kanten mit der Feile, so daß die einzelnen Teile genau ihren Abmessungen entsprechen. (Abb. 14 a)

In Abb. 14 b seht Ihr, wie der Windmesser zusammengesetzt wird. Das sind die Einzelteile:

- A — Tourenzähler
- B — Haltefeil
- C — Übersetzungs-Zahnrad
- D — Drehstern für die Windschalen
- E — Achse zum Aufstecken
- F — drei Windschalen
- G — Windrichtungsanzeiger
- H — drei Klemmringe
- K — Leitplatte für Windrichtungsanzeiger

Ihr geht folgendermaßen vor:

Abb. 14 c:
Schiebt den Tourenzähler (A) von unten durch die hintere Öffnung des Haltefeils (B). Übersetzungs-Zahnrad (C) von oben aufdrücken.

Abb. 14 d:
Schneidet zwei Stückchen weißen Karton aus und klebt sie auf beide Seiten des Tourenzählers (A). Auf beide Seiten gehören dann noch je ein roter und grüner Markierungspunkt. Sie erleichtern das Zählen der Umdrehungen.

Abb. 14 e:
Schiebt dann die Achse (E) durch die größere Öffnung im Haltefeil (B). Sie rastet ein.

Abb 14 f:
Die drei Windschalen (F) in die Halterungen des Drehsterns (D) einklinken und eventuell mit etwas Plastik-Kleber vorsichtig ankleben.

Abb. 14 g:
Den Drehstern (D) mit den Windschalen auf die Achse (E) aufstecken. Paßt bitte auf, daß die Zahnräder genau ineinandergreifen.

Nun pustet mal ein wenig: Der Drehstern muß sich jetzt drehen. (Andernfalls müßt Ihr die Plastikteile gut abfeilen, damit alle Grate verschwunden sind.)

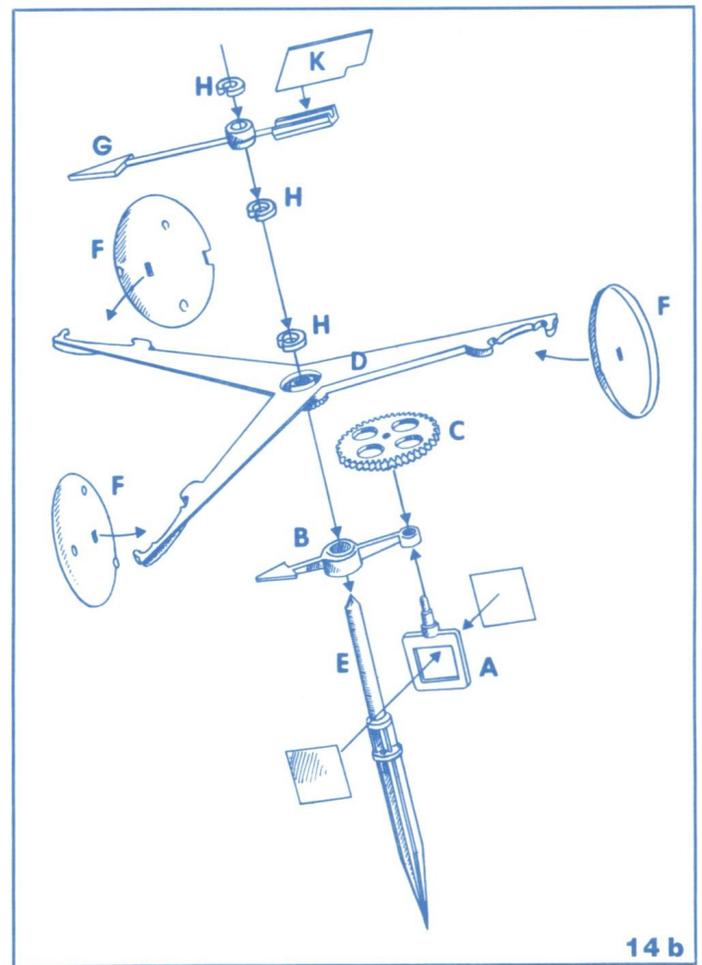
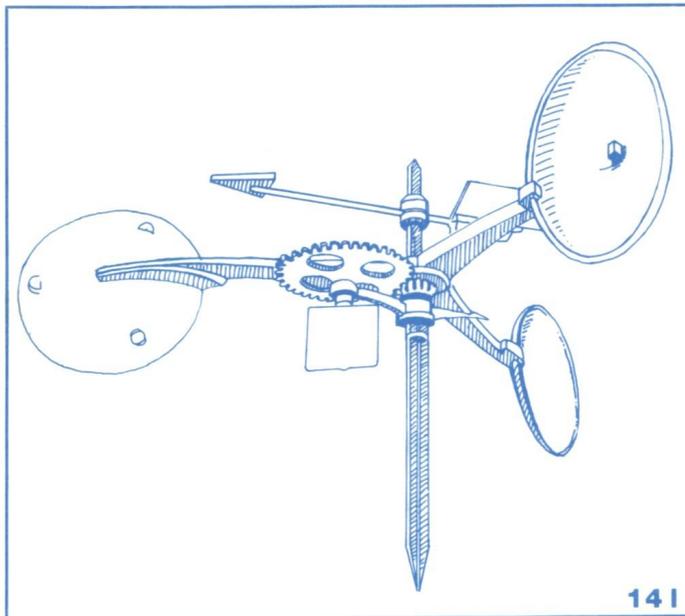
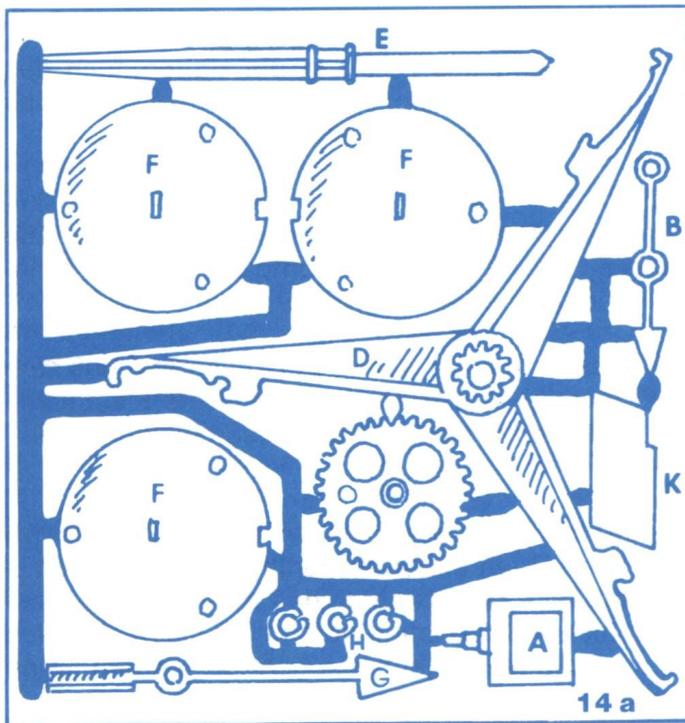
Abb. 14 h:
Sichert den Drehstern mit einem Klemmring (H) und setzt einen anderen Klemmring zwei Zentimeter höher auf die Achse. In das Achslager von Tourenzähler und Drehstern kommt ein kleiner Tropfen Öl, weil die Meßergebnisse genauer werden, wenn wenig Reibung beim Drehen auftritt.

Abb. 14 i:
Die Leitplatte (K) wird dann in die Rille im Windrichtungsanzeiger (G) gedrückt.

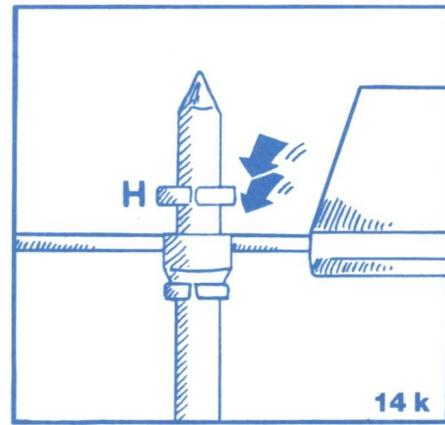
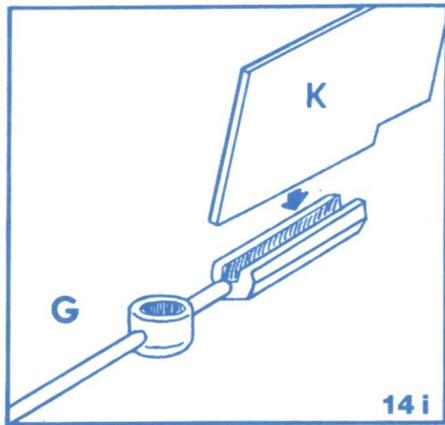
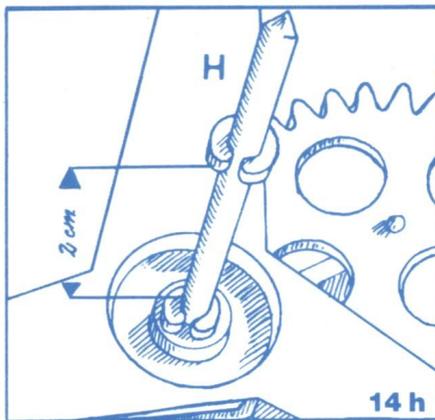
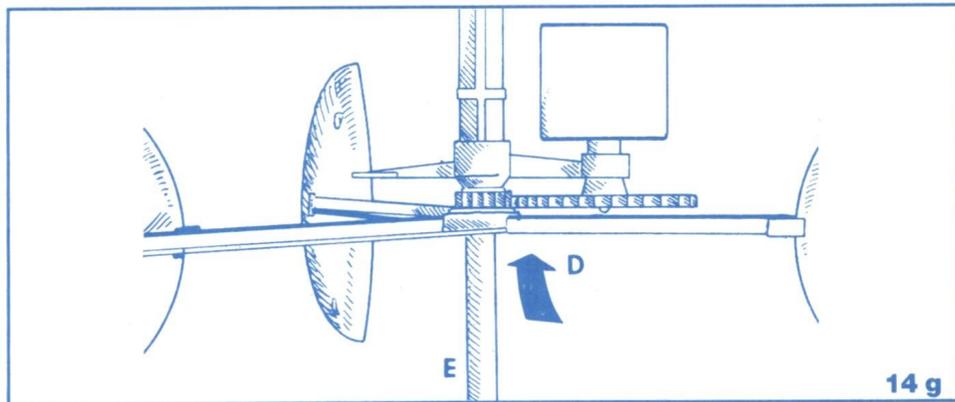
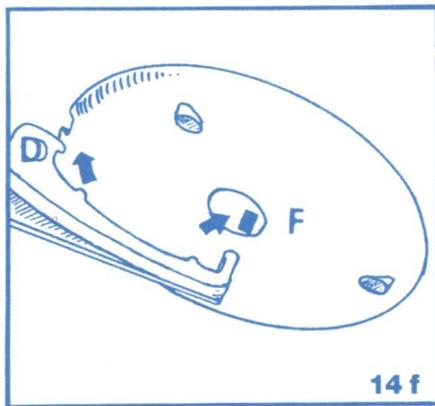
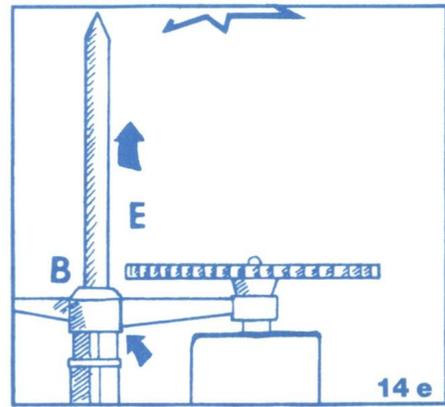
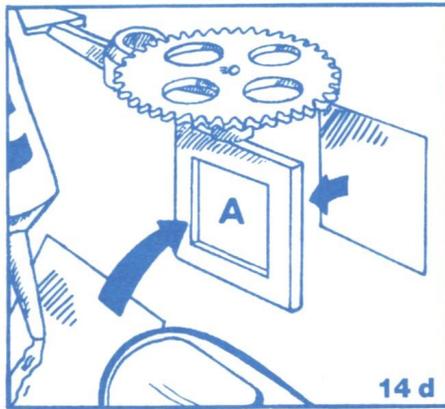
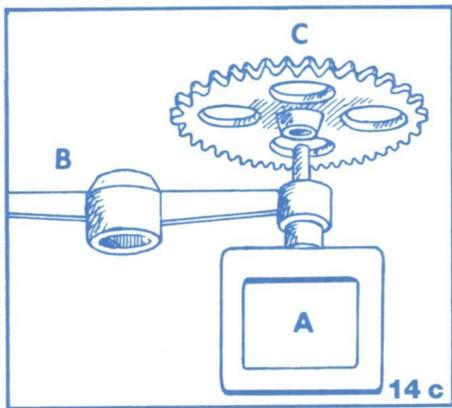
Abb. 14 k:
Nun setzt Ihr den Windrichtungsanzeiger auf die Achse und schiebt den letzten Klemmring (H) darauf. Er muß sich leicht drehen lassen (Event. auch hier einen Tropfen Öl verwenden).

Nun ist Euer Windmesser fertig (Abb. 14 l).

Am besten setzt Ihr ihn in einen Blumentopf. Wenn Ihr die Umdrehungen des Tourenzählers pro Minute zählt, könnt Ihr die Windgeschwindigkeit ausrechnen (Siehe nächstes Kapitel).



- A — Tourenzähler
- B — Haltefeil
- C — Übersetzungs-Zahnrad
- D — Drehstern für die Windschalen
- E — Achse zum Aufstecken
- F — drei Windschalen
- G — Windrichtungsanzeiger
- H — drei Klemmringe
- K — Leitplatte für Windrichtungsanzeiger



22. Windstärke

Es ist uns nicht bekannt, ob der Mann, der die Windstärken festgelegt hat, wirklich schön und stark war. Er heißt aber nun mal Beaufort, das ist französisch und heißt schön und stark.

Dieser kluge Mann hat den verschiedenen Windstärken jeweils eine Zahl zugeordnet, wobei kleine Zahlen schwache Winde, größere Zahlen stärkere Winde bedeuten. Bis heute ist die nach ihm benannte Beaufort-Skala für die Windstärke international im Gebrauch. Damit Ihr die Windgeschwindigkeit und die Windstärke mit Eurem selbstgebastelten Windmesser angeben könnt, findet Ihr in Abbildung 15 eine Windmeßtabelle. In dieser Tabelle steht in der ersten Spalte jeweils die Zahl der Umdrehungen pro Minute des kleinen, zweifarbenen Tourenzählers an Eurem Windmesser und alles andere ist ganz einfach. Beispielsweise habt Ihr gezählt, daß sich der kleine Tourenzähler in der Minute 35 mal dreht. Dann geht Ihr in der ersten Spalte so lange herunter, bis Ihr auf die Zahl 35 stoßt. Daneben könnt Ihr ablesen, daß dies einer Windgeschwindigkeit von 28 km pro Stunde entspricht. Der Herr Beaufort nannte diese Windstärke 4, eine mäßige Brise. Typische Anzeichen für solchen Wind sind schwankende Zweige, aufgewirbelter Staub und herumtanzende Papierfetzen. Natürlich könnt Ihr auch einmal Umdrehungszahlen bekommen, die nicht in der ersten Spalte stehen. Dann wählt Ihr einfach diejenige Zahl, die am dichtesten dranliegt.

Messung: Windstärke und Windrichtung

Ja, nun geht es an die Arbeit. Ihr sollt prüfen, ob diese Windmeßtabelle wirklich stimmt. Dazu sucht Euch Tage mit wenig Wind, mit mittlerem Wind, besonders aber auch stürmische Tage heraus. An einem freien Platz meßt Ihr dann mit Eurem Wind-

messer die Windgeschwindigkeit und kontrolliert dabei, ob die angegebenen Auswirkungen des Windes wirklich stimmen. Tage mit besonders starkem Sturm werden natürlich in dem Wetterbuch notiert. Neben der Windgeschwindigkeit könnt Ihr mit Eurem Windmesser auch die Windrichtung bestimmen. Dazu dreht Ihr das Windmeßgerät am besten so, daß der kleine Haltepfeil, der mit dem Übersetzungszahnrad verbunden ist, nach Norden zeigt (Vergleiche Abb. 3). Der Wind wird immer mit der Richtung angegeben **aus der er kommt!** Der Nordwind kommt also aus Norden, der Ostwind aus Osten und so weiter. Der große Drehpfeil am Windmesser ist so konstruiert, daß er sich mit der Pfeilspitze dort hinstellt, woher der Wind kommt. Zeigt die Pfeilspitze also nach Norden, dann habt Ihr Nordwind. Zeigt sie in die entgegengesetzte Richtung, herrscht Südwind. Wenn Ihr nach Norden schaut, dann liegt Osten rechts von Euch und Westen liegt links von Euch. Somit könnt Ihr die vier Hauptrichtungen bestimmen. Mit etwas Geschick werdet Ihr es auch schaffen, die dazwischenliegenden Windrichtungen abzulesen. Wenn der Pfeil nicht nach Norden und nicht nach Osten, sondern in eine Richtung, die etwa dazwischen liegt zeigt, dann herrscht Nord-Ost-Wind. Die übrigen Zwischenrichtungen sind Nord-West, Süd-West und Süd-Ost.

Wenn Ihr auch die Richtungen und Stärken des Windes in Euer Wetterbüchlein an verschiedenen Tagen im Jahr eintragt, könnt Ihr nach einiger Zeit sagen, aus welcher Richtung die kräftigen Winde, die Stürme im Frühling und im Herbst kommen und aus welchen Richtungen der Wind meistens nur schwach weht.

Wind-Meßtabelle

Touren- zähler-Um- drehungen pro Minute	Wind- geschwin- digkeit in km/h	Windstärke (nach Beaufort)	Auswirkungen des Windes	Mit dem Windmesser festgestellt		
				am	am	am
0	0	0 Windstille	Rauch steigt kerzengerade in die Höhe			
1	0,8					
2	1,6	1 Leichter Zug	Die Windrichtung ist nur durch Rauch zu erkennen			
6	4,8					
10	8,0	2 Leichte Brise	Du spürst den Wind im Gesicht. Er säuselt in Blättern			
15	12					
20	16	3 Schwache Brise	Blätter rascheln, dünne Zweige bewegen sich, Fahnen beginnen zu flattern			
25	20					
30	24	4 Mäßige Brise	Zweige schwanken. Wind wirbelt Staub auf und Papierfetzen vor sich her			
35	28					
40	32	5 Frische Brise	Kleine Bäume beginnen zu schwanken. Kleine Wellen auf Teichen und Seen			
45	36					
50	40					
55	44	6 Starker Wind	Wind beginnt, an Telefondrähten zu pfeifen. Starke Äste schwanken			
60	48					
70	56	7 Steifer Wind	Behindert beim Gehen; größere Bäume schwanken. Regenschirme klappen um			
80	64	8 Stürmischer Wind	Bricht Zweige, behindert sehr stark beim Gehen. Brecher auf Seen und Teichen			
90	72					
100	80	9 Sturm	Verursacht leichtere Schäden an Dächern. Bricht stärkere Äste			
110	88					
115	92	10 Schwerer Sturm	Entwurzelt Bäume, schwere Schäden an Gebäuden			
120	96					
130	104	11 Orkanartiger Sturm	Bricht Lichtungen in Wälder, deckt Häuser ab			
140	112					

23. Wehe, wenn die Winde losgelassen

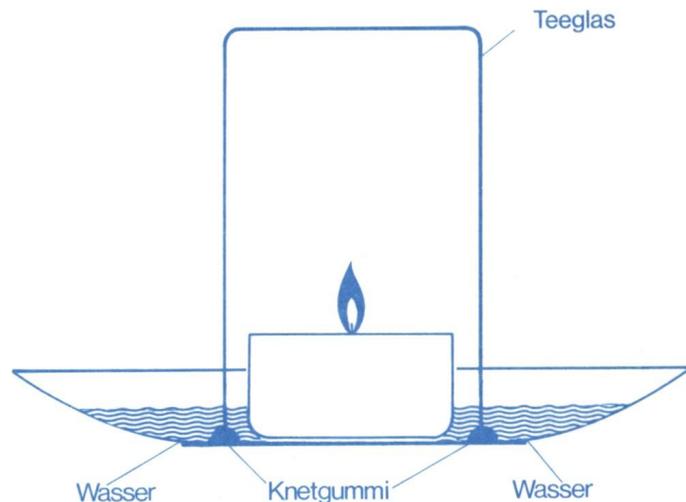
Wenn der Wind mal so richtig tobt und sich zum Sturm oder gar zum Orkan entwickelt, dann kann dies schwere Schäden bringen. Es kann dann zu den gefürchteten Sturmfluten kommen, die ganze Gegenden überspülen, in denen dann die Autos und die Häuser im Wasser stehen. Oder es kommt zu dem sogenannten Windbruch, bei dem in den Wäldern ganze Schneisen geschlagen werden, als ob jemand mit einem riesigen Hobel hindurchgefahren wäre. Gefürchtet sind auch besonders in waldreichen Gebieten die heftigen Stürme, wenn sich ein Waldbrand entwickelt. Warum eigentlich? So ein starker Sturm könnte doch das Feuer einfach auspusten. Wenn Ihr selbst schon einmal miterlebt habt, wie ein Haus oder eine Scheune in Flammen stand, dann werdet Ihr gemerkt haben, daß der Wind gerade das Gegenteil tut. Bei jedem neuen Windstoß wurde das Feuer keineswegs ausgepustet, sondern die Flammen erst so richtig entfacht. Wie kommt das?

Experiment: Sauerstoffgehalt der Luft

Ihr braucht: Teelicht, Knetmasse.

Außerdem: Suppenteller und ein Tee-Glas (auf keinen Fall den Meßbecher verwenden)

In die Mitte eines trockenen Suppentellers stellt Ihr das Teelicht im Metallbecher. Aus der Knetmasse 4 etwa 2 mm dicke und 2 cm lange Würstchen drehen. Legt sie so auf den Tellerboden, daß das umgestülpte Teeglas darauf zu stehen kommt. Bevor Ihr das Teeglas aber auf den Teller stellt, müßt Ihr den Suppenteller gut zur Hälfte mit Wasser füllen und das Teelicht anzünden. Nun das Glas rasch über das Licht stülpen und dabei leicht in die 4 Würstchen aus Knetmasse eindrücken.



16

Was geschieht? Ein Teil des Wassers aus den Suppenteller steigt im Glas nach oben, immer weiter, bis die Kerze erlischt.

Wie ist dieses Versuchsergebnis zu erklären? Offensichtlich hat die Flamme zum Brennen einen Teil der Luft gebraucht, ihn gewissermaßen aufgefressen. Den Platz, den der aufgeessene Teil vorher innehatte, wird durch das hochgestiegene Wasser ersetzt. Etwa ein Fünftel des Glasinhaltes wurde durch die brennende Flamme verbraucht.

Warum gerade ein Fünftel? Nun, Ihr habt von den Luftmollis gelesen, den kleinen Teilchen, die überall herumschwirren, aneinander stoßen oder an die Wand prallen. Aber nicht alle Luftmollis sind gleich. Die Luft ist ein Gemisch von vorwiegend zwei verschiedenen Arten von Mollis. So wie in einer Schulklasse Mädchen und Jungen gemischt sein können, so ähnlich ist es auch in der Luft. Vier Mollis haben die Eigenschaft, daß sie sich nicht von der Kerzenflamme fressen lassen. Das 5. Molli wird aber von ihr gefressen. Die Flamme braucht es sogar, um brennen zu können.

Übrigens heißt dieser Teil der Luft: Sauerstoff.

Und nun werdet Ihr verstehen, warum ein heftiger Wind einen Waldbrand nicht auspusten kann. Damit die Bäume brennen können, muß dieser Sauerstoff da sein. Er wird von den Flammen bald aufgefressen, und dann wäre keine Nahrung für das Feuer mehr da. Aber da ist eben der Wind oder gar der starke Sturm. Er bringt immer wieder neuen Sauerstoff, immer wieder neue Nahrung für die Flammen an die Brandstelle. Dadurch bewirkt er gerade das Gegenteil als zunächst anzunehmen wäre. Er schürt nämlich das Feuer und treibt dadurch die Flammen immer weiter vor sich her, so daß immer weitere Gebiete im Wald erfaßt werden.

24. Dem Wasserdampf auf der Spur

Im vorigen Kapitel habt Ihr gelesen, daß die Luft im wesentlichen aus zwei Bestandteilen besteht. Der eine davon ist zu einem Fünftel vorhanden: Der Sauerstoff. Von fünf Luftmollis ist eines immer ein Sauerstoffmulli. Ihr wißt, das ist der Stoff, der zum Brennen notwendig ist.

Nun bekommt keinen Schreck, aber in der Wetterkunde ist noch eine dritte Art von Mollis sehr, sehr wichtig. Sie kommen nicht immer in der gleichen Menge vor, mal sind es weniger, mal sind es viele. Aber es sind fast die Hauptpersonen; ohne sie gäbe es keinen Nebel, keine Wolken, keinen Regen, kein Gewitter. Ihr werdet allmählich gemerkt haben, um was es sich handelt. Es sind die Wasserdampfmollis. An dieser Stelle soll gleich ganz klar

festgestellt werden, was Wasserdampf eigentlich ist. Wenn aus Wasser durch Verdunsten oder durch Kochen diese Flüssigkeit in ein Gas verwandelt wird, dann nennt man dieses Gas Wasserdampf. Bringt doch einmal einen Tropfen Wasser auf eine kalte Herdplatte. Schaltet dann die Herdplatte ein und wartet einen Augenblick. Es passiert etwas, was Ihr alle schon kennt. Der Tropfen verschwindet langsam und löst sich in „Nichts“ auf. Dieses „Nichts“ ist eben doch etwas: Nämlich ein Gas, der unsichtbare Wasserdampf. Ihr habt richtig gelesen. Wasserdampf ist völlig unsichtbar. Wenn die Leute sagen, aus dem Schornstein der Lokomotive kommt heute aber viel Dampf, oder aus dem Teekessel dampft es mächtig, dann ist das einfach nicht richtig. Seht einmal genau hin, wenn in dem Teekessel Wasser kocht: Die ersten Zentimeter hinter der Austrittsöffnung sind tatsächlich unsichtbar. Nur hier befindet sich richtiger Wasserdampf. In größerer Entfernung, dort wo Ihr eine graue Wolke seht, da ist kein Dampf mehr. Dort ist der Dampf bereits wieder flüssiges Wasser geworden und wirbelt kleine sichtbare Wassertropfen durch die Luft. Genau so ist es bei der Lokomotive, wo man auch dann fälschlicherweise vom Dampf spricht. Sobald der Dampf wieder eine Flüssigkeit geworden ist, treten entweder ganz kleine, mittelgroße oder größere Tröpfchen auf. Die kleinen oder mittleren bezeichnet man in der Natur als Nebel oder Wolken, die größeren als Tau oder Regen. Was ist denn überhaupt der Unterschied zwischen Wolken und Nebel, wenn beides kleine Tröpfchen sind? Antwort: Gar keiner! Ihr habt sicher schon einmal im Urlaub in den Bergen festgestellt: Heute sind die Gipfel aber wiedermal von Wolken eingehüllt! Und Leute, die oben auf dem Berg waren und sich sonnen wollten, haben festgestellt, das ist ja heute ein Nebel; man sieht die Hand kaum vor den Augen.

So, damit ist nun einmal klargestellt, was Wasserdampf ist und was Wasserdampf nicht ist.

Jetzt aber eine spannende Geschichte über die Wasserdampfmollis. Denn diese Burschen sind eine ganz besondere Art von Mollis. Manchmal sind es wenige, manchmal sind es viele. Ja, man könnte sagen, es sind die Gäste unter den anderen Luftmollis. Mal sind viele eingeladen, mal weniger. Noch etwas. Ihr könnt Euch nicht beliebig viele Freunde einladen, irgendwann ist mal Schluß. Und so geht es auch in der Luft zu. In einer Sprudelflasche zum Beispiel können höchstens eine ganz bestimmte Zahl von Gästen, sprich Wasserdampfmollis enthalten sein. Kommen mehr Gäste, kommen mehr Wasserdampfmollis, dann werden sie kurzerhand rausgeworfen. Aber wie sieht dieses Rauswerfen denn eigentlich aus? Nun, ihnen wird einfach gesagt: Als Tröpfchen, als flüssig gewordenes Gas könnt ihr gerne bei uns sein, aber nicht als Wasserdampf in der gasförmigen Form. Nun ist es ähnlich wie bei uns. Im Sommer können wir eine Gartenparty veranstalten, da können wir viel mehr Gäste einladen als im Winter, wenn uns nur das Kinderzimmer zur Verfügung steht. Übertragen auf das Wetter bedeutet dies, wenn die Luft warm ist, kann sie viel mehr Gäste einladen, kann sie viel mehr Wasserdampfmollis aufnehmen, als wenn sie kalt ist. Und nun kommt die große Erleuchtung und das Verständnis für viele Sachen, die im Wettergeschehen passieren. Stellt Euch einmal vor, daß warme Luft aus Fröhlichkeit und Übermut so viele Gäste aufgenommen hat wie nur möglich ist. Die Gästestühle sind bis auf den letzten Platz mit Wasserdampfmollis besetzt. Und plötzlich geht die Sonne unter und es wird kühler. Was passiert? Die kühler gewordene Luft kann nicht mehr alle Wasserdampfmollis beherbergen, es müssen welche rausgeworfen werden, es müssen welche zu flüssigen Wassertröpfchen werden. Und das geschieht auch. Und so beobachten wir in der Natur, daß sich abendlicher Nebel bildet. Umgekehrt am Morgen: Noch sind die Wiesen feucht vom Tau und an einigen Stellen lagert Nebel. Da geht die Sonne auf und

erwärmt den Boden und die benachbarte Luft. Und mit steigender Temperatur ist die Luft wieder fähig, mehr Wasserdampf aufzunehmen. Die Tröpfchen können jetzt wieder verdunsten und die Wasserdampf-molli-Party fortsetzen. Der Tau verschwindet und der Morgennebel löst sich auf. Ja, das war nun eine lange Geschichte, aber hoffentlich ist Euch dabei manches klar geworden, was Ihr Euch vorher noch gar nicht vorstellen konntet. Und damit das Kapitel nun nicht ganz so trocken ist zum Schluß noch ein Experiment.

Experiment: Nebelbildung

Ihr braucht: Sprudelflasche und Streichhölzer

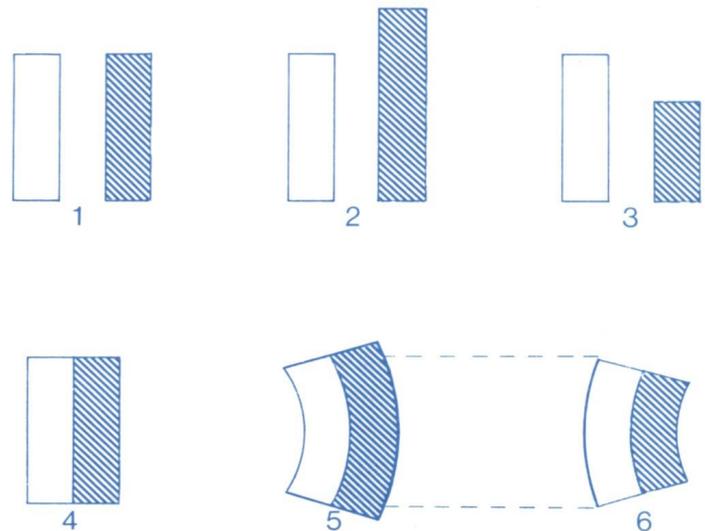
Füllt die Flasche etwa bis zur Hälfte mit Wasser. Haltet den Daumen auf die Öffnung und das ganze kräftig durchschütteln. Nun das Wasser ausschütten und den Daumen nochmals auf die Flaschenöffnung halten. Inzwischen muß Euch jemand ein Streichholz anzünden, das Ihr dann brennend in die Flasche hineinwerft. Die Flasche ist noch so feucht, daß das Streichholz beim Fallen auf den Flaschenboden erlischt und nur noch ein Rauchfähnchen von sich gibt. Dieses Rauchfähnchen ist eigentlich das Wichtigste, ist der Trick an der Sache. Nach dem Reinwerfen des Streichholzes wieder den Daumen auf die Flasche drücken. Ihr könnt jetzt folgendes feststellen. Die Flasche ist voll Luft und durch das kräftige Schütteln und Ein- und Ausfüllen mit Wasser sind bestimmt auch viele Wasserdampfmollis, die bei der Wasserspielerei verdunstet sind, in der Flasche. Natürlich könnt Ihr diesen Wasserdampf nicht sehen. Wie gelingt es nun aber, von den Wasserdampfmollis einige zu sehen, die zu kleinen sichtbaren Wassertröpfchen werden? Oder was ist zu machen, daß sich in dieser Flasche Nebel bildet? Nebel, genau so wie draußen in der Natur? Ihr wißt, daß Ihr die Luft in der Fla-

sche abkühlen müßt um eine solche Nebelbildung fertigzubringen. Die Abkühlung der Luft in der Flasche kann so erfolgen, in dem Ihr außenherum Eiswürfel anhäuft. Aber es gibt noch einen anderen Weg. Erinnert Ihr Euch? Ihr habt ja Hitze dadurch erzeugt, daß Luft zusammengedrückt und der Luftdruck erhöht wurde. Dies geht auch umgekehrt. Man kann Luft abkühlen, indem man den Luftdruck verringert; das heißt, einfach etwas von der Luft heraussaugt. Und das sollt Ihr jetzt machen: Die Flaschenöffnung mit den Lippen umschließen und kräftig Luft heraussaugen ohne dabei das Flascheninnere aus den Augen zu lassen. Und siehe da, plötzlich ist es im Innern der Flasche ganz trübe, ganz neblig geworden. Ihr könnt wie beim Auflösen des Morgennebels die ganze Sache wieder rückgängig machen, indem Ihr die Luft zusammendrückt und erwärmt, also wieder Luft hineinblast. Dieses Spiel könnt Ihr mehrfach wiederholen.

Warum aber der Trick mit dem Streichholz? Denkt doch mal nach, die Wasserdampfmollis werden plötzlich gezwungen die Party zu verlassen und sich mit anderen Wasserdampfmollis zusammenzuschließen, um zu Tröpfchen zu werden. Ja, wo soll das aber geschehen? Für einen solchen Tropfen braucht es unzählig viele Wasserdampfmollis. Also braucht man dazu einen gemeinsamen Treffpunkt. Einen gemeinsamen Treffpunkt, zu dem die Wasserdampfteilchen hinfliegen können und auch sicher gehen können, daß dort Partner zu finden sind. Und solche Treffpunkte gibt es auch tatsächlich in der Luft. Es sind ganz einfach Schmutzteilchen. Ein jedes dieser Schmutzteilchen stellt solch einen Treffpunkt dar, zu dem die Wasserdampfmollis fliegen, um sich dort mit anderen Artgenossen zu vereinigen. Das ganze ist wirklich kein Märchen. Ihr müßt wissen, daß sich Dunst und Nebel aber auch Schnee und Regen nur dort bilden können, wo solche kleinsten unsichtbaren Teilchen vorhanden sind, wo sich die dampfförmigen Teilchen treffen und Tröpfchen oder Flocken bilden können.

25. Die durstige Spirale

Bisher habt Ihr noch nicht erfahren, wie man den unsichtbaren Dampf messen kann. Meteorologen wollen und müssen eben auch dies messen. Da viele wichtige Dinge leider unsichtbar sind, mußte man hier noch ein Meßgerät suchen. Dabei erinnert Euch wieder an ein früheres Experiment. Da war die Rede von den ungleichen Brüdern, von denen der eine völlig unempfindlich gegen Wärme war, während sich der andere bei Wärme streckte und dehnte und sich bei Kälte zusammenzog. Es gibt noch eine andere Art von ungleichen Brüdern. Hier ist wieder der eine der sture, der langweilige, den nichts interessiert. Der andere reagiert nun diesmal nicht auf Wärme, sondern auf Wasserdampfmollis. Der hat ständig Durst nach ihnen, und wenn viele davon in der Luft sind, dann füllt er sich damit den Bauch und wächst und wächst. Sind nur wenige in der Luft, dann trocknet dieser Bursche bald ein und wird kleiner und kleiner.



Man wendet den gleichen Trick wieder an, wie damals bei der Temperaturspirale. Auch hier werden die beiden ungleichen Brüder fest miteinander zusammengeklebt. Die beiden zusammengeklebten Streifen werden wiederum zu einer Spirale gerollt und es passiert etwas ähnliches wie bei der Temperaturspirale. Das Einrollen und Auseinanderrollen wird hier nicht durch die Temperatur, sondern durch die Feuchtigkeit erzeugt, weil diesmal der eine der Brüder nicht auf Temperatur, sondern auf Feuchtigkeit, auf die Wasserdampfmollis reagiert.

Bauanleitung: Spiralhygrometer

Ihr braucht: Feuchtigkeitsspirale (die Spirale mit dem langen Zeiger), Metallbecher, Stellbolzen mit geschlitztem Kopf.

Meß-Skala: relative Feuchtigkeit, Knetmasse.

Außerdem: Einmachglas.

Der Zusammenbau des Feuchtigkeitsmeßgerätes, das man auch Hygrometer nennt, erfolgt nun genau so, wie beim Temperaturmeßgerät mit der Temperaturmeßspirale. Siehe Seite 22. Hier verwendet Ihr die Skala: relative Feuchte. Allerdings muß das Feuchtigkeitsmeßgerät noch geeicht werden.

So wie die Temperatur in Grad Celsius gemessen wird, so gibt es auch für die Feuchtigkeit ein Maß. Was Ihr hier bestimmt, nennt man die relative Feuchtigkeit, gemessen in Prozent (%). Oh, das klingt wieder sehr kompliziert und mancher wird sagen, das begreife ich nie. Nur langsam! Prozent heißt nichts anderes als „Von Hundert“. Eine Feuchtigkeit von beispielsweise 30 % bedeutet: 30 von 100 Partystühlen sind mit Wasserdampfmollis besetzt, 70 sind noch leer. 100 % Feuchtigkeit bedeutet, 100 von 100 Stühlen sind besetzt. Kein neues Wasserdampfmolli kann mehr rein. — So einfach ist das.

Aber nun zur Eichung. Dazu muß der Zeiger bei einer Luft, bei der alle Partystühle besetzt sind, auf 100 % gestellt werden. Eine solche Luftfeuchtigkeit findet man zum Beispiel abends im Herbst bei dickem Nebel. Wenn es Euch zu lange dauert, darauf zu warten, macht folgendes: Ein Einmachglas etwa 1 cm hoch mit Wasser füllen. Metallbecher mit Knetmasse beschweren, ins Wasser stellen und darauf das Feuchtigkeitsmeßgerät stellen und das Glas mit dem Deckel verschließen. Allmählich bildet sich auch in diesem Glas, ohne daß es zur Nebelbildung kommt, eine Feuchtigkeit die nahe bei 100 % liegt. Auch hier ist die Luft bald nahezu mit Wasserdampf gesättigt. Nach etwa 1 Stunde nehmt Ihr das Feuchtigkeitsmeßgerät schnell aus dem Glas heraus und dreht die Spirale durch den rückwärtigen Schlitz auf etwa 90 %, also auf eine Feuchtigkeit, die nicht ganz einer Sättigung entspricht. Dann das Meßgerät noch einmal in das Einmachglas hineinstellen, den Deckel schließen und prüfen, ob sich die Anzeige im Laufe der nächsten halben Stunde nicht ändert. Ist dies tatsächlich der Fall, dann habt Ihr ein geeichtes Meßgerät, mit dem Ihr feststellen könnt, ob die Luft sehr feucht ist (80 % bis 100 %), ob sie noch Feuchtigkeit aufnehmen kann oder im anderen Fall noch sehr trocken ist (20 % bis 40 %). Der Vorteil dieses Meßinstruments ist, daß es von der Temperatur praktisch unabhängig ist; das heißt, Ihr könnt mit ihm im Winter und im Sommer messen.

Messung: Luftfeuchtigkeit

Gerade im Sommer sind interessante Beobachtungen zu machen. Ihr habt doch alle schon erlebt: An manchen warmen Tagen ist es besonders unangenehm und es treibt einem den Schweiß nur so aus den Poren. Und warum?

An solchen Tagen werdet Ihr feststellen, daß Euer Feuchtigkeitsmeßgerät eine sehr hohe Feuchtigkeit anzeigt; das heißt, die Luft kann nicht mehr viele Gäste, sprich Wasserdampfmollis, aufnehmen. Uns aber ist es heiß! Und sobald wir von unserem Körper Wasserdampf an unsere Umgebung abgeben, wird der Körper abgekühlt. Das ist eine alte Regel. Aber gerade das Abgeben dieses Wasserdampfes an die Umgebung ist eben an diesen Tagen sehr schwierig. Die Luft wehrt sich dagegen, denn sie merkt: Viele Wasserdampfmollis kann ich nicht mehr aufnehmen, ich bin ja bereits schon fast bis zum Rand voll, bin schon mit Wasserdampf gesättigt. Und so ist es fast ein kleiner Kampf mit der uns umgebenden Luft. Wir produzieren immer mehr Schweißtropfen um eben doch noch das eine oder andere Wasserdampfmolli der Luft anzudrehen und uns dadurch an diesem Tag ein wenig Kühlung zu verschaffen. Aber nicht nur an solchen ausgesprochen schwülen Tagen, sollt Ihr die Feuchtigkeit mit dem kleinen Meßgerät messen, sondern ähnlich wie bei der Messung der Lufttemperatur wählt dabei verschiedene Tage aus, so wie das in dem abgedruckten Protokoll-Formular III vorge schlagen ist. Auch hier müßt Ihr natürlich nicht jede Stunde ablesen und sollt nicht mitten in der Nacht aufstehen. Es genügt, wenn Ihr innerhalb von 24 Stunden etwa 12 Meßwerte bekommt. Die Meßwerte übertragt Ihr dann, wie Ihr das ja auch mit der Lufttemperatur getan habt, auf das grafische Diagrammformular Nr. IV, das Ihr in Eurem Kasten habt. Ihr werdet sehen, daß die Werte der Feuchtigkeit an manchen Tagen ganz unterschiedlich sein können, und sich manchmal im Laufe eines Tages überhaupt nicht ändern. Doch das sollt Ihr selbst herausbekommen.

26. Die Wasserperlen wachsen

Inzwischen ist Euch klar, daß in allen Fällen, in denen der Wasserdampf in der Luft keinen Platz mehr findet, in der Luft kleinere oder größere Tröpfchen entstehen. Und wenn es sehr kalt ist, sind dies auch Schneeflocken, Graupel- oder Hagelkörner. All dies zusammen nennen die Meteorologen Niederschläge, und über diese sollt Ihr noch etwas erfahren. Sie sind es doch, die unsere Welt am auffälligsten verändern. Denkt nur an den Unterschied zwischen Sommer und Winter, wenn einmal ein warmer Regen alles in ein saftiges Grün verwandelt oder wenn über der Landschaft eine dichte Schneedecke liegt und alles einfarbig aussieht. In dem kommenden Versuch werdet Ihr den harmlosesten Niederschlag kennenlernen, den Tau. Harmlos deshalb, weil der Tau nicht an die Fensterscheiben trommelt und keine Blumen umknickt.

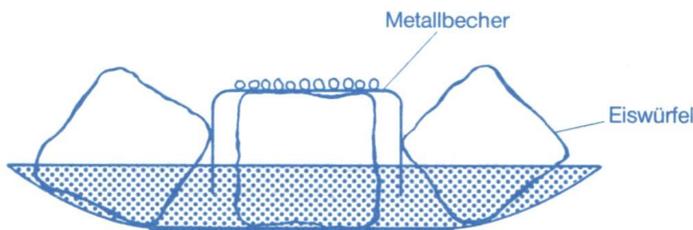
Experiment: Taubildung, Reifbildung

Ihr braucht: Metallbecher.

Außerdem: Untertasse, 5 Eiswürfel und Lupe.

In die Mitte der Untertasse stellt Ihr hochkant einen Eiswürfel und stülpt den Metallbecher darüber. Rund um den Metallbecher die übrigen Eiswürfel legen, damit das Metall möglichst schnell von allen Seiten abgekühlt wird. Nun beobachtet Ihr alle 5 Minuten mit der Lupe was passiert. Zunächst passiert überhaupt nichts. Die Luft in der Umgebung des Metallbechers muß sich ja erst abkühlen und zwar soweit, bis die Luft sagt: Es ist Schluß. Es ist jetzt so kalt, daß alle Plätze mit Wasserdampfmollis besetzt sind und wenn es jetzt noch kälter wird, dann müssen wir einige rauswerfen. Und es wird kälter, denn die Eiswürfel drücken die Temperatur des Metallbechers immer weiter runter. Jetzt brau-

chen die Wasserdampfmollis keine Schmutzkerne um sich zu sammeln und sich zu einem Tropfen zu bilden. Jetzt haben sie eine große Fläche, auf der sie sich niederlassen und zu Tropfen wachsen können. Das werdet Ihr jetzt beobachten, wenn Ihr immer wieder die Oberfläche des Metallbechers anschaut. Ihr müßt ein wenig Geduld haben. Aber es lohnt sich. Was zuerst wie ein grauer Schleier auf dem Metallbecher aussieht, das entwickelt sich allmählich zu einer Ansammlung von vielen tausend winzigen Tröpfchen. Und langsam vereinigen sich die Tröpfchen zu großen Tropfen, insbesondere am Rand des Bechers, bis es endlich erbsengroße Tropfen geworden sind. Tropfen, die wie Perlen aussehen, welche die Natur genau in der selben Art auf Gräsern, Blättern und Blüten an manchem Sommerabend oder Sommermorgen entstehen läßt.



18

Übrigens, wenn Ihr den Versuch mit Eiswürfeln aus der Tiefkühltruhe macht und in den kühlestem Raum Eurer Wohnung geht, dann werdet Ihr beobachten, daß die Wasserdampfmollis gar nicht erst Tropfen, sondern gleich gefrorene Kristalle werden. Was sich hier gebildet hat, nennt man Reif.

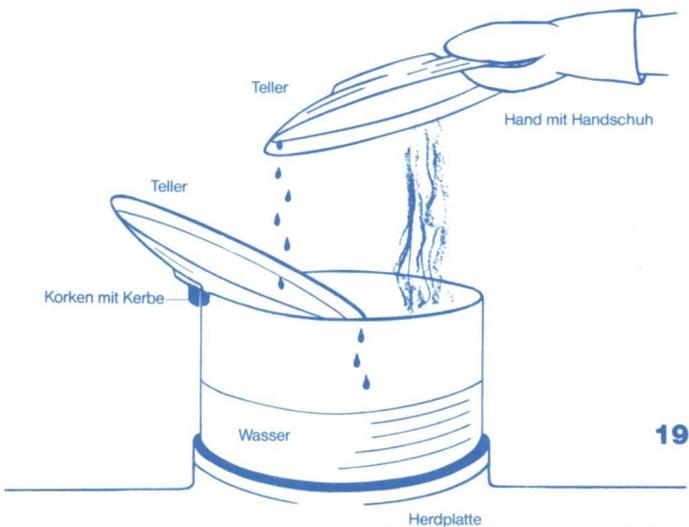
27. Das Wasser kommt niemals zur Ruhe

Ihr werdet Euch vielleicht schon gefragt haben, warum nicht einmal Schluß ist mit dem Regen, mit dem Schnee und mit den anderen Niederschlägen. Der Regen fällt doch immer von oben nach unten und nicht umgekehrt. Irgendwann muß es doch mit dem Nachschub des Wassers zu Ende sein. Nun, der Tau gibt uns schon einen kleinen Hinweis darauf. Er entsteht aus dem Wasserdampf der Luft, und beim Verdunsten geht er wieder als Wasserdampf in die Luft zurück. In viel größerem Maße nimmt die Luft Wasser in Form von Wasserdampf über den Meeren, über den Wäldern und Wiesen auf. Mit diesem Wasserdampf geht die Luft dann auf Reisen, bis sie zum Beispiel irgendwo durch das Zusammentreffen mit einer kühleren Luftmasse selbst abgekühlt und dadurch gezwungen wird, Wasserdampf in Form von Wassertröpfchen wieder herzugeben. Die Wassertröpfchen fallen dann als Regen zur Erde. An irgendeinem Tag werden sie mit dem Sonnenschein wieder von der Luft angenommen und so geht das immer weiter.

Experiment: Wasserkreislauf

Ihr braucht: 2 flache Teller, großen Korken, Kochtopf, dicken Wollhandschuh oder Topflappen.

So wie es Abb. 19 zeigt, einen etwa zu einem Viertel mit Wasser gefüllten Kochtopf auf die Herdplatte stellen. Dann den einen flachen Teller über den Rand des Kochtopfes hängen und ihn mit dem Korken, der zuvor etwas eingeschnitten wurde, am Rand abstützen. Der Teller sollte möglichst schräg stehen, der Tellerrand jedoch nicht ins Wasser hineinreichen. Am besten wird der Teller mit dem Wulst an der Unterseite des Tellers über den Korken gelegt. Nun heizt Ihr, bis das Wasser zum Dampfen kommt. Dann den zweiten flachen Teller wie gezeigt über den Topf halten.



19

Was passiert? Zunächst schlägt sich der Dampf an dem oberen flachen Teller als dünner Belag nieder. Stellt Euch den oberen kühlen Teller als eine kalte Luftschicht vor. Dann entspricht der Belag, den Ihr zunächst beobachtet einer Wolkenbildung. Die Tropfen sind so klein, daß sie nicht herunterfallen können. Je mehr Dampf aufsteigt und an der kalten Tellerschicht zu Wasser wird, um so größer werden auch die Tröpfchen. Schließlich erreichen sie eine solche Größe, daß sie sich nicht mehr halten können und herunterfallen. Es regnet.

Der untere Teller stelle beispielsweise einen Berghang dar, auf den der Regen fällt. Der Regen sammelt sich zu kleinen Rinnsalen, die Rinnsale vereinigen sich zu einem kleinen Bach, Bäche werden zu Flüssen, Flüsse zu Strömen und die Ströme münden schließlich ins Meer.

Mit ein bißchen Fantasie könnt Ihr das alles auf dem Teller beobachten und auch sehen, wie schließlich das Regenwasser am Tellerrand, sprich an der Küste wieder in das große Wasser, das Meer zurückfließt. Wenn man wirklich dafür sorgen könnte, daß kein Wasserdampf verloren geht, dann könntet Ihr das Spiel ewig weitertreiben, solange, bis Ihr aus der Küche hinausgeworfen würdet.

28. Wenn Luft aus Nord und Luft aus Süd sich in die Haare kriegen

Im allgemeinen liegen die Orte, wo das Wasser verdunstet und wo es als Regen wieder zur Erde zurückkommt, weit voneinander entfernt. Aber die Luft wandert ja, wie Ihr aus dem Kapitel über den Wind wißt. Sehr oft kommt es dann vor, daß eine kalte Luftmasse, die aus dem Norden kommt, plötzlich mit einer warmen, feuchten Luftmasse, die aus Süd kommt, zusammentrifft. Was passiert nun, wenn solche kalte, also schwere Luft mit warmer, leichter und feuchter Luft zusammenstößt?

Experiment: Kaltfront

Ihr braucht: Reagenzglas, kleinen Korken.

Außerdem: Speiseöl, Salz.

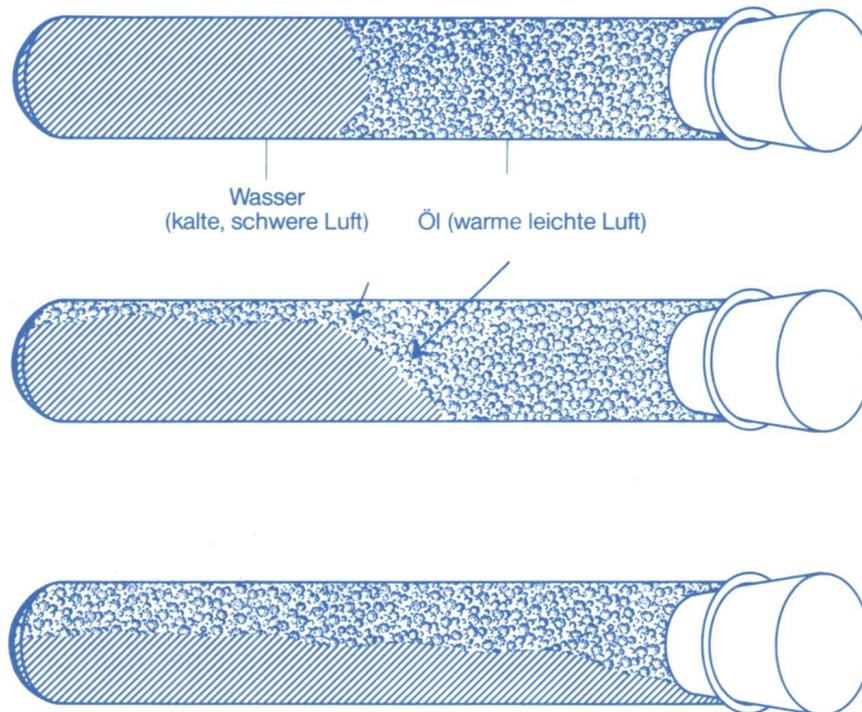
Das Reagenzglas mit kaltem Wasser ausspülen und zur Hälfte mit Wasser füllen. Eine Messerspitze Salz hinzufügen und gut schütteln. Den Rest des Glases vorsichtig bis 1 cm unter den oberen Rand mit Speiseöl auffüllen (Abb. 20). Dann das Gefäß mit dem Korken abschließen und waagrecht hinlegen.

Was geschieht nun? Die kalte, schwere Luft, die hier durch das Wasser dargestellt ist, schiebt sich in eigenartiger Weise langsam, eine Zunge vorstreckend, unter die leichtere Flüssigkeit, die die leichtere, warme Luft darstellt. Wenn Ihr einige Zeit abwartet, läuft dieser Versuch etwa so ab, wie er in Abb. 20 dargestellt ist. Und wenn Ihr noch länger wartet, dann wird schließlich die ganze schwere Flüssigkeit, also die ganze schwere Luft unten liegen, während die leichte Luft, die hier durch das Speiseöl dargestellt ist, über der schweren Luft liegen. Die Meteorologen sprechen dann von dem Vorrücken einer Kaltfront. Ein derartiger Vorgang kommt in der Natur sehr häufig vor.

Wenn das Experiment zu langsam abläuft, habt Ihr zu wenig Salz genommen. Im anderen Fall habt Ihr zu viel genommen. Dann wiederholt doch das Experiment noch einmal mit der richtigen Menge.

Eine solche Kaltfront kann von Hamburg bis Madrid reichen. Tausend Kilometer und noch länger. Warum ist dies nun ein so wichtiges Ereignis? Nun, dort wo in Abb. 20 die Pfeile hinweisen, besteht ja eine Grenze zwischen kalter und warmer, feuchter Luft. Die feuchte Luft spürt, daß es an dieser Berührungsfläche fürchterlich kalt ist. Sie kühlt sich dadurch ab. Und was passiert? Natürlich, sie muß sich von den Wasserdampfmollis trennen, da bei dieser Kälte zuviel am Platze sind. Also raus mit ih-

nen! Aber die kalte Luft ist hartnäckig; sie schiebt sich wie ein eisiger Strom immer weiter unter die sich nun ständig abkühlende warme Luft. Zunächst waren nur ein paar Wassermollis zu viel da und es bildeten sich Wolken, dann werden aber immer mehr rausgeworfen, tonnenweise. Es kommt zum Regen- oder Schneefall und schließlich bricht die Hölle los. Die ersten Hagelkörner fallen, es fängt an zu blitzen und zu donnern. Deshalb sind diese Kaltfronten in der Wetterentwicklung so wichtig und werden von dem Meteorologen auch auf allen Wetterkarten eingezeichnet. Wie? Das kennt Ihr aus Kapitel 20. Achtet mal bei der nächsten Wetterkarte im Fernsehen darauf.



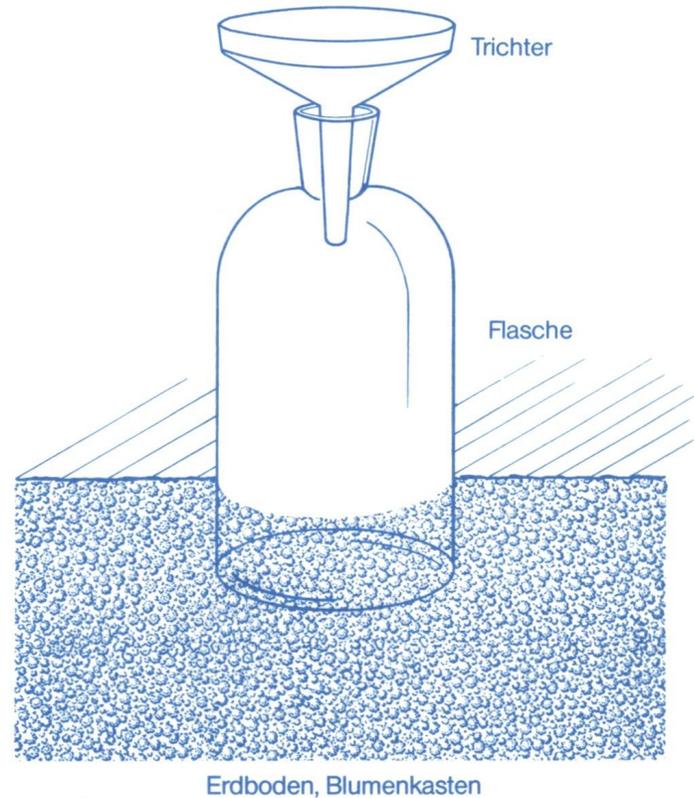
29. Vom Nieseln zum Wolkenbruch

Für viele Leute, insbesondere in der Landwirtschaft, ist es wichtig zu wissen, in welcher Menge Regen oder Schnee gefallen ist. Dazu wird der Niederschlag zunächst einmal aufgefangen und zu bestimmten Zeiten wird die Menge des aufgefangenen Regens oder Schnees gemessen. Wie die Regenmenge gemessen wird, zeigt nachstehendes Experiment.

Experiment: Regenmessung

Ihr braucht: Trichter, Reagenzglas, Skala „Regenmenge“.
Außerdem: Sprudelflasche.

Zunächst müßt Ihr erst einmal einen geeigneten Platz für die Regenmeßstelle suchen. Es sollte ein Platz sein, möglichst ungeschützt gegen Wind und Wetter. Auch sollten keine großen Bäume in der Nähe stehen, die den Regen dabei hindern könnten in den Trichter zu gelangen. Notfalls tut es auch ein nicht zu kleiner und nicht überdachter Balkon. Dann benötigt Ihr ein kleines Loch, in das Ihr die Flasche hineinstellen könnt. Das Loch dient dazu, daß die Flasche nicht umfällt, wenn es mal kräftig stürmt. Natürlich könnt Ihr auch der Flasche durch ein paar herumgelegte Steine festen Halt geben. Auf die Flasche kommt der Trichter. Ja, und nun sollte es nur noch regnen.



21

Die Messung kann so gemacht werden, daß Ihr regelmäßig alle 24 Stunden, (vielleicht nachmittags nach den Schularbeiten) wie später beschrieben, abliest und den Wert an jedem Tag in Euer Wetterbüchlein einträgt. Damit habt Ihr dann ein Maß für die Niederschlagsmenge pro Tag und ihre Unterschiede von einem Tag zum andern. Vielleicht interessiert Euch aber auch, wieviel bei einem Wolkenbruch oder bei einem Regenschauer herunterge-

kommen ist. Dazu müßt Ihr vor dem Gewitter oder vor dem Schauer die Flasche leeren und nach dem Wetter die Menge messen. Auch hier die Werte festhalten und als Sondermessung in das Büchlein eintragen.

Ja, so etwas. Ihr wißt noch gar nicht, wie Ihr die Menge bestimmt. Nun, auch das ist sehr einfach: Ihr nehmt zunächst das Reagenzglas und klebt die Skala „Regenmenge“ so darauf, daß die 1 unten ist, und das Skalenpapier mit dem oberen Rand abschließt. Zur Messung nehmt den Trichter aus der Flasche heraus und setzt ihn auf das Reagenzglas. Füllt nun vorsichtig das Wasser um und lest an der Skala ab, bis zu welcher Zahl der Wasserspiegel reicht. Wenn es viel geregnet hat, müßt Ihr das Meßglas erst einige Male bis zur Marke „5“ füllen und Euch aufschreiben, wie oft Ihr es bis zur „5“ gefüllt und wieder ausgegossen habt. Zum Schluß dann alle abgelesenen Zahlenwerte zusammenzählen, z. B. $5 + 5 + 3 = 13$.

Was habt Ihr nun! Eine Zahl sagt ja noch gar nichts. Das können Taubeneier, Pfannkuchen oder Elefanten sein. Die Zahlen müssen noch eine Einheit bekommen und diese Einheit heißt in diesem Falle „Liter auf den Quadratmeter“. Wenn Ihr also die Zahl 13 gemessen habt, dann heißt das, daß auf eine Fläche von einem Quadratmeter, also einem Meter Länge und einem Meter Breite, eine Regenmenge von 13 Litern gefallen ist. Das sind etwa 2 mittelgroße Gießkannen. Ihr werdet überrascht sein, wie unterschiedlich die Niederschlagswerte sein können.

Die beiliegende Skala „Regenmenge“ wurde auf den Durchmesser des beiliegenden Trichters abgestimmt.

30. . . . bei Glatteis überschlagen

Noch ein Tip zum vorigen Experiment. An den ersten Wintertagen, wenn die Temperatur so um Null Grad herum liegt, kann es passieren, daß es bis zum Abend regnet und in der Nacht dann gefriert. Das Wasser, das in der Flasche gefriert, hat dabei die unangenehme Eigenschaft, daß es mehr Raum braucht, also sich ausdehnt. Wenn die Flasche, und das gilt besonders für Flaschen aus Glas, damit nicht einverstanden ist, dann entwickelt der Gefriervorgang so viel Kraft, daß die Flasche auseinandergerissen wird. Also nehmt sie in solchem Fall vorsichtshalber beizeiten in die Wohnung.

Höllisch aufpassen müssen an solchen Tagen aber nicht nur die Leute, die den Niederschlag messen. Nein, für viele, ja für die meisten Menschen heißt es jetzt Obacht geben! Der Regen, der noch bis zum Abend auf die Straße gefallen ist, gefriert, und es bildet sich eine Eisschicht, das gefürchtete Glatteis. Ein unachtsamer Schritt vor der Haustüre, etwas zu schnelles Fahren in der Kurve oder zu scharfes Bremsen, schon ist es passiert. Und deshalb unternehmen die Menschen etwas gegen das Glatteis, damit es gar nicht zu solchen Unfällen kommen kann. Mit sich drehendem Gelblicht sind die Streuwagen unterwegs und streuen Sand oder aber auch Salz. Salz? Was soll denn das Salz auf der Straße? Schaut es Euch an.

Experiment: Beseitigung von Glatteis

Ihr braucht: Metallbecher, Lupe.

Außerdem: Ein wenig Margarine, etwas Salz.

Den Metallbecher mit der Öffnung nach unten auf den Tisch stellen und auf den Bodenrand ringsherum einen schmalen Streifen Margarine schmieren. Dann auf die Oberfläche des Metallbechers Wasser tropfen, so daß ein kleiner See erzeugt wird. Die Margarine verhindert, daß das Wasser über den

Rand wegläuft. Nun ganz vorsichtig den Metallbecher in den Kühlschrank stellen, bis der kleine See gefroren ist. Dann nehmt ihn heraus und macht es Euch an einem Tisch bequem. Schaut nun mit der Lupe die Oberseite des Metallbechers an. Ihr werdet feststellen: Irres Glatteis! Nun etwas Salz nehmen, gerade soviel, wie zwischen zwei Fingerspitzen geht und dieses auf die eine Hälfte der Eisfläche streuen. Was beobachtet Ihr mit der Lupe? Dort, wo Ihr nicht gestreut habt, bleibt die Fläche spiegelglatt, dort, wo das Salz liegt, fressen sich gewissermaßen die einzelnen Körner in das Eis hinein und bilden kleine Seen. Das geschieht sehr rasch. Der gefräßige Eiskiller ist am Werk und es dauert gar nicht lange (evtl. müßt Ihr noch etwas Salz nachstreuen), dann ist das Eis auf dieser Hälfte verschwunden.

Der Grund hierfür liegt einfach darin, daß normales Wasser bei Null Grad gefriert, Salzwasser aber bei Null Grad noch flüssig ist und erst auf mehrere Grade unter Null abgekühlt werden müßte, um auch zu gefrieren.

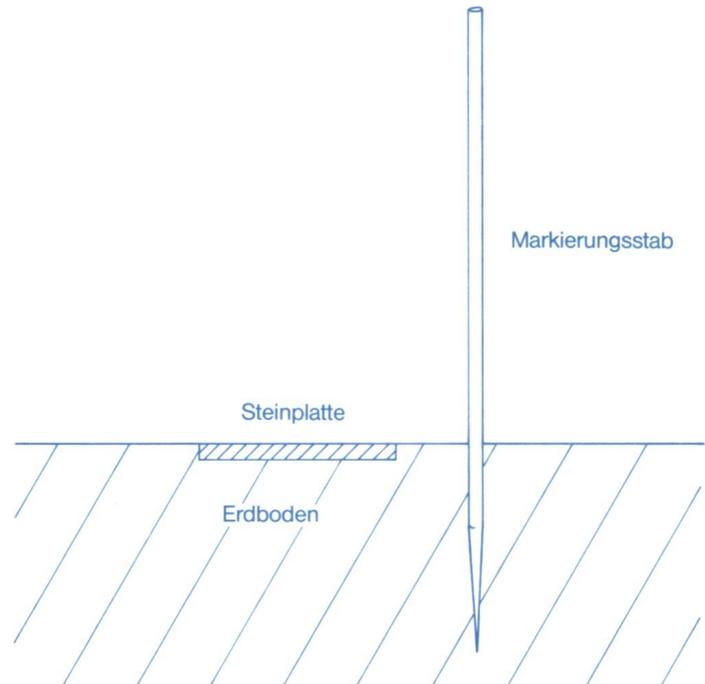
31. Ski und Rodel gut

Eine andere Methode, um festzustellen wieviel Niederschlag gefallen ist, wird im Winter benutzt. Insbesondere Ferienorte, die auf Wintergäste warten, warten auf den Schnee, damit der Ski- und Rodelbetrieb losgehen kann. Dazu wird von den Meteorologen die Schneehöhe gemessen. Das sollte Ihr unbedingt auch machen.

Messung: Schneehöhe

Ihr braucht: Metermaß, Stein- oder Holzplatte mit 40 cm oder mehr Seitenlänge.

Bereits vor dem Winter solltet Ihr einen geeigneten Platz zur Schneehöhenmessung aussuchen. Er sollte ungeschützt gegen Wind und Wetter sein und nicht etwa unter einem Baum liegen. An diesem Platz etwas Erde wegschaben und eine Stein- oder Holzplatte so in die ausgeschabte Fläche legen, daß ihre Oberseite gleich hoch ist wie die sie umgebende Erde. Damit der Platz im Winter auch wieder zu finden ist, schlagt Ihr vielleicht 10 cm daneben ein Holz in die Erde.



Wenn nun der erste Schnee gefallen ist, vorsichtig mit dem Metermaß genau senkrecht durch den Schnee stechen, bis Ihr fühlt, daß der Anfang des Maßstabes auf die Stein- oder Holzplatte gekommen ist. An der Obergrenze der Schneefläche nun auf dem Maßstab direkt die Schneehöhe in cm ablesen. Ähnlich wie beim Regen könnt Ihr auch hier verfahren. Entweder Ihr meßt nach einem tollen Schneesturm oder Schneegestöber wieviel Schnee gefallen ist und tragt dies als Sondermessung in das Wetterbüchlein ein. Oder aber Ihr meßt wieder regelmäßig jeden Tag zur bestimmten Zeit und tragt die Werte ein. Da seht Ihr dann, wieviel von Tag zu Tag die Schneehöhe wächst. Ja, was ist denn das? Die Schneehöhe nimmt ja plötzlich von einem Tag zum anderen ab. Hat da einer den Schnee geklaut? Nein, das wahrscheinlich nicht. Entweder wird der Schnee, der zunächst als Pulverschnee gefallen ist, durch die Sonne etwas erwärmt, wodurch sich die einzelnen Schneekristalle zusammenschließen und zusammenpappen. Es entsteht der bekannte Pappschnee. Oder aber die Sonne scheint so kräftig, daß die Oberseite des Schnees schmilzt und dann von der Luft aufgesogen wird. Denn auch im Winter nimmt die Luft natürlich Wasserdampf auf.

32. Dorf von Außenwelt abgeschnitten

Wenn es Euch nicht langweilig wird, noch ein weiteres Experiment mit Pulver- und Pappschnee. Warum, werdet Ihr fragen. Schnee ist Schnee und der Unterschied interessiert doch höchstens die Skifahrer. Damit sie wissen, wie sie ihre Skier wachsen müssen. Es ist nicht ganz so!

Messung: Schneegewicht

Ihr braucht: Meßbecher, Skala „Schneegewicht“, Kunststoffplatte.

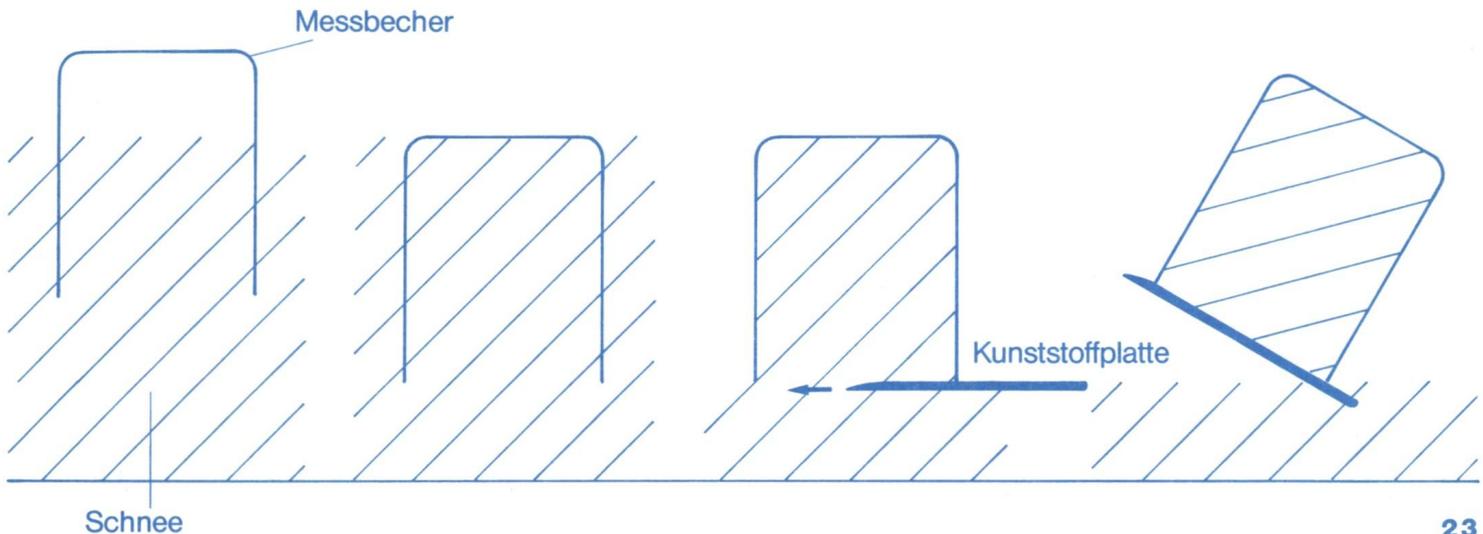
Mit diesem Experiment sollt Ihr den Eigenschaften von Pulver- und Pappschnee auf die Spur kommen. Die Art der Messung in Abb. 23 ist in 4 kleinen Bildern dargestellt.

Der Meßbecher wird mit der Öffnung nach unten vorsichtig und ganz langsam, so daß die Luft aus dem Becher entweichen kann, in den Schnee eingedrückt, bis der Boden des Bechers mit der Oberseite des Schnees abschließt. Dann wird um den Meßbecher herum vorsichtig Schnee mit den Händen weggeschaufelt, so daß man die Kunststoffplatte unter den Meßbecher schieben und diesen dann abschließen kann. Jetzt habt Ihr den Schnee gefangen. Nun den Becher irgendwo in der Küche abstellen, dort wo es nicht zu warm ist und warten, bis der ganze Schnee geschmolzen ist. Vorher noch die Außenseite des Bechers schön trocken reiben und die Skala „Schneegewicht“ auf die eine Seite des Bechers so kleben, daß die Skala mit ihrem Ende am oberen Rand des Bechers abschließt. Auf einem ebenen Tisch auf der Skala ablesen, wie hoch der Wasserspiegel steht. Wieder braucht Ihr für den Zahlenwert eine Einheit. Diesesmal sind es Gramm pro Liter, d. h. die Zahl gibt an, wieviel ein Liter Schnee wiegt. Liter ist nicht nur ein Maß für eine Menge von Flüssigkeit, sondern ganz einfach das

Maß für die Größe eines Raumes. Beispielsweise eines Würfels von 10 cm Kantenlänge. Vorher war ja der Becher voll mit Schnee. Ihr hattet einen Viertelliter Schnee gefangen, und durch die Messung habt Ihr jetzt festgestellt, wieviel dieser Viertelliter Schnee in Gramm wiegt. Diese Messung mindestens zweimal machen. Einmal mit ganz lockerem, frisch gefallenen Pulverschnee, der fast so staubt wie Puderzucker. Die andere Messung dann mit altem Schnee, auf den die Sonne gebrannt hat, der schon halb am Verschwinden ist. Ihr kennt ihn ja, es ist der Schnee, der so richtig pappt, mit dem man so wunderbare Schneebälle machen und richtige Schneemänner bauen kann.

Und nun werdet Ihr Euch wundern wie leicht der Pulverschnee ist. Wie wenig Gramm ein Liter Pulverschnee wiegt. Ihr werdet staunen, wie schwer der Pappschnee ist, wieviel Gramm ein Liter Pappschnee wiegt.

Pappschnee entsteht, wenn die Sonne einige Zeit kräftig geschienen hat und die Luft schon warm geworden ist. Das ist aber auch der Zeitpunkt für die Gefahr, daß irgendwo im Gebirge Schnee schmilzt und ins Rollen kommt. So wie beim Schneemannbauen beim Rollen eine größere Schneekugel entsteht, wird diese Pappschneekugel, diese Kugel aus schwerem Schnee immer größer und größer und donnert ins Tal hinunter. Ihr kennt hoffentlich nur vom Hören-Sagen diese gefürchteten Lawinen. Das Gefährliche an diesen Lawinen ist folgendes: Einmal, daß sie so gut pappen und so schön zu Kugeln wachsen können und zum andern, daß das Schneematerial so unglaublich schwer ist. Wenn Ihr jetzt erfahrt, daß ein Kleiderschrank voll Pappschnee so viel wiegt, wie 12 Menschen, dann könnt Ihr Euch auch vorstellen, was erst eine so mächtige Lawine wiegt und was für einen Schaden sie anrichtet, wenn sie über ein Dorf hinwegrollt.

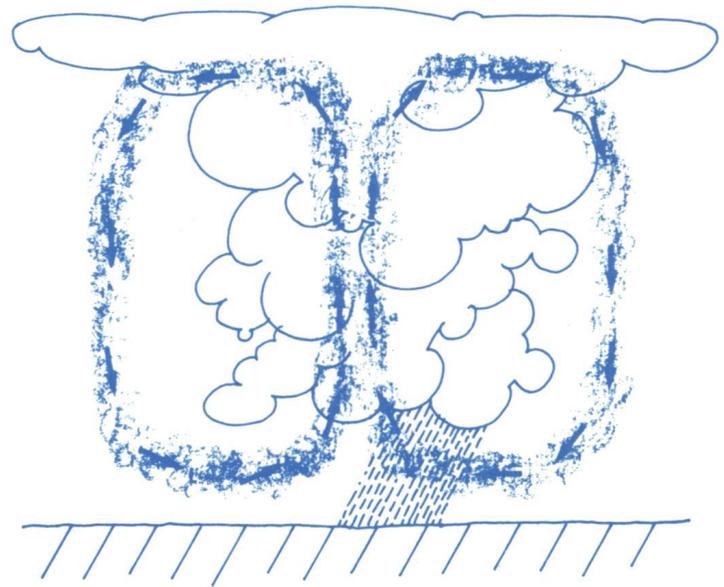
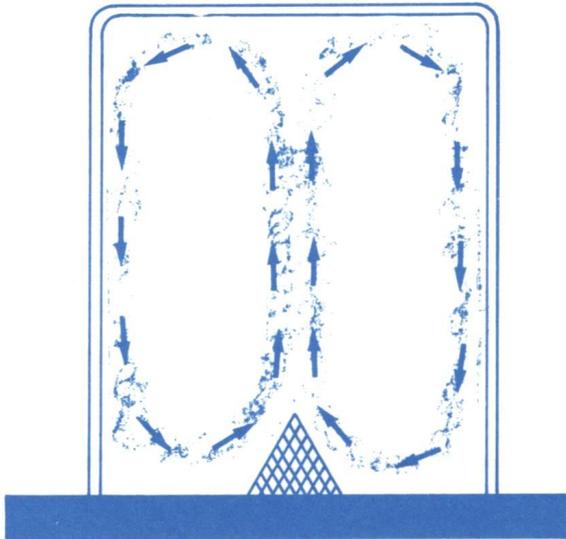


33. Eine Wolke spielt verrückt

Zuerst lest noch einmal die Geschichte vom Paradies der Segelflieger in Kapitel 19. Was Ihr bei dem Experiment damals gesehen habt, wird jetzt am Beispiel eines anderen Wetterereignisses erzählt, das oft eine ebenso zerstörende Wirkung hat wie eine Lawine, von der Ihr eben einiges erfahren habt. Es ist die Gewitterwolke, die in Abb. 24 rechts zu sehen ist, und wo links das Bild mit den Auf- und absteigenden Rauchfäden noch einmal erscheint. In der Gewitterwolke passiert nämlich sehr ähnliches.

Die Sonne hat den ganzen Tag den Boden kräftig aufgeheizt, so daß ein richtiger Luftschlauch empor steigen kann. Dabei wird dieser Luftschlauch immer kälter und kälter und gibt deshalb an seine Umgebung Tröpfchen ab, steigt immer weiter, bis

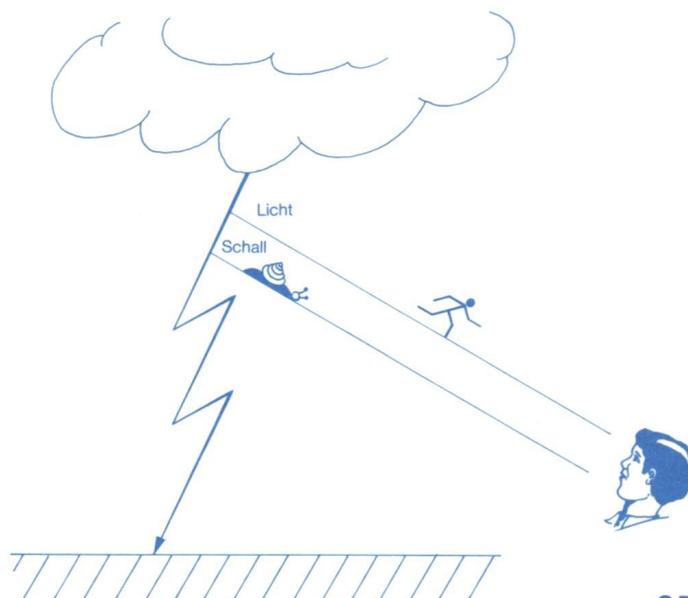
er an die obere Grenze kommt, und fällt dann als abgekühlter, als kalter Luftstrom am Rande der Gewitterwolke herunter. Wüst geht es in einer solchen Gewitterwolke zu. Der Schlauch im Kern der Wolke erreicht Geschwindigkeiten bis zu 100 km in der Stunde. Durch die Abkühlung haben sich Unmengen von Wasserdampf in Wasser oder Schnee verwandelt. Die vielen herumgewirbelten Eisteilchen und Schneeflocken zanken sich und boxen miteinander, daß es nur so funkt. Tatsächlich, denn soweit wir es heute wissen, entsteht durch diese Boxerei die Elektrizität in der Wolke, die schließlich zu Blitz und Donner führt. In einer solchen Gewitterwolke laufen so viele Vorgänge miteinander ab, daß es schwer ist, Euch den Aufbau, das Blitz- und Donnerstadium und den Abbau genau zu erklären, aber mit ein paar Worten solltet Ihr doch einen kleinen Einblick haben.



34. Licht rast, Schall läßt sich Zeit

Eine Sache, die auch die Meteorologen interessiert, sollt Ihr aber vom Gewitter noch wissen, nämlich wie weit es entfernt ist. Zu einer solchen Entfernungsbestimmung dienen uns Blitz und Donner. Der Blitz ist ein richtiger Funken, der innerhalb der Wolke oder zwischen Wolke und Erde in Bruchteilen einer Sekunde einen mächtigen elektrischen Strom durch die Luft schickt. So wie der Strom in der Glühlampe den Glühfaden erhitzt und zum Leuchten bringt, so erhitzt der Blitzstrom die Luft im Blitzkanal und bringt sie ebenfalls zum Leuchten. Luft, die so stark erhitzt wird, das wißt Ihr ja, dehnt sich dann aus. Die Luftmollis rasen nach allen Richtungen auseinander. Aber auch das geht sehr schnell. Dann ist die ganze Wärme verfliegen, der ganze Spuk vorbei und die Mollis rasen aus allen Richtungen wieder zu dem Ursprungsort zurück. Und dort schlagen sie sich natürlich wieder gegenseitig die Köpfe ein. Das gibt ein mächtiges Gerumpel. Und dieses Gerumpel hören wir als Donner.

Der Blitz schickt uns also einmal das Licht und zum anderen den Donner. Nun kommt uns zugute, daß das Licht ja mit einer irrsinnigen Geschwindigkeit vom Blitz zu uns kommt. In einer zehntel Sekunde, also in einer Zeit, welche die Stoppuhr gerade noch anzeigt, kann das Licht etwa einmal um die Erde laufen. Der Donner dagegen, der in Abb. 25 als Schnecke dargestellt ist, bewegt sich viel, viel langsamer. Für die kleine Entfernung von nur 1 km braucht der Schall des Donners 3 Sekunden. So könnt Ihr von dem Augenblick, da Ihr den Blitz seht, mit der Stoppuhr oder dem Sekundenzeiger der Armbanduhr die Zeit bestimmen, bis der Donner eintrifft. Wenn Ihr die Zahl der Sekunden zwischen Blitz und eintreffendem Donner durch 3 teilt, dann habt Ihr die Entfernung zum Gewitter in Kilometern.



25

Messung: Schallgeschwindigkeit

Ihr braucht: Uhr mit Sekundenzeiger bzw. Stoppuhr. Übrigens noch ein Tip wie Ihr die Schallgeschwindigkeit selbst bestimmen könnt, wenn Ihr das nicht glauben wollt. Da gibt es verschiedene Möglichkeiten, für die Ihr nur eine Uhr mit großem Sekundenzeiger oder aber eine Stoppuhr braucht. Wenn im Sommer mal ein Feuerwerk angekündigt ist, dann stellt Euch vor Beginn dieses Feuerwerks doch einmal in eine Entfernung von 1 bis 2 km, die Ihr vorher auf dem Stadtplan ausgemessen habt, auf und wartet auf den Beginn des Feuerwerks. Wenn dann die erste Rakete aufsteigt, dann bestimmt einmal die Zeit zwischen Aufblitzen der Rakete und dem Ankommen des Knalls. Da Ihr die Entfernung wißt, könnt Ihr gleich prüfen ob es stimmt, daß der Schall für einen Kilometer 3 Sekunden braucht.

35. Wir zaubern einen Regenbogen

Zum Schluß noch ein Experiment, mit dem Ihr etwas der Natur nachmachen könnt, das zu den schönsten Wettererscheinungen gehört: Ein Regenbogen. Dazu sucht Euch einen wolkenlosen Sommertag aus und geht am späten Nachmittag in den eigenen Garten oder zu einem Freund oder einer Freundin, die einen Garten haben. Dort schließt den Gartenschlauch an und spritzt derart, daß ein mächtiger Wassernebel aus vielen, möglichst kleinen Tröpfchen entsteht. Dabei steht Ihr mit dem Rücken gegen die Sonne und ändert die Richtung der Schlauchspritze so lange, bis Ihr plötzlich in diesem Nebel einen Streifen aus allen möglichen Farben seht. Dies rührt daher, daß die Tröpfchen die einzelnen Sonnenstrahlen wie ein Spiegel zurückwerfen, allerdings wie ein Spiegel, der vorher die Strahlen nach ihren Farben sortiert und jede Farbe in eine etwas andere Richtung schickt. Man beobachtet diese Wettererscheinung im allgemeinen dann, wenn bei uns die Sonne scheint, in einer Entfernung aber eine dicke, schwarze Regenwolke zu sehen ist. Und eines soll Euch dieser Regenbogen noch sagen: Das Wetter ist mit seinen vielen Erscheinungen nicht nur interessant und verlockt uns dazu, die Vorgänge zu untersuchen und alles mögliche zu messen; das Wetter ist, Hand aufs Herz, doch ein richtiger Zauberer. Ohne ihn wäre es in unserer Umgebung eintönig, langweilig, ja ausgesprochen häßlich. Wenn Ihr das Wetter auch manchmal abscheulich findet, solltet Ihr nicht vergessen, was Ihr alles an Fantastischem diesem Wetter zu verdanken habt. Wiesen voller Blumen, mächtige, dunkelgrüne Tannenwälder, Gärten voller Obstbäume, Badestrände mit einer irren Brandung, tosende Wasserfälle, Gebirgstäler mit weiten unberührten Schneeflächen und neben vielem mehr immer wieder einen strahlend blauen Himmel und schneeweiße Wolken.

Was Ihr unbedingt noch wissen sollt

Wir konnten Euch natürlich nicht alles erzählen, was man über das Wetter weiß. Vieles ist so schwierig zu verstehen oder wird heute sogar von den Meteorologen noch nicht verstanden, daß Ihr Euch bald gelangweilt hättet, und das wolltet Ihr ja nicht. Vielleicht habt Ihr Euch gewundert, daß wir nichts über die vielen, verschiedenen Wolkenarten erzählt haben. Die Bestimmung der Wolkenarten ist schon nicht ganz leicht. Aus der Wolkenart zu erkennen, wie das Wetter wird, ist noch viel schwieriger. Wir hätten Euch gerne von den Tiefs und Hochs erzählt, die Ihr beispielsweise täglich auf der Wetterkarte im Fernseher seht. Das sind Gebiete mit tiefem und hohem Luftdruck. In ihnen sitzen gewissermaßen die Kutscher, welche die verschiedenen Luftmassen antreiben, wobei es dann immer wieder passiert, daß zwei solcher Luftmassen zusammenstoßen und plötzlich zum Beispiel eine Kaltfront mit Blitz und Donner entsteht. Wie solche Tiefs und Hochs ihre Lage verändern und wie sich eine solche Kaltfront bewegt, weiß man so ungefähr. Damit kann man den Versuch machen, vorherzusagen, wie sich das Wetter gestalten wird. Leider sind es oft ganz kleine Ursachen, die zum Beispiel eine Kaltfront dazu bewegen, es mit der warmen Luft nicht gar zu arg zu treiben. Dann entstehen an der Grenze zwischen kalter und warmer Luft nur ein paar Wolken und nicht, wie vielleicht erwartet, Gewitter. Oder die Kutscher schlafen aus irgendeinem Grund und treiben die Luftmassen in eine andere Richtung, als man es meistens gewohnt ist. Dann lästert natürlich alles über den Wetterdienst, obwohl dieser wirklich sich alle Mühe gibt, daß es nicht zu solchen Überraschungen kommt. Dazu ist über die ganze Welt ein Netz von Beobachtungsstellen aufgebaut, die Tag und Nacht all das messen, was Ihr auch gelernt habt. Alle drei Stun-

den werden sämtliche Meßwerte auf der ganzen Welt an Zentralen gegeben. Bei uns ist dies für ganz Europa das Zentralamt des deutschen Wetterdienstes in Offenbach (Deutschland). Die Meldungen werden gesammelt und durch Schiffsbeobachtungen, Funkmeldungen von Ballongeräten und Satellitendaten ergänzt. Dazu kommt alles in den Computer, wo alle Möglichkeiten durchgespielt werden. Erfahrene Meteorologen mit einem Universitätsstudium versuchen dann herauszubekommen, wie sich das Wetter wahrscheinlich entwickeln wird.

Eines wird daraus schon klarer. Niemand würde einen so großen Aufwand treiben, wenn es nicht so unglaublich schwer wäre, das Wetter vorherzusagen. Es gibt vielleicht den einen oder anderen gewissen Anhalt, aber zu einer exakten Vorhersage gehört viel mehr. Grundlage für die Vorhersage sind die immer neu vom Computer erstellten Wetterkarten wie Ihr sie beispielsweise in der Zeitung findet. Manches Wettersymbol werdet Ihr dort wiederfinden, das Euch im Kap. 20 begegnet ist.

Keine Wettervorhersage wäre möglich, wenn nicht an vielen Orten der Erde alles gemessen würde, was Ihr selbst gemessen habt: Lufttemperaturen, Erdbodentemperaturen, Luftfeuchtigkeit und Sonnenscheindauer, Niederschlagsmenge und Schneehöhe, Windrichtung und Windgeschwindigkeit.

Es ist doch ein stolzes Ergebnis, wenn Ihr am Ende Eurer Entdeckungsreise sagen könnt, daß Ihr all diese Messungen schon fast wie richtige Meteorologen selber machen könnt. Und wenn Ihr noch manches näher oder genauer wissen wollt, dann werdet Ihr jetzt oder später sicher einmal in einen Buchladen gehen und auch das richtige Buch finden, das Euch noch mehr Aufschluß über die interessante und wunderbare Welt des Wetters gibt.

Sachregister

	Seite		Seite
Abwinde	25	Regenmenge	45
Aufwinde	25	Reif	41
Barometer	15	Satellit	53
Beaufortskala	34	Sauerstoffgehalt der Luft	36
Bimetal-Thermometer	22	Schallgeschwindigkeit	51
Blitz	50	Schnee	47
Donner	50	Schneegewicht	48
Erdbodentemperatur	24	Schneehöhe	47
Flüssigkeitsthermometer	20	Segelflug	28
Frühling	8	Sommer	8
Gewitterentfernung	51	Sonne	5
Gewitterwolke	50	Sonnenscheindauer	7
Glatteis	46	Sonnenstand	8
Herbst	8	Spiralhygrometer	40
Kaltfront	43	Strahlung	5
Kondensationskern	39	Tagesgang der Lufttemperatur	22
Kreislauf des Wassers	42	Tau	41
Lawine	49	Thermik	28
Lichtgeschwindigkeit	51	Thermometer	5
Luftdichte	16	Wasserdampf	37
Luftdruck	11	Wetterdienst	52
Luftfeuchte	40	Wetterkarte	53
Luftmassen	43	Wettersymbole	30
Lufttemperatur	5	Wettersvorhersage	52
Meteorologe	53	Windgeschwindigkeit	34
Nebelbildung	38	Windrichtung	34
Pappschnee	48	Winter	8
Pulverschnee	48	Wolken	37
Regen	42	Zirkulation	28
Regenbogen	52		

Gesamtübersicht der Experimente

Nr.	In der Wohnung	Im Freien	Im Frühling	Im Sommer	Im Herbst	Im Winter	bei Sonne	bei Wind	bei Regen	bei Schnee
1		x	x	x	x		x			
2		x	x	x	x		x			
3		x		x			x			
4	x									
5	x									
6	x									
7	x									
8	x									
9	x									
10	x									
11		x	x	x	x	x	x			
12										
13	x	x	x	x	x	x				
14		x	x	x	x	x				
15		x	x	x	x	x				
16	x									
17	x									
18	x									
19	x									
20	x									
21	x	x	x	x	x	x		x		
22		x	x	x	x	x		x		
23	x									
24	x									
25	x	x	x	x	x	x				
26	x									
27	x									
28	x									
29		x	x	x	x				x	
30	x									
31		x				x				x
32		x				x				x
33										
34		x		x						
35		x	x	x	x		x			

Anmerkung

In diesem Buch sind noch das Gramm und Kilogramm als Gewichtseinheit verwendet, obgleich dies nach internationaler Vereinbarung seit einiger Zeit unzulässig ist. Da die neue Einheit Newton in der Praxis noch kaum bekannt ist, sollte vermieden werden, durch ihren Gebrauch Verwirrung zu stiften.

Unsere Anschrift lautet

in Deutschland Georg Adam Mangold GmbH & Co KG
Lange Straße 69—75
8510 Fürth/Bayern

in Österreich Spiel-Sport-Stadlbauer Ges.m.b.H.
Postfach 83
5027 Salzburg

in der Schweiz Witeco-Spielwaren AG
Birsstraße 58
4052 Basel



**Eine aufregende Entdeckungsreise in die
Welt des Wetters.**



Stündliche Eintragungen der Temperaturen in °C
Hourly record of temperature (°C)

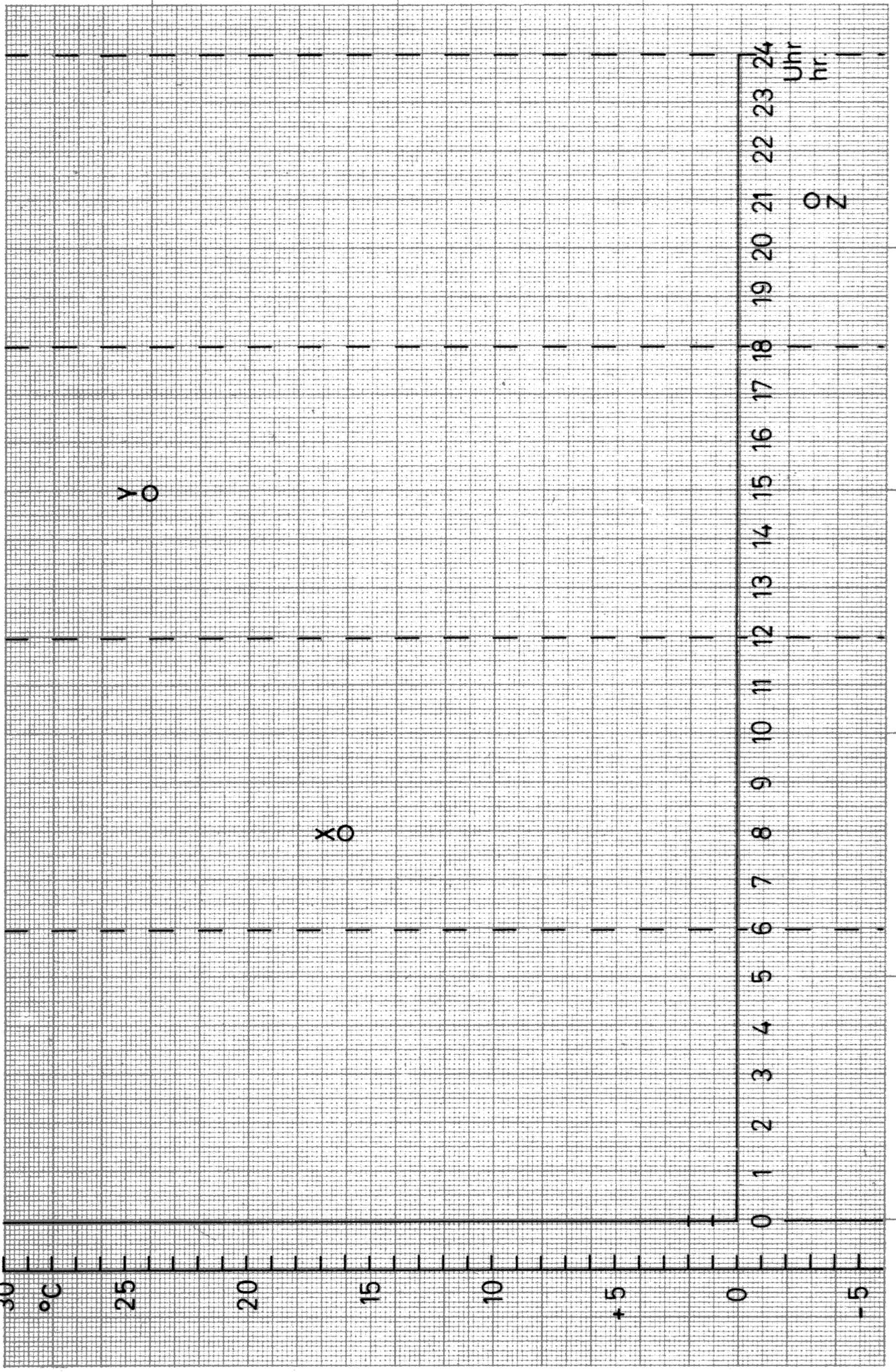
Uhr
hr.

Fall ref.	Datum date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A																										
B																										
C																										
D																										
E																										
F																										
G																										

Wetterbeschreibung (Zutreffendes ankreuzen)
Weather conditions (mark with X)

A	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> halb bewölkt	<input type="radio"/> ganz bewölkt	<input type="radio"/> gute Sicht	<input type="radio"/> dunstig	<input type="radio"/> Nebel
B	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> halb bewölkt	<input type="radio"/> ganz bewölkt	<input type="radio"/> gute Sicht	<input type="radio"/> dunstig	<input type="radio"/> Nebel
C	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> halb bewölkt	<input type="radio"/> ganz bewölkt	<input type="radio"/> gute Sicht	<input type="radio"/> dunstig	<input type="radio"/> Nebel
D	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> halb bewölkt	<input type="radio"/> ganz bewölkt	<input type="radio"/> gute Sicht	<input type="radio"/> dunstig	<input type="radio"/> Nebel
E	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> halb bewölkt	<input type="radio"/> ganz bewölkt	<input type="radio"/> gute Sicht	<input type="radio"/> dunstig	<input type="radio"/> Nebel
F	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> halb bewölkt	<input type="radio"/> ganz bewölkt	<input type="radio"/> gute Sicht	<input type="radio"/> dunstig	<input type="radio"/> Nebel
G	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> halb bewölkt	<input type="radio"/> ganz bewölkt	<input type="radio"/> gute Sicht	<input type="radio"/> dunstig	<input type="radio"/> Nebel

Clear sky broken clouds overcast good visibility haze mist/fog



Stündliche Eintragungen der relativen Luftfeuchtigkeit in %
Hourly record of relative humidity (%)

Uhr
hr.

Fall ref.	Datum date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A																										
B																										
C																										
D																										
E																										
F																										
G																										

Wetterbeschreibung (Zutreffendes ankreuzen)
Weather conditions (mark with X)

A	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> völlig bedeckt	<input type="radio"/> Nebel	<input type="radio"/> Regen
B	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> völlig bedeckt	<input type="radio"/> Nebel	<input type="radio"/> Regen
C	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> völlig bedeckt	<input type="radio"/> Nebel	<input type="radio"/> Regen
D	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> völlig bedeckt	<input type="radio"/> Nebel	<input type="radio"/> Regen
E	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> völlig bedeckt	<input type="radio"/> Nebel	<input type="radio"/> Regen
F	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> völlig bedeckt	<input type="radio"/> Nebel	<input type="radio"/> Regen
G	<input type="radio"/> wolkenlos	<input type="radio"/> völlig bedeckt	<input type="radio"/> Nebel	<input type="radio"/> Regen

Clear sky | broken clouds | mist/fog | rain

Diagrammformular IV
Graph sheet IV

Relative Feuchte
Relative humidity

%

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

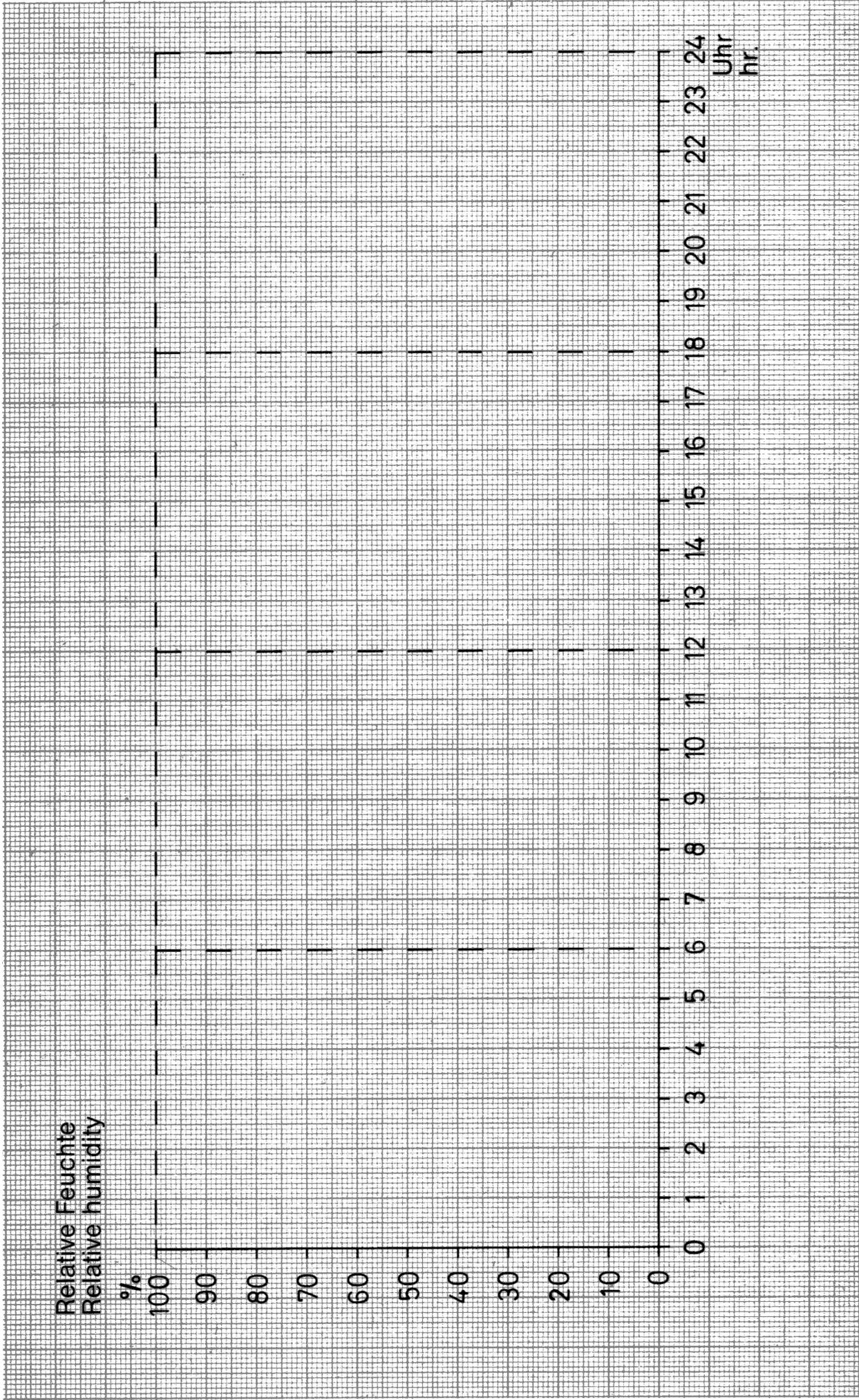
22

23

24

Uhr

hr.





Dieses Spielzeug ist »spiel gut« ausgezeichnet.

Was bedeutet das?

Pädagogen, Psychologen, Ärzte, Techniker, Fachleute für Design, Chemie, Elektronik... und Eltern – Wissenschaftler und Praktiker – prüfen und bewerten seit 1954 Spielzeug: von der Babyrassel bis zum Experimentiermaterial. Sie arbeiten ehrenamtlich und unabhängig von Spielwarenindustrie und -handel. Ihre Empfehlung »spiel gut« besagt, daß dieses Spielzeug mit Kindern erprobt und von Fachleuten geprüft wurde – mit positivem Ergebnis. Ihre Kriterien: Spielmöglichkeiten, Material, Verarbeitung, Konstruktion, Haltbarkeit, Sicherheit, Gestaltung, Größe, Menge, Brauchbarkeit der Spiel- oder Arbeitsanleitung, für welches Alter geeignet...

Spiel und Spielzeug als Erziehungshilfe?

Spielen bedeutet auch immer lernen. Nicht durch Belehrung, sondern durch eigene Erfahrung – die wirksamste Form des Lernens in der Kindheit. Körperliche und geistige Beweglichkeit, soziales Verhalten, Phantasie, logisches Denken, planvolles Handeln, Konzentrationsfähigkeit, Ausdauer, Freude am Tätigsein und manches mehr können im Spiel entwickelt werden und ein Leben lang wirksam bleiben: tagtäglich, bei der Arbeit ebenso wie in der Freizeit und in vielen anderen Situationen.

Spielen lernen?

Aber auch spielen will gelernt sein. Die jedem gesunden Kind angeborene Spiel-Bereitschaft kann sich nur mit behutsamer Hilfe, Anregung und Ermutigung zur Spiel-Fähigkeit entwickeln. Auch gutes Spielzeug kann dabei helfen, aber nur, wenn Können und Interessen des Kindes bei der Auswahl bedacht werden. spiel-gut-Ratgeber geben Antwort auf alle wichtigen Fragen.

Wo ist mehr darüber zu erfahren?

spiel gut
Arbeitsausschuß Kinderspiel + Spielzeug e.V.
Heimstraße 13, D-7900 Ulm, Telefon (0731) 65653

This toy is recommended by »spiel gut« (“Good Toy”)

What does this mean?

Since 1954, educationalists, psychologists, doctors, technicians, experts in design, chemistry, electronics ... and parents – scientific and practical people – have been examining and assessing toys – from babies’ rattles to material for experimenting. They work on an honorary basis and are independent of the toy industry and retailers. Their »spiel gut« recommendation signifies that this toy has been tested with children and examined by experts with a positive result. Their criteria: play value, material, workmanship, construction, durability, safety, design, size, quantity, quality of the instructions for playing or making, suitability for the appropriate age group...

Play + toys as educational aids?

Playing always entails learning, not by means of teaching, but on the basis of personal experience – the most effective form of learning in childhood. Physical and mental agility, social behaviour, imagination, logical thinking, planned action, powers of concentration, stamina, joy at being active and a great deal more besides, can be developed by playing, and the benefits can be seen for the rest of the child’s life – at work and during leisure activities, as well as in a wide variety of other situations.

Learning to play?

But playing too has to be learned. The readiness to play, which every healthy child has by its very nature, can only develop into the ability to play with careful assistance, stimulation and encouragement. Good toys can also help in this, but only if the abilities and interests of the child are taken into consideration when choosing a toy. »spiel gut« publications give answers to all important questions.

For more information contact:

»spiel gut« Arbeitsausschuß Kinderspiel + Spielzeug e.V.
Heimstrasse 13, D-7900 Ulm, Telephone (0731) 65653

Ce jouet est recommandé par »spiel gut« („bon jouet”)

Qu’est-ce que cela signifie?

Depuis 1954 des pédagogues, psychologues, médecins, techniciens, spécialistes en design, chimie, électronique ... et des parents – personnes d’un côté de formation scientifique et de l’autre personnes confrontés avec la pratique quotidienne – font des tests et évaluent la qualité des jouets: du hochet jusqu’à la boîte d’expérimentation scientifique. Ils travaillent bénévolement et en toute indépendance de l’industrie et du commerce du jouet. La recommandation »spiel gut« signifie que le jouet a été testé avec des enfants et évalué par des spécialistes – avec un résultat positif. Leurs critères: valeur de jeu, matériel, qualité de fabrication, construction, solidité, sécurité, design, taille, quantité des éléments, clarté et exactitude des instructions d’emploi, âge adéquat.

Jeu et jouet, instrument d’éducation?

Jouer c’est aussi apprendre. C’est la forme la plus effective d’apprendre au cours de l’enfance. Cela signifie toujours un enrichissement des connaissances et de la flexibilité physique et intellectuelle. Le comportement social et méthodique, la phantasie, la logique de pensée, la capacité de concentration, la persévérance, la joie d’être actif etc. peuvent se développer au cours du jeu, mieux que par l’instruction, et restent efficaces toute la vie: chaque jour aussi bien au travail que pendant les loisirs et la vie de tous les jours.

Apprendre à jouer?

Cependant, il faut apprendre à jouer. La joie naturelle de jouer ne peut s’épanouir qu’avec une assistance prudente, une stimulation et un encouragement continus. De bon jouets peuvent aussi y contribuer, mais seulement si on tient compte des capacités et de l’intérêt de l’enfant. Les publications de »spiel gut« fournissent une réponse à toutes ces questions essentielles.

Pour en savoir plus s’adresser à:

»spiel gut« Arbeitsausschuß Kinderspiel + Spielzeug e.V.
Heimstrasse 13, D-7900 Ulm, Tél.: (0731) 65653

Wetterkunde 6521

zusätzlicher Beilagezettel

Mit diesem Wetterkunde-Experimentierkasten haben Sie sich für ein Qualitätsprodukt entschieden. Der Kasten wurde völlig überarbeitet und entspricht der neuesten europäischen Sicherheitsnorm. Er darf daher das CE-Zeichen tragen. Diese Norm stellt hohe Anforderungen an die Qualität des Materials. So darf der Rauchkegel nicht mehr benutzt werden. Es entfällt dadurch das Experiment 19 auf Seite 28.

Zwar kann nun ein Experiment weniger ausgeführt werden, aber der Gewinn an Sicherheit wiegt dies auf.