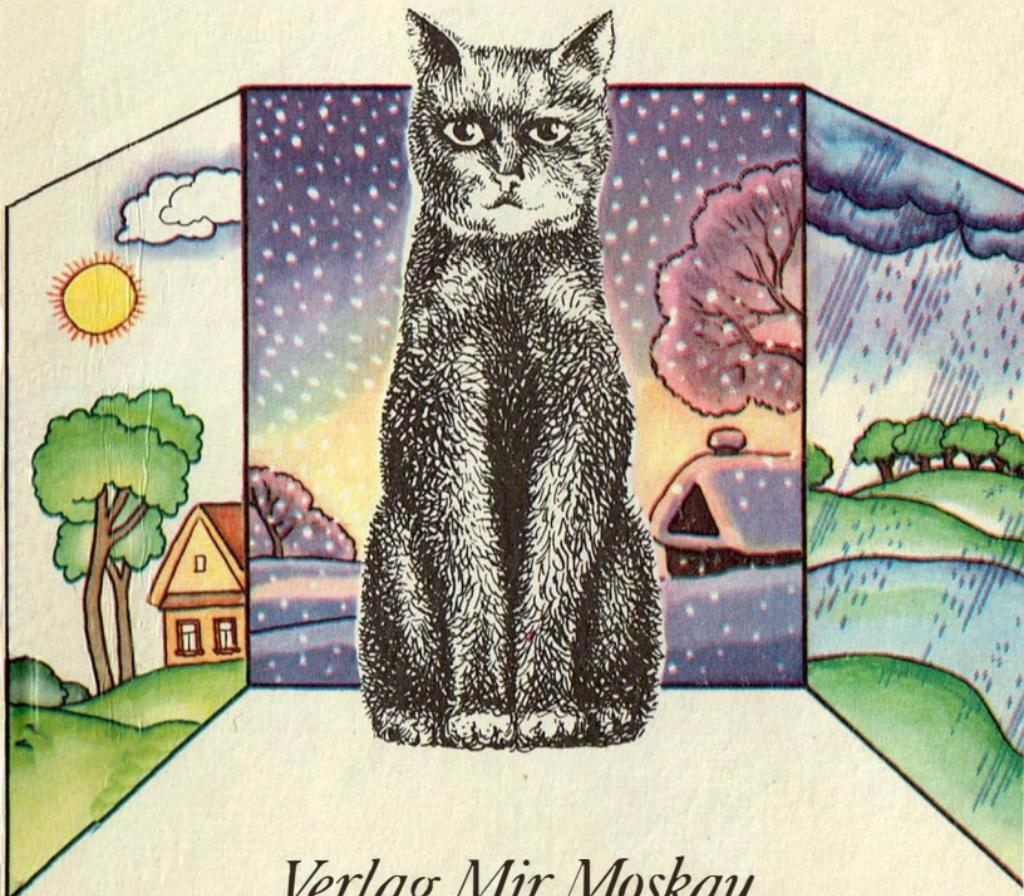


Tiere und Pflanzen als Wetterpropheten

I. Litinezki



Verlag Mir Moskau

I. Litinezki

*Tiere und Pflanzen
als Wetterpropheten*



Verlag Mir Moskau

Titel der Originalausgabe:
И. Литинецкий
Барометры природы
Москва „Детская литература“ 1982

In die deutsche Sprache übersetzt von B. Steier, Moskau

© Издательство „Детская литература“, 1982 г.
© Verlag Mir, Moskau, 1988
1. Auflage
Einband und Illustrationen: J. Urmantschijew
Satz und Druck: UdSSR
Best.-Nr. 298 636 5

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| „Und jetzt der Wetterbericht...“ | 7 |
| Die „Phantasie“ der Synoptiker | 10 |
| Warum sich die „Wettergötter“ irren | 18 |
| Die Launen des Wetters | |
| 23 | |
| Auf der Suche nach dem Schlüssel | |
| zu den Geheimnissen des Wetters | |
| 52 | |
| Die gefiederten Synoptiker | |
| 66 | |
| Schwimmbblasen und Wetterfrösche | |
| 105 | |
| Wetterprognose bei den Säugetieren | |
| 122 | |
| Walrosse und Weißwale als Wetterpropheten | |
| 147 | |
| Die wetterempfindlichen Insekten | |
| 153 | |
| Das Infraohr der Qualle | |
| 184 | |
| Kreaturen der Natur im Dienste der Forschung | |
| 199 | |
| Die Meteorologie im Reich der Pflanzen | |
| 219 | |

| | |
|--|-----|
| Warum „weint“ die Kanna und der Ahorn | 241 |
| Wenn das Veilchen lächelt und die Malve Trübsal bläst | 248 |
| Der Chlorophyll-Prophet | 270 |
| Einvernehmen | 281 |
| Mensch und Natur | 286 |
| Biometeorologie: Gegenwart und Zukunft | 299 |

„Und jetzt der Wetterbericht...“

Vom Wetter hängen wir heute genauso ab wie unsere Vorfahren vor vielen Jahrtausenden. In unserer gesamten Lebenstätigkeit tragen wir den Witterungsverhältnissen Rechnung, denn das Wetter

- beeinflußt unsere Stimmung und unser Wohlbefinden;
- ist die Ursache vieler Krankheiten;
- schreibt uns vor, wie wir uns zu kleiden haben;
- bestimmt die Bauart unserer Wohnhäuser;
- spielt den Einsatzleiter im Verkehrswesen, ganz besonders in der Luftfahrt;
- reglementiert die Landwirtschaft;
- beschert uns Dürren, verheerende Überschwemmungen und schlimme Verwüstungen;
- bringt das Leben ganzer Staaten aus dem Takt.

Die Liste ist nicht vollständig, aber keiner von uns dürfte Mühe haben, noch weitere Punkte hinzuzufügen.

Wetter und Klima sind Existenzbedingungen des Menschen. Am Ausgang des 20. Jahrhunderts – des Jahrhunderts der Atomenergie, der Chemie, der Elektronik, der Robotertechnik, der Weltraumerschließung – müssen wir dennoch zu unserer Schande eingestehen, daß wir Menschen, die „Beherrschter der Natur“, über das Wetter keine Gewalt haben. Mehr noch, je tiefer unsere Wissenschaft in die Geheimnisse der „Wetterküche“ eindringt, um so klarer wird uns, daß von einer Steuerung des Wetters in der absehbaren Zukunft nicht die Rede sein kann. Was uns bleibt, ist das Wetter exakter

vorauszusagen. Aber auch das ist wichtig, denn selbst bescheidene Fortschritte in der Wettervorhersage bedeuten enormen wirtschaftlichen Gewinn und mitunter die Rettung von Menschenleben.

Unter den globalen wissenschaftlichen Problemen, die von der Menschheit im Verlauf ihrer Geschichte gelöst wurden und werden, kann man nur mit Mühe eines finden, das aufgrund seiner Kompliziertheit und der ständig zunehmenden Aktualität vergleichbar mit den Problemen der exakten Wetterprognostizierung gestellt wäre. Auch heute, im Zeitalter der Atomenergie, der Chemie, der Elektronik, der Weltraumforschung, klingen die von M. W. Lomonossow vor zweieinhalb Jahrhunderten gesprochenen Worte prophetisch: „Der Mensch hätte nichts mehr von Gott zu erbitten, würde er es lernen, das Wetter richtig vorherzusagen“. In der Lösung des Problems der wissenschaftlichen Vorhersage des Wetters erblickte der geniale Gelehrte, der „in den Wissenschaften die stärkste Wende herbeigeführt und ihnen jene Richtung verliehen hat, in der sie heute fließen“, zu Recht „eine große Erwerbung der menschlichen Gesellschaft“, ein Werk, „der goldenen Berge würdig“.

Um eine exakte Wettervorhersage bemühten sich die Menschen schon in der Urzeit. Als sie seßhaft wurden, mußten sie, um Ackerbau und Viehzucht betreiben zu können, Kenntnis über zu erwartende Dürren und Überschwemmungen, Frosteinbrüche und Monsunwinde, Platzregen und Sandstürme haben. Ein Landwirt, dem es auf gute Erträge ankommt, schaut noch vor dem Frühstück nach dem Wetter. So ist es heute, so war es auch früher.

Die ständigen Beobachtungen des Wetters ließen lange vor unserem Zeitalter bestimmte Zusammenhänge und Abhängigkeiten deutlich werden. Alle Völker unserer Erde besitzen uralte Wetterregeln, die oft in Versform

gehalten sind, weil sich gereimte Sprüche besser einprägen. Daß diese Regeln nicht erst heute entstanden sind, wissen wir aus den Werken des Aristoteles (384–322 v. u. Z.), Catos des Älteren (234–149 v. u. Z.), des Vergilius (70–19 v. u. Z.), des Plinius des Älteren (23–79 u. Z.), des Columella (1. Jh. u. Z.) und vieler anderer Gelehrter, Dichter und bedeutender Männer der Antike. Die alten Griechen kannten sogar Wetterkalender in Form kleiner Steintafeln. Sie hießen Parapegmen, waren vor etwa zweieinhalbtausend Jahren entstanden und wurden auf Märkten und öffentlichen Plätzen an Säulen befestigt, auf daß die Einwohner den günstigsten Zeitpunkt für den Beginn der Feldarbeiten oder einer Seereise bestimmten könnten.

Aus dem Alten Indien erreichte uns ein interessantes Dokument, das laut Schätzungen mindestens zwanzig Jahrhunderte alt ist. Es handelt sich um eine Art Unterweisung für die Ackerbauern, die Empfehlungen gab, wie das Wetter zu beobachten, wann das Feld zu bestellen und abzuernten sei.

In Stein gehauene Wetterkalender sieht man heute nur in Museen. Annäherungsvorhersagen, die über Jahre gelten, befriedigen uns nicht mehr – wir wollen es ganz genau wissen. Wissenschaftlich fundiert muß die Prognose sein, der meteorologische Dienst muß das Blatt Papier unterschrieben haben, das der Rundfunksprecher nach den Worten „Und jetzt der Wetterbericht...“ mit geübter Stimme vorliest. Wenn diese Worte erklingen, brechen wir alle unsere Unterhaltungen ab, denn das Wetter von morgen interessiert einen jeden von uns.

Neben den Wetterberichten für die Allgemeinheit gibt es auch spezielle Wettermeldungen für Kraftfahrer, für die Landwirtschaft, für die Seefahrt, für die Luftfahrt und für andere Bereiche der Volkswirtschaft. Der hydrometeorologische Dienst der UdSSR gibt allein für die Aeroflot jeden Tag mehr als fünfzehn-

tausend Wetterprognosen über drei bis zwanzig Stunden heraus.

Die Wissenschaft hat unser volles Vertrauen. Wir erwarten von den Wettervorhersagen absolute Zuverlässigkeit und vergessen dabei, daß jeder Mensch irren kann, und wenn er noch so gebildet ist. Meteorologen sind auch nur Menschen.

Die „Phantasie“ der Synoptiker

Wir wollen uns nichts vormachen: Hin und wieder lassen uns die amtlichen Wetterberichte im Stich und schaffen reichsten Nährboden für Ironie und Sarkasmus. Vielen sind wahrscheinlich noch die Veröffentlichungen in einigen unserer Zeitungen und Zeitschriften gegenwärtig, wonach die Schwedische Akademie der Künste, die jedes Jahr einen Preis „für Leistungen auf dem Gebiet der Dichtkunst und der Phantastik“ vergibt, zweimal den Sonderpreis den Mitarbeitern des Stockholmer Instituts für meteorologische Prognosen hat zukommen lassen, die in ihren Wettervorhersagen „eine außergewöhnliche dichterische Phantasie, die mit der Wirklichkeit nichts gemein hat“, offenbart haben. Bei jedem falschen Wetterbericht wird ein notorischer Witzbold sich folgende Sentenz wohl nicht verkneifen: „Das Wetter für morgen erfahren Sie übermorgen.“ Auch die Karikaturisten gehen in ihrem „Schaffen“ an den Synoptikern nicht vorüber. So war z.B. in einer Novemberausgabe 1985 der Zeitung „Sowjetskaja Rossija“ im Teil „Leser zeichnen für uns“ ein Passant gezeichnet, der vor einer an der Wand (wahrscheinlich des Gebäudes des Hydrometeorologischen Zentrums) befestigten Bekanntmachung „Das Büro für Prognosen sucht dringend einen Rheumatiker“ stand.

Obwohl Witze über falsche Prognosen der Meteoro-

logen schon lange niemanden mehr sonderlich erheitern, wird das Thema dennoch weiterhin strapaziert, denn die Fehler bei den Wettervorhersagen liefern den Witzbolden immer wieder Nahrung. So war ganz vor kurzem in einer populären ausländischen Zeitschrift ein kleiner Beitrag folgenden Inhalts zu lesen:

„....Im Januar vergangenen Jahres fiel in der Stadt Jiddah (Saudi-Arabien) eine Rekordmenge an Niederschlägen. Die lokale Zeitung „Saudi Gazette“ zögerte nicht, dem seltenen Ereignis Beachtung zu schenken. Ihre Mitteilung lautete:

„Die Wetterprognose fällt heute wegen Wetter aus.

Die Wetterberichte beziehen wir aus der Wetterstation des Flughafens, aber heute sind alle Straßen überschwemmt.

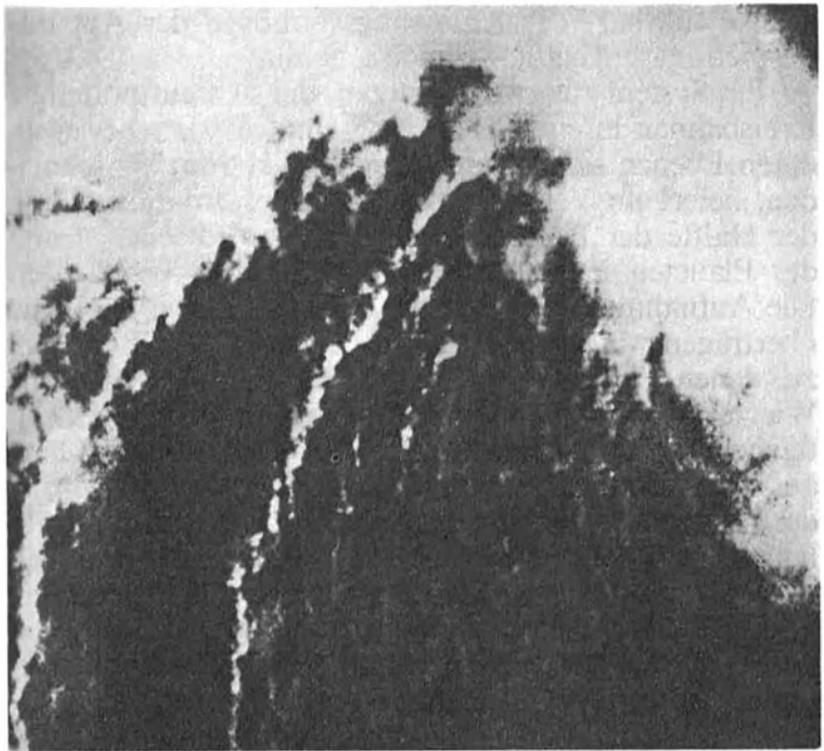
Ob ein Wetterbericht in der Zeitung von morgen erscheint, das hängt nur vom Wetter ab.“...

Und dennoch, wie giftig der Preis der Schwedischen Akademie der Künste, wie betrüblich die spaßige Mitteilung der Zeitung „Saudi Gazette“ auch sei, welch böse Karikaturen und gehässige Witze an die Adresse der Meteorologen auch veröffentlicht werden, der überwiegende Teil der Bewohner der Erde vertraut auch weiterhin den Meteorologen, denn es ist bekannt, daß sie in den letzten 25 Jahren viel für die Erhöhung der Genauigkeit der Wetterprognosen getan haben und nach wie vor tun.

Die Wahrscheinlichkeit einer zutreffenden Wettervorhersage hat sich in den letzten Jahren bedeutend erhöht, und zwar infolge der Ausweitung des Beobachtungsnetzes, seiner Ausstattung mit immer vollkommenen Geräten, Automatisierungsmitteln, Pilotballons, Radiosonden, meteorologischen und geophysikalischen Raketen, Laserraketen für die Erforschung sehr hoher Schichten der Atmosphäre, in der Hauptsache aber dank der Nutzung der sogenannten numerischen

Prognosemethoden, das heißt der Anwendung der hydro-mechanischen und thermodynamischen Gleichungen auf die atmosphärischen Prozesse (Aufbau komplizierter mathematischer Modelle der Luftmassenbewegung). Letzteres ist tatsächlich vor relativ kurzer Zeit erreichbar geworden, nachdem die ersten elektronischen Rechner aufkamen. Bildlich gesprochen, es wurde möglich, das Wetter nicht nur vorherzusagen, sondern sogar „vorauszuberechnen“. Einen großen Beitrag zur Entwicklung und praktischen Anwendung der numerischen Methoden leisteten die sowjetischen Wissenschaftler, so das korrespondierende Mitglied der AdW der UdSSR I. A. Kibel, die Akademiemitglieder N. J. Kotschin, A. M. Obuchow und G. I. Martschuk.

Eine neue Epoche in der Wettervorhersage eröffneten die Wettersatelliten. Zum ersten Mal wurden sie in unserem Land im Jahre 1967 in den Kosmos gestartet. Seither besteht in der Sowjetunion nun schon zwanzig Jahre das kosmische System „Meteor“, das Erd-satelliten und regionale Bodenstationen für den Informationsempfang in Moskau, Nowosibirsk und Chabarowsk umfaßt. Seit 1975 werden ständig die Wettersatelliten der zweiten Generation „Meteor-2“ auf eine Erdumlaufbahn gebracht, die viel zuverlässiger als ihre Vorgänger sind. Sie sind mit der neuesten Rundsicht- und Meßapparatur ausgestattet. Die Rundsichtapparatur besteht aus sogenannten Fernseh- und Infrarotsystemen des Satelliten, die ein komplexes Fotografieren der Wolken und der Erdoberfläche nicht nur auf der Tagesseite (von der Sonne beschienen), sondern auch auf der Nachtseite (Schattenseite) unseres Planeten ermöglichen. Die Meßapparatur wird zur Gewinnung von Daten des Strahlungshaushalts des Systems Erde-Atmosphäre und zur Bestimmung der Temperatur der darunter liegenden Oberfläche benutzt, d. h. zur Ausführung sogenannter aktinometrischer oder Strahlungs-



Satellitenaufnahme eines gewaltigen Wolkengebildes über dem Stillen Ozean

messungen. Die Ergebnisse der letztgenannten können sowohl in absoluten als auch in relativen Größen ausgedrückt werden. Außerdem können von den Wittersatelliten auch Spektralmessungen der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit vorgenommen werden. Die Fernsehaufnahme der Wolkendecke erfolgt im sichtbaren Teil des Sonnenspektrums. Bei normaler Flughöhe eines Wittersatelliten (bis 900 km) beträgt das Auflösungsvermögen der Apparatur ungefähr 1 bis 2 km. Das Fotografieren in Infrarotteil des Spektrums im Wellenbereich 8 bis 12 μm ist auch in der Nacht-

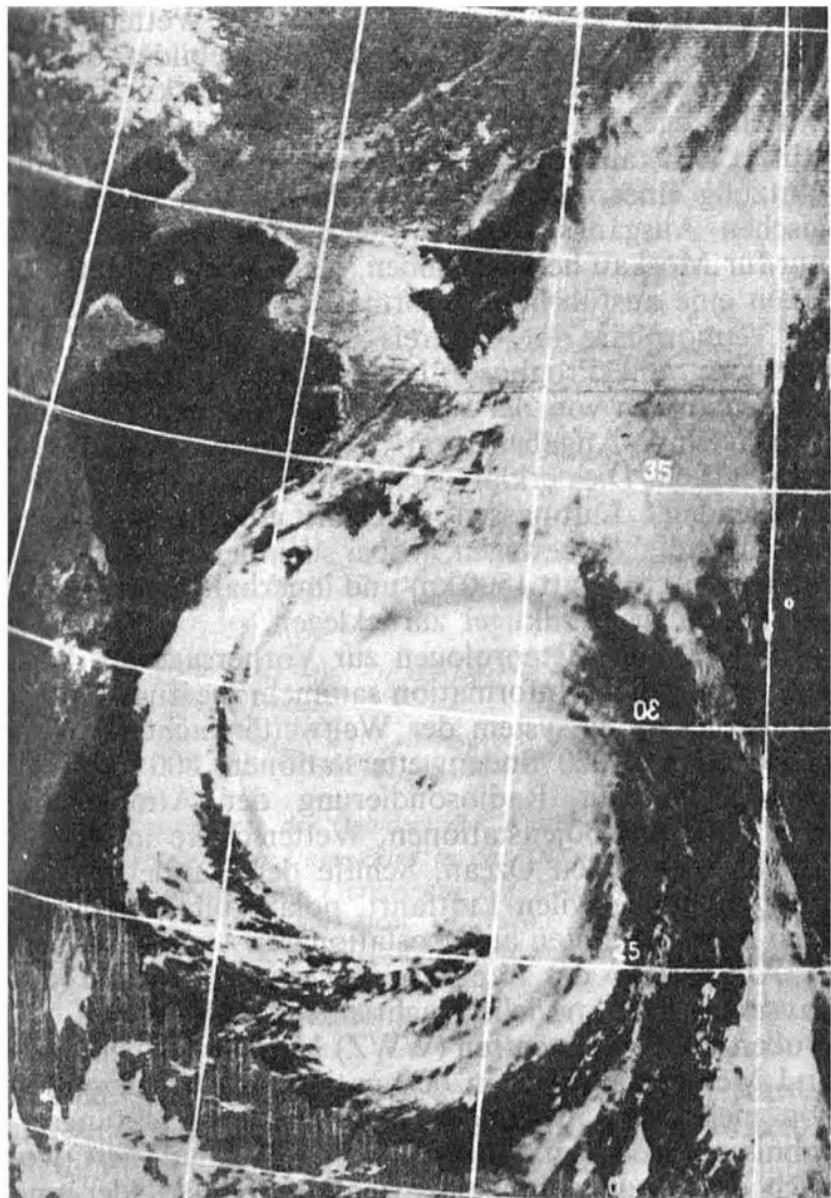
zeit ausführbar; das Auflösungsvermögen der Apparatur beträgt ungefähr 8 km im Nadir¹⁾.

Ein System aus zwei Satelliten, die sich auf polnahen Kreisbahnen in einer Höhe von rund 630 km bewegen, deren Ebenen sich unter einem Winkel von 95° schneiden, liefert im Verlauf eines Tages Informationen von der Hälfte der Erdoberfläche. Dabei wird jeder Raum des Planeten im Intervall von 6 Stunden beobachtet. Die Aufnahmen, die von den Wettersatelliten zur Erde übertragen werden, die riesigen Spiralen der Zyklonen, zu denen sich die mehrstöckigen Wolkenfelder – die Wiegen der Orkane – verwinden, sind einfach überwältigend. Es gibt keine Kraft, die deren Entwicklung aufhalten könnte. Während aber diese Anomalien in der Bewegung der Luftmassen für uns früher größtenteils eine totale Überraschung waren, sich plötzlich über die Dörfer und Städte stürzten, erlauben es die Wettersatelliten heute, die Bewegung der Zyklonen und Antizyklonen zu beobachten und viele Wetteranomalien und spontane Naturereignisse vorherzusagen.

Mit einem Wort, mit der Schaffung der Wettersatelliten haben die Meteorologen ein gewaltiges Mittel für das Eindringen in jene Bereiche der „Wetterküche“ erhalten, von denen diejenigen, die die ersten Prognosen aufstellten, nicht einmal zu träumen wagten.

Die Erarbeitung von Wetterprognosen erfordert heute also ein exakt abgestimmtes, ununterbrochen funktionierendes System des Zusammenwirkens von Mensch und modernster Technik – mit zahlreichen Meßgeräten, verschiedenartigen automatischen Einrichtungen, schnell rechnenden Computern, Wettersatelliten und anderen Systemen.

¹⁾ Nadir ist ein dem Zenit gegenüberliegender Punkt der Himmelskugel (Fußpunkt).

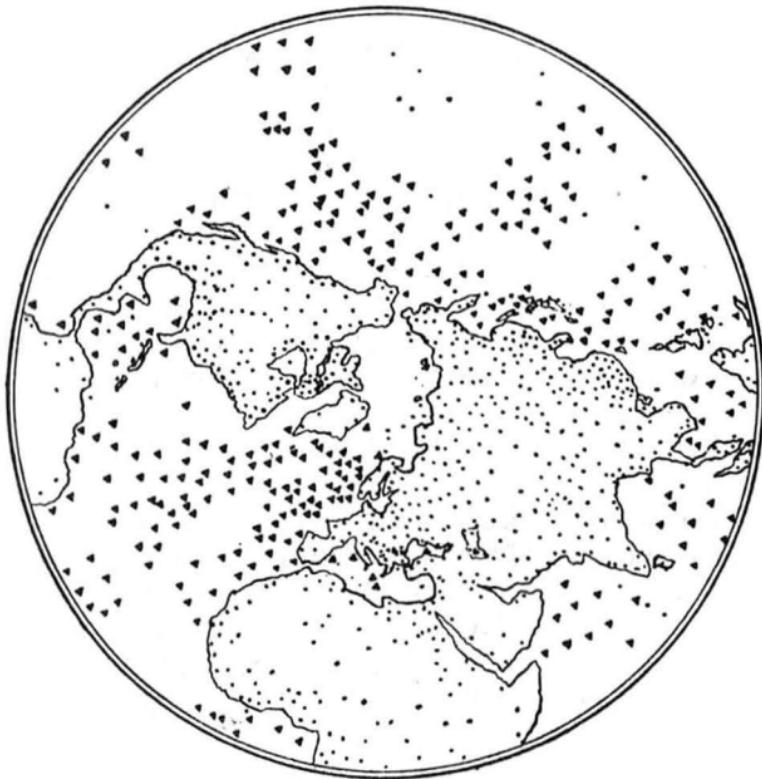


So sieht die Entstehung eines Orkans aus dem Weltraum aus.

Historisch gesehen hat sich bei der Wettervorhersage eine Reihe von Richtungen herausgebildet, die mit dem Prognosezeitraum zusammenhängen: kurzfristige, mittelfristige und langfristige Prognose. Jede von ihnen stützt sich auf eine spezifische Methodik, auf die Nutzung einer entsprechenden Palette von meteorologischen Ausgangsdaten. Um z. B. die Tagesprognose nur für Moskau herauszugeben, benötigen die Meteorologen eine ausführliche Information über den Zustand der Atmosphäre im Umkreis bis zu zweitausend Kilometern, eine Prognose über drei Tage verlangt nach Informationen von der nördlichen Halbkugel. Bei fünf Tagen sind Angaben von der gesamten Erdkugel erforderlich. Dies erklärt sich daraus, daß die „wettermachenden“ Luftmassen sich mit einer recht hohen Geschwindigkeit bewegen, wobei sie innerhalb eines Tages im Durchschnitt 1500 km und innerhalb einer Woche die Hälfte der Erdkugel zurücklegen.

Die für die Meteorologen zur Vorhersage des Wetters erforderliche Information sammeln die zum Globalen Beobachtungssystem der Weltwetterwacht (WWW) gehörenden 10 000 Bodenwetterstationen, 800 aerologische Stellen für Radiosondierung der Atmosphäre, rund 300 Funkbojenstationen, Wetterschiffe im Atlantischen und Stillen Ozean, Schiffe der Handelsmarine, Flugzeuge der zivilen Luftfahrt, polarorbitale Erdsatelliten sowie Satelliten auf geostationären Umlaufbahnen.

Alle Daten der Wetterbeobachtungen treffen fast pausenlos über spezielle Nachrichtenkanäle in den drei großen Weltwetterzentren (WWZ) Moskau, Washington und Melbourne sowie in den nationalen Wetterzentren von mehr als 150 Ländern ein. Die Beobachtungsergebnisse werden entschlüsselt, überprüft, analysiert, wonach die prognostischen Karten der Druckfelder und der Zirkulation für die verschiedenen Ebenen der Atmosphäre für einen Zeitraum bis drei Tage berechnet



Die Punkte markieren den Standort der Wetterwarten auf der nördlichen Halbkugel. Ein Unterschied in der Dichte ist sogar bei den Kontinenten zu erkennen (vergleichen Sie Eurasien und Amerika), von den Ozeanen erst gar nicht zu reden. Die Dreiecke in den Ozeanen kennzeichnen Punkte, von denen aus die Wettersatelliten mit Information versorgt werden. Auch hier gibt es weiße Flecke, denn an Satelliten mangelt es noch.

werden. Auf der Grundlage der prognostischen Karten erarbeitet man unter Verwendung speziell entwickelter Methodiken die Prognose der einzelnen meteorologischen Größen (Temperatur, Druck und Feuchtigkeit der Luft, Geschwindigkeit und Richtung des Windes u. a.) sowie der atmosphärischen Erscheinungen (Ne-

bel, Gewitter, Glatteis, Schneetreiben u. a.). Der Text der Prognose wird von führenden Spezialisten besprochen, bestätigt und an die Verbraucher verteilt.

Der Verbraucher jedoch, der dem neusten Wetterbericht vertraut, in dem freundliches Wetter für diese oder jene Region versprochen worden ist, begibt sich hoffnungsvoll auf eine Dienstreise oder in den langersehnten Urlaub und verbringt dann wartend ein, zwei oder gar drei Tage auf dem Flughafen. Und auch selbst der Direktor des Hydrometeorologischen Zentrums der UdSSR Doktor der geographischen Wissenschaften A. A. Wassiljew hat in einem Interview an den Korrespondenten der Zeitung „Iswestija“ eingestanden:

„Unter der schlechten Prognose leide ich selbst wie alle übrigen. Da fährt man mitunter nach außerhalb, um sich zu erholen, und dann gibt es unverhofften Neuschnee oder Platzregen. Das geht mir natürlich an die Nieren, wenn wir danebengegriffen haben. Obwohl ich weiß, warum...“

Warum sich die „Wettergötter“ irren

Warum aber sind dennoch, trotz des umfangreichen Netzes der über die gesamte Erdkugel verteilten meteorologischen, hydrologischen, aerologischen, Wetterradar-, Meeres- und Ozean-, ionosphärischen, geomagnetischen, heliophysikalischen Stationen und Posten, die mit den neuesten Geräten und Mitteln der Automatik ausgestattet sind und deren Zahl in die Tausende geht, trotz der Wettersatelliten, die eine riesige synoptische Information sammeln, ungeachtet der Erarbeitung zahlreicher Modelle der Bewegung der Atmosphäre, die Wetterprognosen mitunter ungenau und manchmal einfach falsch?

Gründe dafür gibt es viele.

Die Qualität der Wetterprognosen hängt in erster Linie davon ab, wie vollkommen die Theorie ist, auf der sie basieren, sowie von der Organisation und der Arbeit einer ganzen Reihe von Systemen, die den Wetterdienst ausmachen.

Am besten könnte man das Problem der fehlerfreien Wettervorhersage lösen, wenn man die Prognose zu einer Berechnung des Wetters machen würde, so wie die Perioden der Mondfinsternisse und die Tageslänge durch die Astronomen berechnet werden. Jedoch sind die Gesetze der Luftbewegung und die physikalischen Prozesse, die sich in der Atmosphäre abspielen, leider viel komplizierter als die Gesetze der Planetenbewegung. Um z. B. die künftige Bahn irgendeiner Zyklone zu bestimmen, muß man die zu erwartenden Werte der Temperatur und des Luftdrucks, den Wind, die Niederschläge und andere Faktoren in den verschiedenen Höhen der Atmosphäre berechnen. Dabei sind den Meteorologen heute noch nicht restlos alle Beziehungen bekannt, die die riesige Zahl der Parameter, welche jede einzeln genommene Zyklone beeinflussen, untereinander verbinden. Da sich außerdem ein jedes solches Objekt während seiner Formierung aus den einen Räumen in die anderen fortbewegt, ist es schwer, die Details aller Erscheinungen vorauszusagen, denen es in dem für ihn neuen Raum ausgesetzt sein wird. Noch schwerer ist es vorauszusagen, wann und wo eine Windhose entstehen kann, und wie sie sich verhalten wird. Mitunter, wenn die Meteorologen mit derart verheerenden Erscheinungen wie Windhosen und Windböen zu tun haben, die unter allen lokalen atmosphärischen Erscheinungen die schlimmsten sind, werden ihre Prognoseberechnungen zu Gleichungen, in denen die Zahl der Unbekannten die Zahl der Gleichungen übersteigt.

Die Hauptquelle der Fehler von Wetterprognosen

besteht darin, daß die physikalischen Vorgänge in der Atmosphäre 100%ig nicht bekannt sind, und daß es unmöglich ist, sie mathematisch exakt zu beschreiben.

Die zweite Fehlerquelle ist die unzureichende Menge an Beobachtungen, die unzureichende Menge an Wetterdaten. Es ist nämlich so, daß das Netz der Wetterstationen, von denen die Primärdaten geliefert werden, auf unserem Planeten sehr ungleichmäßig verteilt ist. Einen großen Teil der Informationen beziehen die Meteorologen von den Kontinenten. Und auch das nicht von überall. Aus der südlichen Halbkugel treffen nur wenig Mitteilungen ein. Die Äquatorzonen sind bislang kaum erforscht, denn ihre Beobachtungen erfolgen nicht systematisch. Und schließlich das Wichtigste – der Ozean. Hier entstehen gewaltige Zyklonen und Antizyklonen, die den Meteorologen gewissenlos die Karten durcheinanderbringen – im direkten und im übertragenen Sinne. Im Grunde bleibt die gesamte Atmosphäre über den Ozeanen außerhalb des Blickfelds der Meteorologen. Obwohl im Atlantischen und im Stillen Ozean „Wetterschiffe“ auf Fahrt sind, obwohl auch Schiffe im Liniendienst Wetterinformationen beisteuern, ist dies dennoch fürwahr ein Tropfen im Meer – im Grunde bleiben zwei Drittel der Erdoberfläche gewissermaßen im Schatten: was sich in Wirklichkeit im Ozean, in der Atmosphäre abspielt, ist nicht bekannt.

So wie ein grobmaschiges Fischernetz die kleinen Fische nicht einfängt, so fängt auch das grobmaschige Netz der Stationen die Mikroprozesse der Atmosphäre nicht ein. Für die Wetterprognose jedoch sind alle atmosphärischen Prozesse wichtig, von den umfassenden bis hin zu den lokalen.

Wenn wir die Quellen der Fehler aufzählen, die zu ungenauen, nichtzutreffenden Wetterprognosen führen, dann können wir nicht umhin, einen weiteren, überaus wichtigen Umstand zu nennen.

Oft hört man aus dem Munde der Meteorologen: „Ach, hätten wir eine ganze Ewigkeit, um die Wetterprognose für morgen zusammenzustellen, wie prächtig wäre dann dieselbe...“

Nicht wahr, das klingt paradox, wenn man berücksichtigt, daß zu ständigen Gehilfen der Meteorologen schon längst die schnell rechnenden Computer geworden sind. Doch an diesem Ausspruch gibt es nichts Paradoxes, denn es gilt die berechtigte Bemerkung eines französischen Meteorologen, daß „die meteorologische Information die am schnellsten verderbliche Ware“ ist. Es kommt nicht nur darauf an, die operative Information schnell zu erhalten. Sie muß auch so schnell wie möglich verarbeitet und den Meteorologen übermittelt werden, denn sonst verliert sie ihren Wert.

Dabei werden die elektronischen Rechenmaschinen mit einer Schnelligkeit von Millionen Operationen in der Sekunde, wie sie heute den Meteorologen zur Verfügung stehen, mit der Verarbeitung des riesigen und immer größer werdenden Informationsmassivs nicht fertig. Für das Integrieren der „Wettergleichungen“ im globalen Maßstab werden Maschinen einer höheren Klasse benötigt (mit einer Schnelligkeit bis zu 10^{14} Operationen in der Sekunde). Da die Meteorologen solche Computer bis jetzt nicht besitzen, sind sie des öfteren gezwungen, das Berechnungsschema der Prognose bewußt zu vereinfachen, den Umfang der Berechnungen zu reduzieren, was eine Verminderung der Prognosegenauigkeit nach sich zieht.

Und noch etwas. In einem jeden pausenlos arbeitenden komplizierten Mechanismus können einzelne, vorübergehende Defekte eintreten. Sie kommen auch in einem derart großen System wie der Weltwetterwacht vor und können sich auf die Qualität der Prognose für diesen oder jenen konkreten Tag auswirken. So z. B. macht es das verspätete Eintreffen von Beobachtungsdaten aus

irgendeinem Raum der nördlichen Halbkugel notwendig, sie durch prognostische oder klimatische Werte zu ersetzen, was die Genauigkeit der Prognose negativ beeinflußt. Zu Fehlberechnungen können auch Störungen in der Arbeit der Computer und derart unvoraussagbare bedrohliche Naturerscheinungen führen wie Erdbeben in den Tiefen des Ozeans, die die verheerende Tsunami-Flutwelle auslösen, oder ein plötzlich nach mehrjährigem Schlaf erwachter Vulkan, der aus seinem Schlund Millionen Kubikmeter Asche in die Atmosphäre schleudert, und damit die Intensität der Sonnenstrahlen, die auf die Erdoberfläche gelangen, vermindert.

Letztendlich führt die Gesamtheit aller aufgezählten Ursachen eben dazu, daß sogar die besten Meteorologen, die man als „Wettergötter“ bezeichnet, uns unwillkürlich, ohne dies zu wollen, manchmal irreführen.

Die in den verschiedenen Ländern veröffentlichten Angaben über die erreichte Genauigkeit der kurzfristigen Prognosen – über „das Wetter für morgen“ – sind äußerst unterschiedlich. Nach den einen Quellen sind Prognosen für 12 bis 18 Stunden zu 86% zutreffend, für 18 bis 36 Stunden gelten ungefähr 75%, andere Quellen behaupten, daß sich „Tagesprognosen zu 56 bis 61% bestätigen“.

Diese Streuung bei den angeführten Prozentzahlen für das Zutreffen der kurzfristigen Wetterprognosen resultiert wahrscheinlich aus unterschiedlichen Kriterien, aus der unterschiedlichen Genauigkeit der Methodiken, aus der Art und Weise des Herangehens an die Bewertung der Glaubwürdigkeit der veröffentlichten Wetterberichte. Im Durchschnitt treffen die wissenschaftlichen kurzfristigen Prognosen (für einen bis drei Tage) entsprechend unseren Berechnungen heute in 80 bis 83% der Fälle zu, d. h., von fünf oder sechs Prognosen ist eine nichtzutreffend, also falsch. Sie eben ist es, die Witze, Spötteleien und Karikaturen provoziert, die

als Zielscheibe für Witzbolde dient: „Lies die Prognose und rechne mit dem Gegenteil.“ Da kann man nichts machen, so sind nun einmal die Menschen – sie sehen nur die unzutreffenden Prognosen, ein richtig vorhergesagtes Wetter aber nehmen sie ohne dankbare Telefonanrufe beim Hydrometeorologischen Zentrum ihres Landes zur Kenntnis. Jeder von uns ist ein sehr strenger Kontrolleur der Arbeit der Meteorologen, und ein Mensch, der mehrmals pitschenaß geworden ist, ist nachtragend!

Die Launen des Wetters

Während aber bei den kurzfristigen Wetterprognosen dank den planmäßig durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen der atmosphärischen Prozesse, dank der Ausstattung der Forschungseinrichtungen und der operativen Dienste mit Rechentechnik, mit neuen automatischen Beobachtungsmitteln ein ständiger Fortschritt zu verzeichnen ist und sich ihre Genauigkeit erhöht (in der Sowjetunion treffen bei den für 24 bis 72 Stunden aufgestellten Prognosen inzwischen fast 90% zu), so kann dies von den langfristigen Prognosen nicht gesagt werden. Nach Beispielen braucht man nicht lange zu suchen.

... 1983. „Wasserreiche Stadtstraßen“, „Die Überschwemmung des Jahrhunderts“, „Nie dagewesene Dürre“, „Sturzregen mit Hagel“, „Bald Hitze, bald Orkane“, „Schneefall in Indien“, „Wasser, nichts als Wasser...“, „Die große Dürre in Australien“, „Verheerende Überschwemmung“, „Eine Invasion der Naturgewalten“, „Biblische Sintflut“, „Orkanstürme und Wolkenbrüche“, „Schnee im Mai“, „Kalifornien in der Macht der entfesselten Naturgewalten“...

Mitteilungen dieser Art von verschiedenen Telegra-

fenagenturen machten ein ganzes Jahr Schlagzeilen in den Zeitungen aller Länder der Welt. Zahlreiche Wochenblätter, wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Zeitschriften brachten umfangreiche Artikel von Forschern und Journalisten unter frappierenden Überschriften: „Das schlechteste Wetter in den letzten vierzig Jahren“, „Die hilflose Meteorologie“, „Uns erwartet eine weltweite Sintflut“, „Dieses irrsinnig gewordene Wetter“...

Und tatsächlich, das Wetter war irrsinnig geworden. Auf allen Kontinenten der Erdkugel ging etwas Unwahrscheinliches vor. Ein großer Teil der Saisonprognosen der Meteorologen auf beiden Hälften der Erdkugel hatte sich nicht bewahrheitet.

Harte Schläge hatte Mutter Natur den Amerikanern versetzt. Böige Winde ungekannter Stärke, alles auf ihrem Weg hinwegfegende Ströme der Gebirgsflüsse, gewaltige Erdrutsche, zahlreiche überflutete Ortschaften, Siebenmeterwellen, Anlegestellen, die zu Steinhaufen geworden waren – ein derart schreckliches Bild konnte in Kalifornien Anfang März beobachtet werden. In die Gewalt der in Aufruhr geratenen Naturelemente fielen auch die Staaten Colorado und Nevada. Infolge der Eis- und Schneeschmelze in den Rocky Mountains und der Wolkenbrüche trat der Colorado-Fluß über seine Ufer, dessen Wasserpegel den Rekordwert der letzten 66 Jahren erreicht hatte. Die Wasserströme unterspülten an vielen Stellen die Dämme und blockierten die Autostraßen. Im Juni gingen Platzregen mit Hagel, von gewaltigen Orkanen begleitet, über großen Teilen des Mittleren Westens der USA nieder. Starke Überschwemmungen brachten das Verkehrssystem in den Staaten Wisconsin, Kansas und Iowa aus dem Gleichgewicht. Anfang Juli hörten die Regen plötzlich auf. Sie wurden von einer glühenden Hitze abgelöst. Die Thermometerflüssigkeit im Mittleren Westen und an der

Ostküste des Landes stieg bis an die 40-Grad-Markierung, stellenweise wurden mehr als 45°C gemessen. Ende des Monats hatte das ungewöhnlich heiße Wetter 157 Menschen das Leben gekostet. Hunderte Menschen wurden infolge von Hitzschlag in die Krankenhäuser eingeliefert. Die sengende Hitze hatte der Landwirtschaft des Landes einen großen Schaden zugefügt. Auch der August brachte den Amerikanern keine Erleichterung. Dieser Monat war 1983 in den USA der heißeste seit einhundert Jahren. Der September jedoch fiel auf einem großen Teil des USA-Territoriums kalt aus. Im Raum der Rocky Mountains war ungewöhnlich früh der Schnee gefallen. Besonders starker Schneefall wurde im Staat Montana beobachtet. Die Höhe der Schneedecke erreichte stellenweise 30 cm!

Unter den unwahrscheinlichen Launen des Wetters hatten nicht nur die Vereinigten Staaten von Amerika gelitten. Zu Naturkatastrophen kam es auch in einer Reihe von Ländern Südamerikas. Als „Überschwemmung des Jahrhunderts“ bezeichnete man in Brasilien das Wüten des nassen Elements im Juli in den Südstaaten – Rio Grande do Sul, Paraná und Santa Catarina. Im Ergebnis der Wolkenbrüche stieg der Wasserpegel im Fluß Uruguay um 10 m über das Normalniveau, im Fluß Iguassú um 27 m! Bei der Überschwemmung kamen 120 Menschen um, 300 000 Einwohner wurden obdachlos. In einer noch schlimmeren Situation befanden sich die nordöstlichen Staaten Brasiliens – Alagoas, Ceara, Rio Grande de Norte, Pernambuco u. a. Diese Staaten, deren Territorium dem von Japan, Italien und Frankreich zusammen entspricht, wurden von einer furchtbaren Dürre heimgesucht. Entsprechend der offiziellen Statistik hatten unter der Dürre insgesamt mehr als 16 Millionen Menschen gelitten. Während die Einwohner der nordöstlichen Staaten Brasiliens an unerträglicher Hitze, Hunger und

Durst starben, wüteten verheerende Überschwemmungen als Folge von Dauerregen in den nordöstlichen Provinzen Argentiniens. Die Fluten der über die Ufer getretenen Flüsse Paraná, Paraguai und Uruguay zerstörten Dämme und Deiche, viele Kilometer Schienenwege und Autostraßen, überfluteten 15 Millionen Hektar Saatflächen und überschwemmten Dutzende Städte und Siedlungen. Das Toben der Naturgewalten fügte dem Land einen Schaden von über einer Milliarde Dollar zu.

Nicht wenige Überraschungen hat das Wetter 1983 auch den europäischen Ländern bereitet. Gleich zu Beginn des Frühlings verdeckten dichte Wolken den Himmel über Westeuropa. Sturzregen setzten ein. Belgische Meteorologen hatten ausgerechnet, daß innerhalb von zwei Monaten – Mitte März bis Mitte Mai – nur vier Tage in ihrem Land ausgesprochen sonnig waren. „Der diesjährige Mai ähnelt mehr dem Oktober“, witzelte sarkastisch der Sprecher des Brüsseler Fernsehens und riet seinen Zuschauern, ihre Möbel in die oberen Stockwerke zu bringen. Unaufhörliche peitschende Regenschauer bewirkten eine nie dagewesene Überschwemmung auf dem Land und in den Städten im Westen der BRD.

Der mehrere Wochen anhaltende Regen führte zu stärksten Überschwemmungen in den östlichen und danach auch in den südwestlichen Bezirken Frankreichs. Infolge des Pegelanstiegs der Flüsse wurden viele Ortschaften und Autostraßen überschwemmt. In einer Reihe von Departements vernichteten die Wasserfluten die Aussaaten von Getreide- und Gemüsekulturen und einen großen Teil der Weingärten. Drei verheerende Frühjahrsüberschwemmungen hatten Frankreich einen Schaden zugefügt, der auf fünf Milliarden Franc geschätzt wurde. Es gab auch Menschenopfer.

Ungewöhnlich war auch der Sommer in einer Reihe anderer europäischer Länder. Im Juni überstieg die

Quecksilbersäule in vielen Provinzen Spaniens die 40-Grad-Marke. Aufgrund der sengenden Hitze litten viele Bezirke unter der Dürre. Kritisch war die Situation für 20 000 Einwohner der Provinz Zaragoza, wo alle Süßwasservorräte aufgebraucht waren. Das lebenspendende Nass mußte in Tankwagen angeliefert werden. Zwei Monate danach aber gab es in den nördlichen Bezirken Spaniens infolge heftiger Regen eine in den letzten 30 Jahren nicht erlebte Überschwemmung, die viele Menschenleben kostete. Eine übermäßige Hitze bemächtigte sich im Juli Italiens. Auf großen Flächen im Süden des Landes tobten Waldbrände. In Sardinien, wo die Temperatur an manchen Orten auf 49 °C kam, hatten die Brände 60 000 Hektar Wald vernichtet. Fachleute behaupten, daß zur Wiederherstellung der im Süden Italiens abgebrannten Waldmassive und landwirtschaftlichen Nutzflächen mehrere Jahrzehnte benötigt werden.

Eine in den letzten 124 Jahren nicht erlebte Julihitze suchte Österreich heim. Zwanzig Tage kletterte die Quecksilbersäule in der Hauptstadt Wien ununterbrochen auf 30 bis 35 °C. Der absolute Hitzerekord von +37,8 °C wurde in Salzburg registriert. Dieser Juli in Österreich war auch der trockenste im letzten Jahrhundert. Die Niederschlagsmenge erreichte höchstens 10 bis 15% der Monatsnorm. Das ungewöhnlich heiße und trockene Wetter bedeutete einen in die Millionen gehenden Schaden für die Land- und Forstwirtschaft, besonders für die Mais- und Kartoffelfelder sowie für die Obst- und Weingärten. In den Regionen Salzburg, Tirol, Oberösterreich und Steiermark kam es zu größeren Waldbränden. Von meteorologischen Rekorden war der Juli auch in Großbritannien gekennzeichnet. Der größte Teil des Landes hatte heißes Wetter. Die Thermometersäule stieg täglich über die Markierung 30 °C. Einen solch heißen Juli hatte man gemäß den Anga-



Bodenrisse bei starker Dürre

ben der meteorologischen Zentren auf den Britischen Inseln seit 1659, d. h. innerhalb von 324 Jahren nicht erlebt! Nach der zwei Wochen anhaltenden sengenden Hitze wurde Großbritannien von Sturzregen, Gewittern und Orkanen überzogen. In den Nordwestbezirken des Landes fiel die monatliche Niederschlagsmenge. Die Regen hatten den landwirtschaftlichen Nutzflächen großen Schaden zugefügt und eine Reihe von Eisenbahnstrecken und Autostraßen ernsthaft beschädigt.

Das Toben der Naturgewalten mußten im Frühjahr und Sommer 1983 auch die Einwohner Portugals und der Schweiz über sich ergehen lassen. Der Mai war in Portugal überaus schneereich. Im Norden des Landes erreichte die Schicht des Neuschnees 4 m! Die Schneewehen auf den Autostraßen machten die Verbindung zwischen einzelnen Städten unmöglich. An derart große Schneemassen konnten sich nicht einmal die steinalten Greise erinnern. Diese drastische Abkühlung im Mai, begleitet von Sturmwinden, Wolkenbrüchen und Gewittern, hatte dem Territorium der Schweiz eine gewaltige atlantische Zyklone beschert. In den westlichen Gebirgsgegenden war Schnee gefallen, die Schneedecke erreichte eine Höhe von 30 bis 50 cm. Schneebrüche und Verwehungen hatten an vielen Orten den Verkehr zum Stehen gebracht.

Auch vor vielen Ländern Asiens hatten die Naturgewalten nicht haltgemacht. In Japan, wo man sich daran gewöhnt hat, daß die vier Jahreszeiten einander pünktlich ablösen, gab es im Mai plötzlich einen für diese Jahreszeit ungewöhnlichen Schneefall (regelrecht winterlich sahen die Städte und Siedlungen der Inseln Hokkaido und Honschu aus). Im Juli gingen in den westlichen Bezirken des Landes Sturzregen nieder. Im Ergebnis der Überschwemmungen und der zahlreichen größeren Erdrutsche kamen 120 Menschen um oder wurden vermißt. Hunderte Gebäude wurden vollkommen

zerstört sowie 10 000 Häuser überschwemmt, auf einem großen Territorium vom Industriezentrum Osaka auf der Insel Honschu und bis Nagasaki auf der Insel Kiuschu wurde die Straßen- und Eisenbahnverbindung unterbrochen. Und als wollte das Wetter den Japanern, die von den anhaltenden Sturzregen gefangen gehalten wurden, mitteilen, dies sei noch nicht das Schlimmste, präsentierte es ihnen im August und September auch zwei sehr starke Taifune! Eine echte Sintflut, die nicht anders als biblisch zu bezeichnen ist, traf Hongkong, Taiwan, Bangladesh und Südchina. Es schien, über diesen Räumen Asiens sei der Himmel geborsten, und ununterbrochene Wasserströme gingen hernieder. Allein in der chinesischen Provinz Guangdong hatten die Überschwemmungen mehr als 30 Menschenleben gekostet, zahlreiches Vieh und rund 100 000 Acres Saatflächen vernichtet, 3800 km Chausseestraßen und einen großen Teil der Eisenbahnstrecke Guangzhou – Peking, 38 Brücken und 250 Tunnel zerstört. In den nördlichen und westlichen Regionen von Bangladesh litten unter den Überschwemmungen mehr als zwei Millionen Menschen. In der Zeit, als die Einwohner Südchinas, Hongkongs und Taiwans bereit waren, ein halbes Leben für ein Fleckchen klaren Himmels zu geben, erreichte die Lufttemperatur in Bangkok 38°C und stieg die Quecksilbersäule in den fruchtbaren Niederungen Nordthailands bis zur 40-Grad-Marke; Indonesien, die Philippinen, Indien, Sri Lanka, Malaysia und Kampuchea waren von einer schlimmen Dürre heimgesucht. Laut Angaben des Ministeriums für Landwirtschaft litten 15 von den 22 Staaten Indiens unter dem trockenen und heißen Wetter, d. h. 261,7 Millionen Menschen und 43 Millionen Acres Saatflächen. In Sri Lanka litten unter der furchtbaren, in der Gesamtgeschichte des Landes noch nie dagewesenen Dürre insgesamt 400 000 Bauernfamilien. Die Saaten des Reis und anderer

Kornfrüchte der neuen Ernte sowie die Gemüsekulturen waren in 16 der 22 Kreise des Landes von der Sonne buchstäblich versengt worden. 35000 Tee- und Latexsampler, Erntearbeiter für Kokosnüsse und Zimt blieben ohne Arbeit. Infolge der Dürre, die viele Bezirke Sri Lankas befallen hatte, brach unter den Elefanten eine „Rebellion“ aus. Die wildgewordenen Tiere unternahmen regelrechte Raubüberfälle auf die Dörfer. In einigen Bezirken zerstörten die aggressiven Tiere Dutzende Bauernhäuser, sie vernichteten alle Getreidevorräte und tranken die Dorfbrunnen leer. Die Dürre in Indien, Indonesien, auf den Philippinen und Sri Lanka kostete mehr als 500 Menschenleben, und der materielle Schaden, der den Wirtschaften nicht zuletzt durch Vernichtung der Ernte zugefügt worden war, belief sich auf Milliarden von Dollar.

Doch am meisten hatten unter dem unwahrscheinlichen Chaos in der Atmosphäre, unter dem irrsinnig gewordenen Wetter die Einwohner umfangreicher Gebiete Australiens und Afrikas zu leiden. Besonders schwer war im Jahre 1983 der Kalendersommer (Dezember, Januar, Februar) in Australien. Eine harte, ungewöhnlich lange Dürre beherrschte die wichtigsten Agrarbezirke des Landes. Auf dem gesamten Territorium im Osten des Kontinents sprachen die Menschen am Tage und bei Nacht Bittgebete um Regen. Doch die Anrufe des Himmels blieben unbeantwortet. Im Januar erreichte die Temperatur in den Mittel- und Ostbezirken 42 bis 44°C. Ausgetrocknet waren die Teiche, die Flüsse und Seen. Die riesigen Massive der Eukalyptuswälder fingen Feuer. Umfangreiche Gebiete der Staaten Victoria und Südaustralien, von trockenen Sträuchern bewachsen, waren zu einer lodernden Hölle geworden. Feuerspeiernde Tornados, die bis Ende des Sommers tobten, vernichteten Hunderttausende Hektar Wald, Saaten und Weiden. In dem Maße, wie die saftigen Weiden sich in

staubige, ausgebrannte Wüsten verwandelten, sahen sich die Viehzüchter zu Verzweiflungstaten gezwungen: Mit Tränen in den Augen erschossen sie und vergruben danach mit Planieraupen ganze Schafherden, für deren Zucht sie viele Jahre der Mühen und der intensiven Selektionsarbeit aufgewendet hatten. Die „Große Dürre“ wurde zu einer Tragödie im nationalen Maßstab. Von den 170 000 Farmerbetrieben litten 80 000 unter der Dürre und insgesamt fügte die Dürre der Landwirtschaft einen Schaden, der sich auf sechs Milliarden australische Dollar belief. Um die Leistungsfähigkeit der Weiden und die Viehbestände wiederherzustellen, werden einige Bezirke Australiens, meinen die Spezialisten, 7 bis 8 Jahre benötigen...

Eine fast analoge Situation traf für eine Reihe von Bezirken des afrikanischen Kontinents zu, wo über 50 Millionen Menschen leben. Eine kaum je erlebte und seit einhundert Jahren an Hartnäckigkeit nicht überbotene Dürre suchte die RSA heim. Besonders stark traf sie die sogenannten „schwarzen Bezirke“. In vielen Homelands, von der Regierung der weißen Minderheit Pretorias für die Stammeinwohner des Landes geschaffen, wurden die Anpflanzungen des Mais, mithin des Hauptnahrungsmittels für die in den Reservaten zusammengepferchten Menschen, vernichtet. In eine äußerst schwierige Situation gerieten die traditionellen Opfer der Seychellen-Dürren: Mali, Tschad, Kapverden und Mauretanien. Außergewöhnlich hart traf die Dürre sogar Länder, die ihrem tödlichen Atem gewöhnlich entgehen: Elfenbeinküste, Benin und Togo. Ausgetrocknet waren die Wasserquellen, zu Staub hatten sich die fruchtbaren Böden verwandelt, verdorben waren Hunderttausende Hektar Getreide, Kaffee- und Kakaoplantagen. Die Dürre vernichtete nicht nur die landwirtschaftlichen Kulturen und verbrannte Hunderttausende Acres Wald. Zu ihren Opfern wurden auch Zehntau-

sende Stück Nutzvieh und wildlebende Tiere, die sich vergeblich abmühten, auch nur eine kleinste Wasserquelle zu finden. Über vielen Ländern Afrikas breitete sich eine drohende Hungergefahr aus...

Nicht minder „ertragsreich“ an Fehlern der langfristigen Prognosen war das Jahr 1985. Die „Wettergötter“ einer Reihe von Ländern hatten es nicht vermocht, im friedlichen Blau des Himmelszelts rechtzeitig die Anzeichen für das kommende Unheil zu erkennen: reichliche Schneefälle, langanhaltende Regen, Überschwemmungen, gewaltige Taifune, wütende Windhosen und Orkane, schreckliche Dürren und andere Auswüchse der Wetterunbilden.

Ungewöhnlich kalt war der Anfang des neuen Jahres in Italien. Die Quecksilbersäule fiel deutlich unter Null. Allerorten bliesen durchdringende eisige Winde. Dicht fiel der Schnee. In der „Ewigen Stadt“ konnte man Bilder sehen, die an eine Märchenvorstellung erinnerten: Von einer üppigen Schneekappe bedeckte exotische Kronen der Mittelmeerpalmen, Skifahrer vor den majestätischen Mauern des Vatikans. Der unerwartete, in den letzten 40 Jahren nicht mehr erlebte reichliche Schneefall bereitete den Italienern viele Unannehmlichkeiten. Viele staatliche Einrichtungen und 12 große Flughäfen, darunter in Rom, Venedig, Bologna und Neapel, stellten ihre Tätigkeit ein, auf zahlreichen Autobahnen und Eisenbahnstrecken kam der Verkehr zum Erliegen. In einigen Landesbezirken sank die Temperatur auf -35°C . In vielen Städten Mittel- und Südaladiens wurden Schulen und Großbetriebe geschlossen. Das Geschäftsleben in solchen Industriezentren des italienischen Nordens wie Mailand und Turin war praktisch völlig lahmgelegt. Die ungewöhnlich harten Fröste bewirkten das Absterben umfangreicher Zitrus- und Weinplantagen und das Massensterben des Viehs. Vor allem die Olivenplantagen hatten gelitten, und in-

folge der Fröste gingen 180 Millionen Bäume ein. Nach Ansicht von Fachleuten werden die Auswirkungen des Winters 1985 noch in den nächsten Jahren in der Landwirtschaft Italiens zu spüren sein.

Starke Fröste und Schneefälle verzeichnete man auch in Spanien. Allein in Valencia fügte der harte Winter den Zitrus- und Gemüseplantagen einen Schaden zu, der sich auf über einhundert Millionen Dollar beläuft. Besonders stark hatten die Nordbezirke Spaniens zu leiden. Binnen weniger Januartage erfroren in den Straßen der Städte 26 Menschen.

Eine überaus komplizierte Situation bestand im Januar und Februar auch in einigen anderen Ländern Europas. Fröste von -30°C hielten ganz Frankreich von der Cote d'Azur bis zum La Manche, von den Alpen bis zur Atlantikküste in ihrem Bann. In vielen Bezirken gab es reichliche Schneefälle. Die herrlichen Strände der Riviera lagen unter einer 50 cm tiefen Schneeschicht. In einer Reihe von Bezirken Österreichs wurde zum erstenmal in den letzten 15 Jahren eine Temperatur von -31 bis -33°C registriert. Im Süden der BRD fiel die Quecksilbersäule auf den Landesrekordwert von $-39,1^{\circ}\text{C}$. Zu „Kältepolen“ in Europa wurden der Reihe nach Ortschaften im Nordosten Finlands. Der erste Rekord wurde in der Siedlung Posio registriert $-50,1^{\circ}\text{C}$ -, danach bewegte sich der „Kältepol“ in die nächstgelegene Siedlung Naruška, 10 km von der finnisch-sowjetischen Grenze entfernt $-50,4^{\circ}\text{C}$. Doch noch einige Zeit später rückte die Siedlung Salla auf den ersten Platz auf, die $-50,7^{\circ}\text{C}$ verzeichnen konnte. Fröste dieser Stärke wurden hier seit 100 Jahren nicht mehr gemessen. Starke Fröste, eisige Winde, reichliche Schneefälle wurden zur Ursache großer Ausfälle in den Systemen der Wasser- und Stromversorgung vieler Städte Großbritanniens, Frankreichs, der BRD, Österreichs und Belgiens, sie

führten zu Chaos und Katastrophen auf Dutzenden von Autobahnen und störten die Arbeit zahlreicher Eisenbahnstrecken und Binnenhäfen.

Die jähre Abkühlung war eine echte Tragödie für viele Einwohner der aufgezählten Länder, die keine Mittel besaßen, um sich Heizmaterial zu kaufen, oder überhaupt kein Dach über dem Kopf hatten. Allein in die britischen Krankenhäuser wurden innerhalb von drei Winterwochen mehr als tausend Engländer mit dem Befund „Unterkühlung des Organismus“ eingeliefert. Viel größer war die Zahl der Eingelieferten infolge von Herzanfall, Lähmung und Lungenentzündung, ebenfalls durch die Kälte bedingt. Hunderte Arme und Obdachlose zahlten mit ihrem Leben.

Die Kaltluftwelle drang selbst bis in die Türkei vor. Im Ostteil des Landes sank die Quecksilbersäule auf den Rekordwert von -36°C . Die drastische Abkühlung war von sehr starken Schneefällen begleitet. In mehreren Provinzen erreichte die Dicke der Schneedecke 2,5 m. Diese Fröste und Schneefälle legten das Leben in den südlichen und östlichen Landesbezirken fast völlig lahm. Infolge Beschädigung vieler Überlandleitungen blieb eine Reihe von Städten ohne Stromversorgung.

Auch die Japanischen Inseln blieben vom Frost und Schnee nicht verschont. Eine ungewöhnlich niedrige Temperatur registrierte man in den Zentral- und Westbezirken der Insel Honschu. Mitunter sank das Thermometer bis auf -20°C . Die Schneedecke in den Nordbezirken des Landes der Aufgehenden Sonne erreichte 4 m! Schnee war auch auf den südlichen Inseln Japans gefallen, wo er zuvor noch nie verzeichnet worden war.

In die Gewalt der eisigen Fröste und der weißen Wirbelstürme waren riesige Räume der USA geraten. Die mächtige Welle der arktischen Kälte und die Orkane bescherten den nördlichen, den zentralen und den

atlantischen Bezirken des Landes in der Mitte des Januars stärkste Schneefälle. Den Staat Süddakota bedeckte eine Schneeschicht von über 30 cm. Die deutliche Abkühlung bewirkte eine Vereisung der Autobahnen in einigen Staaten der Atlantikküste, eine starke Beeinträchtigung des Verkehrs und zahlreiche Verkehrsunfälle. In New Jersey, New York, Maryland und Delaware wurden die Schulen, viele Verwaltungen und Betriebe geschlossen. In Massachusetts sank die Temperatur auf -40°C , in den Nordbezirken des Staates New York auf -30°C . Rekordmäßig niedrige Temperaturen wurden in zumindest 20 Großstädten verzeichnet, in einigen von ihnen waren solche Fröste in den letzten einhundert Jahren nicht mehr vorgekommen! Ein wütendes Schneegestöber brach über das „sonnige Texas“ herein, wie man diesen Staat bezeichnet. Das Unwetter legte das Leben in einer Reihe von Städten dieses Staates lahm. Innerhalb eines Tages fielen in San Antonio, im Süden von Texas, über 30 cm Schnee. Dies war zweimal mehr als der Rekordwert vor fast 60 Jahren. In der Stadt mit einer Million Einwohner wurden die Betriebe und Verwaltungen geschlossen, die Schulen stellten den Unterricht ein. Der Sturmwind zerstörte die Hochspannungsleitungen, fällte Bäume und warf Lastkraftwagen um. Sehr kaltes Wetter hatte sich auch in einem solchen, für die Kälte scheinbar unzugänglichen, Bezirk wie Florida eingestellt. Äußerst dramatisch war die Situation für die Plantagen dieses Bundesstaates, wo die im vergangenen Jahrhundert stärksten Fröste mehr als die Hälfte der Erträge an Zitrusfrüchten und Gemüse vernichteten. Ernsthafte hatten viele Obstbäume gelitten. Insgesamt betrug der Schaden, der von den Naturgewalten der Landwirtschaft Floridas zugefügt worden war, laut Vorabberechnungen der Spezialisten mehr als eine Milliarde Dollar. Nicht bewertet blieben die Hunderte Menschenleben der Ame-

rikaner, die den grimmigen Frösten und erbarmungslosen Schneestürmen zum Opfer fielen.

Ins Toben und Wüten kam Väterchen Frost in der Mitte des Januars sogar in einigen Ländern Nordwestafrikas. Ein ungewöhnlich kaltes Wetter hatte sich auf dem Territorium Marokkos eingestellt. Die Temperatur in der Stadt Ifrane sank auf -12°C . In Oujda, Meknes und vielen anderen Städten dieses afrikanischen Landes fiel Schnee. Die Höhe der Schneedecke in der Gebirgsgegend überstieg einen Meter. Infolge der starken Schneefälle kam der Verkehr auf einer Reihe von Autobahnen zum Stillstand. Die starke Abkühlung in Marokko wurde zu einer echten Katastrophe für seine Einwohner. Die Verlagerung der Kaltluftmassen vom europäischen Kontinent nach Afrika bewirkte eine deutliche Abkühlung in vielen Bezirken Algeriens. Zum ersten Mal seit vielen Jahren erblickten die Einwohner der algerischen Hauptstadt Schnee auf ihren Straßen. Er bedeckte die Zweige der Palmen, das Grün der Gärten und Parkanlagen. In eine weiße Pelerine hatten sich die die Hauptstadt umgebenden Hügel gehüllt. Schnee war in Ouahran, Sidi bei Abbes, Mascara gefallen. In den östlichen Bezirken, wo die Schneefälle früher eingesetzt hatten, erreichte die Dicke der Schneedecke zwei Meter. Die Kinder bauten Schneemänner...

Auch unsere Subtropen hatte der Schnee nicht gemieden. In vielen Bezirken der Abchasischen Autonomen Sowjetrepublik fiel den ganzen Februar über fast ununterbrochen Schnee, und ein heftiger kalter Wind blies. In Schneebergen versank am Meer die Stadt Batumi. Nur die Erinnerung gemahnte daran, daß dort, unter den Pelzmänteln aus Schnee, sich die zartgrünen Zypressen, die Magnolien und die Palmen befinden müßten – die verwöhnten Kinder der südlichen Sonne. Über den Häusern und Straßen, den Menschen Signale ihres Vogelunglücks zuschreiend, fegten Scharen von

Seemöwen dahin. Sie hatten das Meer verlassen, das ihnen die Nahrung verweigerte, denn die Fische suchten in tieferen Wasserschichten eine Zuflucht vor der Kälte...

Freudlos war auch der Frühling des Jahres 1985 für eine Reihe von Ländern Europas, Afrikas, Asiens und für die USA. Reichliche Schneefälle gingen über Westgeorgien und die BRD nieder (die Höhe der Schneedecke erreichte in einigen Bezirken drei Meter!), und die Frostwelle rollte über den Mittelwesten der USA sowie den europäischen Teil der UdSSR. In die Gefangenschaft eines Aprilschneetreibens geriet auch Österreich. „Undicht“ war der Himmel über den nordöstlichen Staaten Brasiliens geworden: Die strömenden Regen und die Überschwemmungen von biblischer Heftigkeit machten 400 000 Menschen obdachlos. Einen riesigen materiellen Schaden fügten die Tropenregen Kenia und Indonesien zu. Nach dem langen und ungewöhnlich kalten Winter setzte in Bulgarien Mitte April eine in den letzten einhundert Jahren nicht mehr erlebte Hitze ein. Eine schreckliche Dürre überzog eine Reihe von Ländern Afrikas. Großes Unglück brachten Hunderttausenden Menschen die Orkane und Tornados, deren Entstehung von den Meteorologen nicht vorausgesagt worden war. Am 24. Mai bäumten sich am Horizont des Bengalischen Meeres plötzlich gigantische, bleifarbane Wasserwellen auf. Erzürnten fantastischen Ungeheuern gleich, stürzten sie sich auf das Ufer. Nur ein Augenblick – und schon fielen sie mit donnerähnlichem Gebrüll über die wehrlose Küste her. Nach einigen Minuten, als die Wellen sich zurückzogen, alles mit in die Tiefe reißend, was ihnen in den Weg kam, glich die Küste einer riesigen offenen Wunde. Dieses furchtbare Bild konnte man längs der Südküste von Bangladesch beobachten. Schuld an dem Drama war die in den letzten fünfzehn Jahren gewaltigste Zyklone, die Wellen bis zu 50 m Höhe verursachte. Laut offi-

ziellen Angaben kamen bei dem Orkan in Bangladesh 25 000 Menschen ums Leben, 300 000 wurden obdachlos, und vernichtet wurden 50 000 Hektar der heranreifenden Ernte und rund eine Million Stück Vieh. Insgesamt hatten unter der Mörder-Zykone rund 5,5 Millionen Menschen zu leiden.

Nicht geizig mit vielen Wetterüberraschungen war die Natur auch in den Sommer- und Herbstmonaten des Jahres 1985.

Mitte Juni ging in einem der Bezirke Frankreichs starker Hagel nieder. Die Hagelkörner mit einer Masse 750 g fügten den landwirtschaftlichen Nutzflächen im Gebirgsmassiv Vogesen einen enormen Schaden zu. Zur gleichen Zeit fiel ein Sturm mit Regen und Hagel über die österreichischen Länder Kärnten, Steiermark und Salzburg her. Der Orkan warf Bäume und Hochspannungsmasten um und hob die Dächer der Häuser ab. Unter Wasser standen Tausende Hektar landwirtschaftlicher Kulturen. In den Kreisen Spittal und Villach bildete sich eine Hagelschicht von 20 cm. Die Hagelkörner bedeckten die Autostraßen, beschädigten zahlreiche Bauwerke und fügten der Landwirtschaft großen Schaden zu.

Eine Überraschung anderer Art bescherte die zu Streichen aufgelegte Natur den Einwohnern Saudi-Arabiens. Dieser trockenen Wüstengegend, wo man sogar auf einen kümmerlich kleinen Regen mehrere Monate warten muß, ist weniger als in einer Woche fast die gesamte Jahresration an Niederschlägen zugeteilt worden. Infolgedessen stieg der Wasserpegel einiger Flüsse dieses Landes um mehrere Meter. Ungewöhnlich reichliche Sturzregen ergossen sich im Sommer in mehreren Bezirken Mittelschwedens. Laut Angaben des Schwedischen meteorologischen Instituts überstieg die Niederschlagsmenge allein in der ersten Septemberhälfte die dort übliche Monatsnorm um das Zwei- bis Dreifache. In

die Macht des nassen Elements gerieten nach starken Sturzregen, mitunter von heftigen böigen Winden begleitet, viele Bezirke Kolumbiens, Argentiniens, Südkoreas, Bangladeshs, Japans, Nigerias, Thailands, Rumäniens und des kurz zuvor von einer Dürre heimgesuchten Äthiopiens. Die enormen, durch Sturzregen hervorgerufenen Überschwemmungen hatten der Wirtschaft der genannten Länder einen riesigen Schaden zugefügt. Das Wasser bedeckte Hunderttausende Hektar landwirtschaftlicher Nutzflächen, das tosende Element machte Zehntausende Menschen obdachlos und beschädigte Hochspannungsleitungen, Brücken, Hunderte Kilometer Autobahnen und Eisenbahngleise.

Auch nach der kurzzeitigen Ruhepause hörte die Natur nicht auf, die Einwohner der verschiedenen Regionen der Welt mit den gewaltigen Taifunen, Wirbelwinden und Orkanen zu „beehren“. Aufeinanderfolgend zogen in den Sommer- und Herbstmonaten über umfangreiche Gebiete der USA, Japans, Mexikos, Chinas, Puerto Ricos, Kubas, der Dominikanischen Republik, Vietnams, der Philippinen Taifune mit männlichen und weiblichen Namen hinweg, auf ihrem Wege Tod und Vernichtung säend. Die meisten Taifune – siebzehn – wüteten von Januar bis Dezember auf den Philippinen. Sie machten Tausende und Abertausende Einwohner obdachlos und fügten der Landwirtschaft dieses Landes einen in den nächsten Jahren nicht wiedergutzumachenden Schaden zu.

Einigen Ländern bescherte die Natur schwere Hagelschläge, reichliche Regen und schlimmste Überschwemmungen, zur gleichen Zeit aber brachte sie anderen Ländern unerträgliche Hitze, Dürren und Schneefälle. In eine schwierige Situation infolge der in den letzten Jahren schlimmsten Dürre gerieten viele Bezirke Frankreichs. Unter der Hitze und dem Wassermangel litten besonders stark die zentralen und die

südlichen Regionen des Landes. Mehr als zwanzig Départements wurden zu Notstandsgebieten erklärt. Ein ungewöhnlich heißes Wetter stellte sich in der Türkei und in Griechenland ein. Heiße, trockene Winde wurden zur Ursache umfangreicher Waldbrände in mehreren Bezirken dieser Länder. In der Mitte des Novembers bliesen unerwartet, entgegen den Voraussagen der jugoslawischen Meteorologen, stärkere Karpatenwinde. Sie trieben bleierne Wolken heran, und im Verlaufe von drei Tagen tobte über dem Land an der Adria ein schlimmes und nicht zeitgemäßes Schneetreiben. Die Windgeschwindigkeit erreichte 150 km/h. Der Wind verursachte einen Sturm auf der Donau, zerstörte die Hochspannungsleitungen und richtete weiteren Schaden an. Genauso unerwartet zog etliche Tage später ein ungewohnter Schneefall über die sowjetische Region Stawropol. Am Vortage hatte das Thermometer noch 17 bis 18 °C angezeigt. Die Rosen blühten. Dann aber schlug das Wetter jäh um: Es wurde kalt. Dichter, pappiger Schnee fiel vom Himmel. Der Schneefall hielt mehrere Tage an und bedeckte den Boden mit einer Schicht von einem Meter. Gefangene des Schnees wurden auch viele Bezirke der BRD. Der viele Schnee störte den Betrieb der Eisenbahnen, blockierte die Flughäfen und machte die Benutzung der Autobahnen von der BRD nach Österreich und Italien unmöglich. Eine derart große Schneemenge im November hatte man schon lange nicht mehr erlebt...

Durch zahlreiche, unerwartete Rekorde der Wetteranomalien zeichnete sich der Dezember aus. Was für ein Wetter hat es nicht alles in diesem letzten Monat des Jahres 1985 gegeben!

Einer der ersten „Wetterrekorde“ fiel der Hauptstadt Turkmeniens zu. Der Winter ist hier in der Regel nur unter Vorbehalt als solcher zu verstehen. In den ersten Tagen des Dezembers war der Himmel über

Aschhabad strahlendblau, die Sonne schien. In den Parks und den Grünanlagen der Stadt blühten prächtige Rosen, und das Grün des Blattwerks konkurrierte noch mit voller Kraft mit dem kräftigen Karminrot des Herbstes. Und plötzlich ... überreichlicher Schneefall. Ein echter russischer Winter mit leichtem Frost stellte sich ein. In der gleichen Zeit, als in den südlichen Bezirken der USA mehrere Tage hintereinander heftigste Platzregen peitschten, stellten sich im Norden des Landes Fröste ein, wie es sie seit über einhundert Jahren nicht mehr gegeben hatte. Reichliche Schneefälle und für Mitte Dezember ungewöhnliche Fröste wurden auch auf den Japanischen Inseln registriert. Eine Rekordmenge an Schneeniederschlägen fiel an der Küste des Japanischen Meeres und im Zentralabschnitt der Insel Honshu, wo aufgrund der über einen halben Meter hohen Schneeberge die Flughäfen ihre Arbeit einstellten und der Verkehr auf den Eisenbahnstrecken und den Autobahnen zum Erliegen kam. Die Temperatur sank sogar in den südlichen Präfekturen Saga und Wakayama unter den Nullpunkt. In Bulgarien hatten sich nach den langen Tagen eines für Dezember wahrhaftig heißen Wetters – bis $+15^{\circ}\text{C}$ und mehr – auf dem gesamten Territorium des Landes sehr dichte Nebel eingestellt. In der Nacht zum 18. Dezember weckte böllerähnliches Donnergrollen die Einwohner von Krasnodar und der Vororte dieses Regionszentrums lange vor dem Morgen grauen. Blendend leuchteten die Blitze auf. In der Mitte des Monats, der, wie das Sprichwort es behauptet, das Jahr abschließt und den Winter einleitet, ging anstelle des langerwarteten Schnees ein anhaltender, vom Wind gepeitschter Regen auf die Erde nieder. So etwas hatte man schon lange nicht mehr in der Mitte des Sommers gesehen. Schuld an der ungewöhnlichen Erscheinung war eine sogenannte tauchende Zyklone. In den nördlichen Räumen des Atlantischen

Ozeans entstanden, begann sie mit einer Geschwindigkeit von über 100 km/h ihren Angriff auf den Kaukasus. Es verging nicht einmal ein Tag, und schon bescherte die Natur der Hauptstadt Turkmenistans eine neue Überraschung. Um 10 Uhr vormittags zog in Aschhabad die Dämmerung ein. Der Himmel färbte sich grauorange. Nach einer weiteren halben Stunde mußte in den Häusern das Licht eingeschaltet werden. Die Stadt war in dichte Finsternis gehüllt. Sturmwind kam auf, und nun wirbelte das „Karakum-Schneetreiben“. Orkanartige Windböen, die 20 m/s erreichten, trieben Sandschweife über den Asphalt, knickten Bäume um, hoben Dächer ab und zerfetzten Drähte. Um dreizehn Uhr klärte sich der Himmel auf. Das Leben in der Stadt kam in seinen gewohnten Rhythmus. Doch bald wiederholte sich alles. Wieder versank die Stadt in der Dämmerung. Der Stauborkan, aus der Arabischen Wüste herbeigeeilt, tobte in der Hauptstadt noch fast zwei Stunden...

So also war, in allgemeinen Zügen, das Wetter im Jahre 1985 in den verschiedenen Regionen der Erdkugel. Fast jeden Tag berichteten die Massenmedien über die vom Wetter mal in dieser, mal in jener Region aufgestellten Rekorde bei Frösten und Hitze, bei Schneefällen und Regen, bei Dürren und Überschwemmungen, bei Scheetreiben und Sandstürmen sowie bei Orkanen und Waldbränden. An ungewöhnlichen Wetteranomalien, die die Voraussagen eines großen Teils der nationalen Wetterdienste über den Haufen geworfen hatten, gab es so viele, daß die Schweizer Meteorologen das Jahr 1985 auf das „Jahr des ‚irrsinnig gewordenen‘ Wetters“ tauften.

„Es kann wohl nur so gewesen sein, daß im Wettermechanismus irgendein Ritzel verklemmt war.“ Mit dieser spaßigen Bemerkung versuchte ein prominenter, in Europa gut bekannter Meteorologe, die Fehlprognos-

sen seiner Kollegen in den verschiedenen Kontinenten zu erklären.

Und in Wirklichkeit? Was war mit dem Wetter geschehen? Wie sind die auf beiden Halbkugeln registrierten zahlreichen Wetterparadoxien zu erklären? Worin bestand die Primärursache der Wetteranomalien in den letzten Jahren?

Über die wahren Ursachen des ungewöhnlichen Hexentanzes des Wetters in den Jahren 1983 und 1985 herrscht bei den Meteorologen, wenn man von den Veröffentlichungen in unserer und in der ausländischen Presse ausgeht, keine Übereinstimmung. Geäußert werden Hypothesen verschiedener Art über den Mechanismus des komplizierten Komplexes der grandiosen Naturprozesse, die die obenstehend beschriebenen starken Wetterveränderungen auf umfangreichen Territorien der Erdkugel ausgelöst haben.

Gemäß einer dieser Hypothesen, an die sich viele Meteorologen halten, kommt die Hauptschuld an allen Naturkatastrophen, die im Jahre 1983 über Nord- und Südamerika, über eine Reihe europäischer Staaten, über Asien und Australien hereingebrochen waren, der rätselhaften pulsierenden Ozeanströmung mit dem unschuldigen Namen „El Nino“ („Säugling“, „Kleinkind“) zu. Bis vor kurzem noch war die Mehrzahl der Wissenschaftler der Ansicht, die „El Nino“ sei eine Erscheinung von ausgesprochen lokaler Bedeutung. Diese Meeresströmung hat ihren Namen daher, daß die ostwärts gerichtete Rückwärtsströmung, die zyklisch mit Zwischenpausen von vier bis dreißig Jahren entstehen, gewöhnlich nur die peruanische Küste Südamerikas zu Weihnachten „besucht“. Sie schneidet den Äquatorgürtel bei ihrer Bewegung entgegen der Hauptmasse der hier blasenden Winde und bringt angewärmtes Oberflächenwasser des Ozeans mit. Im Jahre 1982 jedoch meldete sich dieses „unschuldige Kind“ an den

Küsten Indonesiens, wo über einem riesigen Raum heftige Winde aufkamen, und es hinterließ auf seinem weiteren Weg furchtbare Spuren von Naturkatastrophen, die umfangreiche Territorien der Erdkugel erfaßten. Für den größten Teil Asiens war das eine Katastrophe, wie sie nur einmal in einhundert Jahren vorkommt. Sie bewirkte die todbringende Dürre in Australien, ließ Sturzregen auf Hongkong niedergehen, verzögerte das Eintreffen der nordöstlichen Monsunwinde in Indien und Südostasien und überraschte Hawaii und Tahiti mit gewaltigen Taifunen. In Tokio zog unerwartet früh der Sommer ein, die Küste Südamerikas und die trockenen Gegenden des amerikanischen Westens jedoch wurden aufgrund überaus starker Sturzregen überschwemmt. Mit einem Wort, das „Kind“ erwies sich als unartig und boshaft. „Das haben wir keinesfalls erwartet“, sagt John Horrell aus dem meteorologischen Zentrum des Scripps-Instituts in Kalifornien. „Die Beispiele, die wir zu ermitteln uns bemühen und die uns helfen, die Ausmaße der Katastrophe im voraus zu bestimmen, fehlten diesmal völlig.“

Zum Unterschied von J. Horrell nimmt Professor James Stadler aus der Hawaii-Universität an, daß gemäß den vorliegenden Erkenntnissen die gesamte Schuld für die Kette der im Jahre 1983 registrierten Katastrophen nicht allein der Strömung „El Nino“ zugeschrieben werden könne. „Die heftigen Stürme um Asien und die Dürre in Australien“, meint der Wissenschaftler, „sind eine der rätselhaftesten Erscheinungen in der Gesamtzeit der Beobachtungen und weisen keine Analoga in der Geschichte auf.“

Die „Wetterschaukel“ des Jahres 1985 erklären einige Meteorologieforscher durch die Veränderungen in der Verteilung der Wassertemperatur an der Oberfläche der Ozeane und im Strahlungs- und Wärmehaushalt des Planeten infolge der recht häufigen

gewaltigen Vulkanausbrüche, durch die Schwankungen der Sonnenaktivität und des interplanetaren Magnetfeldes usw. usf.

Zweifellos haben alle diese Faktoren einen Einfluß auf die Atmosphäre. Es gibt jedoch keine gewichtigen qualitativen Beweise in bezug darauf, welchem von diesen Faktoren oder welcher ihrer Kombination die entscheidende Rolle bei der Ausbildung des ungewöhnlichen Winter-, Frühjahrs-, Sommer- oder Herbstwetters im vergangenen Jahr in diesem oder jenem Teil des Planeten zukam. Für die Volkswirtschaft jedoch, für die Einwohner eines jeden Landes, für ihre vielfältige praktische Tätigkeit ist es überaus wichtig, von den Meteorologen für mehrere Monate (für die Saison) im voraus ein exaktes Bild des Wetters zu erhalten, frei von Fehlern, von Zufälligkeiten sowie von all dem, was die Meteorologen mitunter verschämt als „Anomalie“ bezeichnen. Eine solche exakte langfristige Vorhersage würde es gestatten, rechtzeitig alle möglichen Vorkehrungen gegen die anrückende Dürre oder das monatelange Unwetter zu treffen, die Schläge der heute dem Menschen noch nicht hörigen Orkane, Wirbelwinde, Schneefälle, Sturzregen und anderer bedrohlicher, blindwütiger Kräfte der Natur zu mildern. Jedoch...

Laut den in den verschiedenen Ländern veröffentlichten statistischen Werten bewahrheiten sich die heutigen langfristigen Wetterprognosen im Durchschnitt zu 55 bis 60%, in den besten Fällen zu 65%. Anders gesprochen, von zehn Voraussagen erweisen sich vier als nicht zutreffend. Verständlicherweise genießen solche Wetterprognosen für einen Monat, für eine Saison, wie sie von den nationalen meteorologischen Diensten veröffentlicht werden, kein besonderes Vertrauen bei den zahlreichen Abnehmern, denn sie sind rein statistisch und in bedeutendem Maße subjektiv. Die „Wettergötter“

(die erste Geige in den langfristigen Prognosen spielen eben sie) können bei größter Erfahrung und bei feinster Intuition nur den mehr oder minder typischen Verlauf der Prozesse voraussehen, wenn diese den Rahmen des ständigen Klimas nicht sonderlich weit verlassen. Die Methode der Synoptiker (vom griechischen *Synopsis* – vergleichende Übersicht) erinnert mitunter an die Rechtsprechung im guten alten England. Bei der Entscheidung eines Falles kramte dort der Richter in den Annalen der Rechtsprechung nach einem gleichlautenden Tatbestand und hielt sich an den Rechtspruch seines Vorgängers. So geht auch der Synoptiker vor. Er wirft seinen geschulten Blick auf die synoptischen Karten, schätzt anhand der Wettermeldungen den primären Sachverhalt ein und fällt seine Entscheidung in Analogie zu früheren verbürgten Wetterabläufen. Jedoch machen die verfügbaren Beobachtungsreihen im besten Fall 80 oder 100 Jahre aus, wobei sie für den größeren Teil der Erdkugel überhaupt fehlen. Infolge der eingeschränkten Perioden der Wetterbeobachtung fällt die statistische Genauigkeit der rechtzeitigen Wetterprognosen nicht hoch aus. Eine zuverlässige, absolut exakte Voraussage stärkerer und langanhaltender Klimaabweichungen – wie z. B. die Dürren der Jahre 1972 und 1975 in der UdSSR, des Jahres 1976 in Westeuropa, der Jahre 1983–1985 in Afrika oder der 1985 den riesigen Räumen Eurasiens und Nordamerikas zugefallene, aufgrund der strengen Fröste und der überreichlichen Schneefälle tobende Winter – gestatten die statistischen Methoden allerdings noch nicht.

In der Einschätzung des Zeitraums, für den heute und in absehbarer Zukunft das Wetter zuverlässig prognostiziert werden kann, gehen die Meinungen der Forscher stark auseinander. Der stellvertretende Vorsitzende des Staatlichen Hydrometeorologischen Komitees der UdSSR Doktor der geographischen Wissen-

schaften J. I. Tolstikow ist der Ansicht, daß unter Verwendung der derzeit vorhandenen Modelle der Bewegung der Erdatmosphäre eine zufriedenstellende Prognose höchstens für 7 bis 10 Tage aufgestellt werden kann. Das ist der sogenannte theoretische Grenzwert der Vorhersagbarkeit. Einige Meteorologen behaupten, daß mit absoluter Genauigkeit das Wetter nur für einen Tag im Radius bis 200 Kilometer vorausgesagt werden kann. Andere wieder nehmen an, daß eine zuverlässige Prognose sich auf 2 bis 3 Tage beziehen kann, allerdings als Mittelwert in einem Radius von 500 km. Einen anderen Standpunkt vertreten Meteorologenforscher, die sich vor kurzem in der BRD zu einem internationalen Symposium zusammengefunden haben. Sie sind zu der Schlußfolgerung gelangt, daß „eine fehlerfreie Prognostizierung der Wissenschaft noch lange Jahre nicht gelingen wird“, denn „für eine absolut exakte Vorhersage, sogar für einen Tag im voraus, müssen Daten von jedem Quadratkilometer der Erdoberfläche zusammengetragen und ausgewertet werden. Leider verfügen die Meteorologen heute über eine solche Möglichkeit nicht...“ Was jedoch die reale Möglichkeit betrifft, exakte globale Prognosen für einen Zeitraum von mehr als einigen Tagen, sagen wir, für Wochen und Monate im voraus, aufzustellen, so sind sich viele Meteorologen in dieser Hinsicht nicht sicher. Mehr noch, es gibt die Ansicht, diese Aufgabe sei überhaupt nicht lösbar. So hat der Leiter der Abteilung Auslandsbeziehungen des französischen Wetterdienstes Jacques Detvillet Ende der 70er Jahre in der Zeitung „Point“ (Frankreich) mitgeteilt: „Wie alle Wetterdienste der Welt haben auch wir ein 15jähriges Experiment durchgeführt. Wir sind zu dem Schluß gelangt, daß bei der heutigen Lage der Dinge zuverlässige Langzeitvorhersagen nicht herausgegeben

werden können. Unser Verantwortungsbewußtsein hat uns bewogen, das Experiment einzustellen.“

In der französischen Zeitschrift „*Nouvelles Observateur*“ stand erst vor kurzem zu lesen: „Die vom nationalen Wetterdienst aufgestellten Prognosen treffen für 24 Stunden zu. Sie liefern eine verlässliche Wettervorhersage für fünfundachtzig Prozent des Landesterritoriums. Alle Versuche jedoch, eine Prognose für drei Tage aufzustellen, schlugen fehl, ist man aber um einen noch längeren Zeitraum bemüht, dann bleibt nur, die Astrologie um Hilfe anzurufen.“

Professor Pierre Morel, stellvertretender Leiter der Abteilung Meteorologie im französischen Nationalen Forschungszentrum, erklärt an folgendem Vergleich die Gründe, die einer zuverlässigen langfristigen Wetterprognose entgegenstehen.

„Wenn Sie einen mit Wasser gefüllten Eimer um seine Achse rotieren lassen, dann werden beide, der flüssige und der feste Körper, in der Bewegung genauso wie im Zustand der Ruhe ein Ganzes bilden. Das Wasser ist überall im Innern des Eimers dasselbe Wasser, der Eimer bleibt in allen Punkten seiner Oberfläche Eimer. Darum kann man immer erkennen, was sich im Eimer abspielt.“

Was hat das mit der Meteorologie zu tun?

Die Erde und die Atmosphäre bilden unseren Eimer mit dem Wasser. Jedoch mit solchen Erschwerissen, die den gesamten Prozeß schließlich zu einer langen Kette von Ausnahmen aus der Regel machen.

Der feste Körper (unsere Erde als Eimer) und der gasförmige Körper (die Atmosphäre als Wasser) hängen fest miteinander zusammen. Doch hier kommt schon die erste Unregelmäßigkeit: Die Erde dreht sich nicht nur um die eigene Achse, sondern auch um die Sonne als die einzige Energiequelle. Die von der Sonne

eintreffende Energie heizt die Erdkugel infolge Neigung der Erdachse ungleichmäßig auf, so daß es am Äquator viel wärmer ist als an den Polen. Folglich steigt die Warmluft am Äquator in die Höhe und strömt nach den Polen, während die dichten Massen der Kaltluft von den Polen sich in Richtung Äquator in Bewegung setzen. Nun treten die erwähnten Erschwernisse ein, bedingt durch den Umstand, daß die Oberfläche der Erde nicht homogen ist: Sie besteht aus Ozeanen, Bergen und Wüsten. Die Bewegung der Luftmassen wird das eine Mal verlangsamt, das andere Mal beschleunigt. Die Luftströmungen prallen aufeinander, verändern sich, kühlen ab oder heizen sich auf.

Ist aber bekannt, wo, wann und wie diese Luftmassen in ihrer Bewegung von den Polen und vom Äquator plötzlich zum Stehen kommen und mit ihrer verrückten Kreisbewegung beginnen? „Das Ganze sieht wie Stahlkugeln in einem Trichter aus“, sagt Morel. „Wenn man sie schüttelt, rutschen sie durch die Öffnung, dann aber stoßen sie irgendwo zusammen, verklemmen und röhren sich nicht mehr von der Stelle. Und nun sollen wir diese Stelle herausfinden...“

Natürlich wird es im Endergebnis zu einer bestimmten Allgemeinbewegung der Luftmassen kommen, doch als stabil, als beständig kann diese Bewegung nicht bezeichnet werden. Schon die geringste Einwirkung genügt, um alles durcheinanderzubringen. Im Prinzip, so hat ein berühmter Mathematiker den Sachverhalt charakterisiert, kann selbst ein geschwenktes Taschentuch die Atmosphäre des gesamten Planeten in Bewegung versetzen.

Doktor der geographischen Wissenschaften W. Samoilenko gibt folgende Einschätzung: „Wirklich beeindruckend ist die Riesenzahl an physikalischen und geographischen Faktoren, die in den verschiedenen

Räumen unseres Planeten zur Wirkung kommen und Einfluß auf die atmosphärischen Prozesse ausüben. Darum liegt zu jedem Zeitpunkt auch eine Riesenzahl an Varianten für die weitere Entwicklung der atmosphärischen Prozesse auf der Erde als Ganzes vor. Sie müssen schon bei der Vorhersage des Wetters für den nächsten Tag in Betracht gezogen werden. Geht es aber um einen längeren Prognosezeitraum, dann wird die Zahl der möglichen Varianten entsprechend größer. Schließlich werden es so viele, daß sie nicht mehr überblickt werden können und die Vorhersage des in 10 bis 15 Tagen zu erwartenden Wetters eine reine Glückssache, ein Spiel des Zufalls wird.“

Ja, die Prognostizierung des Wetters für einen langen Zeitraum ist keinesfalls eine leichte Angelegenheit, sowohl infolge der Vielfalt an Verfahren des Übergangs der Energie in der Atmosphäre aus den einen Formen in die anderen als auch infolge des Einflusses einer Vielzahl an Faktoren planetaren Charakters. Hier ist halt, wie es so heißt, nichts zu machen, die Prozesse, die sich im Luftozean unseres Planeten abspielen, unterliegen kompliziertesten und bis jetzt praktisch unbekannten Gesetzen der inneren Entwicklung, so daß diese oder jene Einflußnahme auf die Atmosphäre insgesamt zu völlig unvorhersagbaren Veränderungen des Wetters in einer jeden konkreten Gegend der Erde führen kann und auch tatsächlich recht oft führt. Außerdem wird das Wetter heute in zunehmendem Maße von einem vollkommen neuen Faktor beeinflußt – von der globalen Tätigkeit des Menschen. Gemäß der festen Überzeugung des namhaften amerikanischen Gelehrten Professors der Cornell-Universität Carl Sagan „sind exakte Wetterprognosen, z. B. für eine Woche im voraus, heute ein Ding der Unmöglichkeit“.

Nun ist es aber die starke Seite der Wissenschaft, keine Skepsis zu dulden, wenn es um die Lösung der für die gesamte Menschheit lebenswichtigen globalen Probleme geht. Nach Angaben der Meteorologischen Weltorganisation werden heute in mehr als fünfzig Ländern Forschungen und operative Arbeiten zur langfristigen – in den Grenzen eines Monats oder einer Saison – Prognostizierung des Wetters geleistet. Vereint werden die Anstrengungen der Forscher auf allen Kontinenten, vereint werden auch die Wissenschaften, um die Geheimnisse der „Wetterküche“ zu enträtseln, um neue Methoden und Mittel zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Prognosen zu finden.

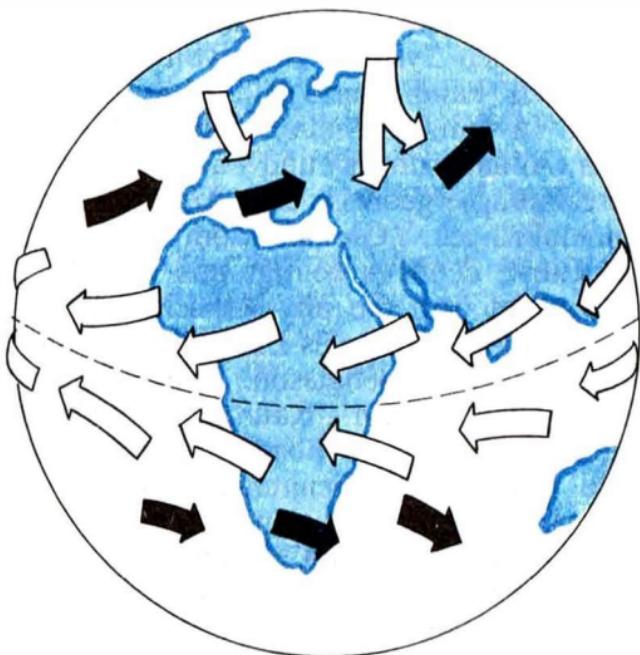
Auf der Suche nach dem Schlüssel zu den Geheimnissen des Wetters

In den letzten 20 bis 25 Jahren haben die Wissenschaftler in verschiedenen Ländern der Welt viele recht komplizierte mathematische Modelle zur Berechnung der künftigen Wetterlage entwickelt. In einem jeden von ihnen werden mit unterschiedlichem Grad der Detaillierung alle wichtigsten physikalischen Prozesse und Erscheinungen erfaßt, die in der Atmosphäre, im Ozean und im Boden ablaufen. Zur praktischen Nutzung solcher Modelle als prognostische Instrumente muß man den laufenden Zustand der Atmosphäre, des Ozeans und des Bodens kennen, d. h. man muß eine quantitative, ausführliche Information über deren Zustand besitzen. Und selbstverständlich muß man über ein ausreichend mächtiges technisches Mittel zur Realisierung der Modelle verfügen – über elektronische Rechner. Alle diese drei Komponenten – Modell, Information und Computer –, die als prognostisches System bezeichnet werden, bestimmen die Qualität der

Prognosen. Doch jede der genannten Komponenten des prognostischen Systems ist unvollkommen.

Ein Modell kann unmöglich absolut der Natur entsprechen. In ihm gibt es verschiedener Art Approximationen (Annäherungen) und Parametrisationen, die in die Berechnungsergebnisse eine Art „Rauschen“ und Fehler hineinbringen. „Globale Computermodelle sind eine Art Kunst, denn es gelingt uns nie, das Niveau zu erreichen, auf dem die physikalischen Prozesse ablaufen“, sagt der Direktor des Europäischen Meteorologischen Zentrums L. Bengtsson. Die Primärinformation enthält ebenfalls ein „Rauschen“, bedingt durch die Lückenhaftigkeit der Beobachtungsdaten, durch die mangelnde Dichte und Genauigkeit der Messungen. Die in der Ausgangsinformation und im Modell selbst enthaltenen sowie die vom Computer bei Abrundung der Berechnungsergebnisse erzeugten Fehler bringen folglich bei der Arbeit des Modells (bei der Prognostizierung) neue Fehler – das „Rauschen“ – hervor. Das „Rauschen“ nimmt infolge Nichtlinearität der Modellgleichungen mit der Zeit zu und annulliert zu einem bestimmten Zeitpunkt (ungefähr nach einer Woche) den Wert der Nutzinformation. Diese Eigenschaft des Modells bedingt den bereits genannten „theoretischen Grenzwert der Voraussagbarkeit“ des Wetters von höchstens 7 bis 10 Tagen.

Gewöhnlich werden in Forschungsbereichen, wie es die Meteorologie ist, Experimente angesetzt. Wie aber soll man mit dem Wetter herumexperimentieren? In einem begrenzten Bereich ist das vielleicht noch möglich, im Weltmaßstab aber auf keinen Fall mehr. Die Meteorologen jedoch, die für ihre langfristigen Prognosen die Gesetzmäßigkeiten der Atmosphäre als eines physikalischen Gesamtsystems begreifen und nutzen müssen, bedürfen vor allem einer allumfassenden, globalen Information über die vielfältigen



Die Hauptrichtungen der allgemeinen Luftzirkulation über der Erde. Die weißen Pfeile kennzeichnen kalte Luftmassen, die schwarzen Pfeile stehen für Warmluftströmungen.

Prozesse, die sich im Luftozean und in der darunter liegenden Schicht abspielen. Bei Ausbleiben exakter Angaben über das Verhalten der Atmosphäre auf der gesamten Erdkugel im Verlaufe einer bestimmten Zeitperiode, zumindest im Laufe eines Jahres, ist es undenkbar, unmöglich, die Zuverlässigkeit dieser oder jener Vereinfachungen zu beurteilen, die beim Aufbau einer Theorie der Bewegung der Atmosphäre – der theoretischen Grundlage der Wetterprognose – unvermeidlich angenommen werden. Diesem Umstand voll Rechnung tragend, äußerten die Meteorologen schon längst die Idee, ein globales Beobachtungssystem zu schaffen, das es ihnen gestatten würde, jene physi-

kalischen Prozesse herauszufinden, die für das Entstehen großer Wetteranomalien auf lange Sicht verantwortlich sind. Die Möglichkeit der Realisierung dieser Idee war mit dem Aufkommen der Erdsatelliten und nach Sammlung von Erfahrungen der UdSSR und der USA in den 60er und 70er Jahren beim Einsatz von meteorologischen Raumfahrtsystemen in Zusammenarbeit mit Bodenstationen zur Beobachtung der Atmosphäre gegeben.

Elf Jahre hatte unter der Schirmherrschaft der Meteorologischen Weltorganisation (WMO) und des Internationalen Rats der wissenschaftlichen Vereinigungen (ICSU) die Vorbereitung eines grandiosen internationalen Unternehmens – des Ersten globalen Wetter-experiments (FGGE) innerhalb des Globalen Atmosphärischen Forschungsprogramms (GARP) – in Anspruch genommen. An ihm beteiligten sich mehr als 50 Staaten, darunter auch die Sowjetunion.

Das zeitweilige globale Beobachtungssystem funktionierte vom 1. Dezember 1978 bis zum 1. Dezember 1979, es baute auf dem traditionellen Beobachtungsnetz der Weltwetterwacht (WWW) auf: über 2500 synoptische Stationen (davon über 500 in der UdSSR) für Wetterbeobachtungen in Bodennähe, über 700 aerologische Stationen (davon über 200 in der UdSSR) zur Sondierung der Atmosphäre in einer Höhe von 30 bis 40 km und das System der polarorbitalen Wittersatelliten der UdSSR und der USA für Aufnahmen der Wolkendecke im sichtbaren und im Infrarotbereich des Strahlungsspektrums (einige dieser Satelliten nehmen auch die Fernsondierung der Atmosphäre vor – Ermittlung der Temperaturverteilung in der Atmosphäre nach Höhenschichten im Erfassungsraum). Zusätzlich zu diesem ständig in Betrieb befindlichen Beobachtungsnetz wurden zeitweilige Beobachtungssysteme eingerichtet. Über dem Äquator wurden in einer Höhe von

35 800 km 5 geostationäre Satelliten in annähernd gleicher Entfernung voneinander stationiert. Durch Auswertung der nacheinander erfolgten Wolkenaufnahmen konnte die Geschwindigkeit und die Richtung des Windes nach mehreren Höhenschichten der Atmosphäre innerhalb des Gürtels zwischen dem 50. Grad nördl. Br. und dem 50. Grad südl. Br. ermittelt werden.

In den Ozeanen der südlichen Halbkugel sowie in der Arktis wurden über 360 Driftbojen stationiert, von denen gleichzeitig bis zu 206 in Betrieb waren. Zusammen mit zwei polarorbitalen Satelliten bildeten diese Bojen ein System zur Messung der Wassertemperatur und des Drucks an der Oberfläche des Ozeans, des Temperaturprofils in der Atmosphäre sowie der Geschwindigkeit und der Richtung der Meeresströmungen. In der Äquatorzone beobachteten rund 40 Forschungsschiffe den Wind und die anderen meteorologischen und ozeanographischen Parameter. Mehrere Dutzend speziell ausgerüstete Verkehrsflugzeuge ermittelten die Geschwindigkeit und die Richtung des Windes sowie die Lufttemperatur auf der jeweiligen Verkehrsstraße und übermittelten diese Werte automatisch an spezielle Zentren der Datenerfassung. Auch andere Beobachtungssysteme wurden eingerichtet.

Der gesamte riesige Strom an meteorologischen Informationen wurde praktisch verlustlos gesammelt, was durch einen speziellen Plan der Datenerfassung abgesichert worden war. Den Grundstein bildete dabei das globale meteorologische System der Datenfernübertragung, doch zusätzlich zum traditionellen System der Erfassung, der Auswertung und der Verbreitung der hydrometeorologischen Informationen hatte man auch eine Reihe zusätzlicher Zentren eingerichtet, die für die Verarbeitung der Informationen aus speziellen Beobachtungsmitteln verantwortlich waren.

Obwohl die Auswertung des gesammelten Informa-

tionsmassivs noch nicht abgeschlossen ist und die Ergebnisse des Ersten globalen Wetterexperiments wahrscheinlich erst in einigen Jahren ihre endgültige Bewertung erfahren werden, kann schon heute gesagt werden, daß wichtige Erkenntnisse erzielt worden sind, die in einer Reihe von Fällen eine Korrektur an den Vorstellungen der Meteorologen über die globalen atmosphärischen Prozesse vornehmen.

Vor dem Ersten globalen Wetterexperiment war allgemein die Ansicht verbreitet, die meteorologischen Größen würden sich in der tropischen Zone relativ geringfügig ändern. Es galt auch, die meridionalen Luftbewegungen seien in dem Experimentgürtel gering, so daß es zu keinem nennenswerten Austausch der Luftmassen zwischen den beiden Halbkugeln komme und folglich jede Halbkugel bei der mathematischen Modellierung der atmosphärischen Bewegungen für sich allein dargestellt werden könne – die Bewegung erfolge so, als stünde auf dem Äquator eine Mauer, die das Überwechseln der Luftmassen von einer Halbkugel auf die andere verhindere. Freilich war das eine gewisse Idealisierung, doch sie galt als wirklichkeitsnah, weil die meridionalen Bewegungen gering seien. Doch die Beobachtungen beim Ersten globalen Wetterexperiment haben ergeben, daß die Luftströmungen in der oberen Hälfte der tropischen Atmosphäre überaus veränderlich sind, daß hier ein intensiver Austausch der Luftmassen über den Äquator zutrifft, besonders im Winter auf der nördlichen Halbkugel. Dies aber bedeutet, daß auch der Austausch von Wärme und Feuchtigkeit intensiv sein muß. Numerische Experimente zur Modellierung der atmosphärischen Bewegungen über der nördlichen Halbkugel haben definitiv nachgewiesen, daß die Wahrheitsentsprechung der berechneten Bewegungen enorm verringert wird, wenn man die Beobachtungen der südlichen Halbkugel ausschließt, d. h. den Äquator sich als

Trennmauer vorstellt. Die Ergebnisse dieser Experimente sprechen zweifelsfrei davon, daß eine numerische Wetterprognose für die einzelnen Tage innerhalb eines Zeitraums bis zu 10 Tagen nur unter der Voraussetzung möglich ist, daß sie sich auf globale Beobachtungen der Atmosphäre stützt.

Zum ersten Mal in der Gesamtgeschichte der Meteorologie wurden hinreichend ausführliche Angaben über die Druckverteilung in Höhe des Meeresspiegels und in der freien Atmosphäre über den Ozeanen der südlichen Halbkugel im Jahresverlauf gewonnen. Ihre Auswertung führte zu der Erkenntnis, daß die tiefen Niederdruckbereiche sich in den gemäßigten Breiten der südlichen Halbkugel herausbilden, weit nördlicher der Antarktis. Die Verlagerung dieser Bereiche erklärt die zuvor unverständlichen plötzlichen und deutlichen Druckänderungen, die von einigen Inselstationen der südlichen Halbkugel registriert wurden. Insgesamt sind die atmosphärischen Bewegungen in den gemäßigten Breiten der südlichen Halbkugel (40 bis 60 Grad südl. Br.) viel intensiver, als früher angenommen wurde. Die berühmten „heulenden Vierziger“ sind also eine Folge dieser intensiven Zirkulation der Atmosphäre über der südlichen Halbkugel.

Stichhaltig wurde nachgewiesen, daß die atmosphärischen Prozesse, die sich in den tropischen Breiten abspielen, viel schneller und viel intensiver die Prozesse in den gemäßigten und hohen Breiten beeinflussen, als dies vorher angenommen wurde. Ihr Einfluß äußert sich bereits innerhalb von 4 oder 5 Tagen. Dies bedeutet, daß die Qualität von Prognosen für 3 bis 5 Tage ganz wesentlich vom Beobachtungssystem in den tropischen Breiten abhängt, das heute einer ernsthaften Verbesserung auf der Grundlage der neuesten Errungenschaften der Wissenschaft und Technik bedarf.

Insgesamt hat das Erste globale Wetterexperiment überzeugend vor Augen geführt, daß die Menschheit, wenn sie die Absicht hat, das Tageswetter für 3 bis 10 Tage im voraus exakter zu prognostizieren sowie die monatlichen und die saisonbedingten Anomalien, einschließlich der Dürren und der Regenzeiten, genauer vorauszusagen, ein neues globales Beobachtungssystem aufzubauen muß, doch diesmal kein zeitweiliges, sondern ein ständiges. Dies dürfte nicht sonderlich schwerfallen, wenn man einen Teil der Mittel, die heute in der ganzen Welt für Rüstung ausgegeben werden, für den Aufbau eines globalen Systems zur Beobachtung des Zustands der Atmosphäre und des Ozeans verwendet.

Die heutige Unvollkommenheit der Wettervorhersage kommt der Menschheit teuer zu stehen. So z. B. hatten die Frühjahrsüberschwemmungen und die Sommerdürre von 1983 allein die Einwohner des Bundesstaates New York 3,2 Milliarden Dollar gekostet. Entsprechend den vor kurzem veröffentlichten UNESCO-Angaben waren infolge tropischer Zyklonen, Taifune, Überschwemmungen und Orkane allein in der Zeit 1947 bis 1960 auf unserer Erde 2,9 Millionen Menschen ums Leben gekommen. Die Gesamtverluste für diesen Zeitraum wurden nicht ausgerechnet, doch es dürfte sich sogar bei vorsichtigster Schätzung um mindestens 50 bis 100 Milliarden Dollar handeln! Mehrere Milliarden Dollar im Jahr – das ist der Tribut, den die Menschheit an die Erde allein für die verrückten Launen der Atmosphäre und des Wassers zahlt.

Für jedes Prozent Erhöhung der Zuverlässigkeit der mit den heutigen Mitteln und Verfahren gewonnenen Wetterprognose müssen wir einen immer höheren Preis bezahlen und immer größere Anstrengungen unternehmen. Dabei ist es schwer, einen an Rentabilität mehr versprechenden Investitionsbereich zu nennen, als

es der hochzuverlässige meteorologische Dienst ist. Ausländische Ökonomen haben ausgerechnet, daß die Einnahmen aus der zutreffenden Wettervoraussage für nur fünf Tage die dafür erforderlichen Ausgaben um das 20fache übertreffen können! Eine exakte langfristige Prognose für einen bis drei Monate im voraus kann der europäischen Wirtschaft Einnahmen sichern (hauptsächlich in der Landwirtschaft, der Bauindustrie, der maritimen Erdölförderung, der zivilen Luftfahrt, der Seefahrt, dem Eisenbahn- und dem Kraftverkehr, der Fischereiwirtschaft), die die Jahresausgaben für den Wetterdienst um das 70- bis 80fache übersteigen! Wirft man aber einen Blick in die Zukunft, dann wird die ökonomische Effektivität aus der Entwicklung der Weltwetterwacht, aus der sprunghaften Erhöhung der Genauigkeit der kurzfristigen und besonders der langfristigen Wetterprognosen im globalen Maßstab nach Ansicht der Spezialisten sich zu einem riesigen, mit nichts von dem der Wissenschaft und der Technik bis jetzt Bekannten zu vergleichenden Wert von Billionen Rubel auftürmen!

Inzwischen aber wurde, um in dem sogenannten „theoretischen Grenzwert der Vorhersagbarkeit“ (7 bis 10 Tage) eine Bresche zu schlagen, auf Initiative sowjetischer Wissenschaftler das internationale Forschungsprogramm „Schnitte“ („Rasresy“) ausgearbeitet und in Angriff genommen. Die Arbeit nach diesem Programm soll bis zum Jahre 1990 reichen.

Bekanntlich ist der Ozean eine Art Wärmespeicher. Er ist einträgeres Medium als die Atmosphäre, in den warmen Jahreszeiten speichert er die Energie langsam, sie von der Sonne und der Atmosphäre übernehmend, um sie, nach Umverteilung in seinem Medium, in der kalten Jahreszeit allmählich an die Atmosphäre abzugeben. Das Programm „Schnitte“ sieht eine regelmäßige Beobachtung des Zustandes des

Ozeans vor. An den komplexen Beobachtungen werden sich Forschungsschiffe des Staatlichen Hydrometeorologischen Komitees und der Akademie der Wissenschaften der UdSSR sowie Erdsatelliten, die Angaben über den Zustand der Atmosphäre und des Ozeans übermitteln, Flugzeuglaboratorien und Hochseebojen beteiligen. Die Verwirklichung dieses Programms, so hoffen es die Wissenschaftler, wird nach mehreren Jahren ein einmaliges Material bereitstellen, mit dessen Hilfe es möglich wird, die bestehenden Hypothesen zu überprüfen und neue Forschungen und interessante numerische Experimente mit mathematischen Modellen der Atmosphäre und des Ozeans auszuführen. Die anschließende zielgerichtete Auswertung dieser Information wird ein Archiv langjähriger Daten ergeben, ohne die eine Forschung zu langfristigen Wetterprognosen undenkbar ist.

Gegenstand der Forschungen entsprechend diesem Programm wird es sein, mittels numerischer Experimente jene Zusammenhänge zwischen dem jetzigen und dem vergangenen Wetter zu bestätigen, die empirisch auf der Grundlage der recht dürftigen Information über den Zustand der Ozeane ermittelt worden sind, sowie die Wahrheitsentsprechung der Hypothese über die bestimmende Rolle des Zustands des Ozeans für das Wetter der kontinentalen Räume unserer Erde zu beweisen.

Vor kurzem kam der Meteorologie die Bionik zu Hilfe. Und dies ist gesetzmäßig. Erstens „ist die Meteorologie“, wie Akademiemitglied J. K. Fjodorow zutreffend festgestellt hat, „zu einer für uns alle derart wichtigen Wissenschaft geworden, daß sich um ihre Zukunft nicht nur die Meteorologen Gedanken zu machen und zu sorgen haben“. Zweitens muß sich der Mensch, wenn er seinen ganzen Vorrat an Erfindungsreichtum aufgebraucht hat, oder wenn die Zeit ihn mit der

Lösung komplizierter, großer, lebenswichtiger Probleme drängt, unvermeidlich an die belebte Natur um neue Inspiration, um neue Ideen wenden.

Für einen Bioniker, der sich zum Ziel gesetzt hat, neue Ideen, Methoden und Mittel der exakten Wettervorhersage zu finden, ist die belebte Natur ein unermessliches Betätigungsgebiet. 1 500 000 Tierarten, 500 000 Pflanzenarten, und jeder Vertreter dieser Arten ist in diesem oder jenem Grade für sich selbst ein Meteorologe, ein Synoptiker, der imstande ist, das Wetter in den einen Fällen für ein, zwei, drei Tage und in den anderen Fällen für eine Woche oder einen Monat und sogar für ein ganzes Jahr im voraus zu „prognostizieren“. Die Vögel z. B. bauen ihre Nester auf der Schattenseite der Bäume, wenn sie wissen, daß ein warmer Sommer sie erwartet. Die Mäuse wissen im voraus, daß der Herbst feucht und anhaltend ausfallen wird, und legen ihre Nester im Oberteil der Heumieten an. Die Bären bringen es fertig, schon im Herbst herauszufinden, wie der kommende Frühling sein wird, und legen sich auf Erhöhungen in den Winterschlaf, damit das reichliche Schmelzwasser ihre Höhlen nicht zu einer Badewanne macht. Durch verwunderliches und gesetzmäßiges Farbenspiel des Körpers, exakt in den Details, verkündet uns den kommenden Winter die böswillige Larve des Maiküfers, die in der Erde die Pflanzenwurzeln schädigt. Wenn die Larve vollkommen weiß ist, muß man mit strengen Frösten rechnen; schimmert ihr Körper bläulich, wird es mit Sicherheit einen warmen Winter geben; ist jedoch nur das hintere Ende bläulich, dann wird nur der Anfang des Winters frostig sein. Üppig blühender Dorn sagt einen kalten Frühling voraus, im Innern klebrige Schilfstengel künden einen langen und strengen Winter an.

Wovon lassen sich nun die lebenden Organismen

leiten, wenn sie das Wetter für unterschiedliche Zeiträume vorausbestimmen?

Die belebte Natur hat ihre Kreationen im Laufe von Millionen Jahren ausgefeilt und perfektioniert. Innerhalb dieser Zeit haben sich die Tiere und die Pflanzen entwickelt, differenziert und an die vielfältigen Veränderungen der Umwelt angepaßt. In jeder Etappe, bei jeder bedeutenden Klimaveränderung hat die Natur ihre früheren Lösungen geändert. Im Ergebnis der natürlichen Auslese wurde erbarmungslos alles verworfen, was sich den Existenzbedingungen nicht anpassen konnte. Im Zuge der Evolutionsentwicklung hatten sich unter dem Einfluß von Reizen der unterschiedlichsten Art (Licht, Schall, Gerüche, Wärme, Kälte usw.) in den lebenden Organismus äußerst sensible Sinnesorgane, überaus volkommene Mechanismen des Stoffwechsels, der Energietransformation, der Wahrnehmung, der Verarbeitung und der Übertragung der vielfältigen Information herausgebildet. Diese „Bioingenieursysteme“ funktionieren sehr genau, zuverlässig und wirtschaftlich, sie zeichnen sich durch frappierende Zweckmäßigkeit und Harmonie der Handlungen sowie durch die Fähigkeit aus, auf winzige, kaum wahrnehmbare Veränderungen der zahlreichen Faktoren der äußeren und inneren Umwelt zu reagieren, sich diese Veränderungen einzuprägen und zu berücksichtigen und auf sie durch verschiedene Anpassungsreaktionen zu antworten. Eben diese hochempfindlichen biometeorologischen Systeme gestatten es den Tieren und den Pflanzen, das Wetter mit hoher Genauigkeit zu prognostizieren.

Es muß dem Gesagten noch hinzugefügt werden, daß in dem bis in unsere Zeit überlieferten russischen folkloristischen Erbe (wenn man alles Unsinnige eliminiert, was einer wissenschaftlichen Kritik nicht standhält) nicht weniger als 2000 meteorologische volks-

tümliche Regeln enthalten sind, die die Anzeichen der eigenartigen Barometer widerspiegeln – der Tiere und der Pflanzen, die imstande sind, Wetterveränderungen vorauszufühlen. Hier gibt es keine Phantasie, keine Dichtung und kein Wunschdenken. Ausgedrückt in Form von Sprichwörtern und Sprüchen, waren sie in Rußland seit alters zu allen Jahreszeiten gang und gäbe und bildeten ein ständig vorhandenes Mittel für das Erkennen des bevorstehenden Wetters auf kurze und lange Sicht. Besonders wertvoll, weise und nützlich waren die „wirtschaftlichen“ Wetterregeln. Und man muß die Weitsicht vieler russischer Gelehrter loben, die bereits im vorigen Jahrhundert, nach gebührender Würdigung der unvergänglichen theoretischen und praktischen Bedeutung der russischen Schatzkammer der volkstümlichen Regeln für die künftige wissenschaftliche Meteorologie, ihre Kollegen zum gründlichsten Studium der russischen Volkssprüche in bezug auf das Klima und das Wetter aufriefen. Folgendes schrieb aus diesem Anlaß – bereits im Jahre 1882 – der ausgezeichnete Kenner der Landwirtschaft und des bäuerlichen Lebens A. N. Engelhardt in seinem Buch „Aus dem Dorf“: „Oft denke ich, wenn ich Sprichwörter und Merkregeln der Bauern höre, die auf den Ackerbau und die Viehzucht Bezug haben, **was für ein prächtiger Kursus der Agronomie doch zustande kommen müßte, wenn einer, der das Bewirtschaften praktisch gelernt hat, die Sprichwörter als Themen für Kapitel heranziehen und zu ihnen wissenschaftliche physikalisch-physiologisch-chemische Erklärungen abfassen würde**“ (von uns hervorgehoben – I. L.).

Doch leider wurde dieser weise Ratschlag im Verlaufe von 80 Jahren nicht verwirklicht, er konnte nicht verwirklicht werden. Um den zahlreichen volkstümlichen Regeln „wissenschaftliche physikalisch-physiologisch-chemische Erklärungen“ zu geben und auf

der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse neue vollkommenere Methoden und Mittel der Wettervorhersage zu erarbeiten, war ein prinzipiell neues Herangehen an die Probleme des Lebens und der Technik erforderlich, mußten die Interessen der Meteorologen, der Biologen, der Physiologen, der Mathematiker, der Physiker, der Chemiker, der Ingenieure und der Technologen zu einem einheitlichen Ganzen vereint werden. Anders gesprochen, erforderlich war die Kybernetik (die Wissenschaft von den allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Steuerungsprozesse und der Informationsübermittlung in den Maschinen, den lebenden Organismen und in der Gesellschaft) und die Anfang der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts aus der Wiege gehobene synthetische Wissenschaft, die „Kreuzungswissenschaft“ – die Bionik. Nur im Rahmen solcher Wissenschaften kann sich die Wiedervereinigung vollziehen, die für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt erforderlich ist.

Im Lichte des von uns zu untersuchenden Problems – wie man die Genauigkeit der Wettervorhersage erhöhen kann – ist das bionische Herangehen an das Studium einer jeden, jahrhundertealten volkstümlichen Regel vielversprechend. Vor allem kann man, wenn man die sich wiederholenden meteorologischen Gegebenheiten in bestimmten, oft recht kurzen Zeitabschnitten (man bezeichnet sie als synoptische Termine) und die Ursachen solcher Wiederholungen untersucht, neue Erscheinungen und Zusammenhänge in der Tätigkeit der Erdatmosphäre ermitteln. Andererseits können die volkstümlichen Regeln, ohne die Prognosen der Weltwetterwacht auch nur im geringsten in Zweifel zu ziehen, den Synoptikern in ihrer gar nicht leichten Arbeit zur Prognostizierung der atmosphärischen Situationen helfen. Und schließlich ist eine jede zutreffende Wetterregel, abgeleitet aus langjährigen Beobach-

tungen der verschiedenen lebenden Organismen, ein nicht mit Geld zu bezahlendes Zeugnis dafür, daß der Bioniker in dem grenzenlosen Reich der Flora und Fauna ein von ihm in bezug auf die erforderlichen Parameter benötigtes Modell eines „meteorologischen Gerätes“ finden kann, das es wert ist, kopiert und mittels der vorhandenen technischen Mittel reproduziert zu werden. Erfinden und schaffen heißt in der Bionik, imstande zu sein, in der Natur solche Biosysteme zu suchen und zu finden, die bedeutend vollkommener, klüger, zuverlässiger und wirtschaftlicher als die bestehenden technischen Systeme sind.

Wir wollen also, lieber Leser, ohne jede Eile durch die Laboratorien des in der Welt ältesten „meteorologischen Instituts“ der belebten Natur schlendern, in seine „Werkstätten“, seine „Patentbibliothek“ und sein „Konstruktionsbüro“ hineinschauen, wir wollen uns in aller Ruhe überlegen, was man hier für die weitere Entwicklung der Meteorologie, für die exaktere Vorhersage des Wetters entlehnen kann.

Die gefiederten Synoptiker

Die Vögel sind in der Regel ausgezeichnete Synoptiker. Sie sind vor 150 Millionen Jahren aus den Reptilien entstanden und haben sich danach schnell über die gesamte Erde ausgebreitet. Das Reich der Gefiederten besteht entsprechend der heutigen Klassifizierung aus 28 Ordnungen, 155 Familien und 8580 Arten. An Zahl sind sie allen anderen Wirbeltieren – mit Ausnahme nur der Fische – weit überlegen und kommen auf allen Kontinenten vor. Man trifft sie buchstäblich überall an – am Rand der Polareise, an den Hängen der höchsten Gipfel, auf stürmischen Meeren, im undurchdringlichen Dschungel, in den öden Wüsten und in übervölkerten Städten.

Die Artenvielfalt der Vögel ist verblüffend: angefangen beim winzigen Kolibri, leichter als die allerkleinsten Münze, bis hin zum riesigen Strauß mit seinen mehr als einhundert Kilogramm.

Das Leben der Vögel ist an die Atmosphäre gebunden, darum sind sie besonders empfindlich für Veränderungen des atmosphärischen Drucks, für das Nachlassen der Helligkeit (denn die feinen durchsichtigen Wolken, die das Sonnenlicht schwächen, kündigen Unwetter an) oder die elektrische Aufladung der Atmosphäre vor einem Gewitter usw. Doch was besonders wichtig ist: die Vögel reagieren auf alle meteorologischen Veränderungen im voraus – in ihrem Gesang, in den Schreien, in der Freßlust, im Nestbau, in den jährlichen Terminen des An- und Abflugs.

In seinem bekannten Buch vom Ussuri-Gebiet berichtet W. Arsenjew folgenden Vorfall. Am Morgen war er als letzter aufgewacht, hatte einen Blick zum Himmel geworfen und dort dichte Wolken erblickt. Doch sein Begleiter – der berühmte Fährtenleser Dersu Usala – hat ihn in seinem radebrechenden Russisch, das keinen Unterschied zwischen „ich“ und „mein“ macht, beschwichtigt: „Beeilen nicht muß. Unsere am Tag gut laufen, Abend Regen geben.“

Auf die Frage, warum es gerade zur Nacht, nicht aber am Tage regnen werde, gab Dersu die Auskunft: „Deine selber schauen. Sehen, kleine Vögel hier-dorthin gehen, spielen, essen. Regen bald geben – ihre dann leise sitzen, wie gleich schlafen.“

Und weiter schreibt Arsenjew: „Tatsächlich, mir war eingefallen, daß es vor Regen immer still und düster ist, jetzt aber war alles umgekehrt: Im Wald herrschte reges Treiben, überall unterhielten sich angeregt die Spechte, die Holzschreier und die Tannenhäher, fröhlich pfiffen die geschäftigen Baumhacker.“



Buchfink. Man erkennt ihn leicht an den weißen Doppelstreifen der Flügel und am weißen Saum des Schwanzes.

An einem anderen Tag war Arsenjew über das schöne und stille Wetter erfreut, Dersu Usala aber hatte Bedenken: „Schauen, Kapitän, wie Vögel sich essen beeilen. Ihre gut verstehen, schlechte Wetter werden.“ Das Barometer stand hoch, Arsenjew lachte nur über die Prophezeiung, Dersu aber sagte: „Vogel jetzt verstehen, meine verstehen dann.“

Am Abend hielt er Arsenjew zurück: „Warte, Kapitän. Meine denken, hier übernachten.“ – „Warum?“ – „Am Morgen Vögel sich essen beeilt, aber jetzt, deine selber schauen, keine einzige da.“

Und tatsächlich, der Wald war totenstill. Alle Gefiederten schienen sich verkrochen zu haben. Dersu gab den Ratschlag, die Zelte fester zu spannen und einen großen Vorrat Brennholz anzulegen, nicht nur für die Nacht, sondern auch für den nächsten Tag.

In jener Nacht hatte man Arsenjew geweckt. „Es schneit“, wurde ihm gemeldet...

Einen Buchfink wird jeder schon einmal gesehen haben. Das Männchen hat eine rotbräunliche Unterseite, der Rücken ist kastanienbraun, der Kopf graublau. Das Weibchen ist an der Oberseite olivbräunlich. Der Buchfink ist etwa so groß wie ein Sperling, 15 cm lang. Er fühlt sich überall wohl, wo es Bäume gibt. Seine silberhelle Stimme klingt laut und schmetternd, das Lied endet mit einem Überschlag als Ausrufezeichen: „Pink-pink ... fit-fit-fit ... la-la-la!“ Manchmal aber hockt er wie niedergeschlagen auf seinem Ast und gibt monoton, ohne jeden Elan von sich: „Rö-pin-pin-rö...“ Die Vogelfänger sagen dann: „Der Buchfink römert – es wird Regen geben.“ Und so kommt es auch. Der Buchfink weiß es genau. Schon einen halben oder einen ganzen Tag im voraus.

Wenn das Unwetter vorbei ist, werden die Buchfinken wieder lebensfroh. Sie flattern auf den nächsten Baum und stimmen ihre wunderbaren helltönenden Lieder an, in denen die Freude mit der gleichen Offensichtlichkeit erklingt, mit der bis vor kurzem aus jeder ihrer Bewegungen Unruhe sprach. Doch wenn Sie Gelegenheit haben sollten, die klickende Roulade des Buchfinken vor Sonnenaufgang zu hören, so bedeutet dies, daß alle Hoffnungen auf einen heiteren Tag scheitern, das Wetter wird sich unbedingt verschlechtern.

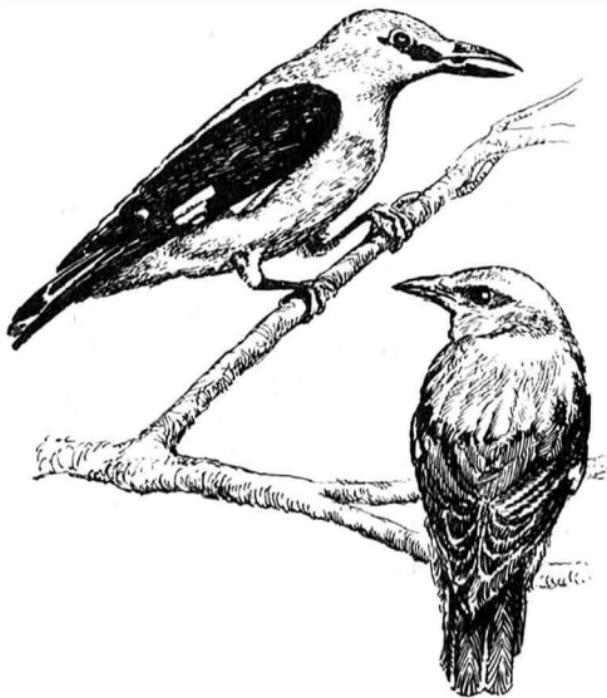
Im Winter spürt der Buchfink den Wetterwechsel ebenfalls gut: Wenn Kälte bevorsteht oder ein Schneetreiben anrückt, klingt die Stimme des Buchfinken besonders hell, doch aus dieser Stimme ist Unruhe herauszuhören, wozu jedoch nur ein erfahrener Ornithologe fähig ist.

Die Feldlerche macht die Saaten frei von Schädlingen und Unkrautsamen und kündigt Schönwetter an. Dieser Vogel mit dem bescheiden gefärbten Gefieder ist vorsichtig, nistet gewöhnlich auf der Erde und badet gerne

im Staub. Die Lerche verfügt über eine wundervolle Stimme und ist allgemeinbeliebt.

Noch ist die Luft feucht und frisch vom ausklingenden Gewitter, noch fallen große Regentropfen, die Lerche aber kann es im nassen Roggen kaum erwarten, daß die Sonne wieder durchbricht. Hoch in die Lüfte erhebt sich die Feldlerche, um mit Jubelgesang die Sonne zu begrüßen. Das gleiche Lied, nur meistens am Boden, singt die Haubenlerche mit dem neckischen Spitzhäubchen auf dem Kopf. Wenn dieses Lied erklingt, ist sicher mit heiterem Wetter zu rechnen. Doch wenn die Lerche von der Morgendämmerung an nicht zu hören ist, wird es Regen oder Schlechtwetter geben – dies besagt eine volkstümliche Regel.

Als Barometer, das es mit der Lerche aufnehmen kann, gilt der Schmuck und der Stolz unserer Gärten, Parks, Haine und Wälder, der unübertroffene Sänger – die berühmte Nachtigall. Es gibt wohl keinen Menschen, der nicht atemlos dem Gesang dieses in seiner Tracht bescheidenen Vogels gelauscht hätte. Wenn er in den Frühlingsnächten zu singen beginnt, erstickt das Leben im Wald buchstäblich, alle seine Einwohner, die Vögel und die Tiere, verstummen; still werden, als seien sie von der wunderbaren Stimme verzaubert, die Blätter der Bäume. Das bräunlich-rostfarben-graue Vögelchen mit dem fuchsroten Flecken, den großen dunklen klugen Augen und den langen dünnen Beinchen kommt zu uns spät – in der Mitte des Mai – und beginnt zu singen, wie eine Volksweisheit besagt, „wenn es sich aus dem Birkenblättchen sattgetrunken hat“, d. h. wenn sich an der Birke solche Blätter bilden, daß in ihnen ein Tautropfen Platz findet. Eine andere Regel lautet: Die Nachtigall singt – das Wasser wird abnehmen. Die Nachtigall singt an die anderthalb Monate – vom Zeitpunkt des Anflugs bis Ende Juni. Entsprechend dem Volksglauben, je hübscher und gewissenhafter die



Pirol (Goldamsel)

Nachtigall ihre Triller ausführt, je mehr bizarre Wechsel ihr Lied enthält, umso sicherer kann man mit schönem Wetter rechnen. Wenn Sie Gelegenheit haben sollten, das ununterbrochene Schlagen der Nachtigall die ganze Nacht hindurch zu hören, dann wissen Sie – der Vogel gibt Ihnen einen heiteren Tag bekannt. Bei Nahen eines regnerischen, kühlen Wetters verstummt die Nachtigall gewöhnlich einige Stunden vor dem Beginn des Regens. Sie ist ein erfahrener Synoptiker, und Sie können ihrer Prognose getrost vertrauen.

Im Spätfrühling, als einer der Letzten, kommt in unsere Wälder der Pirol, von vielen Städtern als Gelbdrossel bezeichnet. Doch mit den Drosseln ist der Pirol nicht verwandt. Es ist ein sehr schöner Vogel

mit auffällig glänzendem Gefieder. Zu sehen bekommt man ihn nur selten, weil er sich meistens in den Baumkronen aufhält. Nur manchmal blitzt in den Wipfeln das grellgelbe Bäuchlein des Männchens in starkem Kontrast zu dem Schwarz der Flügel und des Schwanzes oder das bescheidenere Gelbgrün des Weibchens auf. Die melodischen Flötentöne des Piols hingegen sind oft zu hören. Ein Laie könnte sie sogar für das Pfeifen eines Menschen halten. Sie hören sich wie „düdlö“ an, wenn schönes Wetter bevorsteht. Mitunter aber stößt der Pirol ein krächzendes Katzengeschrei aus, das an „chräu“ erinnert – dies ist seine Schlechtwetteranzeige (kühlen Regen und plötzlichen Wetterumschwung kann der Pirol, so sagt es der Volksmund, überhaupt nicht ausstehen).

Sehr genau „arbeitet“ die „Wetterwarte“ der Spatzen. Jeder Mensch kennt diese kleinen diebischen Vögel von Kindheit an. Sie fressen sich in unserer Umgebung durch und wärmen sich auf. Wir sind es gewöhnt, daß der Haussperling überall und immer präsent ist. Sein Lied – das einfache Tschilpen – überhören wir meistens. Doch wenn der Spatz aus irgendeinem Grund verstummt, dann spüren wir, daß wir uns an diese schlichten Laute gewöhnt haben, an diese vitale, hektische Lebensäußerung. Und wenn wir von unserem Heimatort Abschied nehmen, dann ist unsere Erinnerung an unser Haus untrennbar mit diesem grauen Piepmatz verbunden.

Bei gutem Wetter sind die allgegenwärtigen Spatzen immer fröhlich, beweglich, mitunter auch rauflustig. Durch lautes Tschilpen und heillosen Spektakel an einem wolkenlosen Tag geben die Spatzenmeuten bekannt – das Wetter wird sich nicht ändern. Vor Regen dagegen werden sie apathisch, schweigsam, sie sitzen aufgeplustert da oder versammeln sich zu großen Gruppen auf der Erde und baden im Sand. Fangen

die Spatzen jedoch bei langanhaltendem Schlechtwetter zu tschilpen an, dann wird es bald wieder heiter. Vor starkem Wind fliegen sie in Grüppchen von Platz zu Platz, vor einem Sturm verstecken sie sich unter Dachvorsprüngen. Fliegen Sperlinge in geschlossenen Verbänden „auf Tuchfühlung“, dann stehen regenlos, sonnige Tage bevor.

Spatzen, die sich in allen möglichen Ritzen unter den Dächern aufhalten, fangen oft mitten im Winter an, Federn und Flaumzeug neben Hühnerställen aufzulesen und in ihre Verstecke zu bringen, als wollten sie Nester bauen und mit dem Brüten beginnen. In Wirklichkeit aber machen sie nur ihre Quartiere winterfest, denn nach einigen Tagen wird mit Sicherheit starker Frost einsetzen. Hocken sie jedoch im Winter still auf Bäumen und Häusern, wird es Schneefall bei Windstille geben; einträchtiges Tschilpen hingegen kündigt Tauwetter an. Vor Schneetreiben verstecken sie sich im Unterholz.

Als gutes Barometer hat sich der gewöhnliche Kuckuck bewährt, ein Vogel, dessen Namen herzlosen, faulen Frauen, Egoistinnen gegeben wird, die sich ihren Mutterpflichten entziehen. Der Gerechtigkeit halber muß allerdings gesagt werden, daß die Kuckucksmutter, wie die Beobachtungen zeigen, in Wirklichkeit gar nicht so sorglos ist, wie das allgemein angenommen wird. Wie bei allen anderen Vögeln ist auch bei ihr der Mutterinstinkt stark entwickelt. Ihr Pech ist es jedoch, daß sie kein eigenes Nest baut, ihre Eier anderen Vögeln zu Brüten unterschiebt, die Jungen nicht großfüttert und die Sorge um ihre Nachkommenschaft den Rotkehlchen, den Rotschwänzchen, den Laubsängern und anderen Singvögeln „auferlegt“. Nachdem die Kuckucksmutter viele Gefahren und Aufregungen bei der Eiablage überstanden hat, beruhigt sie sich und beginnt eifrig mit der Vernichtung diverser schädlicher



Der Gemeine Kuckuck ist in ganz Eurasien heimisch. Im Winter begibt er sich in das tropische Afrika.

Insekten, deren Larven; sie frißt bereitwillig die gefräßigen behaarten Raupen des Seidenspinners, die anzurühren die anderen Vögel sich scheuen. Einen großen Nutzen hat der Wald vom Kuckuck. Es sind Fälle bekannt, in denen er ganze Eichenhaine, Gärten und Parks von der Invasion verschiedener Schädlinge gerettet hat.

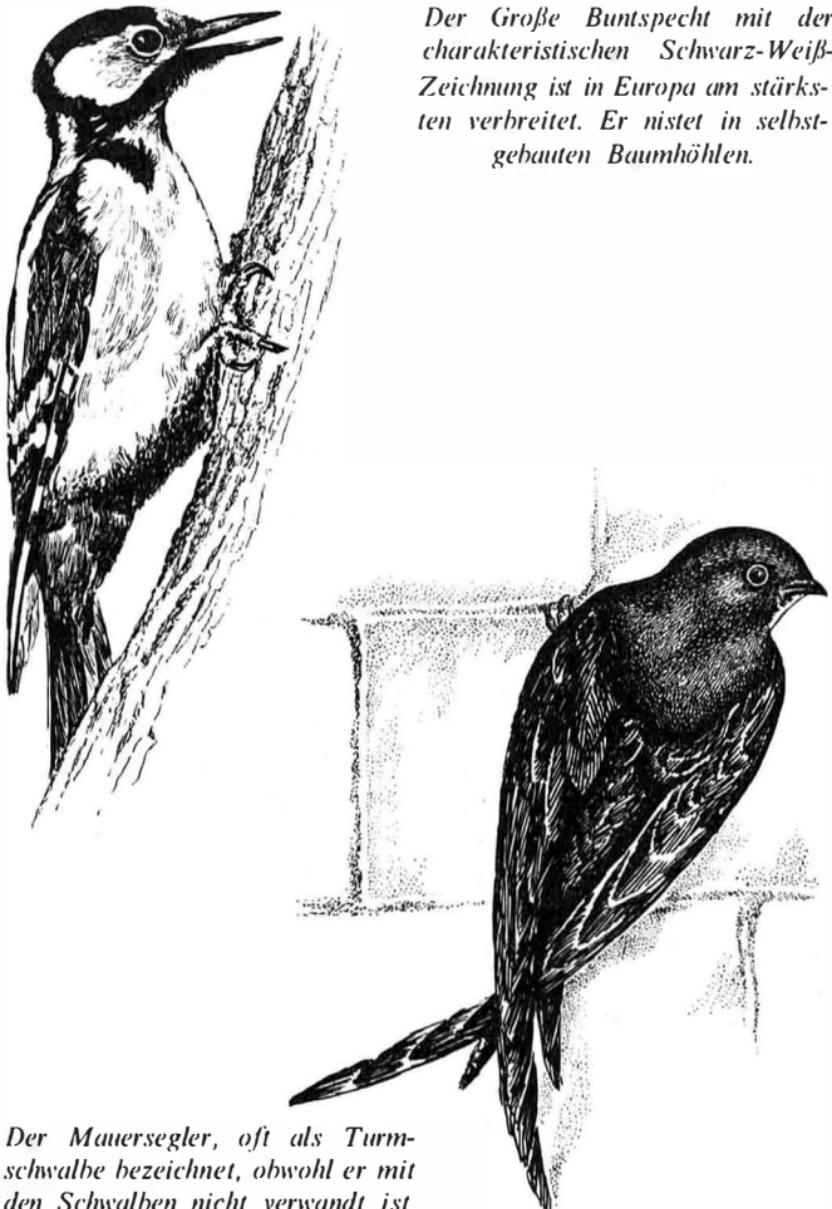
Der Gemeine Kuckuck ist praktisch in den Wäldern ganz Eurasiens heimisch, doch selten gelingt es einem, diesen hübschen Vogel zu sehen, der in seinem Gefieder dem Habicht ähnelt. Zu vorsichtig ist er, zu scheu. Doch wo er sich im Dickicht auch verbirgt, seine klingende Stimme verrät ihn. Er kann es nicht lassen, die Waldesstille hin und wieder mit seinem weit hörbaren „Kuckuck“ zu stören... Wenn aber der Kuckuck regelmäßig ruft, ein langes Lied anstimmt,

dann weist das auf warmes Wetter und auf das Ende der kalten Morgenstunden hin. Wenn der Kuckuck ruft, wird der Frost verscheucht – sagen erfahrene Leute; wenn der Kuckuck ruft, sind die Pilze gar.

Einen guten Leumund hat sich durch seine synoptischen Fähigkeiten ein anderer Sanitäter des Waldes verdient – der große Buntspecht. Dieser Vogel ist auf der ganzen Erde anzutreffen, mit Ausnahme Australiens, Polynesiens und Madagaskars. Er ist etwa 23 cm lang, schwarz-weiß gefiedert, hat einen roten Hinterbauch und einen roten Nacken. Einen Wetterumschlag kündigt der große Buntspecht durch Trommelwirbel an. Im Frühjahr jedoch dient das Trommeln zum Anlocken der Weibchen und zur Grenzmarkierung des Jagdreviers. Daß aber sein Pochen im Sommer Regen anzeigt, wird uns gleich einleuchten. Sein Futter – alle möglichen Käfer und Larven – kriechen nur bei nahendem Unwetter unter die Baumrinde, bei schönem Wetter tummeln sie sich an der frischen Luft. Häufiges Pochen des Spechtes an einem trockenen Ast kündigt im Winter eine Warmwetterperiode an. Nur kann diese Periode auch sehr kurz ausfallen, so daß der Specht-Prognose nur mit Vorbehalt Glauben zu schenken ist.

Die Mauersegler dagegen geben nie falsche Wettermeldungen heraus, obwohl auch sie, wie die Schwalben und die Spechte, selbst keine Barometer sind. Früher nisteten sie nur in Felsen und Astlöchern, dann aber sind sie in Ortschaften und sogar in Großstädten heimisch geworden. Dort bauen sie ihre Nester unter den Dächern und in Häuserritzen. Ihr richtiges Zuhause sind aber dennoch die Wälder geblieben, nur fallen sie uns dort seltener auf als in den Städten.

Mauersegler werden oft mit den Schwalben verwechselt, dabei ist die Unterscheidung gar nicht schwer: Die langen schlanken Flügel des Mauerseglers bilden im Flug eine säbelförmige Rundung, die Flügel



Der Große Buntspecht mit der charakteristischen Schwarz-Weiß-Zeichnung ist in Europa am stärksten verbreitet. Er nistet in selbstgebauten Baumhöhlen.

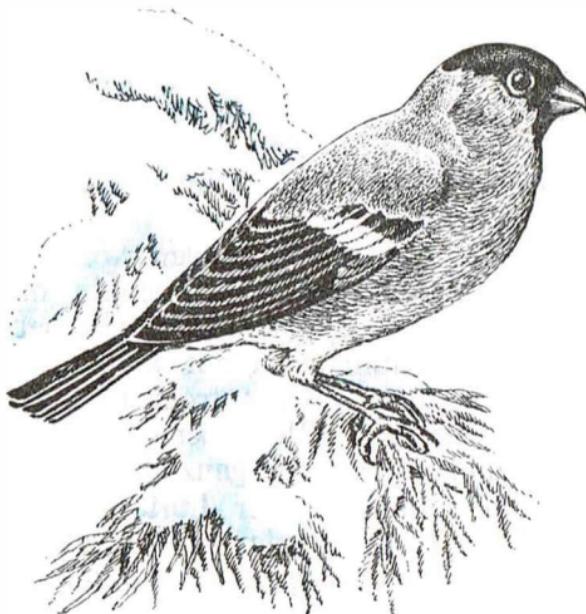
Der Mauersegler, oft als Turmschwalbe bezeichnet, obwohl er mit den Schwalben nicht verwandt ist, bewohnt in den Städten Dachböden und Türme.

der Schwalbe jedoch ähneln mehr einer Pfeilspitze. Die langen Flügel des Mauerseglers machen es ihm unmöglich, von der Erde loszufliegen. Wenn ihr also einmal einen Mauersegler flach auf der Erde liegend findet, dann bringt ihn nicht zum Tierarzt, sondern werft ihn in die Luft.

Da die Mauersegler nicht landen können, suchen sie sich für den Nestbau in Astlöchern nur große einzelstehende Bäume aus. Aus dem gleichen Grund verwenden sie als Baumaterial nur Dinge, die sie im Flug auffangen können – Federn, trockene Gräser. Zum Trinken sperren sie im Tiefflug über dem Wasser ihren Schnabel auf und nippen nur ganz kurz. Mauersegler sind so gut wie immer in der Luft, in ihrem Nest halten sie sich nur sechs Stunden pro Tag zum Schlafen auf. Die übrige Zeit fliegen sie unermüdlich, um Nahrung für ihre Jungen aufzutreiben.

Mauersegler sind treusorgende Eltern: sie sparen lieber am eigenen Essen, als daß sie ihre Kleinen hungern lassen. Mitunter jedoch verlassen sie für mehrere Tage das Nest, ohne sich um ihren Nachwuchs zu kümmern. Der aber ist, wenn sie zurückgekommen sind, kreuzfidel, gesund und munter. Lange zerbrachen sich die Gelehrten darüber den Kopf, bis sie schließlich folgendes herausfanden.

Vor Kälteeinbrüchen, Stürmen und langen Regenzeiten haben die Mauersegler große Schwierigkeiten, Nahrung aufzutreiben, denn die Fluginsekten lassen sich bei Unwetter, wie bereits gesagt, auf die Erde nieder. Darum verlassen die Mauersegler die Unwetterräume. Als tüchtige Flieger, die es bis auf 100 Kilometer in der Stunde bringen (bei Fernflügen 1000 Kilometer pro Tag), ziehen sie in weitentfernte Ggenden, wo die Sonne scheint, wo die Luft warm ist und wo es an Fluginsekten nur so wimmelt. Und wenn dann alles vorbei ist, kommen sie in ihre heimat-



Der Dompfaff (Gimpel) ist ein ruhiger, bescheidener Vogel mit einer unaufdringlichen Stimme.

lichen Gefilde zurück. Wieso aber verhungern die Jungen nicht?

Die haben ihren eigenen Trick. Erstens ist das Nest geschlossen, das Unwetter kann ihnen also nichts anhaben. Vor dem Verhungern aber bewahrt sie die Anabiose, der kurzzeitige Scheintod, der sich bei Kälte einstellt (genauso verfahren auch ihre nächsten Verwandten, die Kolibri). Dabei verlangsamen sich alle Lebensprozesse – Atmung und Blutzirkulation kommen fast zum Stillstand, der Herzschlag ist kaum zu vernehmen, also geht auch der Nahrungsbedarf ganz enorm zurück.

Für uns aber ist dieses Verhalten der Mauersegler ein untrügliches Wetterzeichen: sind sie mitten im Sommer plötzlich aus der Stadt verschwunden, heißt es, den Regenschirm und den Regenmantel aus dem

Schrank holen. Denn es wird einen langen Dauerregen geben. Fliegen aber die Mauersegler bis Sonnenuntergang hoch über den Häusern, dann können wir ohne Bedenken unsere Badehosen zurechtlegen.

Im Spätherbst und im Winter kann man sich an die Prognosen des Dompfaffs (des Gimpels) halten. Diese ruhigen, bescheidenen Vögel bilden mehrere Unterarten und bevölkern die Nadelwälder Europas und Asiens bis Japan und Kamtschatka. Es sind etwa sperlingsgroße Vögel mit graublauer Oberseite und schwarzem Köpfchen, die Unterseite ist bei den Männchen knallrot, bei den Weibchen graubraun. Die jungen Gimpel haben oft eine braune Färbung, die nach der Mauser abgelegt wird. In unsere Gegenden kommt der Gimpel mit dem ersten Schnee. Sein Eintreffen gibt er durch wohlklingenden Pfeifgesang – „diu-diu“ – bekannt. Seinen knarrenden Gesang hört man seltener. Die Wetterregeln lauten entsprechend: Pfeift der Gimpel, dann zieht bald der Winter ein; tschilpt der Gimpel vor dem Fenster, ist mit Tauwetter zu rechnen.

Eine besondere Betrachtung verdienen die Krähen- oder Rabenvögel. Sie gelten mit gutem Grund als die Intellektuellen unter den Gefiederten, denn sie zeigen ein entwickeltes soziales Verhalten und die Fähigkeit, erworbene Erfahrungen zu nutzen. Die wachsamen und gescheiten Krähen stoßen Warnrufe bei Gefahr aus, deren Grad sie gut einzuschätzen wissen. So lassen sie einen unbewaffneten Menschen viel näher an sich heran als einen Jäger mit Gewehr. In Gefangenschaft aufgezogene Krähen lernen vieles, auch das Nachsprechen einzelner Wörter.

Die Angehörigen der Krähenfamilie sind die größten und schwersten unter den Singvögeln, mit ihren 100 Arten bevölkern sie praktisch die ganze Welt (ausgenommen Südamerika, Neuseeland und die Antarktis). Zum Nisten bevorzugen diese gewaltigen Vögel

mit einer Körperlänge von 63 cm Felsen oder hohe Bäume. In der Nähe ihres Nestes verhält sich eine Krähe sehr vorsichtig, um dessen Lage nicht zu verraten. Dieses Nest ist ein solides Bauwerk aus Zweigen, die mit Gras und Lehm verfestigt werden.

Vor Regen nimmt die graue Nebelkrähe gewöhnlich auf einem Ast oder einem Zaun Platz, plustert sich auf, macht einen Buckel, lässt die Flügel hängen und sitzt da wie eine uralte Greisin. Sie sitzt und krächzt mit dumpfer, heiserer Stimme. Im Volksmund heißt es dann: Die Krähe hat es im Kreuz – sie krächzt den Regen herbei. Die Stubenhocker unter den Krähenvögeln, die Dohlen, schreien bei heiterem Wetter durchdringend im Sommer und im Herbst, wenn Regen bevorsteht.

Auch andere Wetterveränderungen zeigen die Krähen und die Dohlen an. Vor Frosteinbruch sitzen sie in den Baumwipfeln. Auf den unteren Zweigen nehmen sie vor heftigem Wind Platz. Den Schnee als Sitzfläche wählen sie vor Tauwetter. Wenn die Krähen sich im Winter zu einem ganzen Schwarm versammeln, Kreise ziehen und dabei laut schreien, wird es Schnee oder Frost geben. Versteckt eine Krähe ihre Nase unter dem Flügel, kann mit Frost gerechnet werden. Schreit sie im Winter, dann steht ein Schneetreiben bevor. Wenn Krähen und Dohlen im Winter laute Spiele veranstalten, folgt bald ein Tauwetter. Erheben sich jedoch die Krähenschwärme bis unter die Wolken, dann wird eine Schlechtwetterzeit einsetzen. Eine badende Krähe kündigt im Sommer Regen und im ersten Frühling Wärme an.

Das Beobachten von Krähen lohnt immer, aus ihrem Verhalten, aus dem Klang ihrer Stimmen kann man viele Schlüsse ziehen. So betten sich Krähen zur Nachtruhe auf unterschiedliche Weise. Rechnen sie mit einer warmen, windstillen Nacht, dann nehmen

sie in den Bäumen Platz, wie es gerade kommt. Steht aber ein starker Wind bevor, dann schauen sie alle in die Richtung, aus der er erwartet wird, auch suchen sie sich einen dickeren Ast aus. Schließlich will keiner von den Vögeln, daß der Wind ihm unter sein Gefieder fährt oder den Ast zum Wippen bringt. Die dicken Äste aber und die Nähe zum Baumstamm bedeuten in gewissem Grade „Komfort“ und Garantie für eine ungestörte Nachtruhe für sämtliche Angehörigen des Krähenschwärms.

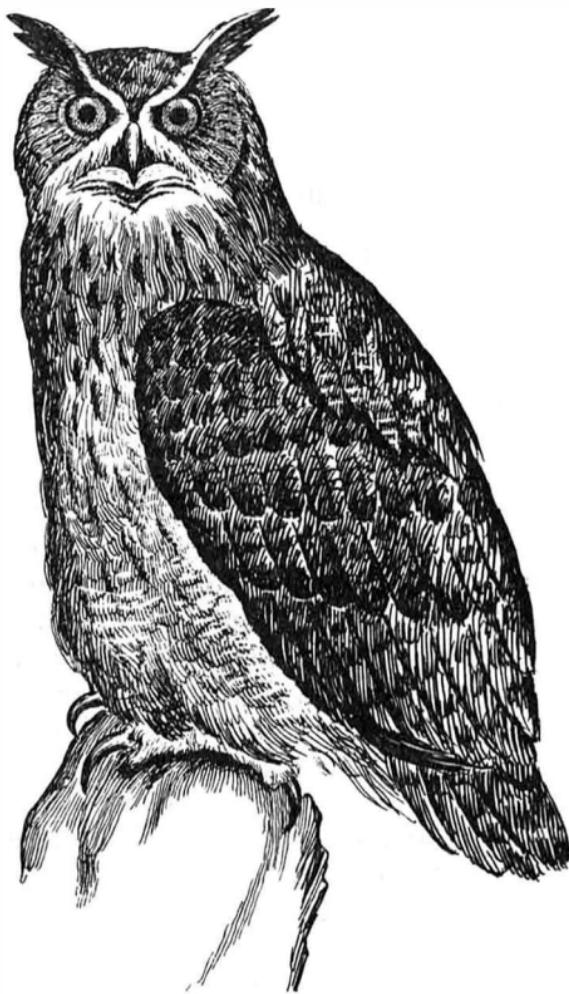
Wenn man beobachtet, wann und wie die Krähen auf der Suche nach Unterkunft von den Ebenen in die bergig-hügeligen Landschaften und umgekehrt umziehen, dann kann man einen bestimmten wechselseitigen Zusammenhang dieser Handlungen mit dem Wetterwechsel feststellen. Es liegen Angaben vor, die davon sprechen, daß vor einem Schneefall, besonders bei Windstille, der scheinbar sorglose und ziellose Flug der Krähen ihnen in Wirklichkeit die zur Orientierung erforderlichen Kenntnisse mitteilt. In der Luft suchen sie nach jenen „Spuren“, die ihnen die richtige Richtung weisen würden – und wenn sie diese Spuren gefunden haben, fliegen sie in dieser Richtung davon.

In der Familie der Krähenvögel, zu der die Dohlen, die Krähen, die Elstern sowie die Häher zählen, verfügen über enorme synoptische Fähigkeiten auch die Saatkrähen, die oft mit den Rabenkrähen verwechselt werden. Diese schwarzen Vögel mit metallischem Glanz bringen uns auf ihren Schwingen den Frühling. Die Saatkrähen sind da! Seit unerdenklichen Zeiten freuen sich die Menschen, wenn sie diese Kunde vernommen haben. Die Vögel feiern freudig ihre Heimkehr, sie jubeln ob der Begegnung mit der Heimat. Vom langen Flug ermüdet, vergessen sie gewöhnlich ihre Müdigkeit: Gleich nach der Reise stolzieren diese rastlosen Naturen erhaben und würdevoll über die An-



Sumpfohreule. Ihr Hals ist außerordentlich beweglich, darum kann sie den Kopf fast in jede Richtung drehen.

höhen, überschlagen sich gekonnt in der Luft, schleudern mit gewaltigen Schnabelschlägen den verharschten Schnee davon – sie vertreiben den Winter. Nicht umsonst heißt es: „Die Saatkrähe bricht den Winter entzwei.“ Die Saatkrähen sind sehr nützliche, fleißige Vögel. Besser als viele andere Gefiederte befreien sie



Die größte Eule Europas – der Uhu (Adlereule)

die Felder und Wälder von den schädlichsten Insekten. In den Wäldern helfen sie dem Star und dem Kuckuck, die Larven des Schwammspinnners zu vernichten – des zottigen, behaarten Ungetiers –, auf den Saatflächen jagen sie die Breitbauchwanze, den Rüsselkäfer, den Kornkäfer oder die Wintersaateule. An

einem Tag auf dem Acker pickt die Saatkrähe 400 Drahtwürmer weg – die Larven des Saatschnellkäfers, der es auf die Rübensaaten abgesehen hat.

Die Saatkrähen nisten in großen Kolonien und sind darum den Menschen immer gegenwärtig. Daher gibt es im weisen Volkskalender zahlreiche Merkregeln – Prophezeiungen über den Charakter des Frühlings oder das zu erwartende Wetter – aus dem Verhalten der Saatkrähen. „Ist die Saatkrähe auf dem Berg, steht der Frühling im Hof“, „Wenn die Saatkrähen direkt zu Nestern fliegen, gibt es einen schnell einziehenden Frühling“, „Ist die Saatkrähe vor dem 14. März gekommen, schmilzt der Schnee früh weg“, „Haben sie sich in die Nester gesetzt, ist in drei Wochen mit der Aussaat zu beginnen“, „Wenn die Saatkrähen hoch in Schwärmen fliegen und pfeifartig landen oder aus dem Gras ‚weiden‘ – ist bald mit Regen zu rechnen“, „Saatkrähen sind verspielt, also wird es gutes Wetter geben, schwirren sie in Schwärmen laut schreiend über den Nestern, setzen sich nieder und flattern wieder auf – wird sich das Wetter ändern“...

Auch die starräugigen Eulen zeigen Wetterveränderungen an. Die Angehörigen der Eulenfamilie sind in der ganzen Welt heimisch (mit Ausnahme der Antarktis und einiger Inseln Ozeaniens). Von den bekannten 130 Eulenarten sind bei uns im Lande rund 20 vertreten – angefangen bei dem kleinen Sperlingskauz bis hin zu dem gewaltigen Uhu. Am stärksten verbreitet sind die Waldohreule, die Zwergohreule, der Waldkauz, die Sumpfohreule und der Uhu. Fast alle Eulen verbleiben das ganze Jahr über in den mittleren Breiten, mit Ausnahme der Schnee-Eule, die im Winter nach Norden zieht, und der Zwergohreule, die im Süden überwintert. Im Volksmund heißt es, daß die Eule vor einem Kälteeinbruch schreit. In Wirklichkeit aber zeigt der Eulenschrei auch eine Schlechtwetterperiode an.

Kennzeichnend in dieser Hinsicht ist das Verhalten der Zwergohreule. Sie jagt wie alle Eulenvögel mit Einbruch der Dunkelheit. Nur dann bekommt man ihr traurig-melodisches Pfeiflied „spliu-spliu“ zu hören. Am Tage aber schweigt sie für gewöhnlich. Doch manchmal sieht die Sache anders aus. Grabsstille im Wald. Kein Vogel ist zu sehen, alle haben sich im dichten Laubwerk versteckt. Die Zwergohreulen aber fangen plötzlich an, mitten am Tage Rufe auszutauschen. Also wird es Regen geben. Vielleicht werden sie von der höheren Luftfeuchtigkeit irregeführt, wie sie für die Nächte typisch ist.

Beneidenswerte Synoptiker sind die Fasane, die Birkhühner, die Auerhühner, die Haselhühner, die Schneehühner und viele andere Vertreter der Ordnung Hühnervögel, die rund 260 Arten zählt. Nehmen z.B. die Fasane abends in den Zweigen der Bäume Platz, dann spricht dies untrüglich für eine regenlose und stille Nacht. Stehen aber Regen und Wind ins Haus, dann verbergen sich diese Vögel in Sträuchern. Der Schrei der Wachtel ist eine frühzeitige Regenwarnung. Birk- und Schneehühner verlassen im Winter die offenen Flächen und verbergen sich im Wald-dickicht, um vom nahenden Schneegestöber nicht überrascht zu werden. Mehrere Stunden vor einem Schneesturm verkriechen sich die Vögel im Schnee. Bei Tauwetter, näher auf den Frühling zu, wenn sich nachts auf dem Schnee eine feste Kruste bildet, von der die Vögel im Schnee eingeschlossen werden könnten, wissen die Birkhühner instinktiv, ob sie im Schnee oder auf einem Baum übernachten müssen.

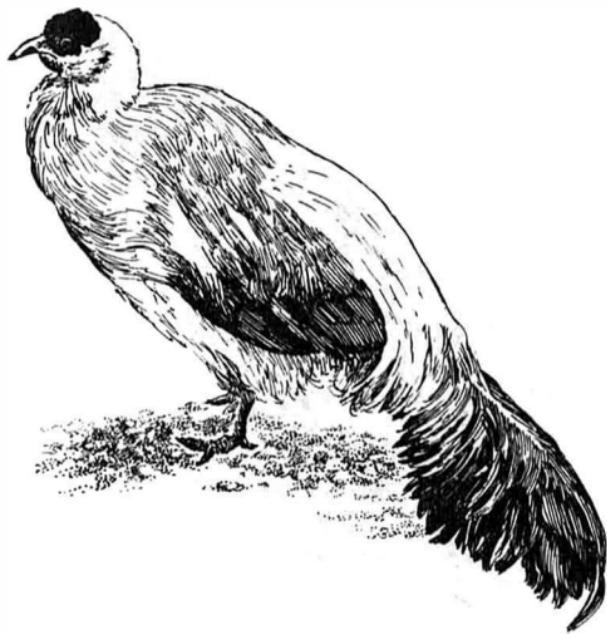
Sehr feinfühlig für Veränderungen des atmosphärischen Drucks, der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur sind die Auerhühner. Nach Aussagen von Förstern, Hegern und Holzfällern sind die Auerhühner zuverlässige Wetterpropheten. Diese schmucken großen Wald-



Der Birkhahn. Zur Balz versammeln sich die Birkhähne von Ende März bis Mai auf Wiesen und Torfmooren. Auf den ständigen Balzplätzen kommen die Freier aus der gesamten Umgegend zusammen. „Vor dem Kollern hält der Birkhahn den Schwanz senkrecht und fächerförmig ausgebreitet, Hals und Kopf mit gesträubten Federn in die Höhe gerichtet, und trägt die Flügel gesenkt und vom Körper abstehend. Dann tut er einige Sprünge hin und her, zuweilen im Kreis herum...“ (Brehm). Bei den Hochzeitstänzen kommt es auch zu erbitterten Schlachten zwischen den Rivalen.

vögel (das Männchen wiegt 4 bis 6 kg und kann über ein Meter lang werden) lassen sich vorwiegend in Kiefern- und Zedernwäldern nieder, da sie sich im Winter vom Nadelwerk ernähren.

Seinen russischen Namen „Gluchar“ (der Taube) hat der Auerhahn daher, daß er bei der Balz wie taub ist: man kann sich ihm höchst geräuschvoll nähern und sogar ein Gewehr abschießen – er achtet nicht darauf. Bei der Balz kommen mitunter Hunderte Hähne zusammen. Sie balzen zunächst auf den Bäumen, danach flattern sie auf die Erde und veranstalten dort regelrechte Ritterturniere. An einem trüben oder nebligen Morgen beginnt die Balz der Auerhähne später als bei klarem Wetter. Bei nahendem Unwetter wird die Balz von den Veranstaltern abgesetzt, haben



Weißer Ohrfasan

sie sich aber bei schlechtem Wetter zu den Wettbewerben eingefunden, dann klärt es ganz bestimmt bald auf.

Schlüsse auf einen bevorstehenden Wetterumschwung kann man auch aus den Freßgewohnheiten der Gefiederten ziehen. In Vorahnung eines Regens, eines Schneesturms, eines starken Frostes speisen sie länger als sonst, bis zum Einbruch der Dunkelheit. Sie rechnen wahrscheinlich mit Versorgungsschwierigkeiten und fressen auf Vorrat. So verfahren viele Vögel, die in den Wäldern, den Bergen und den Steppen heimisch sind. Für gewöhnlich pflegen z. B. die Steinhühner (Vettern der Fasane), die im Kaukasus, in Mittelasien, in Südkasachstan und im Südaltai nisten, am Morgen und am Abend zu fressen. Suchen sie



Haselhuhn

aber in der größten Mittagshitze nach Futter, dann ist mit Unwetter zu rechnen. Genauso verhalten sich die Fasane.

Unter den Singvögeln können wohl nur die Wassersamseln mit vollem Recht zu den Wasservögeln gerechnet werden. Sie sind an sauberen Flüssen und Bächen heimisch, aus denen sie Insekten und sogar kleine Fische herausholen. Vor einem Sturm oder einem Platzregen stopfen sie in ihre Kleinen hinein, was das Zeug hält.



Auerhuhn. „Die Hähne balzen in den frühen Morgenstunden vorwiegend auf Bäumen, zu späterer Tagesstunde und gegen Ende der Balzzeit gehen sie zur Bodenbalz über“ (Brehm)

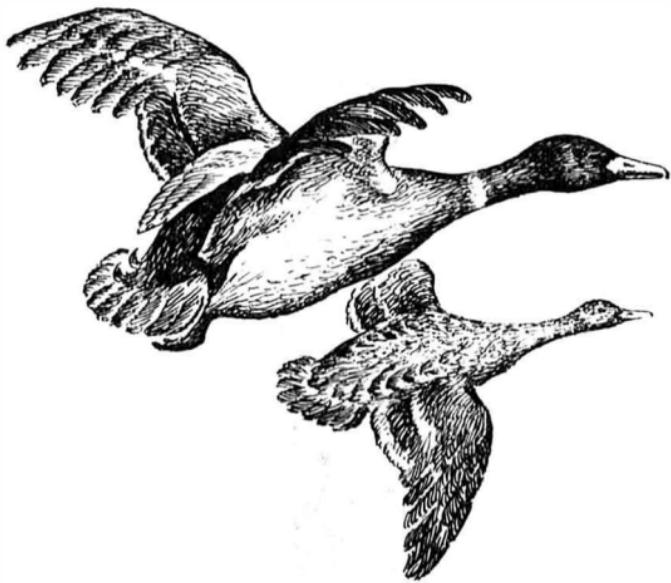
Die mit den flinken Schwalben zusammenhängenden Wetterregeln lauten: Fliegen die Schwalben hoch, gibt es klares Wetter; fliegen sie hinauf und hinab, hat man Sturm zu erwarten; baden die Schwalben und schauen sie beunruhigt in ihre Nester hinein, wird es gleich losregnen; berühren sie im Fliegen mit ihren Flügel spitzen die Wasseroberfläche, zieht Regen auf. Die letzte Regel kann auch anders formuliert werden: Fliegt die Schwalbe knapp über der Erde, ist mit trocknem Wetter nicht zu rechnen. Wer nun meint,



Die am meisten bekannte Rauchschwalbe

im Körper der Schwalben sei ein höchst empfindliches Hygrometer eingebaut, der irrt. Die Erklärung für ihr Verhalten ist viel prosaischer. Bei klarem, sonnigem Wetter ist die Luft trocken und warm. Sie steigt also in die Höhe und nimmt die zahlreichen Fluginsekten – das Schwalbenfutter – mit. Vor Unwetter dagegen ist die Luft feucht, so daß die Insekten in Bodennähe bleiben, weil ihre zarten Flügelchen klamm und schwer geworden sind.

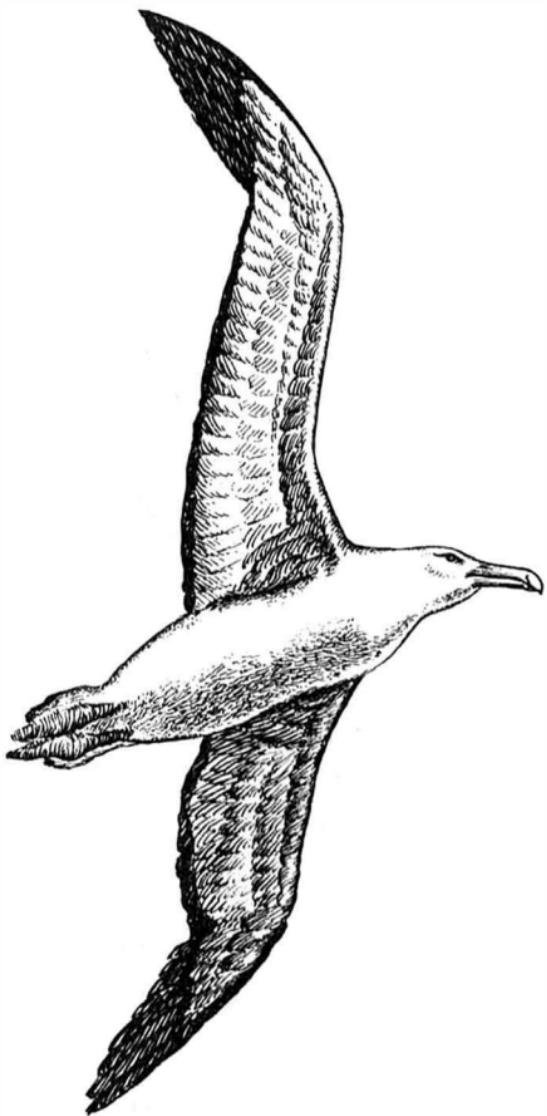
Den Wettermelder stellen also die Insekten dar, die Schwalben aber sind nur der Zeiger an diesem Gerät. Mitunter jedoch trügt dieser Zeiger. Bei klarem Wetter jagen die Schwalben ihre Beute manchmal unmittelbar über der Erde, zwischen Ställen, Schuppen und Scheunen. Dort staut sich die warme Luft, bildet keine aufsteigenden Strömungen, so daß die Insekten nicht davongetragen werden.



Wildenten

Auf ihre Weise reagieren auf bevorstehende Wetterveränderungen die Wildenten. Vor Wind und Regen halten sie sich am Tage in den Uferpflanzen auf oder lassen sich gar auf dem Ufer nieder. Eine bis zwei Stunden vor einem Sturm wechseln sie von den offenen Gewässern auf bewachsene, geschützte Seen und Teiche über. Auch fliegen sie gewöhnlich in die Richtung, in die der Wind blasen wird. Fischer und Angler wissen diesen Fingerzeig zu schätzen: wenn die Enten sich davonmachen, stemmen sie sich schleunigst in die Ruder.

Auf dem Meer sind es die Sturmvögel und die Albatrosse, die uns eine Warnung zukommen lassen. Sie gehören zur Ordnung der Röhrennasen, die sich in rund 100 Arten typischer Meeresvögel unterteilt. Kennzeichnend für sie alle ist der Schnabel, dessen Hornschicht nicht aus einem kompakten Gebilde,

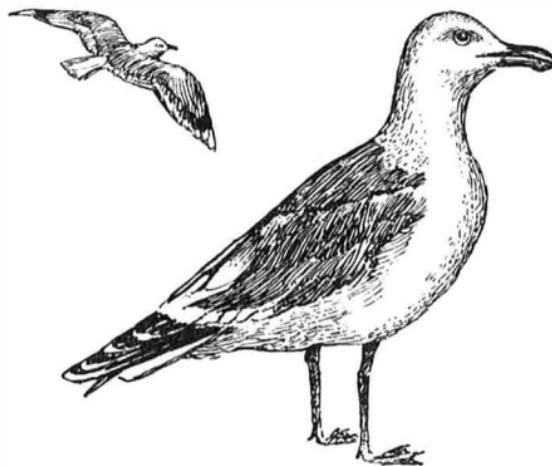


Der Albatros ist ein unübertroffener Meister des Segelfluges.

sondern aus einzelnen Plättchen besteht, wobei jedes Nasenloch in eine eigene Röhre mündet. An den Füßen haben sie eine gut entwickelte Schwimmhaut. Den größten Teil ihres Lebens verbringen die Röhrennasen in der Luft und auf dem Wasser – auf dem Festland halten sie sich nur zur Brutzeit auf. Sie nisten in Kolonien auf menschenleeren Felsküsten und auf Inseln. Es gibt unter ihnen Vögel von der Größe einer Schwalbe, aber auch Riesen mit einer Flügelspannweite bis vier Meter.

Auf vier Meter kommen aber nur einzelne Exemplare unter den Wanderalbatrossen, die mit 3,6 Meter Spannweite die größten Vögel dieser Ordnung sind. Albatrosse leben in Paaren und halten sich, wie die Ornithologen behaupten, das ganze Leben die Treue. Sie fressen Fische, Krebstiere und einige sogar Kalmare. Um das Futter aufzunehmen, setzen sich die Albatrosse auf das Wasser. Oft begleiten sie Schiffe bei deren Fahrt über die Meere und Ozeane – hier fällt für sie so einiges aus der Schiffskombüse ab. Als ungeschlagene Meister des Segelflugs können sie den Schiffen stundenlang folgen. Die Seeleute haben für diese ausdauernden Begleiter viel übrig und meinen, sie würden dem Schiff Glück bringen. Bei starkem Wind wenden die Albatrosse für den Segelflug wenig eigene Energie auf und können große Entfernungen zurücklegen. Bei Windstille und ruhiger See aber lassen sie sich auf dem Wasser zum Ausruhen nieder. Dies ist ein zuverlässiges Gutwetterzeichen. Wenn bei Windstille Albatrosse und Sturmvögel über dem Meer auftauchen, wissen die Seeleute, daß bald heftiger Wind und sogar Sturm aufkommt. Bei einem starken Sturm jagen die rußfarbenen und die schwarzen Albatrosse pfeilschnell durch die Luft, man kann gar nicht so schnell sehen.

Anders verhalten sich vor einem Sturm die Möwen –



Die Silbermöwe (Blaumantel) ist ein treuer Begleiter der Seeschiffe fernab von der Küste.

Vögel mittlerer Größe, die auf Binnengewässern und Meeren heimisch sind und sich von Fischen, Mollusken und Krebstieren ernähren. Bei nahendem Sturm fliegen sie nicht ins Meer nach Nahrung hinaus und wiegen sich auch nicht auf den Wellen, obwohl sie ausgezeichnete Taucher und Segelflieger sind. Ein Sturm ist für sie gefährlich. Darum bleiben sie am Ufer, trappeln kreischend über die Sandbänke oder zwischen den Ufersteinen und suchen nach der dort kargen Nahrung. Dieses Verhalten der Möwen ist eine zuverlässige Sturmwarnung.

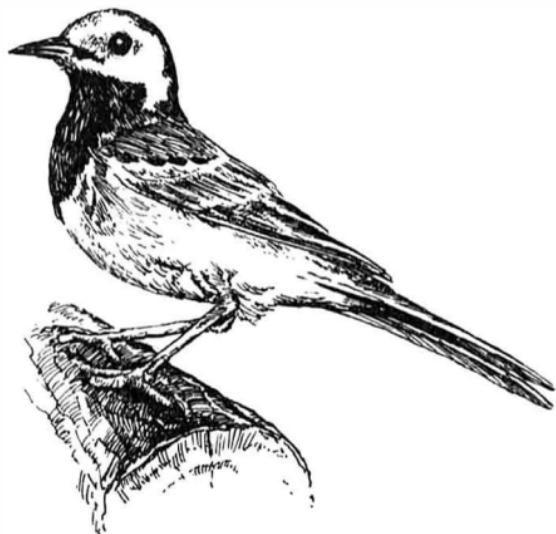
Die Seeleute glauben ihnen aufs Wort. Sie glauben ihnen wie dem allergenauesten, allerbesten Barometer. Die russischen Seeleute haben sich sogar einen Vers drauf gedichtet: „Läuft die Möwe durch den Sand, zeigt der Sturmwind seinen Rand; sitzt die Möwe auf dem Naß, wird die See zur stillen Straß’.“

Aber auch unser Hausgeflügel hat einiges in der Wettervoraussage zu bieten. Hebt die Gans ein Bein,

wird es Kälte geben; steht sie auf nur einem Fuß, ist mit Frost zu rechnen. Schnattert die Gans im Winter, wird es bald warm, sitzt sie aber auf ihren Füßen, dann kommt Kälte und Schneetreiben. Enten und Gänse stecken ihren Kopf unter den Flügel, wenn sie mit einem Kälteinbruch rechnen, und schwingen ihre Flügel bei Frost, wenn Tauwetter im Anzug ist. Vor Regen tauchen sie lange und ausgiebig im Teich, schlagen mit den Flügeln und fetten sich gründlich das Federkleid. Wenn der Truthahn bei starkem Frost schreit, bläst bald ein warmer Wind.

Hühner baden im Sand, schlagen die Flügel, ordnen sich die Federn und gackern vor Unwetter. Wenn sich die Hühner vor einem Regen keinen Unterschlupf suchen, wird er schwach und kurz ausfallen. Es kommt vor, daß Regen nieselt, die Hühner aber in größter Seelenruhe im Hof herumspazieren. Dies tun sie, wenn das Unwetter lange anhalten wird, jedoch ohne Sturzregen. Vor einem Schneetreiben wackeln die Hühner mit den Schwänzen. Im Winter finden sich die Hühner vor starken Frösten früh im Hühnerstall ein und erklimmen die obersten Sprossen der Hühnerleiter – dort ist es wärmer.

Die Wettervoraussagen der Hähne äußern sich meistens in ihrem Gesang. Die allgemein bekannte Bauernregel vom krähenden Hahn lautet in ihrer unverfälschten Urform so: Wenn der Hahn kräht auf dem Mist, das Wetter im Wechseln ist. Das ist die generelle Regel, nach den Details aufgeschlüsselt ergibt sich aber folgendes: Wetterwechsel bei abendlichem Krähen; Warmwetteraussichten bei Krähen am Morgen in der Zeit starker Fröste; Regen im Anzug, wenn die Hähne im Sommer zur Mittagsstunde einen lautstarken Wechselgesang veranstalten; Schönwetterwahrscheinlichkeit, wenn die Hähne bei trübem, regnerischem Wetter in aller Herrgottsfrühe zu krähen beginnen.



Die Weiße Bachstelze kommt im Frühling mit als erste in unsere Gegenden.

Auch die gefiederten Dschungelbewohner treten als Synoptiker in Erscheinung. Einen Wetterwechsel in Guatemala zum Beispiel zeigt mit lauten, heiseren, durchdringenden Schreien der Chakalakas an.

Unter den Vögeln gibt es recht viele „Spezialisten“ für langfristige Wetterprognosen. So trifft die zierliche langschwänzige Weiße Bachstelze (sie ist von den Subtropen bis zur Arktis verbreitet) – ein anerkannter Vorbote des Eisgangs – immer kurz vor dem Aufbrechen der Flüsse ein (darum bezeichnet man sie im Volke als die „Eisbrecherin“). Es wurde bemerkt: Nach dem Erscheinen der Drosseln kommen Fröste äußerst selten vor. Die frühe Ankunft der Kraniche kündigt einen frühen Frühling an. Sind aber die Lerchen früh eingetroffen, dann wird der Frühling warm ausfallen. Genauso zeigt auch das frühe Erscheinen der Kiebitze einen warmen Frühling an. Das zuverlässigste Signal für das Einziehen warmen Wetters ist der Frühjahrsanflug

der Mauersegler. Insgesamt kann man, wenn die Zugvögel früh eintreffen, mit Sicherheit erwarten, daß der Frühling und der Sommer freundlich sein werden. Anders steht es, wenn die Sumpfohreule in unseren Gegenden bleibt und ein Nest baut – also werden sowohl der Frühling als auch der Sommer kalt und regnerisch sein. Einen kalten Frühling muß man auch hinnehmen, wenn die Meisen lange in der Nähe der menschlichen Behausungen bleiben. Das Nichterscheinen der Störche bis Anfang – Mitte April ist ebenfalls ein untrügliches Anzeichen dafür, daß der Frühling unfreundlich und kalt und der Sommer verregnet ausfallen wird. Es gibt auch folgende Merkregeln, die in langjährigen Beobachtungen der Zugvögel entstanden sind: „Hoher Flug der Gänse zeugt von ergiebigem und an den Frühling gebundenem Hochwasser, fliegen sie niedrig, wird es im Frühjahr nur Niederwasser geben“. „Sind die Wildenten im Frühjahr fettleibig eingetroffen, steht ein kalter, langer Frühling bevor.“ „Fliegen die Kraniche im Herbst hoch, wird der Herbst regnerisch.“ Mit einem freundlichen Herbst ist nicht zu rechnen, wenn die Zugvögel aus dem Norden früh in unserer Gegend eintreffen. Und umgekehrt: wenn die Schwäne sich spät in die warmen Regionen aufmachen, wird der Herbst lang und warm.

Entsprechend der Volkswetterkunde ist mit einem strengen und langen Winter zu rechnen, wenn die Meisen sich in die Nähe der menschlichen Behausung begeben, wenn es viele Buchfinken gibt, wenn man oft auf Eiszögel stößt, wenn an die Ostseeküste viele Schwarze Lummen kommen (ein Vogel, größer als die Taube, jedoch viel kleiner als die Trottellumme), wenn die Zugvögel ungewöhnlich früh davonziehen, besonders solche wie die Kraniche, die Waldschnepfen, die Störche, während die Wintergäste sich zu früh einstellen.

Berühmt für seine zutreffenden Langzeitprognosen



Der Teichrohrsänger baut sein adrettes Körbchenest im Schilf.

ist der Drosselrohrsänger. Diese Vögel aus der Familie der Grasmücken in der Ordnung der Sperlingsvögel nisten im Schilf und in Ufergebüschen. Doch mit dem Nestbau beginnen sie nicht gleich nach ihrer Heimkehr aus dem Süden, sondern erst, wenn die Bäume und die Sträucher grün geworden sind und das Schilf gewachsen ist. Ihre gemütlichen schalenförmigen Nester von 15 bis 20 Zentimeter Höhe bauen sie an Schilf-

stengeln oder an Sträuchern über dem Wasser. Gewöhnlich entscheiden sie sich für einen Meter Abstand vom Wasserspiegel, ist jedoch mit außerordentlichem Hochwasser oder mit einem regnerischen Sommer zu rechnen, dann bringen sie Hochbauverfahren zur Anwendung. Dabei entspricht die Aufstockung genau dem Pegelanstieg.

W. Shelnin, ehemaliger Dozent an der Universität zu Tartu, hat langjährige phänologische Studien betrieben und Wetterprognosen aus dem Verhalten von Tieren abgeleitet. Er ist zu der Erkenntnis gelangt, daß auch die Stockente im voraus um die Niederschläge im Sommer weiß. So haben die Stockenten ihre Nester im Frühjahr 1978 recht hoch in den Bäumen angelegt, prompt gab es dann im Juni und Juli überreichliche Niederschläge.

Als vielerfahrene „Synoptiker“ unter den Gefiederten gelten auch die Flamingos. Auf unterschiedliche Weise betitelt man im Volk diesen riesigen Vogel von fast Menschengröße. Man bezeichnet ihn als „Rotgans“ für sein abgehacktes Schnattern, als „Feuervogel“ aufgrund der roten Flügel. Die alten Römer verglichen ihn mit der Flamme – daher auch sein heutiger Name: Flamingo. Doch uns scheint, zutreffender wäre es, ihn als „rosaroten Vogel aus dem Märchen“ zu bezeichnen. Wenn Sie die Gelegenheit haben sollten, die Flamingos in ihren natürlichen Verbreitungsräumen zu sehen (man kann sie in Europa, Asien, Afrika, Südamerika, in der UdSSR an der Südostküste der Kaspi-See und an einigen großen Seen Kasachstans antreffen), dann schauen Sie genauer hin, und in dem prächtigen Flamingo-Kleid werden sich Dutzende Schattierungen finden, von Blaßrosa bis Purpurrot, Knallrot wie Blut, die Schwungfedern der Flügel aber sind sogar völlig schwarz. Doch aus der Entfernung geht alles verloren: über dem Spiegel des Sees steht eine rosa Statuette,



Flamingo. Am Nakuru-See (Kenia) kommen mitunter mehr als eine Million Flamingos zusammen.

das Kräuselspiel des Wassers wirft ihre rosa Spiegelungen zurück...

Anders ist es bestellt, wenn die Flamingos in Tierparks gehalten werden. Vor kurzem hat sich herausgestellt: in Gefangenschaft verwandelt sich der Flamingo

mit der Zeit in einen absolut weißen Vogel. Man hat herausgefunden: er erhält nicht die richtige Nahrung. Zur Ausschmückung der Flamingofeder dient das Farbpigment der verschiedensten Kleinkrebse und Schnecken, in den Tiergärten ist es aber um solche Delikatessen schlecht bestellt. Selbst aber produzieren die Flamingos den rosa Farbstoff nicht. Darum hat man begonnen, dem Flamingofutter zerkleinerte Panzerschalen der Krebse und Krabben beizumengen, in Ungarn sogar Paprika, so daß die Flamingos in den Tierparks wieder rosafarben geworden sind.

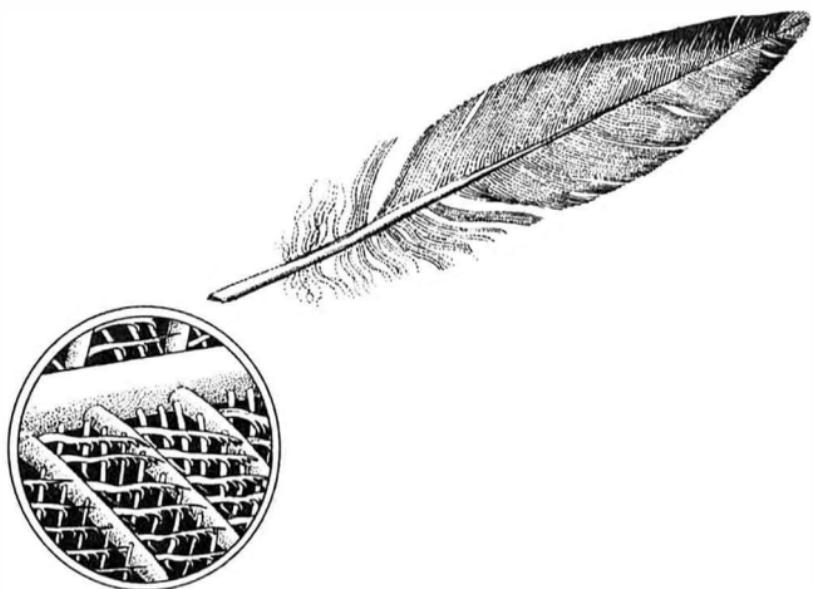
Alle Flamingos sind äußerst schreckhaft. Es ist nämlich so, daß bei ihnen während der Mauser alle Schwungfedern der Flügel auf einmal ausfallen und die Vögel für einen ganzen Monat zu Fußgängern werden. Darum ziehen es die Flamingos vor, in sumpfigem salzigem Flachwasser in Kolonien zu nisten, sie suchen sich schlammigen Modder, unergründliche Salzlachen, die von jedem Tier gemieden werden. Besonders mißtrauisch sind die Flamingos gegenüber dem Menschen. Einen Fuchs oder einen verwahrlosten Hund vertreiben sie durch einrächtiges Schreien und durch drohende Ausfälle aus ihrer Kolonie, vor einem Menschen jedoch ziehen sie sich sofort zurück, ohne zu überlegen, wie es so schön heißt. Wenn ein Mensch sie in der Zeit des Brütens oder der Brutaufzucht stört, lassen alle Flamingos ihre Jungen im Stich und entfernen sich für lange: für Wochen oder Monate. Das Unglück ist nicht wiedergutzumachen – die gesamte Nachkommenschaft ist dem Tod preisgegeben...

Ihre Nester bauen die Flamingos, in der Regel im seichten Wasser, aus Schlamm oder Lehm. Das Nest hat die Form eines stumpfen Kegels. In der schalenförmigen Vertiefung an der Schnittfläche des Kegelstumpfes legt das Weibchen ein oder höchstens zwei große Eier ab, auf denen beide Eltern, mit

untergeschlagenen Beinen, abwechselnd sitzen. Die Bauausführung des Flamingonestes gibt Aufschluß über den zu erwartenden Sommer. Niedrige Nester kündigen einen trockenen Sommer an. Werden jedoch die Nester im Frühjahr mit frischem Lehm aufgestockt, bis sie kegelförmigen Litfaßsäulen ähneln, dann wird der Sommer mit Sicherheit regnerisch werden, der Wasserpegel wird steigen, doch die Eier in den Nestern werden nun trocken bleiben.

Wie machen nun die Buchfinken, die Lerchen, die Nachtigallen, die Spatzen und die anderen Vögel ihre Prognosen über den bevorstehenden Wetterwechsel? Warum „stöhnen die Möwen vor dem Sturm – stöhnen, rasen über das Meer und sind bereit, den Schrecken vor dem Sturm auf seinem Grund zu verbergen“? Warum erscheinen am Vorabend eines langen und kalten Winters die Bergfinken, die Kreuzschnäbel, die Schneeammern, die Seidenschwänze, und warum fliegen im August die Stelzenläufer davon? Wer gibt ihnen das Kommando? Oder beunruhigt sie etwas? Ob den Gefiederten vor Schmerz, vor starker „Migräne“ der Kopf zerspringt? Denn im Muskelgewebe des Kopfs einiger Vögel hat man vor gar nicht langer Zeit mikroskopisch kleine, aber ganz echte Kristalle des Magnetröts entdeckt, die auf elektrische Störungen in der Atmosphäre reagieren müssen. Wechselt der Pirol vor einem Unwetter vielleicht darum sein melodisches Lied gegen das Klagen eines streunenden Katers ein? Sind nicht die magnetischen Kristalle daran schuld, daß die Dohlen vor einem Regen herzzerreißend schreien und die Krähen, gegen den Wind gerichtet auf den Ästen sitzend, laut krächzen?

Fragen gibt es bislang mehr als Antworten. Und das ist nicht verwunderlich, denn die Bioniker, die Ornithologen, die Physiologen, die Biophysiker haben mit dem zielgerichteten Studium der synoptischen



Die Konturfedern der Vögel bestehen aus dem Federkiel, von dem nach beiden Seiten unter einem Winkel von 45° parallele Strahle abzweigen. Jeder Strahl besitzt eigene Abzweigungen. Diese feinsten, mit Häkchen versehenen Fäden verflechten sich zu einem dichten Netz und bilden damit eine durchgehende Fläche, die den Flügel der Vögel tragfähig macht.

Fähigkeiten der Vögel, ihrer meteorologischen Biosysteme („Geräte“) erst vor kurzem begonnen.

Aber immerhin stehen heute zwei Hypothesen zur Diskussion.

Die eine Hypothese erklärt das Skelettsystem der Vögel zum barometrischen Meßwerk. Es besteht aus hohlen Röhrenknochen, deren Luftraum mit neun dünnwandigen Luftsäcken in Verbindung steht, die über den ganzen Körper des Vogels verteilt sind. Man nimmt also an, daß eine Luftdruckveränderung sich an den Röhrenknochen bemerkbar macht, und zwar als Reizung spezieller Luftdruckrezeptoren in den Knochen und in

einigen anderen inneren Organen, die zu den Luftsäcken Verbindung haben.

Die andere Hypothese schreibt die prognostischen Fähigkeiten der Vögel der Konstruktion ihrer Konturfedern zu.

Die Kontur- oder Deckfedern geben den Vögeln ihre aerodynamisch günstige Gestalt. Sie sind ein wahres Wunderwerk, das den Neid der Ingenieure erregt, denn es handelt sich hier um eine Kombination aus gewünschter Leichtigkeit und enormer Festigkeit. Jede Feder besteht aus dem Federkiel und der Fahne. Der Kiel unterteilt sich wiederum in die im Federbalg steckende Spule und in den freistehenden Schaft. Die Gewebe um die Spule herum sind dicht von empfindlichen Nervenendigungen durchzogen. Und die hohle Spule selbst erinnert an ein Aneroid-Barometer (Dosenbarometer). So wird eine jede Luftdruckveränderung auf die Nervenendigungen übertragen, die nun einen bevorstehenden Wetterumschlag signalisieren.

Beide Hypothesen haben etwas für sich, beide könnten zutreffend sein, doch ob sie ausreichen, um die Vorhersagefähigkeiten der Vögel in ihrer Gesamtheit zu erklären, ist noch sehr fraglich. Hier ist alles viel komplizierter, als es auf den ersten Blick erscheint. Es wird wohl eher so sein, daß die Vögel ein multiples Verfahren der Wetterprognose anwenden, daß ihr System aus einer Vielzahl an diversen Meßgebern besteht. Dazu gehören die uns bereits bekannten Sinnesorgane und wahrscheinlich noch viele andere, von denen wir gegenwärtig keine Vorstellung haben. Sie alle zusammen ermöglichen das wetterbedingte Verhalten der Vögel.

Natürlich müssen alle Annahmen höchst sorgfältig geprüft werden, aber eines ist schon heute sicher: Die Vögel besitzen die Fähigkeit zur Wettervorhersage, und wir Menschen können vieles von ihnen lernen,

um unsere Systeme der Wetterprognose zu perfektionieren.

Schwimmblasen und Wetterfrösche

Sehr empfindlich auf Luftdruckveränderungen reagieren viele Fische, so z. B. der Hecht. Wenn der Hecht im Frühjahr vor dem Leichen gierig nach dem Köder schnappt und dann plötzlich keinen Appetit mehr hat, wird mit Sicherheit Temperaturrückgang, Wind und Unwetter einsetzen. Schon vierundzwanzig Stunden vor dem Wetterumschlag zieht sich dieser Raubfisch in die stillen Tiefenregionen seines Gewässers zurück. Auch einen Schneefall im Frühjahr weiß der Hecht vorauszusagen.

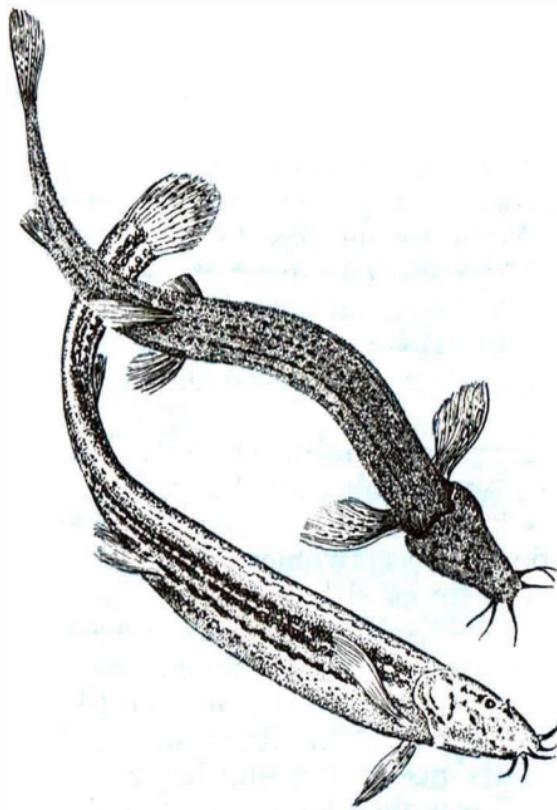
Vor dem Gewitter und Unwetter schwirren andere „Synoptiker“ – so der quicklebendige silbrige Schuppenfisch, der Ukelei (aus der Familie der Karpfenfische). Der Ukelei springt mitunter, ganz wie die fliegenden Fische der Tropen, aus dem Wasser. Nicht, um einem Verfolger zu entgehen, sondern auf der Jagd nach Mücken und Gnitzen. Die zappeln nämlich vor einem Unwetter knapp über der Wasseroberfläche herum. Den Ukelei kann man mit einem Fliegenköder am laufenden Band herausholen. Dieser Fisch verbirgt sich nicht in der Tiefe, er tummelt sich den ganzen Tag vor den Augen des Anglers herum, er ist das am leichtesten zu erbeutende schwimmende Barometer.

Gute Prognostiker des Regens und des Gewitters sind die Einsiedler der Flußgründe, die auf der faulen Haut liegenden Welse. „In der Mehrzahl der Fälle“, schrieb der hervorragende sowjetische Naturforscher L. P. Sabanejew, „kündigt das Erscheinen der Welse am Tage Unwetter, Gewitter oder Wetterumschlag an...“

Die Schmerle, auch Gold- oder Rotforelle genannt, liegt bei heiterem Wetter reglos auf dem Boden des Aquariums. Plötzlich aber gibt sie Lebenszeichen von sich: sie schlängelt ihren langen Körper, sie hastet an den Wänden des Aquariums entlang. Und kurz danach überzieht sich der Himmel mit Wolken. Wenn aber die Schmerle, wie von der Tarantel gestochen, im Aquarium hinauf- und hinuntersaust, daß man meint, einen ganzen Knäuel langer dunkler Fischkörper vor sich zu haben, dann trommeln bald die ersten Regentropfen gegen die Fensterscheibe. Die Voraussagen der Schmerle sind genauer als die der Synoptiker: sie irrt sich nur in drei bzw. vier Fällen von hundert!

Sehr empfindlich für Luftdruckschwankungen ist auch der Schlammpeitzger, der in stehenden und langsam fließenden Gewässern im Bodenschlamm lebt. Dieser bis zu 30 cm lange Fisch taucht bei klarem Wetter selten bis an die Wasseroberfläche auf, im Aquarium aber liegt er immer ruhig auf dem Grund. Doch wenn der Schlammpeitzger Unruhe zeigt, durch das Aquarium fegt, das Wasser trübt, oft auftaucht, das eine um das andere Mal seinen schnurrbärtigen Kopf aus dem Wasser heraussteckt und wieder auf den Grund hinabtaucht, wird es gewiß ein Unwetter geben.

Bei Wunsch kann sich ein jeder in der eigenen Wohnung ein solches lebendes Barometer anschaffen. Dazu muß man ein Einweckglas oder ein kleines Aquarium mit Wasser füllen, wobei vorher auf den Boden des Gefäßes eine Schicht Sand mit Schlamm zu legen ist. Das Wasser muß chlorfrei, abgestanden sein; im Frühjahr oder Sommer am besten Regenwasser, im Winter aus geschmolzenem Schnee oder Eis. Nun kann man in das ausgewählte Gefäß den Schlammpeitzger hineinsetzen. Das Wasser im Glas oder im Aquarium soll nicht zu oft gewechselt werden (im Winter alle



Schlammpeitzer. Seine anderen Namen lauten Bißgurre, Gründedel, Moorgrundel und Wetterfisch.

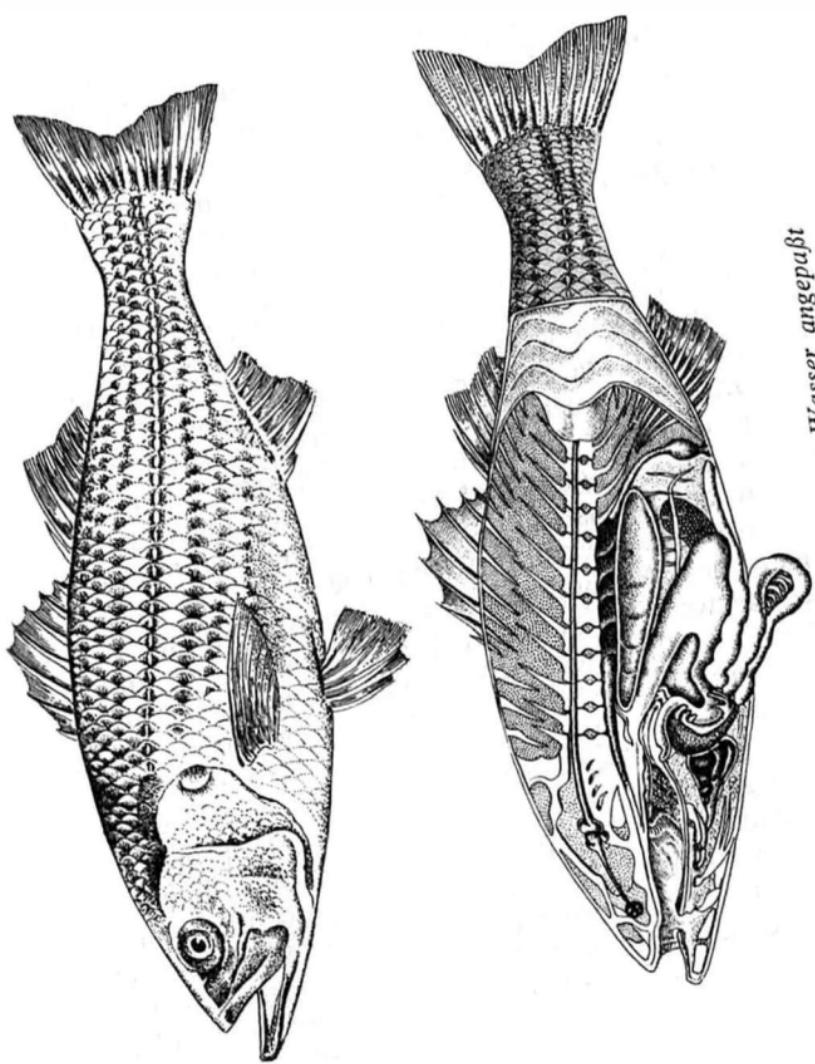
5 bis 6 Tage). Die Wassertemperatur ist konstant zu halten. Der Schlammeitzer ist ein anspruchsloser Fisch, seine Haltung macht keine Sorgen. Das „lebende Barometer“ kann man mit Zuckmückenlarven, kleinen Würmern, Wasserflöhen und allen Wirbellosen füttern, die auf dem schlammigen Grund von Flüssen und

Seen vorkommen. Machen Sie sich keine Sorgen, wenn Ihre Schlammpeitzger aus dem Gewässer in das Glas oder das Aquarium versetzt, zunächst das Futter ablehnen werden. Das ist nicht schlimm, denn sie können, wie viele Süßwasserfische, lange Zeit ohne Futter auskommen. Sie werden zwei oder drei Tage hungrig und dann zu „arbeiten“ beginnen. Einen Wetterwechsel, der von einer Veränderung des Luftdrucks begleitet ist, zeigen die Schlammbeißer durch ihr Verhalten ungefähr einen Tag oder mehr im voraus an: sie steigen an die Oberfläche des Wassers, nehmen mit dem Maul Luft auf und lassen dabei ein charakteristisches Piepsen ertönen...

Auch die kleinen hübschen Aquarienfische zeigen ein Unwetter an, wenn sie alle knapp unter der Wasseroberfläche schwimmen. Erst wenn sie im Sand auf dem Aquariumboden herumwühlen, steht klares Wetter in Aussicht, bei dem es sich lohnt, mit der Angel loszuziehen, weil der Köder dann nicht ungenutzt bleibt.

Welche Wetterfaktoren bewirken nun das anormale Verhalten der Einwohner des nassen Elements? Was bringt die Welse aus der Ruhe und zwingt sie, vor einem Unwetter rastlos hin und her zu hetzen? Worin besteht das Geheimnis der hohen Empfindlichkeit des Schlammpeitzgers, der Schmerle, des Salblings und der kleinen Aquariumfische für Witterungsumschläge?

Der bekannte deutsche Zoologe Alfred Brehm (1829–1884) war z. B. der Ansicht, daß der Schlammpeitzger durch die sich vor einem Gewitter im Wasser ansammelnde elektrische Ladung beunruhigt wird. Spätere Forscher, die sich mit der Gewässerfauna beschäftigten, gelangen zu folgenden Ergebnissen: Bei Absinken des atmosphärischen Drucks verändert sich die chemische Zusammensetzung des Wassers. Dies geschieht in erster Linie darum, weil ein bedeutender Teil des Sauerstoffs und der anderen im Wasser gelösten Gase



Ein Körper, dem Leben unter Wasser angepaußt

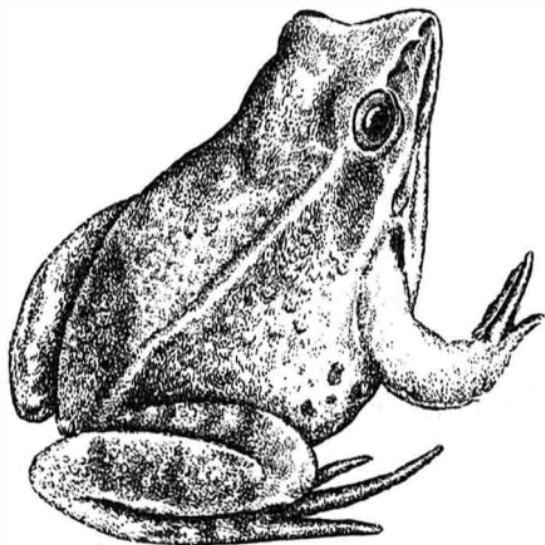
sich abzuscheiden beginnt und in Form von Blasen an die Oberfläche steigt. Im Ergebnis werden die unteren Schichten sauerstoffarm. Außerdem wird bei stillem Wetter die allmähliche Durchmischung der verschiedenen Wasserschichten gestoppt oder verlangsamt. Das an Sauerstoff reichere Wasser von der Oberfläche gelangt nicht in die Tiefe. Auf Grund des Sauerstoffmangels tauchen die Fische, die gewöhnlich auf dem Gewässergrund leben (z. B. die Welse), an die Oberfläche auf, schnappen nach Luft und springen aus dem Wasser.

Das prognostische Verhalten aller genannten Fische ist auf die spezielle Bauweise ihrer Schwimmblase zurückzuführen. Die Schwimmblase der Fische ist gemeinhin ein hydrostatischer Regler zur Einstellung der Tauch- und der Schwimmtiefe. Bei den aufgezählten Fischen jedoch signalisiert sie zudem die Druckschwankungen des Wassers, die ja aus den Veränderungen des Luftdrucks herrühren (registriert werden Veränderungen des Außendrucks von einem Millionstel des Ausgangswerts!). Sehr wichtig ist auch ein anderer Umstand: wahrgenommen werden sehr langsame Druckveränderungen. Eben darum zählen viele Fische zu den unübertrifffenen Synoptikern.

Das feine Gespür der Fische für Wetterwechsel (im Vergleich zu dem sogar das allerempfindlichste Barometer als unvollkommene und schwerfällige Konstruktion anmutet) fand seine Widerspiegelung in einer Reihe von volkstümlichen Wetterregeln. In ihrer Mehrzahl sind sie nicht auf das Verhalten irgendeiner bestimmten Art orientiert, sondern beziehen sich auf alle Einwohner des Reichs der Fische. Hier die bekanntesten: „Der Fisch springt aus dem Wasser vor Regen“; „Fische hüpfen heraus, um nach Mücken über dem Wasser zu schnappen – es wird ein Unwetter geben“; „Vor Regen beißt kein Fisch an“; „An einem wolken-



Teich- oder Wasserfrosch



Feld- oder Moorfrosch

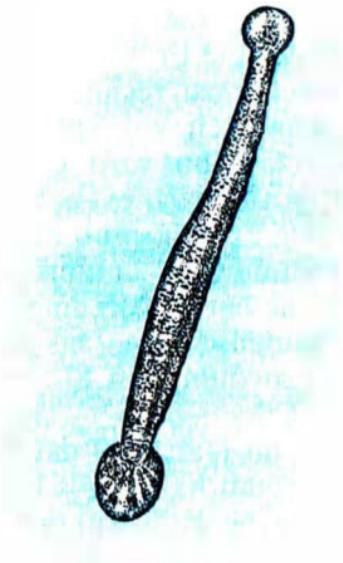
losen Tag will plötzlich kein Fisch mehr an die Angel – ein Unwetter ist im Anzug“.

Enorme Kompetenz in Wetterfragen wird zu Recht auch den Fröschen nachgesagt. Das träge Quaken der Seefrösche an einem heißen Sommertag haben wir alle schon gehört. Der See- oder Teichfrosch ist unser größter Vertreter der Froschfamilie aus der Ordnung der schwanzlosen Lurche. Sein ganzes Leben verbringt er im Wasser oder in unmittelbarer Nähe davon. Im Prozeß der evolutionären Entwicklung hat es der Frosch gelernt, nicht nur mit der Lunge, sondern auch durch die Haut zu atmen. Diese Haut besitzt ein dichtes Netz starkverzweigter Blutgefäße, die den im Wasser gelösten Sauerstoff im Direktverfahren aufnehmen. Deshalb eben können sich die Frösche lange unter Wasser aufhalten und dort sogar dem Winterschlaf frönen, ohne ihre Lunge zu betätigen. Die Froschhaut ist auch ein guter Halbleiter für Wasser. Frösche trinken nie, sie nehmen die benötigte Flüssigkeitsmenge durch die Haut auf. Damit der Frosch aber an der Luft nicht austrocknet, überzieht er seine Haut mit einem Schleim, den spezielle Drüsen aussondern. In der prallen Sonne trocknet die Haut dennoch aus und wird rissig. Das behagt den Fröschen verständlicherweise nicht, darum bleiben sie bei Badewetter lieber im Wasser. Ist die Luft jedoch feucht, wie das vor Regen zu sein pflegt, dann fühlen sich die Frösche an Land überaus wohl und verlassen ihren Teich. Die lebenserhaltende Angewohnheit der Frösche, nur in der Schlechtwetterzeit aus dem Wasser zu steigen, hat ihnen den Ruf eines guten Wetterfrosches eingebracht. Die Palette ihrer Wettermeldungen ist weitgefächert. Frösche hüpfen über Land – vor Regen. Frösche stimmen ihren Quakgesang an, also wird es ein Unwetter geben. Frösche quaken abends mit einem fröhlichen Triller: heiteres Wetter zieht auf. Frösche schreien sich seit

dem Abend die Kehlen heiser, also setzt eine Schönwetterzeit ein. Quaken die Frösche an der Wasseroberfläche, so daß nur die Froschmäuler herausschauen, ist mit einem Unwetter zu rechnen. Frösche „turteln“ vor Regen und schweigen vor kaltem Wetter. Ist die Froschhaut schwarz, dann wird es Regen geben, ist sie jedoch gelb, dann klärt es bald auf. Lärmst der Fluß und schreit der Frosch, muß mit Regen gerechnet werden. Über die Stimme der Laubfrösche, über die von ihnen erzeugten Töne hat A. Brehm geschrieben: „Alle Übergänge vom lauten Muhen bis zum Zirpen, vom lauten Pfeifen bis zu dumpfem Stöhnen kann man in ihrer Stimme hören.“

Einen Frosch kann man, wie das einst unsere Vorfahren in Rußland getan haben, als lebendiges Hausbarometer benutzen. Seine Konstruktion ist denkbar einfach. Man muß eine kleine Holzleiter bauen und sie in ein Einweckglas mit Wasser hineinstellen. Danach fängt man einen Frosch: einen Moor- oder Seefrosch und setzt ihn in das Glas. Wenn das Tier sich eingewöhnt hat, kann man die Beobachtungen beginnen. Wenn der Frosch die Leiter emporsteigt, ist mit schlechtem Wetter zu rechnen, steigt er hinab, wird das Wetter wechseln, plätschert er an der Wasseroberfläche, wird es warm, sonnig, trocken werden. Laut Beobachtungen von Naturforschern garantiert das Froschbarometer eine Genauigkeit der Anzeigen von 90 bis 95%.

Das Wetter voraussagen können auch solche Kreaturen wie... die Blutegel. Ja, ja, jene Blutegel, die, wenn Sie sich erinnern, Duremar gefangen und verkauft hat, der Bösewicht aus dem Märchen über den hölzernen Buratino. Die Blutegel dienen dem Menschen seit alters und treu. Unsere Vorfahren bezeichneten sie als Mittel gegen Tausende Krankheiten. Freilich war das eine Übertreibung, doch im Verlaufe vieler Jahrhunderte genossen diese kleinen Tiere große Beliebt-



Die Blutegel sind ein gutes Barometer. Zur Wetterbeobachtung wird der Blutegel in einem Glasgefäß gehalten, das zur Hälfte mit Wasser gefüllt und mit einem Tuch abgedeckt wird. Das Wasser ist im Sommer einmal pro Woche, im Winter alle zwei Wochen zu wechseln. Bei schönem Wetter liegt der Blutegel auf dem Gefäßboden, zu einem Knäuel zusammengeringelt. Vor Regen taucht er an den Gefäßrand hoch und bleibt dort ruhig, bis wieder heiteres Wetter herrscht. Bei anstehendem Wind bewegt sich der Blutegel ungewöhnlich schnell und kommt erst wieder bei Windstille zur Ruhe. Sturm kündigt er durch hektisch zuckende Bewegungen an. Bei Frost liegt der Blutegel auf dem Grund des Gefäßes wie bei Schönwetter. Auf Schnee reagiert er genauso wie auf Regen.

heit in der Volksmedizin und bei den Ärzten. Wahrscheinlich wird kaum einer wissen, daß eine Riesenmenge von Blutegeln aus Rußland nach Westeuropa ausgeführt wurde. Ihr Export galt als überaus gewinn-

bringend. Es genügt der Hinweis, daß im Jahre 1850 allein nach Frankreich rund 100 Millionen Stück Blutegel ausgeführt wurden! Ende des 19. Jahrhunderts ist das Interesse an den Blutegeln allerdings etwas gesunken, doch danach besannen sich die Mediziner wieder auf dieses alte erprobte Mittel. Und heute belegen die Blutegel einen Ehrenplatz im Arsenal der Medizin. Sie werden von Therapeuten, Chirurgen, Neuropathologen bei Thrombosen, Hypertonie, erhöhter Gerinnbarkeit des Bluts und anderen Krankheiten verschrieben.

Auf der Erde zählt man rund 400 Arten von Blutegeln. Sie zählen zur Klasse der Ringelwürmer, führen eine halbparasitische oder räuberische Lebensweise, das Gros von ihnen ist in Süßwasser, in kleinen Teichen oder versumpften Seen heimisch. Die medizinischen Blutegel reagieren sehr feinfühlig auf bevorstehende Wetterveränderungen. Bei freundlichem Wetter im Sommer kriechen die Blutegel auf dem Grund ihres Gewässers oder auf den Halmen der Wasserpflanzen herum oder liegen völlig bewegungslos auf dem Boden. Beginnen sie jedoch aufzusteigen oder gar aus dem Wasser zu kriechen, so ist das ein untrügliches Zeichen für drohendes Unwetter, Regen oder Gewitter. Oft heften sich die Blutegel dabei an die Pflanzen und ragen zur Hälfte aus dem Wasser heraus. Der Grund für dieses Verhalten ist der gesunkene Luftdruck, wie er gewöhnlich vor Regen zutrifft und dabei eine Abnahme des Sauerstoffgehalts des Wassers bewirkt.

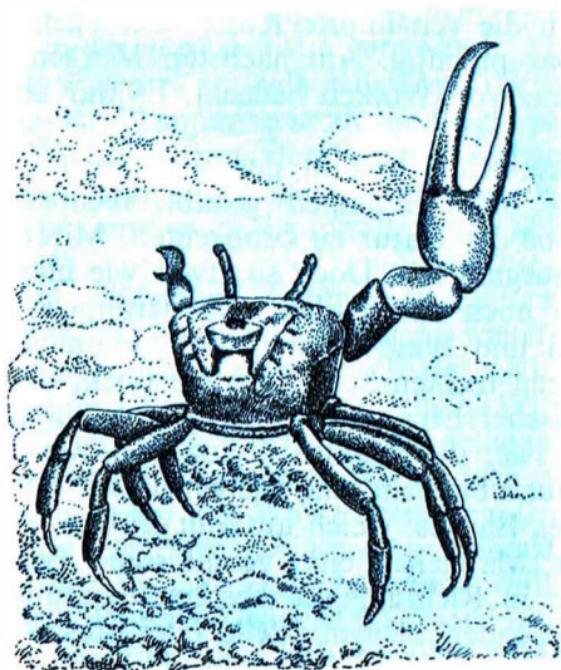
Aber auch der Wind beeinflußt das Verhalten der Blutegel. Bei Nord- und Nordostwind und kaltem Wasser graben sie sich im Bodenschlamm ein, und nichts kann sie zum Herauskriechen bewegen. Bei einem warmen Westwind, der das Wasser aufwärmst, auch wenn das Wetter kühl bleibt, schwimmen nur wenige Blutegel herum, sie saugen sich nur zögernd fest und schwimmen bald wieder davon. Also wird es an diesem und

am folgenden Tag windig sein oder regnet es irgendwo in der Nähe. Lassen sich aber Blutegel abends, vor und nach Sonnenuntergang, gut fangen, dann wird es am nächsten Tag klares, wolkenloses, sonniges Wetter geben.

Um zu erfahren, wie das Wetter in den nächsten Tagen sein wird, schaffen sich einige Hobby-Angler, Jäger und Touristen ein „Blutegel-Barometer“ an. Dazu bringt man die Blutegel in ein hohes Glasgefäß, das bis zur Hälfte mit Flußwasser gefüllt ist. Auf den Boden schüttet man eine Schicht Sand. Das Gefäß wird mit Leinwand oder Gaze abgedeckt. Im Sommer wechselt man das Wasser jede Woche, im Winter alle zwei Wochen. Wenn die Blutegel auf dem Wasser liegen oder an der Wandung kleben, daß der halbe Leib aus dem Wasser herausragt, dann wird es bald Regen geben; heften sie sich außerhalb des Wassers an das Glas, ist mit Sturm zu rechnen; vor einem Gewitter sind sie außerhalb des Wassers in ständiger Bewegung; liegen sie ruhig auf dem Grund, wird es bald aufklaren; bewegen sie sich langsam an einer Stelle oder behalten sie lange die gleiche Stellung bei, wird es einen Kälteeinbruch geben; wenn die Blutegel ihren Leib zu einem Klumpen zusammenziehen, muß man Vorsorge gegen Hagel treffen.

Einige Biologen äußern die Vermutung, daß die Ringelwürmer (zu denen auch die Regenwürmer gehören) sehr empfindlich für Veränderungen der atmosphärischen Elektrizität sind und darum recht exakt das Wetter voraussagen.

Ein recht merkwürdiges Synoptikergebaren zeigen die Winkerkrabben. Diese kleinen Einwohner der tropischen Wattenmeere sind für ihre sonderbar konstruierten Augen (auf langen, beweglichen Stielen hoch über dem Kopf) und für ihre unterschiedlichen Scheren berühmt. Die rechte Schere der Männchen ist riesig und



Winkerkrabbe

dient zur Anlockung der Weibchen in der Paarungszeit und zur Abschreckung der Rivalen durch winkende Bewegungen – daher der Name der Krabbe. Diese sonderbaren Wesen verfügen über die Fähigkeit, einen aufziehenden Orkan exakt vorauszusagen. Folgendes weiß Ivan T. Sanderson zu berichten, der die Küste des Honduras (Mittelamerika) abgefahren hat:

„Eines Tages lief unser kleiner Schoner die Mündung eines Flusses an und warf seinen Anker in dessen schlammigen Boden: Der Motor mußte repariert werden. Außerdem hatten wir keine Verbindung zur Außenwelt mehr, denn die Funkstation war ausgefallen, und der Kapitän brachte sie in die nahe Hafenstadt in eine Werkstatt. Wir hatten also genügend Zeit, die sogenannten Winkerkrabben zu bestaunen,

von denen die versumpfte Küste überzogen war. Das Wetter war prächtig. Am nächsten Morgen aber war der Himmel von Wolken bedeckt. Es war unerträglich schwül.

Ich war schon viel in der Welt herumgekommen und hatte oft Gelegenheit gehabt, recht sonderbare Phänomene der Natur zu beobachten. Mitunter waren sie sehr vergnüglich. Doch so etwas wie hier hatte ich bis dahin noch nie gesehen. Die Krabben waren außer Rand und Band geraten. Alle Männchen hielten ihre riesigen rechten Scheren vorgestreckt und kreisten in hysterischer Erregung um die Krabbenhöhlen. Dann begannen sie, die Weibchen aus den wassergefüllten Höhlen auszubuddeln, und trieben sie vor sich her. Am Rande des Flusses, gleich an dem trüben Wasser, bildeten die Männchen eine geschlossene Phalanx, wie ein Mann in Richtung des Festlands gewandt. Bei jeder anspülenden kleinen Welle oder sogar bei einem Kräuseln des Wassers bewegten sie sich wie Anglerposen hin und her.

Dieses pausenlose Schaukeln auf den Wellen dauerte etwa eine Stunde. Danach begab sich die gesamte Phalanx wie auf Kommando zielbewußt in die Tiefe des Festlands, wobei jede Krabbe feierlich ihre übermäßig gewaltige Schere schwenkte. Diese riesige Kampffformation, die nach beiden Seiten sich ausdehnte, so weit das Auge reichte, trieb den unorganisierten Haufen der anderen Krabben vor sich her. Bald verschwand die viertausendköpfige Armee in den niedrigen Mangogewächsen. Wir folgten den Krabben vorsichtig bis zum Einbruch der Dunkelheit. Und in der ganzen Zeit hatten die Krabben keine einzige Rast eingelegt.

Abends erschien unser Kapitän mit der reparierten Funkstation. Er teilte mit, daß ein Orkan erwartet wird. Wir machten die Bullaugen und alle Luken dicht, warfen den Motor an und begaben uns fluß-

aufwärts. Nachts hatten wir die Winkerkrabben eingeholt. Sie entfernten sich immer weiter vom Meer; inzwischen waren es so viele geworden, daß der Boden aus lauter Krabbenpanzern zu bestehen schien. Der Schoner überholte schnaufend eine Krabbenformation nach der anderen. Schließlich waren wir weit genug vorgedrungen und machten inmitten der Mangobäume fest.

Am nächsten Morgen waren auch die Krabben beim Schoner angelangt, zogen aber nicht weiter. Und um vier Uhr nachmittags stürzte sich der Orkan mit all seinem blinden Wüten über die Küste. Wie so oft in solchen Fällen, stieg das Meer um etliche Fuß und überschwemmte die Auenufer. Dort jedoch, wo wir vor Anker lagen, hatte das Wasser nur knapp die Baumwurzeln und die Füße der Krabben benetzt...“

Woher hatten die Krabben nun gewußt, daß ein Orkan näher kam und wie weit er vordringen würde? Zur Erklärung dieses Phänomens führt Sanderson eine allgemein bekannte Erscheinung ins Feld.

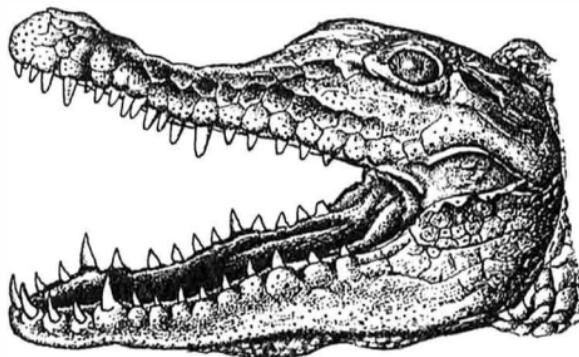
Ein Orkan zieht das Wasser von der Oberfläche des Ozeans an sich heran. Die Winkerkrabben jedoch, die in wassergefüllten Höhlen unmittelbar unter dem normalen Flutpegel leben, dürften sehr empfindlich auf Veränderungen des Pegelstandes reagieren, deren erste Anzeichen von uns Menschen auf Grund ihrer Geringfügigkeit einfach nicht wahrgenommen werden. Dies erklärt jedoch weder die Kampfformation der Krabben noch ihre Flucht genau bis zur Überschwemmungsgrenze. Die Forscher haben also noch viel zu enträtseln.

Ans Land bei drohendem Hochwasser kriechen aber nicht nur die exotischen Südseekräbchen, sondern auch unsere ganz gewöhnlichen Flußkrebse. Diese Merkregel sollte sich jeder Angler in sein Nobizbuch schreiben: Wenn die Krebse zu Landgängern werden, ist der Regen nicht mehr fern.

Signale ganz anderer Art sendet unter analogen Witterungsbedingungen eine Krebsart aus, die an der Ozeanküste Chiles heimisch ist. An windlosen, sonnigen Tagen hat dieser Krebs eine hübsche weiße Färbung. Nähert sich jedoch ein Regen oder ein Gewitter, dann erscheinen auf seinem Panzer rote Flecke. Die biologische Grundlage dieser Erscheinung ist den Wissenschaftlern bekannt. Die Panzerhülle des Tieres enthält kleine Pigmentkörper, deren Platzwechsel durch das Hormonsystem reguliert wird. Liegen die Körner tief, bleibt die Oberfläche des Panzers farblos (weiß), wenn sich aber die Pigmentkörper der Oberfläche nähern, wird sie von Flecken überzogen (sie wird dunkler). Die Flecke können eine rote, braune, gelbe oder gemischte Färbung aufweisen. Da eine bevorstehende Wetteränderung starken Einfluß auf das Nervensystem des Krebses und damit auf das Hormonsystem ausübt, führt das gliederfüßige Barometer die Chilenen mit seinen Wettervoraussagen nie in die Irre.

Ganz vor kurzem erst hat man herausgefunden, daß auch das Nilkrokodil ein recht zuverlässiges Barometer abgibt. Diese Tiere leben in den Flüssen Mittel- und Südafrikas und auf Madagaskar. Sie repräsentieren die größten Ausführungen unter den Reptilien (Länge bis 5 m) und sind die letzten Sprosse jenes Zweiges, zu dem einst die Dinosaurier gehörten.

An Land muten die Krokodile etwas unbeholfen an, im Wasser jedoch sind sie sehr flink. Es sind ausgezeichnete Schwimmer, sie können aber auch unbeweglich auf der Wasseroberfläche „schweben“ oder so in Lauerstellung gehen, daß nur die gewölbten Augen und die Nasenlöcher herausschauen. Wenn ein Krokodil sich an eine Schildkröte, einen Wasservogel oder einen Fisch heranpirscht, bringen seine abgeflachten Kiefer kein Wässerchen in Bewegung. Große Krokodile arbeiten sich in Tauchfahrt vollkommen unbemerkt an Tiere



Das Nilkrokodil lebt in den Flüssen Mittel- und Südafrikas und auf Madagaskar. Wird bis 5 m lang.

und auch an Menschen heran, die nichts ahnend am Ufer stehen, stürzen blitzschnell auf sie zu und ziehen sie mit energischen Schwanzbewegungen in die Tiefe. Eine bemerkenswerte Einrichtung der Krokodile ist die Verschlußklappe vor dem Schlund, die dafür sorgt, daß sie bei Tauchfahrt kein Wasser schlucken. Darum müssen sie eine große Beute stückweise hinunterschlingen, indem sie sich jedes Mal um ihre Achse drehen. Die Nasenöffnungen aber münden über den jeweiligen Nasengang hinter der Schlundklappe ein, so daß auch bei eingetauchter Schnauze die Atmung gewährleistet ist. Will das Krokodil jedoch voll unter Wasser gehen, schließt es mittels spezieller Muskeln die Nasenlöcher.

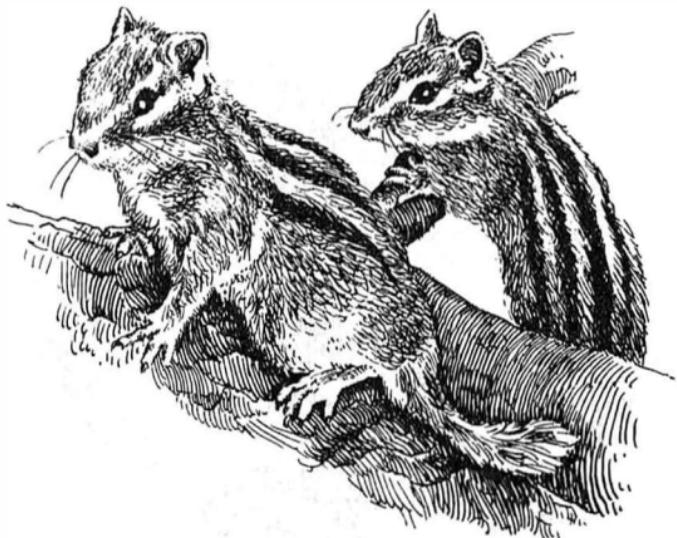
Die Lebensweise der Nilkrokodile zeichnet sich durch eine interessante Besonderheit aus. Ihr Appetit wird vom Luftdruck bestimmt. Sinkt der Luftdruck, dann sinkt auch die Freßlust dieser Räuber. Dies hängt damit zusammen, daß einem niedrigen Luftdruck eine Abkühlung folgt, die den Verdauungsprozeß bei den Krokodilen verlangsamt. Anhand der Freßlust der Krokodile kann man also Schlüsse über das künftige Wetter ziehen.

Wetterprognose bei den Säugetieren

Viele gute „Synoptiker“ gibt es unter den das Festland bewohnenden Tieren. Besonders empfindlich für Wetteränderungen sind verschiedene Arten der Säugetiere.

Ein glänzender Meteorologe unter den Säugetieren aus der Familie der Hörnchen ist der Burunduk. Er ist in den Taigawäldern des Fernen Ostens und Sibiriens beheimatet und hört in der zoologischen Systematik auf den Namen Eurasisches Erdhörnchen oder Gestreiftes Backenhörnchen. Das Fell dieses höchstens 25 cm langen Tierchens, wobei der Schwanz mitgerechnet wurde, ist ockerfarben, an der Unterseite weiß, auf dem Rücken wechseln sich schwarze und gelbe Streifen ab. Die sibirischen Jäger haben den Burunduk auf Kusma (ein russischer Vorname) getauft. Warum? Das weiß niemand. In den sibirischen Märchen agiert der Kusma meistens als vorsorglicher Hausherr. Er ist es wirklich – das wissen alle. Bevor der Burunduk an das Anlegen neuer Wintervorräte geht, sorgt er für Ordnung in seinen Vorratskammern. Alle Reste werden ausgeräumt, als Unterlage wird trockenes Blattwerk herangeschafft. Dann geht er an das Sammeln und Einlagern der Lebensmittel. Der Burunduk schuftet einen ganzen Monat lang. In seinen Backentaschen kann er 10 g Weizen, 100 Sonnenblumenkerne oder 16 Zedernnüsse transportieren. Die Qualität der eingespeicherten Lebensmittel würde eine jede Hygieneinspektion zufriedenstellen. Angefaulte Ware kommt nie vor, die Nüsse haben immer einen Kern und sind vollwertig.

Die Menge der im Herbst eingebrachten Nahrung kommt auf 8 kg. Dazu gehören Zedernnüsse und Eicheln, Knospen und Pilze, Samen von Nadel- und Laubbäumen, Früchte der Mandschurischen Linde und wildwachsende Gräser. Bis April schläft der Burunduk



Der Burunduk (das Eurasische Erdhörnchen) lebt auf der Erde, ist aber ein guter Baumkletterer. Seinen Bau errichtet er unter Baumwurzeln in Nadel- und Mischwäldern.

in seinem Bau unter Baumwurzeln wie ein Feuerwehrmann bei tropischem Regen und braucht dabei seine Herbstvorräte an Unterhautfett auf. Wenn aber die ersten Frühlingsstrahlen seine Wohnung durchgewärmt haben, wacht er auf, öffnet seine Speisekammer und macht sich über die Vorräte her.

Bei den Jägern ist dieses flinke und verspielte Tierchen für seine Wettervoraussagen beliebt. Manchmal wird es an einem heiteren sonnigen Tag unruhig, es stößt schrille Pfeiftöne aus oder setzt sich gar auf einen Stein oder einen Baumstumpf, hält sich die Ohren mit den kleinen Pfoten zu, schaut in die Baumkronen und schreit kläglich „Trum!“ Dann wissen die Jäger, daß Wolken und Regen nicht mehr fern sind. Pfeift Kusma aber am Morgen, dann ändert sich das Wetter am Abend. Irren tut sich ein Burunduk nie!

Dic Zoologen im Tierpark von Nowosibirsk haben



Dieser Burunduk hat sich in seine Backentaschen 93 Samenkörner des beifußblättrigen Traubenkrauts hineingestopft. Die völlige Ausnutzung des „Laderaums“ macht die Zahl der erforderlichen „Pendelfahrten“ geringer.

den Burunduk beobachtet, um herauszufinden, ob er seine synoptischen Fähigkeiten auch in der Gefangenschaft bewahrt. Er bewahrt sie, sogar bei sehr langer Haltung im Gehege. Ungefähr neun oder zehn Stunden vor einem Regen – nach einer anhaltenden Gutwetterperiode – wurden alle Backenhörnchen im Gehege unruhig und begannen zu schreien. Bei wechselhaftem Wetter, also an einem sonnigen Tag mit kurzen Regenduschen, bewahrten die Tiere stolzes Schweigen.

Für viele Jäger des Fernen Ostens und Sibiriens ist das Verhalten des Burunduk ein Fingerzeig in ihrem Gewerbe. Hier ein diesbezüglicher Bericht:

„Einmal war ich im späten Herbst bei Neuschnee auf Jagd gegangen und hatte im Wald keine einzige

Fährte entdeckt. Der Burunduk saß an diesem Tag still in seinem Astloch in dem Holzklotz hinter der Einzäunung und steckte nicht einmal die Nase heraus. Nachts aber rumorte es in dem Astloch. Ich ging in aller Frühe in den Wald und kehrte mit reicher Beute zurück. Und so war das oft: schläft der Burunduk, dann ist es im Wald wie ausgestorben; kommt er aber heraus zu Fressen und rennt im Gehege herum, dann hat man Erfolg beim Jagen.“

Auch Überschwemmungen im Sommer und Herbst können die Backenhörnchen voraussagen. Als erste von allen Tieren verlassen sie vor einem Hochwasser die Flußtäler und begeben sich in die Gebirgswälder. Einmal hatten sie eine Überschwemmung im Flußtal des Iman in der Fernöstlichen Küstenregion angezeigt: einträchtig tauschten sie den Küstenwald gegen die nahegelegenen Berge ein.

Als Meister der Wettervoraussage gilt bei den Jägern der Burunduk, doch in gewisser Hinsicht kann es auch der Maulwurf mit ihm aufnehmen.

Der gewöhnliche Maulwurf ist einer der bekanntesten Vertreter der Insektenfresser. Sein Körper ist gewöhnlich 15 cm lang, wobei der Schwanz lediglich auf 3 cm kommt. Das kurze weiche Fell ist schwarzbraun. Die Maulwürfe sind in ganz Europa verbreitet, kommen aber auch östlich des Uralgebirges vor. Als Hauptnahrung bevorzugen sie Regenwürmer und Insekten aus dem Erdreich. Ihr ganzes Leben verbringen sie in ihren unterirdischen Gängen, wo sie das ganze Jahr über aktiv sind. In den vielen Jahrtausenden haben diese Tiere einen Vorsorgeinstinkt entwickelt, der sie gemahnt, dem Regen nicht zu trauen: er kann ihre Gänge überfluten. Aus dem Verhalten der Maulwürfe haben die Menschen zahlreiche Merkregeln abgeleitet. Sind die Maulwurfshügel hoch, ist mit Schlechtwetter zu rechnen; verlassen die Maulwürfe ihre Behausungen, wird es

Regen geben; zeigt der Eingang in den Maulwurfbau nach Norden, wird der Winter warm, zeigt er nach Süden, wird der Winter kalt, Ostlage zeigt einen trockenen, Westlage einen feuchten Winter an. Großes Vertrauen in bezug auf die Wettervoraussage genießen die Maulwürfe bei den Taigabewohnern, denn sie wissen, daß, wie lange der Regen auch anhalten mag, das Wasser im Fluß niemals über die am Ufer angelegten Maulwurflöcher steigen wird.

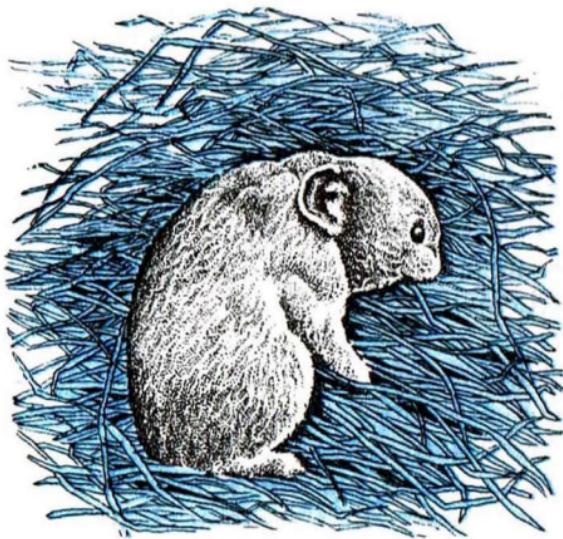
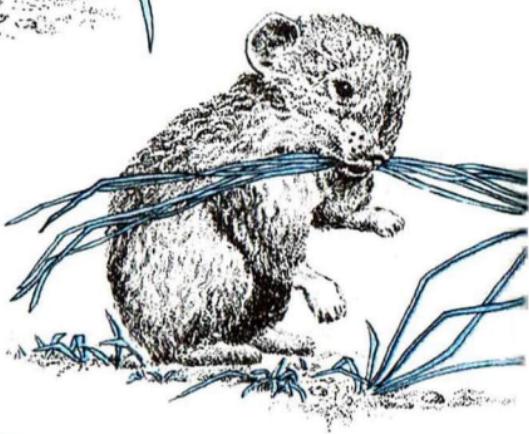
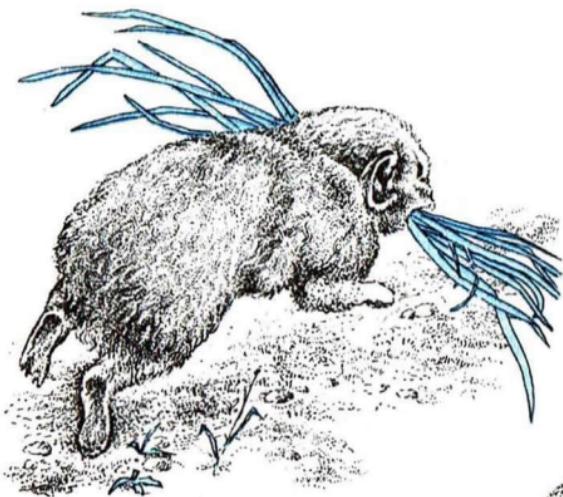
Auf das in der nächsten Zeit anstehende Wetter kann man auch aus dem Verhalten des Dachses schlüßfolgern. Dieses räuberische Säugetier aus der Familie der Marderartigen (Körperlänge bis 90 cm) ist in Europa und in Asien verbreitet. Laut Brehm ist der Gemeine Dachs die typische Verkörperung eines egoistischen, mißtrauischen, mißmutigen Wesens, das ständig mit sich selbst hadert. Der Dachs lebt auf bewaldeten Steilhängen, wo er komplizierte Löcher gräbt, die anderthalb bis zwei Meter tief und mit Moos und trockenem Laubwerk ausgelegt sind. Manchmal siedelt ein Dachs zusammen mit einem Fuchs, wobei der Fuchs den oberen, der Dachs jedoch den unteren Teil der Galerie bewohnt. Aus seinem Bau kommt der Dachs gewöhnlich in den Nächten und äußerst vorsichtig heraus. Zunächst steckt er seinen Kopf nur zur Hälfte heraus, um sich zu überzeugen, daß alles ruhig ist. Gleichzeitig schätzt er ein, was für ein Wetter herrscht und für die nächsten Stunden zu erwarten ist. Für seine Ausflüge bevorzugt der Dachs klares, stilles Wetter. Wenn er das Nahen von Wind oder Unwetter spürt, verkriecht er sich auf der Stelle in seinen Bau.

Die kleinen stummelschwänzigen Pfeifhasen ähneln zwar Feldmäusen, sind aber direkte Verwandte der echten Hasen und der Kaninchen. In früheren Zeiten waren die Pfeifhasen in verschiedenen Gegenden verbreitet – im Norden und im Süden, im Gebirge und in den

Wäldern. Inzwischen aber sind die einen Arten ausgestorben, die anderen haben sich auf kleinere Reviere zurückgezogen. In unserem Land trifft man heute sieben Pfeifhasenarten an, die zu zwei Gruppen gehören. Zu den Steppen- und zu den Gebirgspfeifhasen.

Der Körper der Pfeifhasen wird bis zu 23 cm lang, die Beine, die Ohren und der Schwanz sind kurz. Bei den großen Ausführungen sind die Vorder- und die Hinterbeine fast gleichlang. Das Fell ist im Sommer braun bis rotgelb. In vieler Hinsicht sind diese putzigen Tierchen bemerkenswert. Sie leben in großen Kolonien zusammen, doch jede Familie legt sich ihr eigenes Erd- oder Felsloch an. Die Familie – Vater, Mutter und Kinder – belegt ein Territorium von 200 bis 400 Quadratmetern. Pfeifhasen sind sehr kommunikabel. An freundlichen Sommer- und Herbsttagen stimmen sie eine rege Pfeifunterhaltung an. Nach Verlassen seiner Behausung begrüßt jedes Tierchen seine Nachbarn mit einem kurzen Pfiff. Die antworten auf die gleiche Weise. Ein langgezogener Schrei ist ein Alarmzeichen. Dieses Pfeifsignal wird sofort weitergegeben, wonach alle Tiere der Kolonie blitzartig in ihren Löchern verschwinden. Für einige Sekunden herrscht Grabesstille. Doch lange halten es die neugierigen Pfeifhasen in ihren Verstecken nicht aus. Bald beginnt ein unterirdisches Pfeifkonzert, und schon wagt sich der erste Späher heraus. Er stellt sich auf die Hinterläufe, wirft einen kühnen Blick in die Runde und gibt ein kurzes Pfeifsignal – die Gefahr ist vorbei. Die anderen fallen freudig ein, und wieder herrscht reges Treiben in der Kolonie.

Alle Pfeifhasen ernähren sich von Gras und legen sich Wintervorräte an. Sie sind vorzügliche Meister im Anlegen von Heureserven. Mit dieser Arbeit beginnen sie schon im Frühsommer. Zu Heu werden die verschiedensten Pflanzen gemacht. Im Östlichen Altaige-



birge z.B. sind es bis 59 Arten von Gräsern und Sträuchern. Gesammelt werden Heilpflanzen, Storzschnabel, Astern, Schwertlilien, Himbeersträucher, Birke, Lärche, Aspe, Wanzenkraut, Preiselbeersträucher und anderes. Interessante Einzelheiten über die Winterbevorratung der daurischen Pfeifhasen hat der russische Forschungsreisende und Geograph Prshewalski (1839–1888) nach seiner Expedition in Mittelasien veröffentlicht. Auf seinem Weg nach Gobi im August 1873 stieß er oft auf diese Tiere. Vor dem Eingang in ein jedes Erdloch waren kleine Heumieten aufgeschichtet. Man konnte Beifußgräser, Schmetterlingsblütler und Korbblütler erkennen, es kamen sogar Zweige der stachligen Feldrüster vor. Die Heumieten waren immer sehr sorgfältig gebaut. Manchmal hatten sie ein Dach aus Altheu...

Der Wintervorrat einer Pfeifhasenfamilie erreicht 8 bis 10, mitunter sogar bis 12 kg Heu. Um diese Masse zusammenzutragen, muß man sich ganz schön anstrengen. Dabei zeigen die Pfeifhasen, daß sie nicht nur arbeitsfreudig, sondern auch pfiffig sind. Mitunter bekommt man einen Pfeifhasen zu sehen, der in schnellen Sprüngen zum Bau eilt und eine Pflanze hinter sich herzieht, die zwei- bis dreimal länger ist als er selbst. Der Halm bleibt an einem Strauch hängen, und das Tierchen überschlägt sich. Springt aber sofort auf, schnappt wieder nach der Last, will weiterrennen und purzelt wieder hin. Schließlich hat es den rettenden Einfall, es zernagt den langen Halm in mehrere Stücke und bringt sie einzeln zu seiner Behausung. Doch dies kommt selten vor. Meistens benutzen die Pfeifhasen gut

Alpenpfeifhase. Legt sich für den Winter einen Hausvorrat zu. Jede neue Portion Frischgras wird zum Trocknen in einer dünnen Schicht über das bereits getrocknete Gras ausgebreitet.

ausgetretene Pfade. Geschickt und wendig bringen sie eine Portion, breiten sie aus und rennen gleich wieder nach der nächsten los. Eine Portion kann bis zu 18 Halme enthalten und bis zu sieben Gramm wiegen. Bei gutem Wetter tragen die Tiere 30 bis 40, manchmal auch bis 60 Portionen in einer Stunde zusammen! Dabei rennen sie pausenlos sieben Minuten lang und bringen es auf fünf bis sechs Pendelfahrten. Danach ruhen sie sich aus, nehmen einen Imbiß, inspizieren die Grenzen ihrer Besitztümer und gehen wieder an die Arbeit. In einem heißen Sommer wird das Gras zunächst reihenweise zum Trocknen ausgebreitet und danach zu kleinen Haufen von 60 bis 70 cm im Durchmesser und 30 cm Höhe aufgeschichtet. Der Wintervorrat einer Familie macht fünf bis zehn solcher Heumieten aus. Wer Heu trocknet, muß wissen, wie das Wetter sein wird. Pfeifhasen wissen das. Vor einem kurzen Platzregen verstecken sie das Heu unter Steinen und in Hohlräumen unter dem Wurzelwerk großer Bäume. Ist aber nach ihrer Schätzung mit einem langen Unwetter zu rechnen, dann hängen sie das frische Gras an Sträuchern unter dem Schutz gewaltiger Nadelbäume auf. Besonders wetterempfindlich sind die erwachsenen Tiere, die schon einen Winter durchgemacht haben. Den Beginn einer langen Regenzeit spüren sie schon zwei oder drei Tage vorher.

Als interessanter „Synoptiker“ hat sich das Gemeine Eichhörnchen bewährt. Dieses bewegliche, wachsame, reizende Tierchen mit dem langen buschigen Schwanz liebt es sehr, seine Behausung warm zu machen. Das Nest des Eichhörnchens auf einem Baum ist innen ausgelegt und besitzt zwei Eingänge. Der eine von ihnen wird verschlossen, je nachdem, woher der Wind bläst. Für Regen ist das Eichhörnchen überhaupt nicht zu haben, es fürchtet ihn so, daß es sich nicht nur eine, sondern gleich mehrere Wohnungen baut. Wenn es

spürt, daß gleich ein Regen losplatzen wird, verbirgt es sich sofort in der nächstgelegenen Wohnung.

Durch ihr Können, das Wetter vorauszusehen, haben die Eichhörnchen sogar Brehm in Erstaunen versetzt: „Sie fühlen außerordentlich genau jeden Wetterwechsel voraus. Schon mehrere Stunden vor einem Sturm werden die Eichhörnchen unruhig, sie springen auf den Bäumen hin und her, pfeifen auf besondere Weise und schnalzen... Mit dem Aufkommen der ersten Anzeichen eines schlechten Wetters verstecken sie sich sofort in ihre Nester, oft mehrere Tierchen in einem Loch; sie verstopfen einen Eingang von der Seite, woher der Wind weht, kauern sich gemütlich zu einem Knäuel zusammen und warten dort das Unwetter ab.“

Uns sind auch die Gepflogenheiten eines in der Wohnung gehaltenen Eichhörnchens bekannt; dieses Tierchen, gewissermaßen durch und durch aus Nerven bestehend, fürchtet über alles Unwetter und Blitze. Eine oder zwei Stunden vor einem Gewitter verkriecht sich das Eichhörnchen in eine Ecke und reagiert in keiner Weise auf ihm erwiesene Aufmerksamkeiten, nicht einmal auf angebotene Leckerbissen. Während eines Gewitters zittert es, zu einem Knäuel zusammengerollt. Wenn dann das Unwetter vorbei ist, fühlt sich das Tier offenbar erlöst und beginnt mit den fröhlichen Sprungspielen.

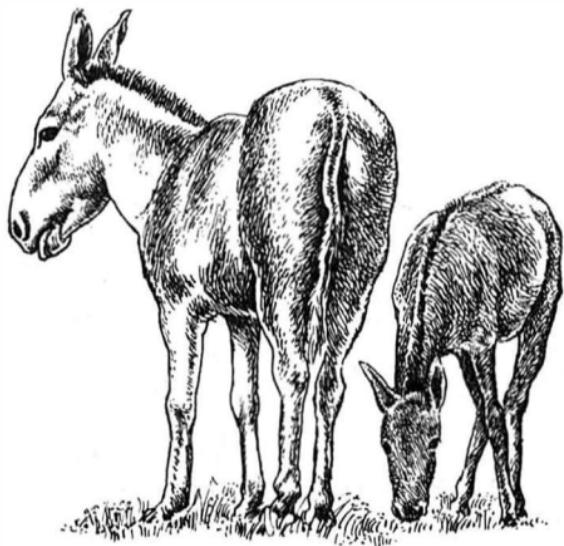
Aufschlußreich sind die Beobachtungen der Völker der finnisch-ugrischen Gruppe. Die Udmurtier zum Beispiel meinen, daß ein harter Winter bevorsteht, wenn sich die Eichhörnchen im Herbst einen großen Vorrat an Fichtenzapfen anlegen. Entsprechend den Vorstellungen der Mari wird der Schnee spät fallen, wenn die Eichhörnchen im Herbst ihr Kleid früh wechseln. Tragen sie jedoch ihr Sommergewand lange, dann steht starker Schneefall bevor.

Hier dürfte es sich um ein Mißverständnis handeln,

denn der Haarwechsel des Eichhörnchens – wie übrigens auch der Schneehasen – ist gewöhnlich der Anlaß für die direkt entgegengesetzte Prognose.

Eine weitere Art der Nagetiere ist überaus empfindlich für nahende Wetterveränderung – es sind die Biber, die ihr Leben zur Hälfte im Wasser verbringen. Sie siedeln gewöhnlich in Kolonien an Waldflüssen, errichten aus Zweigen und Schlamm kuppelförmige Bauten und versperren die Flüsse mit Wehren aus Baumstämmen. Solange der Altweibersommer freundliche, warme, sonnige Tage zu bieten hat, beeilen sich diese Meister der Baukunst nicht mit der Anlegung ihrer Winterbehausungen, sie durchstreifen ihr großes Revier und geben sich einem Faulenzerdasein hin. Doch wenn sie spüren, daß es mit dem freundlichen Wetter bald zu Ende ist, werden sie sofort mobil: Sie fällen Bäume, schleppen sie ans Ufer und legen sie dort zu einem Damm übereinander. Diese umfangreiche Bautätigkeit muß vor Einsetzen des Frostes abgeschlossen sein. Die Arbeit erfolgt streng nach „Zeitplan“: Man hat herausgefunden, daß die Biber niemals vorzeitig beginnen, die Baumstämmen zu bearbeiten und zu transportieren, doch immer gehen sie so vor, daß die Errichtung des Staudamms genau zur rechten Zeit vollendet wird. Und die Biber geraten niemals in Terminschwierigkeiten. Hier zeigt sich ihre außergewöhnliche Fähigkeit zur langfristigen Wettervorhersage. Da sie im voraus wissen, wie das Wetter wird, können diese profunden „Meteorologen“ die erforderlichen Vorkehrungen rechtzeitig treffen. Wenn man also eine Biberkolonie bei der aktiven Bautätigkeit antrifft, kann man mit Sicherheit sagen, der Winter steht vor der Tür.

Über gut ausgeprägte synoptische Fähigkeiten verfügen auch die Kulane. Einst weideten die Herden dieser hellhörigen, scheuen und vorsichtigen Halbesel auf riesigen Territorien Mittelasiens und anderer Landstriche.



Der asiatische Halbesel Kulan oder Dschiggetai lebt in kleinen Herden in den grenzenlosen Steppen und den Bergen des Irans, Turkmeniens und der Mongolei.

Die schönen und kräftigen Tiere wurden zum Opfer eines Aberglaubens, der in den Ländern des Fernen Ostens verbreitet war. Man meinte, das Fleisch und das Fett der Kulane verfüge über Heilwirkung. Außerdem fertigte man aus ihrem Balg das beste Safyian- und das legendäre Chagrinleder. Die erbarmungslose Ausrottung führte dazu, daß in der Mitte unseres Jahrhunderts nur einige hundert Kulane übriggeblieben waren. Jetzt hat sich die Situation stark verbessert. Durch gezielte Maßnahmen konnte ihre Anzahl wieder steigen. Sie leben in kleinen Herden in den Steppen und Bergen des Iran, Turkmeniens und der Mongolei. Das ganze Jahr über sind sie auf der Suche nach Futter und Wasser unterwegs. Darum haben sie ausgeprägte Anpassungsreaktionen für Wetterveränderungen entwickelt. Der Professor für Zoologie

A. Bannikow berichtet, daß einen Wetterumschwung die Kulane 10 bis 12 Stunden im voraus spüren. Mitunter suchen sie sich schon einen Tag vor einem Schneetreiben eine sichere Deckung. Genauso verhalten sich die Saiga, die Steppenantilopen, die im Kaspischen Raum, in Kasachstan und in der Mongolei beheimatet sind. Kein Wölkchen am Himmel, das Barometer steht auf „heiter“, nichts deutet auf ein Unwetter, diese hochbeinigen Antilopen jedoch begeben sich in das Saksaulgesträuch oder verbergen sich hinter den Barchan-Dünen. Also ist ein unheilvolles Schneegestöber im Anzug.

Als verdientermaßen gute „Wetterpropheten“ unter den wildlebenden Säugetieren haben sich die Damhirsche bewährt. Brehm schrieb über sie: „Der Damhirsch ist zutraulich, hält sich an offenen Stellen auch am Tage auf, ist fröhlich und sogar übermüdig und sehr zu Späßen aufgelegt. In dieser Hinsicht kann er sogar zu den Wetterpropheten gerechnet werden: wenn er besonders unruhig und rastlos wirkt, kann mit Bestimmtheit gesagt werden, daß ungünstiges, und zwar stürmisches Wetter im Anmarsch ist.“ In gleichem Maße synoptisch begabt wie der Damhirsch sind auch das Reh, der Edelhirsch und das Mufflon.

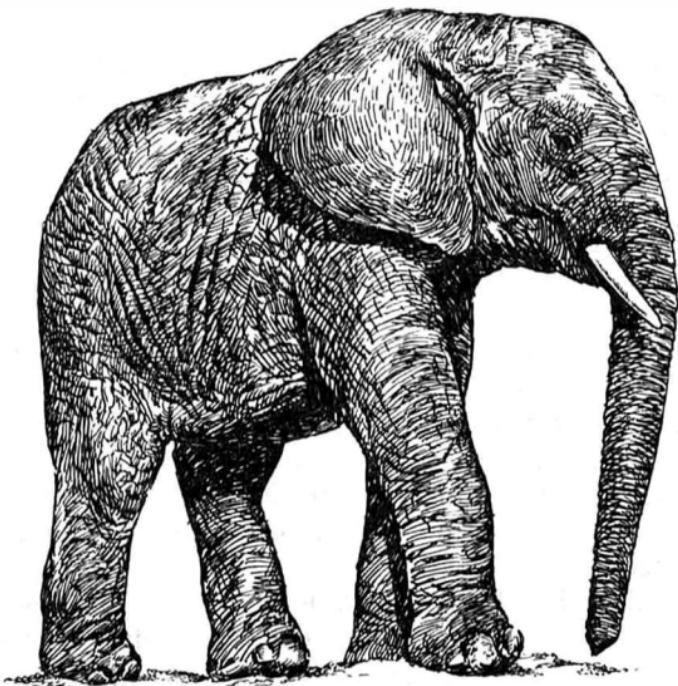
Bekannt ist folgender verbürgter Fall, der vor 15 Jahren in vielen Zeitungen beschrieben wurde. Im Nordteil Niedersachsens war vielen Förstern und Landbewohnern die übermäßige Unruhe aufgefallen, die sich der Rehe und der Hirsche bemächtigt hatte und bald danach auch auf die Wildschweine und andere Tiere übergriff. Diese Mitteilung wurde am 12. November 1972, abends, veröffentlicht. Im Laufe der Nacht steigerte sich die Erregung der Tiere bis zu einer regelrechten Panik. In der Morgendämmerung verbargen sich die großen Huftiere nicht wie gewöhnlich im Waldesdickicht, sondern blieben auf den Feldern und auf unbewaldeten

Stellen, in unmittelbarer Nähe beieinander. Dies alles war für die dortigen Einwohner ein völlig unbekannter Anblick. Am nächsten Tag jedoch, am 13. November 1972, brach ein Orkan aus, den die Menschen bis heute nicht vergessen haben. Die Windgeschwindigkeit erreichte 170 Kilometer in der Stunde. Das tobende Naturelement fegte über den gesamten Nordteil der BRD und hinterließ dessen Felder in einem höchst bedauernswerten Zustand.

Auf ihre Weise reagieren auf einen Wetterumschwung Eisbären in zoologischen Gärten. Zwei bis drei Tage vor einem Kälteeinbruch meiden sie das Schwimmbecken. Sie tauchen nur einmal hinein, springen sofort an Land, schütteln sich kräftig und ziehen sich für den ganzen Tag in ihre Höhle zurück. Wenn sie jedoch mit einer Aufwärmung in den nächsten zwei oder drei Tagen rechnen, dann baden sie ausgiebig und mit Vergnügen.

Sensibel sind für bevorstehende Wetterumschwünge die größten Säugetiere des Festlandes, die Elefanten, die in Savannen Afrikas, Dschungeln Südasiens beheimatet sind.

Etwa zwei Jahre lang hatte der Schweizer Zoologe W. Leuthold diese Tiere im Nationalpark Tsavo in Kenia beobachtet und dabei herausgefunden, daß sie über enorme Fähigkeiten der Wettervoraussage verfügen. Alle zweiundzwanzig Tiere der beobachteten Herde zeigten ein gutes Gespür für aufziehendes Unwetter. Als die Tiere mindestens 16 Stunden pro Tag durch das umfangreiche Territorium auf der Suche nach Nahrung zogen (ein erwachsener Elefant benötigt jeden Tag zur Energieversorgung seines riesigen Körpers nicht weniger als zwei Dezitonnen Futter, vorwiegend Gräser), haben die Tiere dabei, wie es die Beobachtungen zeigten, ständig die Witterungsbedingungen beachtet und in Rechnung gestellt. So nahmen sie einen Standortwech-



Elefant

sel auf der Riesenfläche des Nationalparks unter strenger Beachtung der Wetterverhältnisse vor. Niederungen, die der Überflutungsgefahr ausgesetzt sind, werden von ihnen vor einem Regen verlassen. Dabei hilft den Elefanten die phänomenale Fähigkeit, den Raum zu bestimmen, den die Regenfront bereits erreicht hat oder bald erreichen wird, und die entgegengesetzte Richtung einzuschlagen. Bemerkenswert ist, daß diese Fähigkeit der Dickhäuter sich bereits zeigt, wenn sie noch Hunderte Kilometer von der Unwetterzone trennen. Sie sind also trotz der dicken Haut sehr sensible und feinfühlige Wesen. Bei weitem nicht alle Einwohner

der Savanne oder des Dschungels können das von sich sagen.

Als Wetterpropheten treten in Südamerika die Brüllaffen auf. Entsprechend den Beobachtungen von Naturforschern lassen sie ihre mächtige Stimme nur bei bestimmten atmosphärischen Bedingungen erschallen. Diese Affen besitzen Kehlsäcke unterhalb des Unterkiefers, ihr Zungenbein ist als große Knochenblase ausgebildet und dient als Resonanzkörper. Die Stimme der Brüllaffen ist tief und unwahrscheinlich kräftig. Doch es ist kein eintöniges Brüllen: Die Affen schreien rhythmisch und ändern dabei die Tonhöhe (wie bei Orgelspiel) in Abhängigkeit vom Wetter. Brüllaffen sind auch in Gegenden beheimatet, wo es eine Art Winter gibt (allerdings nicht im europäischen Sinne): Möglich sind Morgenfröste, kalte Winde, Regen und Wolkenbrüche. Am meisten fürchten die Brüllaffen den Frost, auch Nordwinde können sie nicht ausstehen.

Interessantes wissen Forschungsreisende über die meteorologischen Fähigkeiten der Affen in Südamerika zu berichten. Der polnische Schriftsteller und Forschungsreisende W. Ostrowski hat über zweitausend Kilometer mit einem Schlauchboot auf dem Paraná-Fluß in Brasilien und Argentinien zurückgelegt. In seinem Reisebericht können wir über folgende Begebenheit nachlesen. An einem stillen schwülen Abend hatten er und sein argentinischer Begleiter ihr Zelt an einem Fluß aufgeschlagen. Nachts erhob sich der Argentinier auf dem Ellenbogen und sagte:

„Jetzt brauchen wir uns nicht mehr zu beeilen. Morgen müssen wir hier bleiben. Es wird Nordwind und Regen geben.“

Im Morgengrauen dann wurden die Reisenden vom Knattern der Zeltwände geweckt, die der peitschende Nordwind einzureißen drohte. Es goß in Strömen.

„Woher hast du gewußt, daß der Wind vom Nor-



Die von Alexander v. Humboldt beschriebenen Wollaffen leben am Orinoko und Amazonas.

den kommen und Regen bringen wird?“ wollte der Schriftsteller wissen.

„Hast du denn nicht gehört, wie abends die Affen brüllten? Wie aufgezogen: Uuu... chuuu. Die schreien immer so, wenn aus Brasilien ein Unwetter aufzieht.“

Über meteorologische prognostische Fähigkeiten verfügen auch einige Haustiere aus der umfangreichen Klasse der Säugetiere.

Der Prozeß der Domestizierung der wildlebenden Tiere begann entsprechend den einen archäologischen Funden vor 10 bis 12 Jahrtausenden, gemäß den anderen schon 5 bis 6 Jahrtausende früher. In all diesen Jahren ist es dem Menschen gelungen, aus der Riesenzahl der Tiere rund 60 Arten zu Haustieren zu machen. Die neue Lebensweise mußte sich natürlich in ihrem

Verhalten, ihren Gewohnheiten und Reflexen niederschlagen. Doch obwohl die „Kontinuität der Epochen“ unterbrochen wurde, sind bei unseren Brüdern mit den Krallen die Urinstinkte nicht erloschen, die sie von ihren fernen Vorfahren ererbt haben. Zum mindesten sind die Biomechanismen, die zur Wahrnehmung der unterschiedlichsten meteorologischen Faktoren dienen (das sind sowohl die Schwankungen des atmosphärischen Drucks, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Gaszusammensetzung der Luft als auch die Änderungen der Windrichtung und der Windstärke, der Woldecke usw.), bei den Haustieren in dem gleichen Maße erhalten geblieben, wie sie ihre Uretern besaßen. Heute sind wir nicht in der Lage, die Schärfe der Wahrnehmungen z. B. der Kamele, der Hammel, der Ziegen, der Schweine und der anderen domestizierten Huftiere mit der Schärfe der Wahrnehmungen ihrer fernen Vorfahren zu vergleichen, die ein Herdenleben geführt haben. Es läßt sich nur vermuten, daß im Prozeß der Domestizierung, unter den veränderten Lebensbedingungen, als die Notwendigkeit entfallen war, Schutz vor Unwetter zu suchen und sich nach Nahrung umzusehen (diese Sorgen hat ihnen der Mensch abgenommen), die Empfindlichkeit der domestizierten Tiere, insbesondere der Säugetiere, gegenüber den sich in der Atmosphäre abspielenden Prozessen etwas abgenommen hat, sozusagen stumpfer geworden ist. Wie jedoch langjährige Beobachtungen vor allem der Landbewohner, der Naturforscher, der Zoologen, der Ethologen zeigen, ist ein großer Teil der Hinweise – der Wetterprognosen – dieser Tiere dennoch sehr zuverlässig.

Als hervorragende Wetterpropheten unter den domestizierten Tieren gelten die Hunde. Nun schon viele Jahrtausende leben diese treuen und guten Freunde bei den Menschen. Die prächtig entwickelten Sinnesorgane helfen den Hunden, bei der Jagd das Wild aufzuspü-



Die Haushunde sind treue Gefährten des Menschen schon seit vielen Jahrtausenden. In dieser Zeit wurden rund 400 verschiedene Gebrauchs- und Zierhunderassen gezüchtet. Unser Bild zeigt einen Kurzhaar-Vorstehhund.

ren, Verbrecher zu suchen, Stadtgasleitungen auf undichte Stellen zu prüfen, Rauschgifte aufzustöbern, die von Schmugglern in höchst einfallsreich ersonnenen Vorrichtungen über die Grenze gebracht werden, usw. Besonders empfindlich sind ihre Bioindikatoren gegenüber Veränderungen, die sich in der Atmosphäre vollziehen. Als Beispiel können die Schlittenhunde dienen, die fast das ganze Jahr an der frischen Luft, unter freiem Himmel verbringen. Viehzüchter und Jäger im hohen Norden wissen: Wenn die Hunde sich abends im Schnee wälzen, wird es bald ein Unwetter geben. Und tatsächlich setzt dann meistens schon in der Nacht ein Schneegestöber ein.

Auch andere Wetterwarnungen der Hunde sind be-

kannt. Vor einem Regen graben sie heftig in der Erde. Vor Regen und Schnee wälzen sie sich auf der Erde herum. Liegt ein Hund zusammengerollt, dann wird es bald kalt, liegt er jedoch gestreckt und womöglich noch mit dem Bauch nach oben, dann ist mit Wärme zu rechnen. Kleine verzärtelte Zimmerhunde kuscheln sich vor Kälteeinbruch in die Polstermöbel, verbergen die Schnauze zwischen den Pfoten, rollen sich zusammen und dösen still vor sich hin.

An sich reagiert jede Hunderasse auf ihre Weise auf anstehende Wetterveränderungen. Im Jahre 1910 teilte die Zeitung „Russische Lektüre“ mit, daß die Bulldoggen und die Foxterrier die besten lebenden Barometer seien. Bulldoggen werden vor Unwetter träge und lehnen das Futter ab. Vor einer Schönwetterzeit jedoch leben sie auf und sind sehr mobil. Der Foxterrier heult vor Regen, gräbt in der Erde und schläft sehr unruhig.

In bezug auf ihre synoptischen Fähigkeiten stehen die Katzen den Hunden nicht nach, man kann sogar sagen, daß sie diese übertreffen. Die Instinkte dieser anmutigen Tiere haben im Ergebnis der Domestizierung nur wenige Veränderungen durchgemacht. Die Katze ist weiterhin ein ausgezeichneter Jäger auf Mäuse und kleine Vögel geblieben. Sie lebt zwar seit sehr langer Zeit beim Menschen, ist aber auch heute für die Wissenschaftler ein rätselhaftes Geschöpf.

Die Funktion der Sinnesorgane der Katze ist überaus kompliziert. Lange Zeit war man der Ansicht, die Katze würde ihre Außenwelt vorwiegend visuell beurteilen. Und tatsächlich sind die Katzenaugen ein gut entwickeltes Organ. Die Katze sieht etwa sechsmal besser als der Mensch. Sie erkennt einen ihr bekannten Menschen aus einer Entfernung von mehr als einhundert Meterh. Die Katze kann vollkommen unbesorgt in die Sonne schauen: Ihre Pupillen regulieren die



Die steifen, dicken Tasthaare der Katze nehmen in gewaltigen Haarzwiebeln ihren Anfang, die von stark durchblutetem Hautgewebe umgeben sind. Mittels der Schnurrhaare erlangt die Katze Informationen über die Beschaffenheit von unbekannten Gegenständen.

Menge des auf die Netzhaut einfallenden Lichts auf bestmögliche Weise. Bei voll aufgeblendeter Pupille sieht eine Katze bei einer derart geringen Beleuchtungsintensität, die für uns Menschen eine stockfinstere Nacht ist. Doch die neuesten Forschungen haben nachgewiesen, daß die Katzen bei der Beurteilung ihrer Umwelt sich nicht auf den Gesichtssinn beschränken. Neben den wirklich ausgezeichneten Augen besitzt die Katze auch ein phänomenales Gehör – viel besser als beim Menschen und sogar beim Hund. Doch damit nicht genug. Man hat in Experimenten herausgefunden,

daß die Katze über eine Art „visuelles Gehör“ verfügt, also mit den Augen gewissermaßen hören kann.

Die Katze hat noch ein weiteres Wunderorgan – den Schnurrbart. Die langen federnden Schnurrrhaare, die Augenbrauen und die kleinen Härchen an der Rückseite der Vorderpfoten bilden als Tasthaare eine Art Hilfssystem für die räumliche Orientierung der Katze. Dank ihnen findet sich eine Katze sogar bei absoluter Finsternis und Stille zurecht, wenn Augen und Ohren ihren Dienst versagen. Auch erkunden die Katzen einen Gegenstand auf seine Oberflächenbeschaffenheit durch schmusendes Reiben und erfahren dabei mehr über diesen Gegenstand als vermittels der Augen, der Ohren und der Nase. Wie sie das im einzelnen tun, haben die Wissenschaftler noch nicht herausgefunden, doch sicher ist, daß eine Katze mit ihren Schnurrrhaaren die Größe und die Bewegung des Beutetiers außerhalb ihres Gesichtsfelds bestimmen kann.

Zudem sind die Katzen ausgezeichnete Temperaturanzeiger. In rund vierhundert Beobachtungen fand man heraus, daß die Stellung einer schlafenden Katze von der Außentemperatur abhängt. Ist es im Zimmer kalt, dann rollt sich die Katze zusammen, den Kopf und die Pfoten drückt sie an den Bauch unter den angelegten Schwanz. Wenn es etwas wärmer wird, streckt sich die Katze, so daß ihr Körper einen Kreisbogen von etwa 270 Grad bildet. Bei noch höherer Temperatur ähnelt ihr Körper einem Halbkreis, bei Hitze aber streckt sie sich zu einer Geraden.

Die empfindlichen Wärmerezeptoren und wahrscheinlich auch andere, bis jetzt noch nicht ermittelte Biomechanismen der Hauskatzen machen sie für Wetterveränderungen empfindlich, die wir anhand des Katzenverhaltens voraussagen können. Wenn eine Katze ihr Fell leckt, wird es Unwetter geben; wenn sie sich wäscht, ihre Pfoten leckt, steht schönes Wetter

an; verbirgt sie ihr Gesicht, dann ist mit Frost oder Unwetter zu rechnen; vor einem Froststeinbruch kuschelt sie sich an den Ofen; vor Wind und Schneetreiben kratzt sie mit ihren Krallen den Fußboden; kratzt sie jedoch die Wand, dann kommt Unwetter; schläft sie fest, ist mit Wärme zu rechnen; auch wenn sie den Bauch beim Schlafen zeigt, wird es warm werden.

Die bäuerliche Wetterkunde kennt viele Merkregeln über bevorstehende Wetterveränderungen, die vom Verhalten der nächsten Gehilfen des Menschen – der Pferde – ausgehen. Einst galoppierten ihre fernen Vorfahren mit dröhnendem Stampfen in Herden über die Steppen der meisten Kontinente. Sie alle waren die Nachfahren eines kleinen Geschöpfes, das den Spaniel nur knapp übertragen würde. Dieses Urpferd hieß „Eohippus“ und kam im Eozän auf, also vor rund 60 Millionen Jahren. Fast alle wilden Pferde, die unsere Erde in der Vergangenheit bewohnten und mindestens 20 Gattungen bildeten, sind heute ausgestorben. Heute ist nur eine Art der tatsächlich wilden Pferde erhalten geblieben – das Prshewalskipferd, das im Jahre 1879 in den Steppen Mittelasiens entdeckt wurde. Es gehört zur Gattung, die alle Rassen der heutigen Hauspferde in sich aufnimmt (bekannt sind etwa sechzig Pferderassen). Ungeachtet der langen Periode der Domestizierung, haben alle heute existenten Pferdearten (sie gehören zur Ordnung der Unpaarhufer) ihre natürlichen Anlagen nur wenig verändert. In einem gewissen Grade sind sie wahrscheinlich etwas abgestumpft, äußern sich aber dennoch in den verschiedenen Lebenssituationen. Die Pferde haben ein Gespür für Wetterveränderungen. Aus langjährigen Beobachtungen ihrer Verhaltensreaktionen sind in den Umgang folgende Merkregeln fest eingegangen: Ein Pferd schnauft vor Unwetter und prustet vor Wärme, es schüttelt den Kopf und wirft

ihn hoch, wenn Regen ansteht, auf die Erde legt es sich im Sommer vor feuchtem Wetter, im Winter vor Schnee.

Das Wetter können auch Kühe vorhersagen. Vor einigen Jahren teilte die amerikanische Zeitschrift „Time“ ihren Lesern mit, daß ein gewisser John McAdams, ein Farmer aus der Stadt Huntsville (Texas), dem Wetterdienst von Houston den Fehdehandschuh hingeworfen habe: „Eine Kuh, die den Schwanz nach dem Wind hebt, oder ein Schwein, das sich in den Schmutz einwühlt, sagt das Wetter besser voraus als die amerikanischen Meteorologen mit ihrer aller-neuesten Technik.“ Der dortige Wetterdienst wollte den Vorwurf nicht auf sich sitzen lassen und veranstaltete einen Ausscheid gegen McAdams Kuh Brimer. Jede zutreffende Wetterprognose wurde mit einem Punkt bewertet. Die Kuh gewann die Prophetenschlacht mit einem Spielstand von 19 zu 8. Doch am letzten Tag des Ausscheids hakte es bei ihr aus: Auf den ununterbrochenen Regen reagierte sie in keiner Weise.

Und dennoch ist die Kuh ein recht zuverlässiger Bioindikator des Wetters. Wenn das Wetter sich ändert, besonders wenn ein Sturm aufzieht, werden die Kühe unruhig. In solchen Augenblicken ziehen sie es vor, schneller an eine geschützte Stelle zu gelangen, zu ihrer Futterkrippe, und wenn man sie nachmittags oder abends nach Hause treibt, bewegen sie sich erstaunlich hurtig. Zahlreiche Bauernregeln beziehen sich auf das Verhalten der Kühe. Vor einem Unwetter heben sie die Köpfe, ziehen schnaufend die Luft ein und lecken sich das Maul. Die Milchleistung der Kühe läßt vor Regen nach. Wenn Kuh abends gierig Gras fressen, wird es am nächsten Tag regnen. Und auch, wenn sie wenig Wasser trinken und am Tage schlafen. Vor freundlichem Wetter legt sich eine Kuh auf die Erde.

Auch die Schweine hat die Natur mit synoptischen Fähigkeiten nicht benachteiligt.

Den Grundstein für die Domestizierung dieser Tiere, meinen einige Wissenschaftler, hat ein furchtloser Landwirt gelegt, der als erster den Mut aufbrachte, entweder einen wilden Eber mit Gattin einzufangen oder einen Frischling großzuziehen. Man schätzt, daß dies im Neolithikum passiert sein muß, vor rund 6500 Jahren. Dennoch hat die Domestizierung den Schweinen keinen tiefen Stempel aufgeprägt, und sie alle haben sich ihre wilde Wesensart fast vollständig bewahrt. Diese unwahrscheinlich ausdauernden und gescheiten Tiere reagieren genauso wie die Küh sehr deutlich auf die verschiedenen atmosphärischen Erscheinungen. Entsprechend den langjährigen Beobachtungen der Dorfbewohner ist, wenn eine Schweineherde bei gutem Wetter grunzend von der Weide in den Stall flüchtet, ganz sicher mit Regen zu rechnen, wenn Schweine Stroh herumschleppen, wird es einen Sturm geben, wenn sie quietschen, sind Schneetreiben und Schneegestöber nicht mehr fern, wenn die Herde aber auf Tuchfühlung geht, wird es bald Frost geben...

Einige Säuger unter unseren Haustieren sind sehr empfindlich gegen Luftfeuchtigkeit. An erster Stelle sind hier die Hammel zu nennen. Dies erklärt sich aus den Eigenschaften ihres Wollkleides, denn die Wollfasern saugen sich bei hoher Luftfeuchtigkeit mit Wasser voll, quellen auf und werden länger. Bei trockenem Wetter hingegen „schrumpft“ das Wollkleid. Schafhirten brauchen einen Hammel nur über das Fell zu streichen, und schon wissen sie, wie das Wetter sein wird. Isaac Newton soll einmal bei Sonnenschein einem Schafhirten nicht geglaubt haben, er setzte seinen Spaziergang fort und kehrte dann bis auf die Haut durchnäßt nach Hause zurück.

Bei der Gelegenheit sei erwähnt, daß auch das Men-

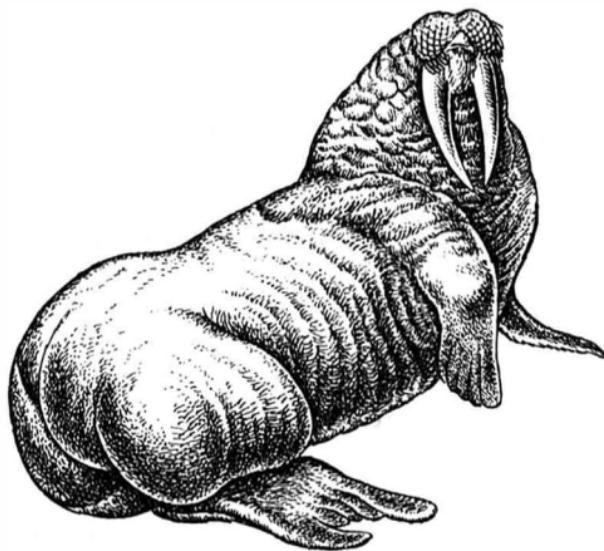
schenhaar sehr empfindlich gegenüber Veränderungen der Luftfeuchtigkeit reagiert. Nach einer entsprechenden Bearbeitung streckt es sich proportional zur Zunahme des Wassergehalts der Luft. Zum ersten Mal wurde diese seine Eigenschaft im Jahre 1783 für die Konstruktion eines Hygrometers genutzt, aber auch heute noch verwendet man Menschenhaarhygrometer, weil diese Geräte sehr zuverlässig und genau sind.

Walrosse und Weißwale als Wetterpropheten

Im Ausstatten der Säugetiere mit synoptischen Fähigkeiten beschränkt sich die Natur nicht auf das Festland. Auch die im Meer lebenden Säuger haben in dieser Hinsicht allerlei zu bieten. Besonders Walrosse besitzen die Gabe, die Eissituation vorauszusagen.

Die Walrosse sind die größten Tiere in der Ordnung der Flossenfüßer oder Robben. Sie werden bis zu fünf Meter lang und bis zwei Tonnen schwer und kommen im Nordpolarmeer sowie in den nördlichen Teilen des Atlantischen sowie des Stillen Ozeans vor. Die dicke Haut (3 bis 4 cm) und die darunter liegende Fettschicht (5 bis 10 cm stark) schützen die Walrosse vor Unterkühlung bei ihrem Leben inmitten des Packeises. In der Sprache der Zoologen ausgedrückt, sind die Walrosse pagophil-litorale Tiere, d. h. sie leben sowohl auf dem Eis (Pagos) als auch auf dem seichten Uferstreifen (Litoral), wo sie nach ihrer Lieblingsnahrung, den Mollusken, tauchen.

Walrosse können zwar recht lange tauchen (bis zu 16 Minuten), sind aber als Lungenatmer an die Luft gebunden. Andererseits lassen sie sich nicht auf großen kompakten Eisfeldern nieder, sondern suchen sich immer



Walroß

Liegeplätze mit eisfreien Stellen aus. Nun haben aber Piloten unserer Polarfliegerei und Hydrologen auf nördlichen Stationen mehr als einmal Walrosse auf kompakten Eisfeldern gesehen, die nicht einmal von Eisbrechern bezwungen werden können. So hatte in dem für die Navigation äußerst schweren Jahr 1965 die Eisauflärung Walrosse in der Tschuktschensee mitten auf einem Eismassiv 100 Meilen von der Eiskante entfernt gesichtet.

Die Hydrologen wandten sich um Erklärung dieses Phänomens an einen sehr erfahrenen Seemann, an den Kapitän N. Injuschin, und bekamen zu hören: „Wenn Walrosse auf ein Massiv geklettert sind, ist es also kein Massiv mehr!“ Und wirklich, zwei Wochen danach war dieser Teil des Meeres fast eisfrei.

Im nächsten Jahr schenkte man den Aufenthaltsorten der Walrosse verstärkt Beachtung. Wieder wurden große Walroßherden auf einem Massiv gesichtet, doch

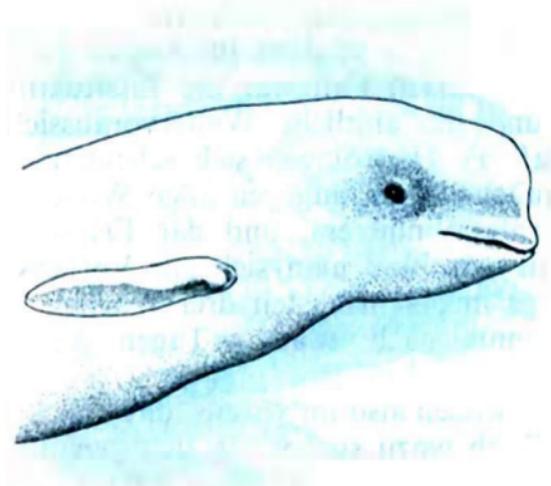
nun wagte man die Prognose: In zehn Tagen wird das Massiv verschwinden, und die Vorhersage traf ein.

Analoge Fälle gab es dann im August 1969 und im Juli 1970. Im ersten Fall war die Eissituation derart schwierig und die amtliche Wettervoraussicht derart trostlos, daß die Hydrologen sich scheuten, den Robben zu glauben. Doch entgegen allen Wetterprognosen setzten warme Winde ein, und das Eis schmolz. Im zweiten Fall entschloß man sich zur Vorhersage eines Eisrückgangs in den nächsten drei Wochen. Und tatsächlich konnte nach zwanzig Tagen die Schiffahrt aufgenommen werden.

Walrosse wissen also im voraus, daß das Eis schmelzen wird. Doch wozu suchen sie sich genau die Mitte der riesigen Eismassive aus? Man nimmt an, daß die Walrosse einen Sinn dafür haben, wo sich die warmen Meeresströmungen befinden. Selbst sehr kompaktes Eis weist im Sommer Risse und Taustellen auf, und diese natürlichen Durchbrüche nutzen die Walrosse zum Atmen, wenn sie mit den warmen Strömungen nach Norden ziehen. An diese Strömungen aber halten sie sich, weil ihre bevorzugte Nahrung an der Grenze des Kalt- und des Warmwassers vorkommt.

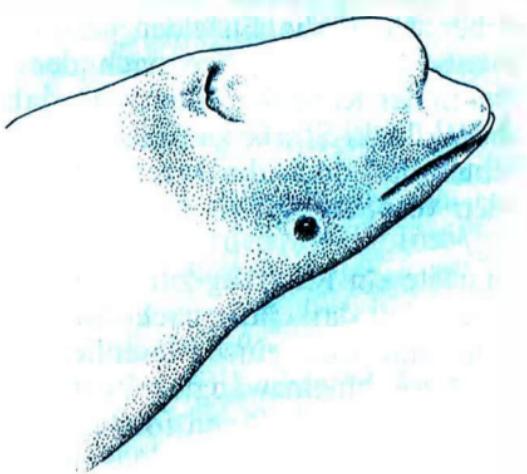
Folglich können die Hydrologen, denen die Möglichkeit verwehrt ist, einen Blick unter das Eis zu werfen, anhand der Liegeplätze der Walrosse auf den Verlauf der Warmwasserfront schließen und das Eisverhalten im jeweiligen Bezirk vorhersagen. Das bezieht sich nicht nur auf das Schrumpfen der Eismassive, sondern auch auf das Wachsen der Eisfelder und demnach auf das Voraussagen von Schwierigkeiten für die Schiffahrt.

Das Beobachten der Walrosse ist also ein wertvolles Hilfsmittel bei der gewöhnlichen hydrologischen und Eiserkundung. Dabei fällt ins Gewicht, daß die Eisprognosen der Walrosse nicht nur genau, sondern rechtzeitig gegeben werden – drei bis vier Wochen im voraus.



Beluga oder Weißwal – ein großes (4 bis 6 Meter langes) arktisches Säugetier aus der Unterordnung der Zahnwale. Unter den Walen gilt die Beluga als besonders „geschwäztig“, so daß sie oft als „See-Kanarier“ bezeichnet wird. Im Zustand des Schweigens bewahrt der Kopf des Weißwals eine runde Form, wobei die Stirn steil auf den Oberkiefer herabfällt.

Auch das Verhalten der Weißwale macht die Erkennung der Eissituation möglich. Der Weißwal, auch Beluga genannt, gehört zur Familie der Delphine (*Delphinidae*), die in allen Meeren der Arktis sowie im Bering- und im Ochotskischen Meer heimisch sind. Die Gründelwale unterscheiden sich von ihren Verwandten – dem Großen Tümmler, dem Gemeinen Delphin, dem Grindwal, dem Schweinswal oder dem Schwertwal – durch das Fehlen der Rückenflosse (der Finne) sowie durch eine besondere Färbung. Die erwachsenen Weißwale sind zunächst bläulichgrau und werden mit den Jahren immer weißer, bis hin zu Elfenbein. Am Kopf haben sie ein dickes Hautpolster ohne darunterliegende Fettschicht. Mit dem Stirnteil dieses Polsters rammen sie



Bei Lautäußerungen zieht die Beluga die Muskeln über dem Oberkiefer zusammen, so daß sich die Schallkammer im vorderen Teil des Kopfes deutlich abzeichnet.

das Eis und können dabei Schollen bis zu 15 cm Stärke durchbrechen. Der Weißwal sieht schlecht, verfügt jedoch über eine ausgezeichnete Ultraschallortung. Er sendet Töne mit einer Frequenz von mehr als 20 kHz aus und empfängt das Echosignal, das ihm ein Bild der Unterwassersituation übermittelt. Aber auch seine „Gesprächslaute“, die von uns gehört werden können, weil sie unterhalb des Ultraschallbereichs liegen, zeichnen sich durch große Vielfalt aus. Das sind Grunzen, Schmatzen, Stöhnen, Knarren, Läuten, Weinen und sogar Zwitschern. Dafür haben sich die Weißwale bei den Seeleuten den Namen „sea-canary“ (Meeres-Kanarienvogel) verdient. Auch dem Geräusch von Schiffs- schrauben ähneln die Laute von Weißwalen, so daß

die Hydroakustiker in U-Booten während des zweiten Weltkriegs oft Fehlalarm auslösten.

Vor einigen Jahren haben Weißwale eine Schiffs-karawane sicher durch die Eisfelder geleitet. Die Karawane war aus der Laptew-See nach dem Nordensiöld-Archipel in der Kara-See unterwegs, dabei war die heimtückische Wilkizki-Straße zu passieren. Es war zwar erst Ende September, doch die Meeressstraße war dicht mit Eisschollen verpackt. Nicht die Spur einer befahrbaren Rinne...

Abends startete ein Flugzeug zur Eisaufklärung und brachte die Kunde, daß sich nach Südwesten Risse gebildet haben und sich eine Riesenherde Weißwale in einen der Risse hineinzwängte. Vornweg schwammen die großen Männchen, ihnen folgten die Weibchen mit den Jungwalen. Die Kinder hielten sich an die Mütter und ahmten exakt jede ihrer Bewegungen nach. Offenbar zog die Herde in die Kara-See, um dort zu überwintern, wie das diese Tiere jedes Jahr zu tun pflegen. Verwunderlich jedoch war, daß die Herde sich einen Riß im Eis ausgesucht hatte, der unverkennbar eine Sackgasse war. Weiter vorn erstreckte sich bis zum Horizont eine durchgehende Eisdecke, wie sie für Weißwale unüberwindlich ist, denn sie können nur für rund 15 Minuten tauchen, wobei sie höchstens drei Kilometer zurücklegen.

Am nächsten Morgen klärte sich das Rätsel. Die gestrigen Risse im Eis waren breiter geworden und hatten sich mit einer feinen Eisschicht überzogen. In einem von ihnen war deutlich eine Kette runder Löcher zu erkennen. Zwischen den Löchern glitzerten silbern Luftblasen – das sichere Zeichen, daß in der Nacht hier noch eine Herde durchgeschwommen war. Weiter vorn am Festland aber erblickten die Hydrologen einen schmalen dunklen eisfreien Streifen. Nachts hatte der Wind seine Richtung gewechselt und den Küstenstreifen

eisfrei gemacht! Die Tiere hatten das also vorausgespürt. Zuversichtlich steuerte nun die Schiffskarawane die Rinne im Eis an. Die Entscheidung hatten ihr die Weißwale abgenommen, doch wie sie zu derselben gelangt waren, das weiß bis heute niemand zu sagen.

Die wetterempfindlichen Insekten

Unser Bericht über die Wetterpropheten bei den Tieren wäre unvollständig, würden wir die Insekten übergehen.

Im zoologischen System belegen die Insekten den bescheidenen Platz einer Klasse in dem weitgefächerten Stamm der Gliederfüßer. Der Zahl ihrer Arten nach übertreffen sie aber alle übrigen Tiere und Pflanzen zusammen. Die Insekten blicken auf eine Entwicklungsgeschichte von mehr als 300 Millionen Jahren zurück. Heute ist rund eine Million Insektenarten bekannt, und jedes Jahr werden mehrere tausend neue Arten entdeckt. Man schätzt, daß noch eine weitere Million Arten entdeckt wird, manche Wissenschaftler rechnen gar mit 10 Millionen!

Die Insekten begleiten den Menschen überall – sie leben in seinem Haus, greifen ihn an, fressen seine Nahrung, machen ihm die Ernteerträge streitig, beschenken ihn aber auch mit dem wunderwirkenden Blütennektar, mit Wachs, Honig und anderen Produkten. Diese ihrer Größe nach höchst unterschiedlichen Wesen gehen vielen Tätigkeiten nach, die dem Menschen eigen sind, wobei sie einzelne Arbeiten mitunter viel besser verrichten. Unter den Insekten gibt es Ackerbauern und Hirten, die andere Insekten hüten und melken; es gibt Baumeister, die ganze Wohnviertel so kunstvoll errichten, daß in ihnen das ganze Jahr über ein gleichmäßiges Mikroklima herrscht; es gibt Zimmerleute, Papierfabrikanten und Sklavenhalter. Auch unübertroffene Synoptiker sind unter ihnen zu finden.

Ein erwachsenes Insekt besitzt in der Regel ein stabiles Außenskelett, einem Panzer ähnelnd, das in Segmente unterteilt ist. Ihr Körper untergliedert sich in drei Sektionen – Kopf, Rumpf und Hinterleib –, die beweglich miteinander verbunden sind. Der Kopf trägt die Mundwerkzeuge und zwei Antennen; am Rumpf sind drei Paar Beine und – falls vorhanden – die Flügel befestigt; der Hinterleib nimmt das Verdauungs- und Ausscheidungssystem sowie andere Organe auf.

Auf äußere Reize reagieren die Insekten automatisch. Dafür sorgt ein einfaches, aber recht effektives Nervensystem, das zwei Perlenschnüren ähnelt, die sich durch den ganzen Körper ziehen. In jedem Segment des Insekts befindet sich ein Paar Nervenzentren, sogenannte Ganglien, die alle durch Nervenstränge miteinander verbunden sind. Die drei ersten Ganglienpaare verschmelzen zu einer Masse und bilden das Gehirn des Insekts, das die Mitteilungen der Sinnesorgane empfängt und die Aktionskommandos ausgibt. Die drei nächsten Ganglienpaare, ebenfalls im Kopf gelegen und ebenfalls verschmolzen, steuern die Tätigkeit der Mundwerkzeuge. Die Ganglien im Rumpf zeichnen für die Arbeit der Beine und der Flügel verantwortlich. Die restlichen Ganglienpaare befinden sich im Hinterleib und steuern diesen Teil des Körpers. Jede der drei Sektionen des Insekts ist folglich halbautonom und zu selbständigen reflektorischen Handlungen fähig, ohne das zentrale Steuerpult – das Gehirn – in Anspruch zu nehmen. Darum setzt sich das Verhalten eines Insekts aus den Direktreaktionen auf Signale zusammen, die aus der Umwelt eintreffen. Zu diesen Signalen gehören Temperatur, Licht, Feuchtigkeit, Gerüche, mechanische Schwingungen, Luftdruck und andere. Aus der Kette der Verhaltensreaktionen der Insekten, die durch die genannten und durch andere Reize ausgelöst werden, lassen



Der Aufbau eines Inseks. Ein erwachsenes Insekt – hier eine Feld- oder Papierwespe – besitzt ein stabiles Außenskelett, das als ein in Segmente unterteilter Panzer bezeichnet werden kann. Der Körper ist deutlich in drei Sektionen untergliedert (Kopf, Brust und Hinterleib), die beweglich miteinander verbunden sind. Am Kopf befinden sich die Mundwerkzeuge und die wichtigsten Sinnesorgane; die Brust trägt drei Paar Beine und – falls vorhanden – die Flügel; im Hinterleib befinden sich das Ausscheidungs- und das Verdauungssystem sowie andere Organe.

sich Schlüsse über Veränderungen in der Atmosphäre ableiten und somit Wetterveränderungen vorhersagen.

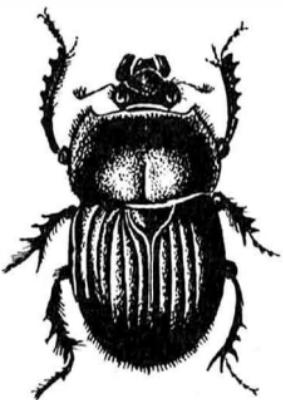
Einen großen Beitrag zum Studium der synoptischen Fähigkeiten der Insekten leistete der bekannte französische Naturforscher, Begründer der modernen Entomologie (Insektenkunde), Jean-Henri Fabre (1823–1915). Berühmt wurden die zehn Bände seiner „Souvenirs enthomologiques“, in denen er durch jahrelange Beobachtungen eine Unmenge höchst aufschlußreicher und gesicherter Fakten zusammengetragen hat. Einer von ihnen sei als Auftakt vorgestellt.

Die letzten dreißig Jahre seines Lebens verbrachte Fabre in Orange und sammelte Insekten im Umkreis dieser südlichen französischen Stadt. Eines Abends hatte er von den Einheimischen gehört, daß für den nächsten Tag schönes Wetter zu erwarten sei, obwohl die Wetterwarte Regen vorausgesagt hatte. Die Prophezeiung der Einwohner stützte sich auf den Tiefflug der Mistkäfer, die brummend über die Wiesen flogen, Kuhfladen suchten und senkrechte Löcher in die Erde bohrten, um in ihnen den Dung zu vergraben. Am nächsten Morgen stellte Fabre fest, daß die in emsiger Arbeit von den Mistkäfern hergestellten Häufchen verschwunden waren. Das Wetter blieb heiter. An kalten oder regnerischen Tagen hingegen flogen die Mistkäfer nicht aus. Der Wissenschaftler sperrte einige Mistkäfer (*Geotrupes*) unter Drahthauben und beobachtete sie täglich. In seinem Arbeitsbuch trug er ein: „Am 12., 13. und 14. November 1894 waren die *Geotrupes* in meinem Verschlag äußerst aufgeregt. So mobil hatte ich sie noch nie gesehen. Sie krabbelten über das Drahtnetz, flogen auf, stießen gegen das Netz, fielen herunter und starteten erneut... Entgegen ihrer sonstigen Gewohnheit krabbelten sie unruhig bis tief in die Nacht hinein.“

Woher diese ganze Hektik? Nach mehreren Tagen, die außerordentlich warm für diese Jahreszeit waren, kam Südwind mit unvermeidlichem Regen auf. Am 14. hatten abends Wolken den Himmel verdeckt, mehrere Stunden zuvor waren die Geotrupes buchstäblich wie aus dem Häuschen. In der Nacht zum 15. ließ der Wind nach, der Himmel wurde eintönig grau. Es begann ein monotoner Regen, der erst am 18. aufhörte. Hatten die Geotrupes diesen Regen geahnt, als sie bereits am 12. derart unruhig wurden? Es muß wohl so gewesen sein. Doch vor einem gewöhnlichen Regen verließen die Käfer ihre Löcher nicht. Folglich waren außergewöhnliche Umstände erforderlich, um sie derart in Unruhe zu versetzen. Des Rätsels Lösung ergab sich aus den Zeitungen. Am 12. November brach im Norden Frankreichs ein heftiger Sturmaus. Seine Ausläufer hatten auch meine Gegend erreicht. Den abrupten Sprung des Barometers zeigten die Geotrupes durch ihr Verhalten an.“

Die Schlußfolgerungen aus seinen Beobachtungen der Mistkäfer faßte Fabre in folgenden Worten zusammen: Wie der Himmel auch sei, die Käfer sagen das Wetter voraus—schlechtes oder gutes... Diese lebenden Barometer verdienen größeres Vertrauen als die physikalischen Geräte, deren gewöhnliche Einteilung „heiter“, „wolkig“ usw. irreführend ist.

Außerdem hatte der Forscher mehrfach Gelegenheit, die Beeinflussung der Mistkäfer durch atmosphärische Störungen zu beobachten, deren Zentrum sehr weit entfernt war. Sehr empfindlich reagierten die Käfer z. B. auf ferne Gewitter. Fabre gelangte zu der Schlußfolgerung, daß das Nervensystem dieser Insekten viel feinfühliger auf die elektrische Feldstärke der Atmosphäre reagieren muß als ein Quecksilberbarometer auf den atmosphärischen Druck. „Mistkäfer“, schrieb der Ge-



Großer Mistkäfer oder Roßkäfer

lehrte, „sagen das Wetter exakter als ein Barometer voraus und irren sich seltener als Wetterwarten.“

Gute Synoptiker gibt es auch unter den Schmetterlingen. Nach der Zahl ihrer Arten (140 000) belegen sie unter den Insekten den zweiten Platz gleich hinter den Käfern. Der wissenschaftliche Name der Ordnung – *Lepidoptera* – bedeutet „Schuppenflügler“, und tatsächlich sind die Flügel und der Leib der meisten erwachsenen Formen von feinsten dachschieferähnlichen Schuppen überzogen. Ihrer Größe nach unterscheiden sich die Schmetterlinge viel stärker als jede andere Insektengruppe. So hat ein südamerikanischer Falter eine Flügelspannweite von etwa 30 cm, während man bei den Motten Exemplare von knapp einem halben Zentimeter antrifft.

Ein großer Teil der Schmetterlinge gehört zu den Nachtinsekten, obwohl es keine exakte Trennung zwischen Tag- und Nachtfaltern gibt. Doch in der Regel spinnen die Raupen der Nachtfalter vor der Verpuppung einen Kokon, während die Tagfalter dies nicht tun. Um sich auszuruhen, legen die Nachtfalter ihre Flügel meistens zu einem „Häuschen“ zusammen, die

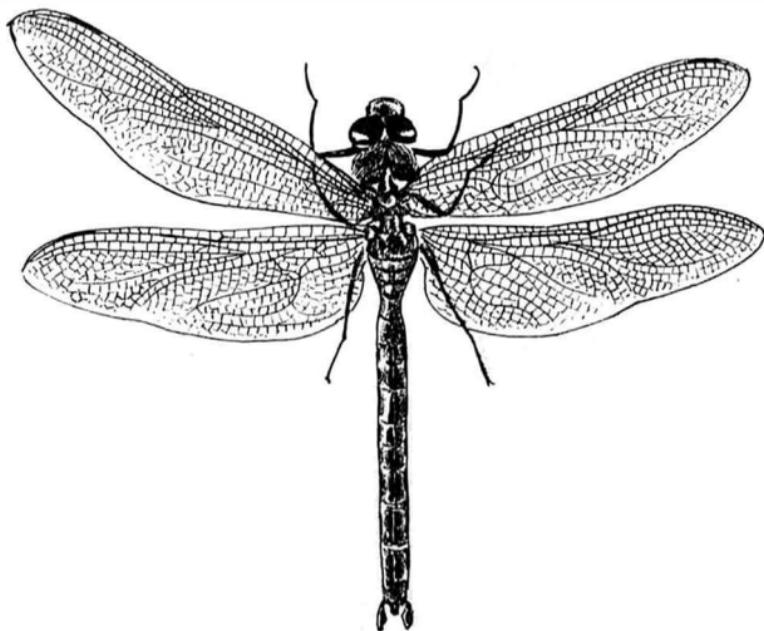
Tagfalter jedoch senkrecht über dem Rumpf. Nachtfalter sind weniger farbenfreudig, ihr Leib ist dicker, und sie fliegen vorwiegend in der Dämmerung und nachts. Die Aktivität der Nachtfalter hängt stark von meteorologischen Faktoren ab. Mitunter fliegen Schwärme von Nachtfaltern bei Regen, manchmal jedoch verbergen sie sich schon bei Sonnenschein. Besonders empfindlich sind sie gegenüber atmosphärischen Fronten. Beim Nahen einer Warmluftfront macht ihnen oft auch der Regen nichts aus, gegen Kaltluftfronten aber besitzen sie eine große Aversion. Ist die Nacht still und dunkel und die Luft gut durchgewärmt, Nachtfalter aber dennoch nicht zu sehen, so kann man sicher sein, daß schon in derselben Nacht oder allerspätestens am frühen Morgen eine Kaltluftfront aufziehen wird. Wenn hingegen ungeachtet des trüben, regenträchtigen oder bereits regnerischen Wetters in der Luft viele Nachtfalter herumschwirren, ist unter Garantie eine Warmluftfront im Anmarsch.

Zum Unterschied von den Nachtfaltern sind die Tagschmetterlinge bunt gefärbt und am Tage aktiv. Als zuverlässiges Barometer, das empfindlich auf Wetterveränderungen reagiert, haben sich die Nesselfalter (aus der Familie *Nymphalidae*) bewährt. Bereits mehrere Stunden vor einem Gewitter, wenn am Himmel noch kein Wölkchen steht, stellen die Nesselfalter (man erkennt sie leicht an der Flügelfärbung – die Oberseite ist ziegelrot mit schwarzen Tupfern und einem schwarzen Saum) ihre Flüge plötzlich ein und suchen sich eine Deckung. Sie verstecken sich in Reisighaufen, in Baumhöhlen, in verschiedenen Nischen oder auf Dachböden. Häufig schwirren sie durch geöffnete Fenster in die Verandas und die Zimmer der nächstgelegenen Häuser herein. Sie heften sich mit den Füßen an einen Balken oder die Zimmerdecke und hängen da: Die Beine nach oben, die Flügel nach unten. Eine Stunde



Der Kleine Fuchs (Nesselfalter) ist der in Europa und Asien am meisten verbreitete Schmetterling.

vergeht, eine zweite und eine dritte, die Schmetterlinge aber hängen immer noch, ohne ihre Stellung zu wechseln. Doch nun zeigen sich am Himmel Wolken, es wird dunkel. Wind kommt auf, die Hitze lässt nach. Noch einige Minuten, und den Himmel und die Erde beherrschen Gewitter und Regen. Und solange die Naturgewalten wüten, bleiben die Nesselfalter in ihren Verstecken. Ist das Gewitter abgeklungen, der Regen vorbei und der Himmel wieder klar, da verlassen die Schmetterlinge, einer nach dem anderen, ihre Verstecke und flattern in alter Fröhlichkeit über den vom Regen gewaschenen Blumen und Gräsern. Es geschieht auch: Der Regen ist abgeklungen, der Himmel wieder klar,



Libelle

und durch die vereinzelten Wolken hindurch lächelt die Sonne die Erde an, das nasse Grün beleuchtend. Die Nesselfalter aber hängen weiterhin an der Decke, verbergen sich in Astlöchern, unter trockenen Zweigen und begeben sich nicht in die weite Welt hinaus. Und das nicht ohne Grund. Bald nähern sich erneut Gewitterwolken, und wieder prasselt Regen hernieder. Ein vorübergehendes Aufklaren und das Auftauchen der Sonne am Himmel kann die Schmetterlinge nicht irreführen – ihr Urteil ist zuverlässig, sowohl beim Aufziehen eines Unwetters als auch beim Herannahen wolkenloser Tage.

Das Nahen eines Unwetters signalisieren dem Men-



Honigbiene

schen rechtzeitig auch die Libellen. Bei freundlichem Wetter fliegen sie gewöhnlich, als hätten sie keine Eile, einzeln oder paarweise zwischen den Sträuchern, über den Uferwiesen oder gar in großer Entfernung von den Gewässern. Sowie sich jedoch der Luftdruck zu

ändern beginnt und die Luftfeuchtigkeit zunimmt, zeigen die Libellen eine nicht zu übersehende Unruhe. Ihr Flug wird irgendwie nervös, mit hektischen Richtungswechseln. Die Flughöhe nimmt ab. Und noch wurde bemerkt: Vor einem Regen schließen sich die Libellen zu Gruppen zusammen.

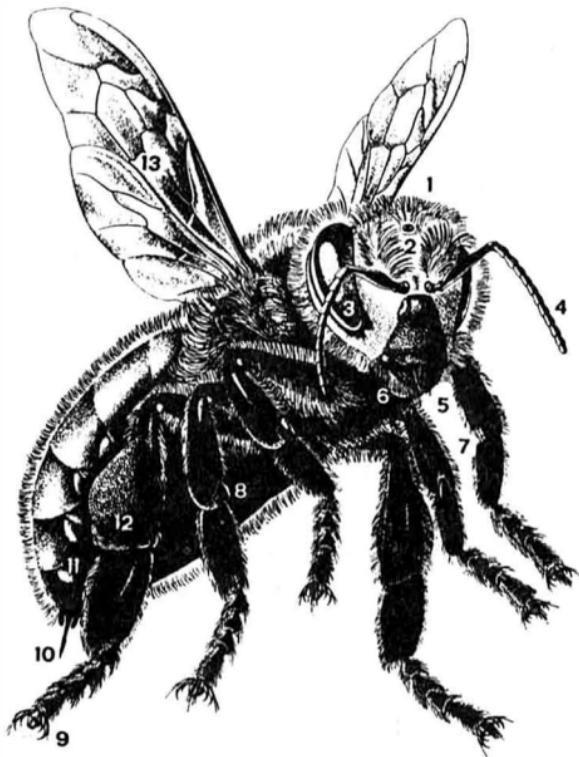
Mitunter machen die Libellen die Menschen auch auf eine ernsthaftere Gefahr aufmerksam. In Argentinien z. B. bedeutet das Erscheinen eines Schwärms verängstigter Libellen das Näherkommen eines Orkans. Die geflügelten Synoptiker lassen den Hirten gewissermaßen ein Signal zukommen, auf daß diese ihre Herden schneller von den Weiden treiben und sie in den Wäldern oder Schluchten in Sicherheit bringen.

Als zuverlässige Wetterpropheten gelten seit unerdenklichen Zeiten die Bienen. Die Rolle des „Wetterdienstes“ bei diesen Insekten besteht in erster Linie darin, sich gegen unangenehme Wetterüberraschungen zu sichern. Ihre Wachsamkeit in dieser Hinsicht ist nicht einzuschläfern. Jeder Imker, der die Gewohnheiten dieser fleißigen Tierchen gut studiert hat, kann aus ihrem Verhalten recht exakt das Wetter vorhersagen. Wenn die Bienen vom frühen Morgen an fröhlich „spielen“, stürmisch fliegen, wird der Tag sonnenklar bleiben. Es kommt vor, daß die Bienen am Morgen nicht losfliegen, um den süßen Nektar und den Blütenstaub zu sammeln. Sie streiken. Sie sitzen im Bienenstock und summen. In den nächsten 6 bis 8 Stunden wird es unbedingt regnen. Und umgekehrt, der Himmel ist von Wolken verhängt, sogar der Donner meldet sich, die Bienen jedoch verstecken sich nicht, sondern schuften aus Leibeskräften. Das bedeutet, daß ungeachtet aller Anzeichen des Unwetters der Regen sich dennoch zurückhalten wird. Es kommt auch der umgekehrte Fall vor. Ein klarer Sonnentag. Nichts scheint auf einen Wetterumschlag hinzudeuten. Doch die Bie-

nen fliegen aus unerklärlichem Grund massenweise zu den Bienenstöcken und verbergen sich in ihnen. Und wenn Sie sich auf dem Feld befinden, dann können Sie bemerken, daß die Bienen es in einer Richtung eilig haben – zum Bienenhaus. Ein Gewitter zieht auf, und die zottigen Arbeitsinsekten haben es eilig, sich in ihren Häuschen zu verkriechen. Das empfindliche „Bienenbarometer“ irrt sich nie, Wind kommt auf, der Himmel wird dunkel und Wolken drängen herbei. Und nun plattern schon die ersten Regentropfen auf die Erde. Doch sie können den Bienen nicht mehr gefährlich werden.

Oft kann man sehen, wie die Bienen schlagartig nach Hause fliegen, wenn die Sonne sich hinter den Wolken versteckt. Ungeachtet dieser Vorsichtsmaßnahme kommt es mitunter vor, daß das Unwetter dennoch die Bienen überrascht. Dies ist dann der Fall, wenn die Sonne weiterhin scheint, die andere Hälfte des Himmelszelts jedoch von Wolken überzogen ist und ein unerwarteter Platzregen niedergeht. Zu solchen Fehleinschätzungen kommt es mitunter auch bei den Schmetterlingen.

Die Bienen können nicht nur kurzfristige, sondern auch absolut genaue langfristige Wetterprognosen „herausgeben“. So kann ein erfahrener Imker vorhersagen, wie der Winter ausfallen wird, wenn er darauf achtet, wie die zottigen Arbeitsinsekten das Flugloch im Bienenstock mit Wachs verkitten. Ist das Loch groß, ist ein warmer Winter zu erwarten, wenn aber die Bienen nur eine ganz kleine Öffnung vorgesehen haben, dann sind strenge Fröste nicht zu vermeiden. Vor einem warmen Winter machen sie sich mitunter die Arbeit überhaupt nicht und lassen das Flugloch vollends offen. Ist der Winter zu Ende, treten die Bienen wieder als Wetterpropheten in Erscheinung. Wenn sie früh aus-

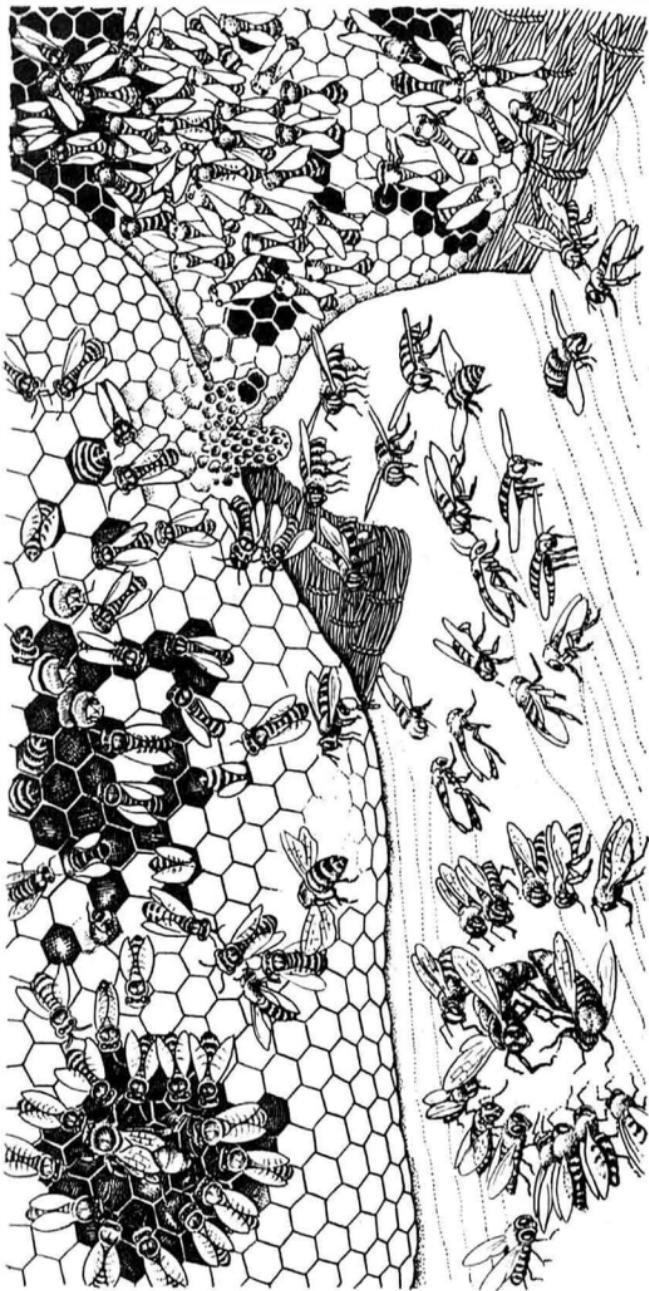


Die sichtbaren Organe einer Arbeitbiene: Der dreieckige Kopf (1) besitzt drei einfache Augen – eines von ihnen ist vorn zu sehen (2) – und zwei komplizierte Augen (3). Die Antennen (4) bestehen aus 12 Gliedern; an ihnen befinden sich die Riech- und die Tastorgane. Die Mandibeln (5) zerkaulen den Wachs und formen ihn beim Bau der Waben. Unter dem Kopf ist der Rüssel (6) zusammengerollt, mit dem die Biene Blütennektar, Honig und Wasser saugt. Zur Reinigung der Antennen zieht die Biene sie durch die Einschnitte an den Vorderbeinen (7). Die langen Sporen an den mittleren Beinen (8) dienen zum Einsammeln des Wachses, das von den Wachsdrüsen ausgeschieden wird. Jedes Bein besitzt lange Krallen (9), mit denen sich die Biene an den Blüten festkrallt. Aus dem Hinterleib kann der verzahnte Stachel (10) ausgefahren werden, und in den Kerben zwischen den hinteren Körpersegmenten werden Wachsplättchen (11) sekretiert. Das Körbchen (12) des Hinterbeins ist voll von gesammeltem Blütenstaub. Wenn die Biene flugbereit ist, verzahnern sich der Hinter- und der Vorderflügel durch die Randhaken (13).

schwärmten, dann kann man hoffen, daß der Frühling früh einziehen und auch warm sein wird.

Im Vorwort zur siebenten Auflage seines Buchs „Aus dem Leben der Bienen“ schrieb der für seine Forschungen zur Physiologie der Sinnesorgane der verschiedensten Tiere sehr bekannte Karl von Frisch im Jahre 1963: „Das Leben der Bienen ähnelt einem Zauberbrunnen: je mehr man aus ihm schöpft, desto reichlicher füllt er sich mit Wasser.“ Und tatsächlich, die bionischen Untersuchungen dieses „Zauberbrunnens“ haben uns in den letzten Jahren viele für die Meteorologie recht nützliche Enträtselungen der einmaligen synoptischen Fähigkeiten der Bienen gebracht. So zum Beispiel hatte der amerikanische Wissenschaftler J. C. Erickson vor kurzem durch Direktmessungen herausgefunden, daß eine Biene, die den Bienenstock verläßt, eine schwache negative elektrische Ladung mit sich trägt. Wenn sie ins Bienenhaus zurückkehrt, ist sie bereits positiv geladen. Laut Angaben Ericksons kann die Potentialdifferenz zwischen der Biene und der Blume 1,5 Volt erreichen! Warum haben es diese verwunderlichen Insekten nötig, auf so erstaunliche Weise die Elektrostatik zu nutzen? Erickson äußerte die Hypothese, daß eine aufgeladene Biene den Blütenstaub anzieht, daß das elektrische Feld offenbar eine wichtige Rolle in der Kommunikation der Bienen untereinander spielt. Doch es kann auch sein, mutmaßt der Gelehrte – und dies ist die Hauptsache –, daß die elektrische Ladung, deren Größe vom Grad der Sonnenstrahlung abhängt, den Bienen beim Erkennen eines nahenden Unwetters hilft.

Vor nicht langer Zeit hat sich noch eine synoptische Fähigkeit der Bienen herausgestellt. Laut Beobachtungen japanischer Forscher kann man, auf dem Verhalten wildlebender Bienen aufbauend, hinreichend exakte langfristige Prognosen der „Taifunaktivität“ heraus-



Im Bienenhaus wird das ganze Jahr über gearbeitet.

geben. Wenn Taifune herannahen, suchen sich die wilden Bienen Astlöcher und Ritzen in Holzgebäuden als Unterkunft aus. In ruhigen Jahren ziehen sie grasreiche Niederungen vor.

Den Käfern, Schmetterlingen, Libellen und Bienen steht in der Kunst der exakten Wetterprognose auch die Sippschaft der Ameisen nicht nach, die rund 7000 Arten zählen.

Bei allen Ameisen ist die soziale Lebensweise in stärkerem Maße entwickelt als bei den Bienen und Wespen. Die von brodelndem Leben angefüllten Ameisenhaufen sind überaus langlebig; auch die einzelnen Ameisen zeichnen sich oft durch Langlebigkeit aus; einige Arbeiterinnen werden sieben, die „Königinnen“ sogar fünfzehn Jahre alt. Die Gemeinschaften der Ameisen kann man überall antreffen: in Wäldern, auf Feldern, in Gärten, auf Wiesen, Sümpfen und sogar in Wüsten. Sie sorgen sich um die Nachkommenschaft, legen Futtervorräte an, z. B. in lebenden „Honigfässern“, gehen auf Jagd, hüten das „Vieh“ und züchten sogar genießbare Pflanzen. Die Ameisen sind Meister in allen Gewerben, sie stehen nahe der Spitze der Entwicklung der Wirbellosen, wenn nicht gar an der Spitze selbst. Unter allen Tieren ist bei ihnen am besten das komplizierte Verhalten entwickelt, das durch äußere Reize gesteuert wird.

Die Sinnesorgane der Ameisen registrieren sehr sensibel alle sich in der Atmosphäre abspielenden Prozesse. Wenn diese Insekten eilig von ihren Märschen zurückkehren und am helllichten Tage die Eingänge in die Ameisenburg vermauern, braucht man nicht zu zweifeln – es wird Regen geben. Bei Regen hocken die Ameisen in ihrer Burg, sie warten auf besseres Wetter. Darum weiß der Volksmund zu sagen: „Die Ameise weiß, wann es regnen wird.“ Im Jahre 1902 hatte das Budapester „Naturwissenschaftliche Mit-

teilungsblatt“ den recht aufschlußreichen Brief eines Lesers veröffentlicht: „Nun schon 12 Jahre bin ich in meinem Haus Augenzeuge dafür, wie... eine Gruppe Ameisen von Zeit zu Zeit aus den Ritzen zwischen den Ziegelsteinen herauskriecht, mit denen die Galerie vermauert ist; dies geht regelmäßig einem starken Regen voraus, der entweder einen Tag oder 2 bis 4 Tage danach einsetzt. Der Zusammenhang ihres Marsches mit dem Fallen von Niederschlägen, die größtenteils reichlich und langanhaltend sind, ist regelmäßig und ruft keine Zweifel hervor.“ Bemerkt wurde auch, daß die Ameisen in großer Eile ihre „Eier“ in den Ameisenhaufen bringen, wenn ein Gewitter zu erwarten ist.

Zuverlässige Wettervoraussager laut Beobachtungen der Mitarbeiter einer kleinen Wetterwarte im Vorgebirge des Tibets sind einige Arten der giftigen Ameisen. Die Ameisen der einen Art suchen sich vor starkem Regen einen neuen Wohnort mit trockenem festem Baugrund. Ziehen jedoch diese Ameisen in feuchte schattige Mulden um, dann ist trockenes Wetter zu erwarten. Die Flügelameisen einer anderen Art registrieren feinfühlig das Nahen eines Sturms. Etwa 2 bis 3 Tage hetzen die großen Insekten über die Erde, die kleinen aber fliegen in geringer Höhe. Und je hektischer die Ameisen umherrennen und je intensiver sie fliegen, desto stärker wird der Sturm sein. Im Verlauf des einen Jahres hatten die Ameisen-Meteorologen 22 Mal Wetterwechsel angezeigt und sich dabei nur zweimal geirrt.

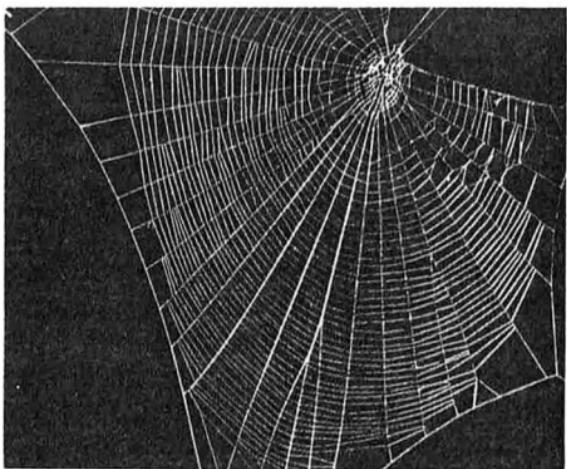
Ameisen können auch Überschwemmungen voraussagen. Diese Fähigkeit der Insekten hat der Entomologe J. M. Lima herausgefunden, der sich dreißig Jahre seines Lebens mit dem Studium der Indiostämme in den Dschungeln des brasilianischen Staates Acre befaßte. Alles begann damit, daß dem Forscher die erstaunliche Fähigkeit der Indios aufgefallen war, großes

Hochwasser vorauszusehen. Mehrere Wochen vor den Überschwemmungen verließen die einheimischen Indios die Gefahrenzone und jagten in sicherer Gegenden. Da die tosenden Ströme bei Hochwasser der zahlreichen Flüßchen im Einzugsgebiet des Amazonas jedes Jahr ihre Richtung ändern, schlußfolgerte Lima, daß die Indios bei der Wahl neuer Jagdgründe nicht von den Erfahrungen der vergangenen Jahre ausgingen. Zunächst wollten die Indios ihr Geheimnis nicht preisgeben. Schließlich erfuhr der Wissenschaftler, daß des Rätsels Lösung bei den... einheimischen Arten der schwarzen Ameisen zu suchen ist. Und er ging ernsthaft an das Studium deren Lebensweise. Gemäß den Beobachtungen Limas geraten die Ameisen lange vor einem Hochwasser in den Zustand hochgradiger Erregung – sie rennen in die verschiedensten Richtungen, steigen auf Bäume, kriechen auf ihnen nach oben und nach unten, bleiben dann stehen und richten ihre Antennenspitzer in die verschiedensten Richtungen, als wollten sie Signale empfangen. So vergehen mehrere Wochen. Ist dann die Sammlung der erforderlichen Information abgeschlossen, versammelt sich eine Gruppe von Ameisen – der Wissenschaftler bezeichnete sie als „Chefmeteorologen“ – zu einer „Konferenz“. Die Ameisen berühren sich gegenseitig mit ihren Fühlern und tauschen so Informationen aus. Wenn die kollegiale Entscheidung gefällt ist, bereitet sich die viertausendköpfige Armee der Ameisen auf die Völkerwanderung vor. Ein riesiger Teppich aus schwarzen Insekten, dessen Frontbreite mehrere hundert Meter erreicht, gerät in Bewegung. Die Vorhut dieses furchteinflößenden Heeres bilden die Reihen der sogenannten „Soldaten“ mit großen Köpfen und kräftigen Kiefern. Gewöhnlich besteht ihre Aufgabe in der Bewachung der Ameisenburg, jetzt aber haben sie den Weg zu bahnen und, notfalls um den Preis des eigenen Lebens,

jedes Hindernis fortzuräumen: Spinnen, Käfer, Heuschrecken, Raupen. Den „Soldaten“ folgen unzählige Heerscharen von Ameisen, bepackt mit Eiern, Larven und Nahrungsreserven. Wenn der Feldzug beendet ist, überziehen die Ameisen am neuen Ort von allen Seiten die Baumstämme und harren der kommenden Ereignisse. Und dann? Dann geschieht ein Wunder. Die von den Ameisen verlassenen Burgen werden vom Wasser überflutet, der neue Siedlungsplatz jedoch niemals! „Die Ameisen“, schreibt Lima, „können exakt vorhersagen, welche Zonen überschwemmt werden und welche nicht. Damit leisten sie den einheimischen Stämmen, die ständig unter großen Überschwemmungen leiden, einen unschätzbaren Dienst.“

Zu einer ähnlichen Prognose sind auch die Termiten fähig, die vor einer Überschwemmung ihre verschlungenen unterirdischen und überirdischen Turmhäuser verlassen und sich zu den nächstgelegenen Bäumen begeben. Dort steigen sie in Höhe des künftigen Wasserpegels und warten geduldig ab, bis die heulenden stürmischen Flüten wieder abgeflaut sind. Doch eines ist überaus rätselhaft: Termiten besteigen niemals jene Bäume, die von den stürmischen Strömen des über die Ufer getretenen Flusses davongetragen werden könnten. Woher wissen sie das? Wie finden sie so sicher jene Bäume, auf denen sie sich retten können? Denn Termiten sind blind und haben sich aller Wahrscheinlichkeit nach noch niemals im Leben den Bäumen auch nur genähert, die für sie beim Wüten der nassen Naturgewalt die provisorische Heimstatt abgegeben. Bis heute bleibt dieses Rätsel ungelöst.

Als sehr erfahrene Meteorologen haben sich ebenfalls die Spinnen bewährt, von denen rund 21 000 Arten gezählt werden. Sie gehören zu demselben Typ der Gliederfüßer wie die Insekten, sind aber in einer gesonderten Klasse der Spinnentiere zusammengefaßt.



Emsig webt die Spinne ihr Fangnetz.

Bei vielen Völkern gelten die Spinnen als Verkörperung der Weisheit, des Fleißes und des Könnens. Nicht uninteressant ist der Mythos über Arachne, der mitteilt, wo die Spinnen hergekommen sind. Der altrömische Dichter Publius Naso Ovidius (43 v. u. Z. bis 17 u. Z.) legt in seinen „Metamorphosen“ diesen Mythos folgendermaßen dar.

Arachne, die Tochter eines Färbers aus Kolophon, erlernte das Weben bei Athene Pallas, der griechischen Göttin der Weisheit, des Wissens, der Künste und der Gewerbe, und erlangte in dieser Kunst eine derart hohe Vollkommenheit, daß sie es wagte, selbst die Göttin zum Wettstreit herauszufordern. Die ob dieser Dreistigkeit erboste und in Wut geratene Athene nahm die Herausforderung dennoch an (die Demokratie der alten Griechen kannte fürwahr keine Grenzen!). Die Göttin stellte auf ihrem gewebten Wunderteppich die Sinnbilder der Vergeltung und der Strafe dar, als Warnung für einen jeden Sünder. Arachne jedoch zeichnete

auf ihrem Teppich – nicht ohne Hohn – die Liebesabenteuer der Götter: alle haben eben ihre Schwächen... Dies war für Athene wirklich zuviel, und als Strafe verwandelte sie die vorwitzige Jungfer in eine Spinne. Mit diesem Mythos hängt auch die wissenschaftliche Bezeichnung der Spinnen zusammen: ihr lateinischer Name ist *Arachnida*.

Die Spinnen sind allgegenwärtige Tiere. Sie kommen buchstäblich überall vor: auf der Erde und unter der Erde, in den Häusern und sogar im Wasser. Der Körperbau der Spinnen zeichnet sich durch eine Reihe charakteristischer, nur ihnen eigener Besonderheiten aus. Der Kopfrumpf (das Prosoma) und der Hinterleib sind bei den Spinnen aus einem Stück gefertigt, also nicht in Segmente unterteilt; an Laufbeinen sind vier Paare vorhanden; es gibt jeweils zwei Pedipalpen, Chelizeren und Tastbeine. Am Ende des Hinterleibs befinden sich drei Paar Spinnwarzen. Unter den Gliederfüßern sind die Spinnen ausgesprochene Argustiere, denn sie besitzen acht Augen – jeweils vier einfache Augen an jedem Vorderrand der Prosomaplatte. Damit verfügen sie über die beneidenswerte Fähigkeit der Rundumsicht. Unter allen Sinnesorganen steht bei den Spinnen der Tast- sinn an erster Stelle, das heißt die Fähigkeit, Vibratio- nen und Erschütterungen wahrzunehmen. Dafür sorgen die zahlreichen Sinneshaare, die den gesamten Körper der Spinnen bedecken. Außerdem besitzen sie an den Beinen und Fühlern noch Becher- oder Hörhaare (Trichobothrien), die als eine Art Seismograph fun- gieren. Mittels ihrer empfindlichen Tasthaare kann eine Spinne die Vibration der Luft wahrnehmen, die von einer umherschwirrenden Fliege verursacht wird. Aber auch der Geschmackssinn spielt im Leben der Spinnen eine große Rolle. Dafür dienen ihnen spezielle Zellen in den Schlundwandungen. Daneben besitzen die Spinnen an den Enden der Vorderbeine spezielle Thersalorgane

zur Geschmackswahrnehmung, die auch die Funktion der Riechorgane übernehmen.

Schon im fernen Altertum müssen die Menschen bemerkt haben, daß die Spinnen sehr empfindlich auf atmosphärische Erscheinungen reagieren und ihre Netze auf unterschiedliche Weise je nach Wetter weben. Daraus erklären sich die zahlreichen volkstümlichen Regeln, die das Wetter in Abhängigkeit vom Verhalten der Spinnen voraussagen. Selbst Aristoteles sagte den Spinnen die Fähigkeit nach, Wetterveränderungen zu prognostizieren. Plinius aber behauptete, daß die Spinnen zudem das Nahen eines Erdbebens spüren und ein morschес Haus verlassen, bevor es infolge von Erdstößen einstürzt.

Als bester Synoptiker unter den Spinnen gilt die Kreuzspinne. Sitzt sie früh am Morgen in der Mitte ihres Netzes, ist das ein sicheres Anzeichen für gutes Wetter. Freundliche Tage zeigt die Kreuzspinne aber auch an, wenn sie abends ein großes Netz knüpft oder emsig schuftet und auf ihrem Netz hin und her rennt. Schlechtes Wetter dagegen ersieht man aus dem Umstand, daß die Kreuzspinne sich nicht in der Mitte ihres Netzes aufhält, sondern bestrebt ist, sich in einer stillen Ecke oder in dem inmitten von Blättern gewebten fingerhutgroßen Häuschen zu verbergen. Wenn die Spinne träge und untätig ist, an ihrem Netz nicht herumflickt, kann man mit einem Wetterumschlag rechnen. Beginnt aber die Kreuzspinne neue Netze zu spannen, dann wird der Wind seine Richtung ändern. Dabei können die Netze so angebracht sein, daß sie wie ein Segel den Wind auffangen, sie können aber auch parallel zur Windrichtung verlaufen, wenn die Spinne um ihre Haltbarkeit fürchtet. Denn dieses Gewebe, das zum Einfangen der Beute (Fliegen und anderer Insekten) dient, ist überaus fein und leicht und kann von einem jeden Windstoß zerfetzt werden.

Baumaterial für ein neues Netz braucht aber bei der Spinne zum erforderlichen Zeitpunkt nicht vorhanden zu sein. Darum geht die Spinne mit ihrem Fangnetz sehr sorgsam um und ergreift Maßnahmen, um dessen völlige Zerstörung auszuschließen. Ein deutscher Entomologe hatte beobachtet, wie eine Kreuzspinne vor heftigem Wind die Hauptfäden ihres Radnetzes an jener Seite zerriß, aus der Wind zu erwarten war. Das Wiederherstellen einzelner Fäden macht schließlich weniger Mühe als das Spannen eines vollkommen neuen Netzes. Mit ihren Flickarbeiten beginnt die Spinne, wenn ein Nachlassen des Windes abzusehen ist.

In bezug auf die Empfindlichkeit gegenüber atmosphärischen Erscheinungen, Druckschwankungen, Veränderungen der Luftfeuchtigkeit, der Temperatur u. a. stehen den Kreuzspinnen die Kugelspinnen nicht nach. Eine Zunahme der Wasserdampfkonzentration nehmen sie schon bei heiterem Wetter mit Sonnenschein wahr. Feuchtigkeit vertragen sie nicht. Darum verlassen sie an einem taufrischen Morgen und vor Regen ihre Behausungen nicht und verzichten auf die Nahrung. Vor Regen oder Sturm enthalten sie sich der Instandsetzung alter und der Anfertigung neuer Gewölbenetze. Wenn sie aber am Abend aus ihren Behausungen hervorkommen und neue Netze spannen, wird es am nächsten Tag warmes, freundliches Wetter geben.

Die Spinnen, das hat man in langjährigen Beobachtungen herausgefunden, können das Wetter nicht nur für mehrere Tage, sondern auch für eine längere Periode voraussagen. Bekannt ist folgende geschichtliche Tatsache. Im Herbst 1794 drang die französische Armee in Holland ein. Die Holländer hatten weder Soldaten noch Kanonen, um die für jene Zeit erstklassige Armee der Franzosen aufzuhalten, und sie entschlossen sich zu einer List. Sie öffneten die Ka-

nalschleusen und überschwemmten die Straßen, die Felder und Fluren. Alle Marschwege schienen abgeschnitten zu sein. Die Franzosen wollten Holland schon verlassen, doch da befahl der kommandierende General Charles Pichegru (Lehrer Napoleon Bonapartes), mit dem Abzug der Truppen zu warten. Seine Entscheidung fußte auf der erhaltenen Geheimmeldung, daß in kurzer Zeit Fröste einbrechen, die Flüsse vereisen und die Truppen ihren Marsch würden fortsetzen können. Die Mitteilung stammte von dem in holländischer Gefangenschaft befindlichen General Dijonvalle Quatremere. Er war in dem Gefängnis von Utrecht eingekerkert und vertrieb sich seine Langeweile mit der Beobachtung der zahlreichen Spinnen in den Ritzen seiner solide gemauerten Gefängniszelle. Als er bemerkte, daß die Spinnen begonnen hatten, ihre Netze mit doppelter Energie zu weben (das tun sie gewöhnlich vor trockenem und kaltem Wetter), ließ Quatremere, der die Gewohnheiten seiner „Zellengenossen“ gründlich studiert hatte, dem französischen Kommando eine hoffnungsmachende Wetterprognose zukommen, ohne jedoch mitzuteilen, wer ihm dazu verholfen hatte (denn den Voraussagen der Spinnen wäre wohl kaum Glauben geschenkt worden). Die achtbeinigen „Meteorologen“ ließen die Franzosen nicht im Stich – nach der vorübergehenden Aufwärmung setzten bald strenge Fröste ein. Das Wasser gefror, und nichts konnte mehr die französische Armee aufhalten: Ende Dezember überquerten die Regimenter den Fluß Vaal und waren Anfang Januar in Utrecht.¹⁾

¹⁾ Aus der Gefangenschaft befreit und nach Paris zurückgekehrt, kümmerte sich Quatremere darum, daß den Spinnen der wohlverdiente Ruhm nicht versagt bleibe. Er schrieb und veröffentlichte ein Buch, in dem er ausführlich berichtete, wie sie durch ihre Webkunst Regen, Wind und klares Wetter vorhersagen, er schlug auch vor, eine Station zur Beobachtung des Spinnenverhaltens – selbstverständlich aus Staatmitteln – einzurichten.

Am Rande sei bemerkt (dies wissen wir von den alten Römern), daß aus der Anbringungshöhe der Spinnnetze auf eine anstehende Überschwemmung geschlußfolgert werden kann: in solchen Fällen befestigen die Spinnen ihre Netze im Schilf und an Uferbäumen höher als gewöhnlich. Genauso verfährt der Drosselrohrsänger. Auch er legt sein Netz höher an, wenn der Wasserspiegel infolge eines schneereichen Winters oder langanhaltender Frühjahrsregen steigt und das Netz vernichten könnte.

Im Unterschied zu den Spinnen, die Wasser nicht lieben, nicht ertragen, ist ständige Feuchtigkeit für die Asseln geradezu lebensnotwendig. Sie halten sich an feuchte Gegenden und sind ein ideales lebendes „Hygrometer“.

Die Asseln bilden eine eigene Ordnung innerhalb der Krebstiere und heißen wissenschaftlich Isopoden („Gleichbeinige“). Wie alle Insekten und Spinnentiere gehören sie zu den gliederfüßigen Wirbellosen. Ihr Leib ist plattgedrückt und erreicht in der Länge fünf Zentimeter. Zum Laufen dienen ihnen sieben Paar Extremitäten, von denen fünf Paar Atmungstracheen aufweisen. Bekannt sind etwa tausend Asselarten, die sehr weit verbreitet sind. Man trifft sie im Meer und in Binnengewässern sowie auf dem Festland vorwiegend in feuchten Räumen an. Als Nahrung verwenden sie hauptsächlich organische Moderstoffe.

Vor einigen Jahren haben zwei holländische Wissenschaftler aus der Universität Leiden die Sinnesorgane der Assel untersucht. Dabei haben sie herausgefunden, daß jede Assel an ihrem Körper rund einhundert empfindliche „Hygrometer“ besitzt, die sehr feinfühlig auf Veränderungen der Luftfeuchtigkeit reagieren. Diese Organe des „Feuchtigkeitsgefühls“ sind bei der Assel höchst originell gebaut: sie liegen am Beinansatz in Form winziger Höcker, die von einer

feinen Haut überzogen sind, der sich die Nervenendigungen in Gruppen nähern. Die über den Organen des „Feuchtigkeitsgefühls“ liegende Haut schützt diese Organe zuverlässig vor Wasser und gewährleistet gleichzeitig den Luftzutritt zu den Nervenendigungen. Analoge „Hygrometer“, die Veränderungen der Luftfeuchtigkeit anzeigen, wurden auch bei einigen Käferarten nachgewiesen.

Mit wetterprognostischen Fähigkeiten hat die Natur auch viele zweiflüglichen Insekten ausgestattet, deren Ordnung über 80 000 Arten zählt. Und wenn keine andern lebenden Barometer in der Nähe sind, kann man aus dem Verhalten einiger Vertreter dieser Ordnung erfahren, wie das Wetter in der allernächsten Zeit sein wird. So z. B. hat der Schüler und Nachfolger des Aristoteles, der altgriechische Philosoph und Naturforscher Theophrastos (372 bis 287 v. u. Z.) schon lange vor Beginn unserer Zeitrechnung in seinen Werken festgestellt, daß, wenn die allgegenwärtigen Fliegen beginnen, am Tage Aggressivität zu zeigen und lästig zu werden, den Menschen mehr als gewöhnlich auf die Nerven gehen, dies ein sicheres Anzeichen für ein aufziehendes Gewitter ist. Es gibt auch andere Merkregeln. Wenn die Fliegen früh am Morgen aufwachen und gleich zu summen beginnen, wird es gutes Wetter geben. Fliegen summen besonders fleißig, wenn warmes Wetter einsetzt, und sie sitzen im Gegen teil still und sittsam an den Wänden, wenn sie mit Feuchtigkeit rechnen. Vor einem Unwetter suchen sich die Fliegen ein Versteck und dringen sogar in Autos ein. Wenn Fliegen in Schwärmen im Schatten kreisen, wird es einen schwachen Regen geben.

In den gemäßigten Zonen kommt oft der Wadesteicher vor (grauschwarz, gefleckt). Er ähnelt der Stubenfliege, ist aber kleiner (etwa 7 mm lang) und besitzt einen nach vorn gestreckten Stechrüssel. Vor

Gewitter oder Regen ist der Wadenstecher bestrebt, sich in geschlossenen Räumen zu verbergen, und er sucht mitunter auch unsere Wohnungen auf. Seine äußerst unangenehmen Stiche und das Blutsaugen sind für Menschen und Tiere in gleichem Maße quallvoll. Die Verkündung eines nahenden Regens oder Gewitters durch die Wadenstecher erfolgt also auf ganz eindeutige Art.

Das Nahen eines Gewitters oder Regens kündigen durch ihr aggressives Verhalten auch die Bremsen an. Diese Familie der Zweiflügler, die 2500 Arten zählt, ist fast auf der ganzen Welt verbreitet. Die Männchen ernähren sich von Blumennektar und Blütenstaub; die Weibchen saugen mit ihrem entwickelten Stechrüssel das Blut von Wirbeltieren und Menschen. Vor einem Regen bedecken sie in großen Schwärmen die Kühe und die Pferde und saugen sich an den Stellen fest, wo die Haut feiner und empfindlicher ist. Wenn die Tiere sich besonders unruhig verhalten, mit ihrem Schwanz schlagen, dann bedeutet dies, daß sie sich gegen die Bremsen wehren und daß mit Regen oder Gewitter zu rechnen ist (vor einem Unwetter wird die Luft feuchter und wärmer, die Tiere und die Menschen schwitzen stärker, der Schweißgeruch lockt die Bremsen an und hilft ihnen, ihr Opfer schneller zu finden).

Wettervorhersagen können auch andere „Quälgeister des Menschengeschlechts“ – die Mücken und die Gnitzen – treffen. Unmittelbar vor einem Regen verbergen sich die Mücken gewöhnlich, sie verstecken sich in verschiedenen Ritzen, unter Blättern, in Baumkronen, in der Baumrinde, unter Ästen, in Bauwerken und in Kellern. Es gibt einige Mückenarten, die vor einem Regen auf der Erde Platz nehmen, darum eben liegen die Schwalben in einer solchen Zeit, wie bereits gesagt wurde, tief über dem Boden. Besonders empfind-

lich sind die Mücken gegenüber Wind, was ohne weiteres einleuchtet – ihre Flügel können nicht einmal einem schwachen Windstoß standhalten. Die Wetterkunde des Volksmunds weiß viele Merkregeln aus dem Verhalten der Mücken und Gnitzen abzuleiten: Mücken und Gnitzen fliegen in einer Säule, „drängeln“ sich vor heiterem Wetter; Mücken „beißen“ schmerhaft vor Regen und feuchtem Wetter; die Gnitzen fliegen einem vor dem Gesicht herum, wenn Regen ansteht. Angler und Jäger wissen davon ein Liedchen zu singen: Vor einem Regen benehmen sich die Mücken und Gnitzen tatsächlich ungehörig, sie kriechen in den Mund, die Nase und die Augen, sie greifen sogar unmittelbar neben einem Lagerfeuer an. Sie fallen ins Feuer, lassen in ihren Angriffen aber nicht nach – dieses Anzeichen ist untrüglich: es wird Regen geben. Andere Regeln lauten: Große Mückenplage kündet guten Haferstand an, bleiben die Mücken aus, werden Hafer und Gräser knapp; Mücken im Spätherbst zeigen einen milden Winter an.

Empfindlich reagieren auf Veränderung der Wetterbedingungen auch die Leuchtkäfer. Die Familie dieser Insekten zählt über 2000 Arten; sie sind in der ganzen Welt verbreitet, am meisten in den Tropen. Die Männchen besitzen Flügel und benutzen sie auch, die Weibchen der meisten Arten sehen wie Larven aus, können nicht fliegen und bleiben am Boden zwischen den Pflanzen. Licht senden beide Geschlechter, ihre Larven und Eier aus. Die Leuchtorgane bestehen aus photogenen Zellen, die von Tracheen und Nerven umflochten sind. Durch die Tracheen wird Luft zugeführt, die an dem durch die Nerven regulierten Oxydationsprozeß teilnimmt. Das kalte grünliche Licht geht von den gelbgrünen Reflektoren aus, die sich an der Unterseite der drei Endsegmente des Hinterleibs befinden. Das sind Gruppen von Zellen, die als Drüse funk-

tionieren und die Leuchtstoffe Luziferin und Luziferase ausscheiden. Wie die meisten Insekten sind die Leuchtkäfer besonders an stillen und warmen Abenden aktiv. In dieser Zeit suchen die fliegenden Männchen nach den im Gras hockenden und einem Würmchen ähnelnden (daher auch der Name Glühwürmchen!) Weibchen, wie es ihnen der Instinkt der Arterhaltung vorschreibt. Wenn man an einem Sommerabend viele Glühwürmchen entdeckt, kann man mit Sicherheit sagen, daß der nächste Tag heiter wird. Umgekehrt ist mit einem Wetterumschlag und sogar mit Gewitter zu rechnen, wenn die Leuchtkäfer ihre Laternen abgeschaltet haben. Naturforscher konnten öfters beobachten, wie die in der Luft tanzenden Fünkchen schnell erloschen, obwohl der Abend warm und erquicklich war. Am Abend zuvor jedoch spendeten sie ihr Licht bis spät in die Nacht hinein. Die Erklärung dieses Verhaltens kam zusammen mit dem fernen Donnergrollen und mit den Böen des Gewitterwindes. Allerdings hatten sich die Leuchtkäfer zu diesem Zeitpunkt bereits in Sicherheit gebracht...

Ähnlich den Mistkäfern, den Nesselfaltern, den Libellen, den Bienen, den Ameisen, den Fliegen, den Bremsen, den Mücken und den Gnitzen haben auch die Grillen, die Wespen, die Zikaden und viele andere Insektenarten ihre Befähigung zur Wettervorhersage tausendfach unter Beweis gestellt. Und auch dies ist in den Wetterregeln des Volkes vermerkt worden: Wenn abends laut die Grillen zirpen, wird es schönes Wetter geben, wenn sie schweigen, kommt Regen; zirpen abends die Zikaden aus vollem Halse, steht ein sonniger Tag bevor.

Und daran, daß ein großer Teil der uns bekannten Insekten über außergewöhnliche synoptische Fähigkeiten verfügt, kann uns nichts verwundern. Man sagt, daß die Insekten, zählt man die Stufen der Evolutions-

leiter ab, viel höher stehen als die Wirbeltiere. Der steife Chitinpanzer der Insekten, ihr Außenskelett, soll ihre Entwicklung gebremst haben. Nur aufgrund des Chitinpanzers sind die Insekten in den Millionen von Jahren auf dem Stand verblieben, den sie in den ersten zehn Millionen Jahren ihrer Existenz erreicht haben. Die nachfolgenden Hunderte Millionen von Jahren ihrer glücklichen Existenz auf unserem Planeten bezeugen objektiv, daß die Insekten sich allen Wirrnissen des Schicksals bestens angepaßt haben. Bei Wirksamwerden ungünstiger Witterungsbedingungen verändern sich bei den Insekten die gewohnten reflektorischen Reaktionen, es stellen sich Störungen der Austauschprozesse ein. Eben die lange Anpassung der Insekten an die Existenzbedingungen hat ihnen beigebracht, gute Meteorologen zu sein, Wetterveränderungen im voraus wahrzunehmen und sich vor Wind, Regen, Wolkenbrüchen, Stürmen, Orkanen und anderen Wetterunfällen in Sicherheit zu bringen. Hätten sie das nicht gelernt, so wäre der Untergang der Art unvermeidlich geworden.

Ohne Übertreibung kann gesagt werden, daß jedes Insekt eine Art „lebendige Wetterwarte“ ist, ausgestattet mit einem Komplex an hochempfindlichen mikroskopisch kleinen Geräten und Sensoren, die fähig sind, alle Veränderungen der diversen Umweltparameter hochempfindlich zu registrieren.

Eine interessante Entdeckung haben vor kurzem englische Biologen beim Studium der Lebenstätigkeit der Grillenartigen gemacht.

Bekanntlich zählen zur Insektenordnung der Geradflügler die Feldgrillen und die Hausgrillen (oder auch Heimchen). Die Erstgenannten sind in Süd- und Mitteleuropa, in Nordafrika und in Westasien verbreitet. Die anderen sind in den warmen Ländern der Alten Welt heimisch, sie halten sich in der Regel in der

Nähe der menschlichen Behausungen und in kälteren Ländern nur in Häusern mit ständiger Beheizung auf. Und nun hat sich herausgestellt, daß das von diesen arglosen Geschöpfen erzeugte artspezifische Zirpen unmittelbar von der Außentemperatur abhängt. Man hat eine entsprechende Tabelle zusammengestellt, nach der sich, wenn man die Zirpfrequenz der Grillen ermittelt hat, die Lufttemperatur mit einer Genauigkeit von 1° bestimmen läßt!

Doch mit einem hochpräzisen Thermometer hat die Natur auch die Moskitos ausgestattet. Die Fühler dieser zweiflügeligen Blutsauger, die in Ländern mit einem warmen Klima heimisch sind, verfügen, wie die Bioniker herausgefunden haben, über eine derart hohe Empfindlichkeit, daß sie Temperaturschwankungen von 0,004 °F registrieren können!

In den letzten Jahren ist nachgewiesen worden, daß einige Insekten, die Flüge über große Entfernung ausführen – Bienen, Wespen, Augenfliegen –, sich im Raum anhand des Magnetfelds der Erde orientieren. Gewöhnlich landen sie auf Gegenständen unter Einhaltung einer ganz bestimmten Blickrichtung. Wenn aber diese Landeregel aus irgendeinem Grund verletzt worden ist, dann hüpfst die Biene zum Beispiel auf der Stelle kurz hoch, um die entsprechende Stellung einzunehmen. Die Bioniker haben ermittelt, daß die Insekten wie auch die Fische über eine Art „Magnetgedächtnis“ verfügen – über den sogenannten magnetischen Dipol. Es ist durchaus möglich, daß auch diese Besonderheit den Insekten in einem bestimmten Maße hilft, das Wetter vorherzusagen.

Die Anpassungsfähigkeit des Lebens auf unserer Erde ist fürwahr grenzenlos!

Das Infraohr der Qualle

Unter den zahlreichen Arten der Tiere, die über uns bekannte Mechanismen zur Prognostizierung des Wetters verfügen, haben sich die Bioniker als erstes Untersuchungsobjekt die Qualle ausgewählt.

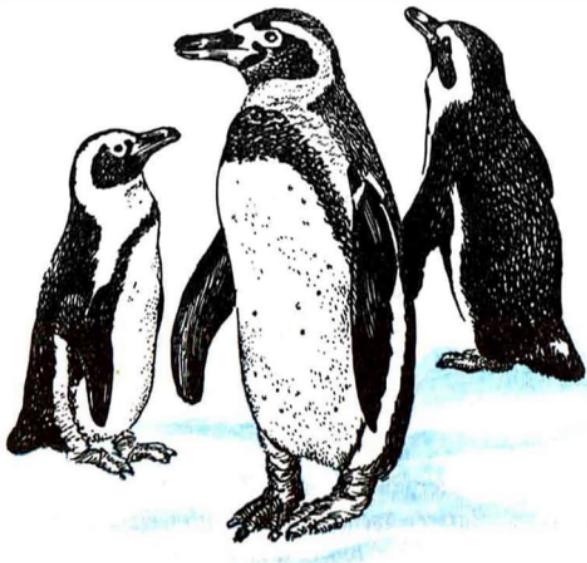
Warum hat gerade dieses Hohltier, nicht aber ein anderes das Interesse der Bioniker erregt? Dafür waren zwei Umstände maßgebend: die Anforderungen der Praxis und der Zufall.

„Plötzlich brach ein Sturm aus...“ Wie oft lesen wir einen solchen Satz in den Zeitungen, in Beschreibungen von Schiffsexpeditionen und Weltumsegelungen. Laut Angaben der internationalen Statistik kommen jährlich in den Meeren und Ozeanen Hunderte, Tausende Menschen ums Leben. In den meisten Fällen sind es Opfer von Schiffskatastrophen infolge von Stürmen und Orkanen.

Die Höhe der Sturmwellen im Ozean kommt auf vier bis elf, mitunter sogar auf achtzehn Meter. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Sturmwellen erreicht sechzig und mehr Kilometer in der Stunde.

Dabei wird eine ungeheure Energie frei, der nicht einmal die modernen Ozeanschiffe widerstehen können: die auf die Felsen geschleuderten Riesenschiffe verwandeln sich in Haufen verunstalteten Metalls. Bei einem schrecklichen Sturm, der im Jahre 1929 im Nordatlantik und in der Nordsee tobte, erlitten über 600 Schiffe eine Katastrophe, es versanken viele Schiffe mit einer Tragfähigkeit von 6000 bis 11000 Tonnen.

Noch tragischer war das Jahr 1964. Es schlug alle vorherigen „Rekorde“ der Schiffskatastrophen. Übertrffen wurde sogar das Jahr 1929, das bei den Seeleuten als das „fatale Jahr“ galt. Laut amtlichen Angaben, die von einer internationalen Organisation – der Vereinigung der Liverpooler Versicherungsagenten – veröffent-

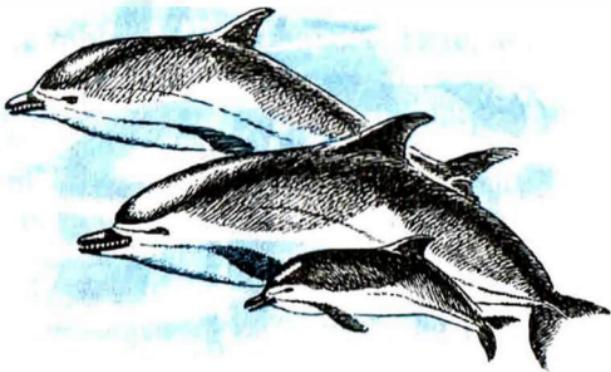


Vor einem Sturm oder Schneetreiben packen sich die Pinguine rechtzeitig in den Schnee und strecken ihre Schnäbel gegen den Wind.

licht werden, sind 1964 allein im Atlantik und Pazifik, im Mittelmeer und in der Nordsee über zweihundert Schiffe (die Havarieschiffe nicht mitgerechnet) mit einer Gesamtwasserverdrängung von 460 000 Tonnen gesunken. Zum Opfer Neptuns wurden Hunderte und Tausende Menschen.

Einen Sturm zu stoppen oder in eine andere Richtung zu dirigieren haben die Menschen noch nicht gelernt. Die Menschen können aber eine Sturmzone umfahren oder rechtzeitig den nächsten Hafen anlaufen, wenn sie Sturmwarnung erhalten haben. Aber leider zeigt das gewöhnliche Schiffsbarometer einen Sturm erst zwei Stunden im voraus an. Und wenn das Schiff auf hoher See ist, kann der Kapitän nur wenig zu seiner Rettung unternehmen.

Günstiger ist die Situation für viele Meerestiere.

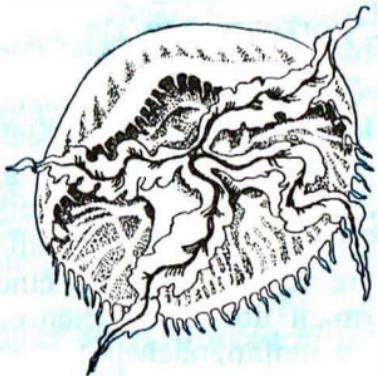


Lange vor einem Unwetter, wenn das Barometer noch hoch steht und nichts auf eine Wetterverschlechterung hinweist, verbergen sich die Delphine hinter Felsklippen.

Sie sind fähig, wie das die Fischer und die Küstenbewohner schon lange wissen, das Nahen eines Sturms rechtzeitig wahrzunehmen.

Lange vor einem Unwetter, wenn das Barometer noch ausreichend hoch steht und nichts auf eine baldige Wetterverschlechterung hinweist, begeben sich die Delphine z. B. in Deckung hinter die Felsen, entfernen sich die Wale von den gefährlichen Riffen und Küsten ins offene Meer hinaus und gehen die kleinen Krebstiere, die unter dem Namen „Meeresflöhe“ bekannt sind, weil sie bei heiterem Wetter auf dem Geröll an der Strandlinie herumhüpfen, an Land. Eine Verschlechterung des Wetters, ein Nahen des Sturms spüren auch die Haifische und viele Seevögel rechtzeitig.

Die Möwen fegen beunruhigt durch die Luft und fliegen zur Küste. Die Pinguine packen sich rechtzeitig in den Schnee und strecken ihre Schnäbel in die



Die Quallen sind die ältesten Mehrzeller unseres Planeten. Ihr gallertartiger Körper hat die Form einer Glocke oder eines Schirms mit einem Durchmesser von mehreren Millimetern bis zu zwei Metern.

Richtung, aus der das Schneetreiben oder der Sturm kommen wird.

Am zuverlässigsten aber sagen ein Sturmwetter die ältesten unter den Mehrzellern unseres Planeten – die Quallen – voraus. Jeder von uns, der auch nur einmal an der See war, hat mit Sicherheit folgendes erlebt: Hell strahlt die Sonne, am blauen Himmel steht kein Wölkchen, die See ist kaum bewegt, doch sonderbarerweise sind keine Medusen zu sehen, diese halbdurchsichtigen schirmähnlichen Quallen, die noch vor einigen Stunden sich friedlich, unmittelbar am Strand, von den Wellen schaukeln ließen.

„Ein Sturm zieht auf“, sagen die Einheimischen und irren sich dabei nie. Nicht einmal ein Tag vergeht, und schon stürzen sich die vom Wind getriebenen Wasserwogen brüllend über das Ufer...

Was ist das nun für ein „sechster Sinn“, der über die frappierende Fähigkeit verfügt, rechtzeitig in den

Besitz einer Sturmwarnung zu gelangen, und der die Tiere veranlaßt, Vorkehrungen zur eigenen Sicherheit zu treffen?

Von welcher Art ist der Zusammenhang zwischen den physikalischen Prozessen, die sich in der Atmosphäre und in den Meerestiefen abspielen, und der Wahrnehmung der lebenden Organismen aus dem Reiche Neptuns? Denn der Mensch muß doch, um eine Wetterveränderung, das Herannahen eines Sturms vorzusagen, Angaben über die meteorologischen Verhältnisse auf einem umfangreichen Territorium erhalten und anhand dieser gesamten Information eine synoptische Karte zusammenstellen, ohne deren Auswertung ein Meteorologe zur Prognostizierung der Wetterveränderung nicht in der Lage ist.

Was dient nun als „synoptische Karte“ für die Seevögel, die Fische, die Säugetiere und die anderen Meeresorganismen? Welche Biomechanismen geben ihnen rechtzeitig und mit absoluter Zuverlässigkeit eine Warnung über das Herannahen eines Sturms oder eines Orkans?

Oder haben die Stürme vielleicht noch andere Vorboten neben der Veränderung des Luftdrucks?

Dieses Geheimnis der Natur zu lüften heißt, den Schlüssel zur praktischen Lösung einer der wichtigsten Aufgaben der Meteorologie zu finden – zur exakten Vorhersage der Stürme, zur Erhöhung der Sicherheit der Seefahrt.

Den Schleier über diesem Geheimnis zu lüften gelang dem bekannten sowjetischen Wissenschaftler, dem namhaften Experten auf dem Gebiet der Meeresphysik Akademiemitglied W. W. Schulejkin. Wie das so oft der Fall ist, wurde die Entdeckung unerwartet gemacht.

Während einer ozeanographischen Expedition mit der „Taimyr“ im Nordpolarmeer wurde Schulejkin

vom Meteorologen der Expedition auf eine sehr interessante Erscheinung aufmerksam gemacht: Vor aerologischen Beobachtungen hatte der Meteorologe eine Ballon-Sonde mit Wasserstoff gefüllt und dann, als er sie zufällig ans Ohr hielt, einen scharfen, stechenden Schmerz verspürt. Der Schmerz war am stärksten, wenn die Ballonhülle etwa einen Zentimeter von Ohr entfernt war, und verschwand, wenn die Entfernung größer als zehn Zentimeter wurde.

Dieses Phänomen erregte die Neugierde Schulejkins, darum versuchte er, nach Moskau zurückgekehrt, diesen auf hoher See erzielten Effekt unter Laborbedingungen zu reproduzieren, doch alle Bemühungen schlugen fehl. Nach einiger Zeit, diesmal in der Wellenstation Kazzieli, wiederholte Schulejkin das Experiment. Jetzt gelang es genauso wie damals auf hoher See. Das Schmerzgefühl trat jedoch nicht ein, wenn der Ballon nicht mit Wasserstoff, sondern mit Luft gefüllt wurde, sowie in den Fällen, wenn zwischen dem Ballon und dem Ohr sich ein Holzbrettchen von einem Zentimeter Stärke befand. Schmerz trat aber auch nicht ein, wenn in die Mitte des Bretts ein Loch von einem Millimeter Durchmesser gebohrt wurde. Daraus schlußfolgerte der Wissenschaftler, daß es sich nicht um einen Überdruck handeln kann, denn der würde sich durch die Bohrung im Brett ausbreiten, sondern daß es zusätzliche Schwingungen in der Luft sein müssen, die in der Nachbarschaft der Ballonhülle entstehen. Die Intensität der Schmerzen im Ohr ließ vermuten, daß die Amplitude der Schwingungen sehr groß ist. Nach einer ganzen Reihe von Experimenten fand Schulejkin schließlich heraus, daß die von ihm entdeckten Schwingungen Infraschallfrequenz aufweisen.

Das Aufkommen von Infraschallwellen erklärte Schulejkin durch die Luftbewegung über den Wellenbergen und Wellentälern der Meereswellen, so daß sich

die Luft hinter den Wellenbergen verwirbelt und Infraschallwellen hervorbringt. Dicse Wellen werden von einem Sturmgebiet ausgesandt und erreichen den Beobachtungsraum, wo sie an dem wasserstoffgefüllten Ballon angreifen, der ja einen Fremdkörper in dem Medium Luft darstellt. Da die akustischen Konstanten des Wasserstoffs sich von denen der Luft viel stärker unterscheiden als die eines jeden anderen Gases, bewirken die Infraschallschwingungen der Luft die stärksten Resonanzschwingungen der Ballonhülle, wenn Wasserstofffüllung zur Anwendung kommt. Daraus wird klar, warum dieser Effekt bei einem luftgefüllten Ballon nicht eintrat. Da die ermittelte Erscheinung nur dem Meere eigen ist, gab ihr Schulejkin den poetischen Namen „die Stimme des Meeres“.

Zur quantitativen Messung der ermittelten Infraschallschwingungen hatte Schulejkin ein spezielles Gerät konstruiert und gebaut. Damit wurde die Frequenz der „Stimme des Meeres“ gemessen – sie bewegte sich im Bereich 8 bis 13 Hertz und entsprach also tatsächlich dem Infraschall.

Einige Zeit später hatten die theoretischen Berechnungen des sowjetischen Wissenschaftlers N. N. Andrejew ergeben, daß bei einer Wellenhöhe von einem Meter und einer Windgeschwindigkeit von 30 m/s die Infraschallschwingungen eine Frequenz von etwa 6 Hz besitzen müssen, was den Experimentalwerten Schulejkins sehr nahe kam. Mit zunehmender Windgeschwindigkeit und Wellenhöhe wird die „Stimme des Meeres“ viel intensiver (von „lauter“ kann bei diesen unhörbaren Wellen schlecht die Rede sein). Die Infraschallschwingungen breiten sich in der Luft wie jeder Schall mit 1200 km/h aus und eilen folglich dem Orkan, der sie hervorgebracht hat, weit voraus.

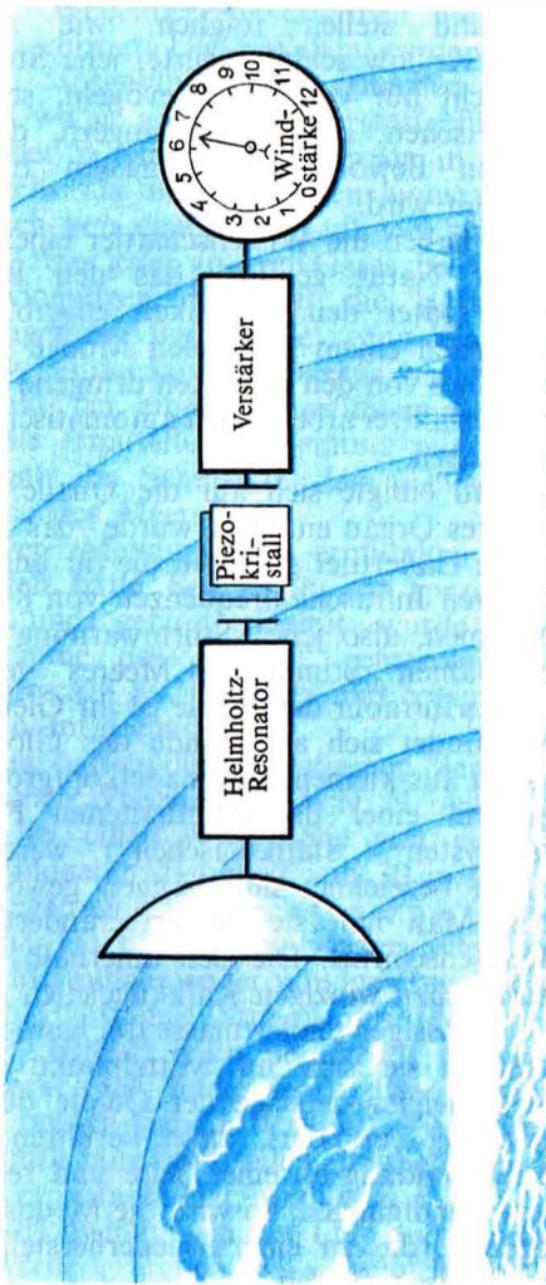
Da die Infraschallschwingungen der Luft auch dem Wasser mitgeteilt werden, breiten sie sich auch dort

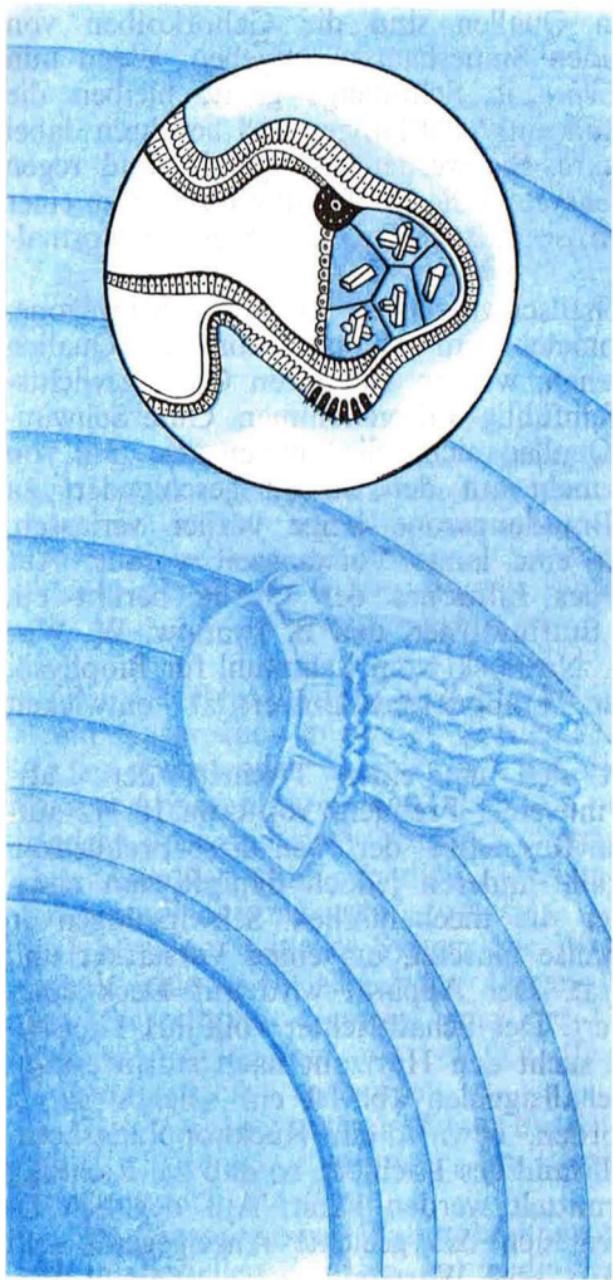
aus und stellen folglich, wie Akademiemitglied A. N. Krylow schlußfolgerte, jene Sturmwarnung dar, die nicht nur von den Seevögeln, sondern auch von den Fischen, den Meeressäugern, den Quallen und anderen Bewohnern des nassen Elements wahrgenommen wird.

So haben die Wissenschaftler eines der Geheimnisse der Natur gelüftet, das den Bionikern dreißig Jahre später den Gedanken eingab, sich im Weltmeer nach einem passenden Modell für die Entwicklung eines von den Seeleuten dringend benötigten, exakt und ausfallfrei arbeitenden automatischen Sturmwarners umzusehen.

Man einigte sich auf die Qualle, bei der ein besonderes Organ entdeckt wurde – das Infraohr –, das es diesem Gallerttier gestattet, die für uns Menschen nicht hörbaren Infraschallfrequenzen von 8 bis 13 Hz wahrzunehmen, also jene „Sturmwarnung“, der Schulejkin den Namen „Stimme des Meeres“ gegeben hatte.

Das Infraohr der Qualle ist ihr Gleichgewichtsorgan. Es befindet sich am Rande des Glockenschirms und besteht aus kleinen, stecknadelkopfgroßen Bläschenkolben mit einer darin enthaltenen Flüssigkeit. Diese Statozysten („Statikbläschen“) werden als Gehörkolben bezeichnet und hängen gewöhnlich an einem Stiel. Man hält sie für artveränderte Tentakeln des Medusenschirms. Die sich innerhalb der Gehörkolben befindlichen winzigen Kalkkügelchen (Statolithen) sind in der flüssigen Gallertmasse frei beweglich. Gewöhnlich befinden sie sich im Mittelpunkt der Blase. Wird die Gleichgewichtslage der Qualle durch die Wasserbewegung verändert, dann berühren die Kugeln die Blasenwandung an einer Seite und reizen die dortigen Nervenendigungen. So wird die Meduse zu Bewegungen angeregt, die zu einer Wiederherstellung der Gleichgewichtslage führen...



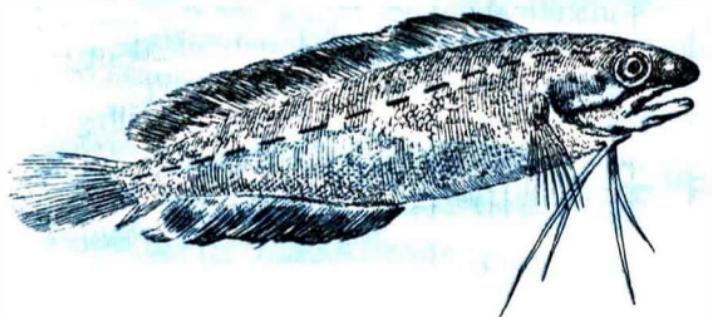


Blockschaltbild eines bionischen Geräts für Sturmwarnung (künstliches Infraohr der Qualle)

Bei einigen Quallen sind die Gehörkolben von langen und feinen Sinneshaaren umgeben. Wenn nun der Quallenkörper in Schräglage gerät, bleiben die Kolben weiterhin senkrecht hängen und berühren dabei diese Sinneshaare. Sie werden also gereizt und regen über das Nervensystem die Epithelmuskelzellen zu einer Kontraktion an, so daß die Qualle wieder die Normallage einnimmt.

Die Infraschallschwingungen, die in der Sturmzone, Hunderte Kilometer vom Aufenthaltsort der Quallen entfernt, entstehen, werden von ihren Gleichgewichtsorganen sehr feinfühlig wahrgenommen. Gute Schwimmer sind die Quallen nicht. Sie müssen also, um von einem Sturm nicht auf den Strand geschleudert zu werden, die Brandungszone lange vorher verlassen, dies setzt aber eine lange Vorwarnzeit voraus. Auf dem Prinzip des Infraohrs der Qualle beruht ein automatischer Sturmwarner, den B. Iwanow, W. Wrobojow und G. Nowinski vom Lehrstuhl für Biophysik der Moskauer Lomonossow-Universität entwickelt haben.

Es handelt sich um einen Trichter, der Luftschwingungen mit einer Frequenz von etwa 10 Hz auffängt, um einen Resonator, der eben diese Frequenzen hindurchläßt, alle anderen jedoch dämpft, um einen Piezogeber, der die mechanischen Schwingungen in elektrische Impulse umsetzt, um einen Verstärker und ein Anzeigegerät. Der Apparat wird auf Deck eines Schiffes montiert. Der Schalltrichter vollführt Kreisbewegungen und sucht den Horizont nach sturmverkündenden Infraschallsignalen ab. Ist ein solches Signal empfangen worden, bewirkt ein Rückkopplungskommando den Stillstand des Trichters, so daß die Richtung des Sturms ermittelt werden kann. Auf der Schiffssbrücke befinden sich das geeichte Anzeigegerät und eine optisch-akustische Warnanlage.



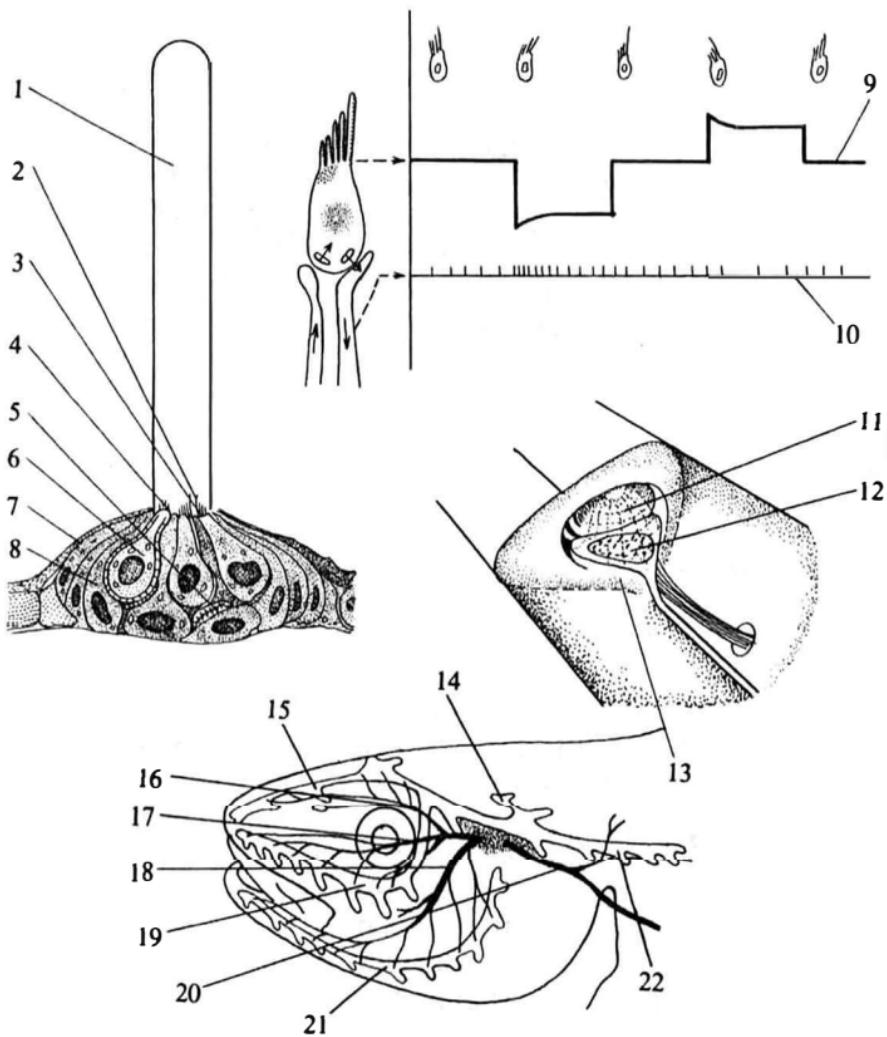
Die gut sichtbare Seitenlinie mit hellen Punkten auf einem dunkleren Streifen reicht beim Fisch vom Kopf bis zum Schwanz. Darunter befindet sich ein feiner Kanal mit Sensororganen, die mit dem Gehirn in Verbindung stehen und niederfrequente Schwingungen wahrnehmen, aus denen der Fisch auf Wasserströmungen, Hindernisse, Feinde und Beutetiere schließen kann.

Bei den Erprobungen sind Stürme 15 Stunden vor ihrem Ausbrechen angezeigt worden, auch die Stärke des zu erwartenden Sturmes hat das Gerät mitgeteilt. Diesen Apparat kann man nicht nur auf dem Meer, sondern auch auf dem Festland nutzen, im einzelnen in der Landwirtschaft, um die für Aussaaten und Gärten verheerende Stürme vorauszusagen.

Über ein originelles System zur Wahrnehmung der Signale eines sich nähernden Sturms verfügen auch die Meeresfische. Gemeint sind die Organe der so genannten Seitenlinie, die bei fast allen Fischen und Wasseramphibien vorhanden ist.

Diese Organe sind als Kette an den beiden Seiten des Fischkörpers angebracht. Im Bereich des Kopfes verzweigt sich die Kette.

Die Sensororgane (Wahrnehmungsorgane) befinden sich in speziellen Kanälen, die in die Haut hineinragen



Aufbau der Seitenlinie bei Fischen: 1 Cupula; 2 Kinozilie; 3 Nervenendigung; 4 Stereozilie; 5 Nervenfaser; 6 Sensorzelle; 7 Mantelzelle; 8 Basiszelle; 9 Rezeptorpotential; 10 Impulsfolge; 11 gewölbeformige Cupula; 12 ovaler Sensorbezirk; 13 Kanalsohle der Seitenlinie; 14 Hinterkopfkanal; 15 Supraaugenhöhlenkanal; 16 oberer Augennerv; 17 Backennerv; 18 Hyomandibularnerv; 19 Infraaugenhöhlenkanal; 20 Lateralnerv; 21 Hyomandibularkanal; 22 seitlicher Hauptkanal

und über kleine Poren Verbindung zur Außenwelt haben. Jedes Organ liegt nicht unmittelbar unter den Poren, sondern im Raum zwischen ihnen, und bildet eine Gruppe in den Kanalboden versenkter mechanischer Rezeptoren, deren haarförmigen Fortsätze in einem gallertartigen Huckel – der Cupula – enden.

Das Wasser fließt frei durch die Kanäle, und jede Strömung oder Vibration in der Nähe des Fisches zwingt das Wasser, durch die Poren in den Kanal einzudringen oder diesen zu verlassen; bei seiner Bewegung längs des Kanals verformt das Wasser die gallertartige Cupula und legt die Härtchen der Rezeptorzellen um. Ist der Wasserdruck von allen Seiten der Cupula gleich, dann wird eine langsame, jedoch ständige Entladung von Nervenimpulsen mit konstanter Frequenz beobachtet.

Fließt das Wasser aber durch den Kanal in einer bestimmten Richtung, dann deformiert es auf entsprechende Weise die gallertartige Cupula, und die Frequenz der Nervenimpulse nimmt zu; bei umgekehrter Bewegungsrichtung des Wassers nimmt die Impulsfrequenz ab. Veränderungen des Wasserdrucks zu beiden Seiten des Fisches werden also von den Organen der Seitenlinie mühelos wahrgenommen, und die Information wird an das zentrale Nervensystem weitergeleitet.

Bis vor kurzem galt als gesichert, daß Seitenlinienorgane den Fischen zur Bestimmung der Bewegungsrichtung des Wassers, der Strömungsgeschwindigkeit, der Tiefe (anhand des Wasserdrucks), der auf dem Wege der Fische befindlichen Hindernisse sowie zur Ermittlung von natürlichen Feinden und zum Auffinden von Beutetieren anhand der von diesen verursachten Wasserschwingungen dienen. Es wird auch angenommen, daß die Seitenlinie für die Kommunikation der Fische untereinander von Bedeutung ist. Nun aber

haben die in den letzten Jahren angestellten Untersuchungen eine neue, für die Lebenstätigkeit der Fische überaus wichtige Funktion des Seitenlinienorgans nachgewiesen.

Es hat sich herausgestellt, daß die Fische mittels ihres außerordentlich empfindlichen Systems der Seitenlinie Infraschall wahrnehmen können, d. h. niederfrequente Schwingungen, die mit den Wellenprozessen an der Wasseroberfläche einhergehen. Da sich aber der Infraschall viel schneller ausbreitet als der Wind, erfahren die Fische im voraus von dem Herannahen eines Sturms und entfernen sich vom Ufer oder tauchen in die Tiefe des Meeres. Dies ist ein Vorsorgereflex, ein Instinkt der Selbsterhaltung: wer nicht in die Tiefe geht, wird vom Sturm, von der Brandung ans Ufer geschleudert und erleidet unvermeidlich den Tod.

Es scheint so, daß auch einige Vögel akustische Schwingungen mit einer Frequenz unter 10 Hz wahrnehmen und sich von ihnen bei ihren Wetterprognosen leiten lassen. (Quelle dieser oft in der Atmosphäre entstehenden Infraschallschwingungen können Winde, Gewitter, Stürme, Magnetstürme sein.) Diese Hypothese ist schon vor langer Zeit geäußert worden, doch an ihre experimentelle Überprüfung sind die Wissenschaftler erst in den letzten Jahren gegangen. Unter anderem hatten amerikanische Neurobiologen, einer Pressemitteilung aus dem Jahre 1977 zufolge, Versuche an Haustauben angestellt. Dabei fanden sie heraus, daß die Tauben Infraschallschwingungen mit einer Frequenz unter 1 Hz wahrnehmen. Um mit Bestimmtheit sagen zu können, wie die Tauben den Infraschall aufnehmen, setzten die amerikanischen Wissenschaftler ihre Untersuchungen an Versuchstauben fort, bei denen auf chirurgischem Wege verschiedene Abschnitte des Gehöraparats entfernt worden waren. Die Fähigkeit zur Wahrnehmung von Infraschallschwingungen verschwand

nach Eingriffen an beliebigen Stellen des Gehörapparats. Die entsprechenden Rezeptoren dürften folglich im Innenohr der Tauben angebracht sein, doch eine exakte Lokalisierung ist bis jetzt nicht möglich geworden.

Da sich Infraschall in der Atmosphäre auf riesige Entfernungen ausbreiten kann – über Tausende von Kilometern –, meinen die Fachleute, auf die Ergebnisse der Experimente mit den Haustauben gestützt, daß die Vögel eben mittels des Infraschalls eine Veränderung des Wetters, das Nahen eines Sturms, eines Orkans usw. im voraus fühlen. Man nimmt auch an, daß die Infraschallwellen den Vögeln zur Orientierung bei Fernflügen helfen...

Kreaturen der Natur im Dienste der Forschung

Die belebte Natur hat also den Bionikern die Idee eines automatischen Sturmpropheten eingegeben – des ersten tatsächlich bionischen Gerätes im Arsenal der modernen instrumentellen Meteorologie.

Jedoch ist trotz aller neuesten Errungenschaften der Wissenschaft und der Technik nicht immer die Möglichkeit gegeben, in Metall oder in elektronischen Schaltkreisen die Konstruktion und die Wirkungsweise der tierischen Sinnesorgane nachzugestalten, von denen die jeweilige meteorologische Information empfangen wird, wie dies im Fall mit dem „Infraohr“ der Qualle geschah. So wird es den Wissenschaftlern in der absehbaren Zukunft wohl kaum gelingen, ein System zu bauen, das Überschwemmungen genauso exakt prognostizieren würde, wie dies die Ameisen oder die Termiten tun.

Was also tun? Wie ist die instrumentelle Meteorologie bei geringsten Aufwendungen an Zeit und Mitteln

mit solchen Einrichtungen zur Voraussage der bedrohlichen Naturerscheinungen auszustatten, die es ihren prognostischen Fähigkeiten nach mit den Ameisen oder den Termiten aufnehmen könnten?

Die Antwort bietet sich von selbst an: Man muß lebende Barometer, Hygrometer, Thermometer und andere hochempfindliche Biogeräte der Natur benutzen, und zwar so, wie sie von der Zauberin Natur entwickelt worden sind! Man muß, anders ausgedrückt, die instrumentelle Meteorologie „biologisieren“. Und eben diesen Weg hat in den letzten Jahren die Bionik beschritten, indem sie biotechnische Verbund-, Hybridsysteme für die Meteorologie entwickelte, in denen hochempfindliche Organe von Geschöpfen der Natur als Geber, als Indikatoren für die Sammlung und Bearbeitung der vielfältigen synoptischen Information verwendet werden.

Die Idee einer Entwicklung solcher zur Hälfte „belebter“ Geräte gehört dem Akademiemitglied S. I. Wawilow. Er schlug seinerzeit das Verfahren vor, zur Erkennung und Registrierung äußerst schwacher Lichtsignale ein lebendes Auge in einer Metallkonstruktion zu benutzen, was ein prinzipiell neues Herangehen an die Konstruktion von automatischen Geräten bedeutete. Seit jener Zeit ist die Methodik einer Verwendung von Rezeptoren und Analysatoren¹⁾ leben-

¹⁾ Die Analysatoren oder Sinnesorgane der lebenden Organismen sind Dreigliedsysteme mit folgenden drei Stufen. Das erste Glied der Analysatorkette ist der Empfänger oder Rezeptor, der der äußeren (mitunter auch der inneren) Umwelt zugewandt ist und zum Empfang von Reizsignalen und zur Umarbeitung (Umkodierung) dieser Signale in Nervenimpulse dient. Das zweite Analysatorglied ist der Nervenstrang, der zur Weiterleitung der Nervenimpulse des Rezeptors dient. Das dritte Glied ist das Gehirnzentrum, in dem die empfangenen Signale endgültig verarbeitet, die Reize und die Entschlußfassungen unterschieden werden. Den Begriff der Analysatoren hatte Akademiemitglied I. P. Pawlow eingeführt.

der Geschöpfe natürlich bedeutend verbessert worden. Die Bioniker haben es gelernt, die Sinnesorgane der Tiere einzusetzen, ohne sie aus dem tierischen Körper herauszulösen, und zwar durch „Anzapfung“ jenes Nervs mittels Elektroden, der im wahrnehmenden Element seinen Anfang nimmt. Dadurch wird auf beste Weise das Problem der Ernährung, d. h. der Aufrechterhaltung der normalen Lebenstätigkeit des Organs gelöst und die Nutzung des lebenden Bioobjekts im technischen Gerät über lange Zeit ermöglicht.

Das günstigste biologische Material für die Experimente, für den praktischen Aufbau der zur Hälfte „lebenden“ meteorologischen automatischen Geräte sind die Insekten.

Erstens sind die Insekten die ältesten Einwohner unseres Planeten, die Natur hat sie großzügig mit den verschiedenartigsten Analysatoren beschenkt, die sich von den künstlichen Wahrnehmungssystemen durch geringe Abmessungen, durch hohe Zuverlässigkeit, energetische Wirtschaftlichkeit und, was die Hauptsache ist, durch außerordentliche Empfindlichkeit gegenüber einem ganz bestimmten Typ der Umwelteinflüsse unterscheiden.

Zweitens ist die Klasse der Insekten – und auch dies ist überaus wichtig – im Reich der Zoologie die artenreichste: Zu ihr gehören 80 Prozent aller Tierarten. Auf jeden von uns entfallen, wenn man die Erde insgesamt nimmt, 250 Millionen aller nur möglichen stechenden, saugenden, bohrenden und sägenden Tiere. Dies ist ein unausschöpfliches Experimentiermaterial sowohl für die Forschung als auch für die Schaffung der sogenannten Kompositasysteme.

Drittens ist die Morphologie der Insekten einfacher als die der höheren Tiere, obwohl dies nur unter Vorbehalt gilt: Erinnert sei an die Zahl der Einzelrezeptoren in einem einzigen Fühler einer Biene oder

einer Ameise, dabei ist jeder dieser Rezeptoren schon an und für sich ein recht kompliziertes Gerät. Insgesamt jedoch stellt der Fühler eines Insekts ein höchst kompliziertes System dar – in diesem Wirrwarr an superkleinen „Elementen“, „Bauteilen“ und „Bausätzen“ sieht man so schnell nicht durch.

Viertens werden von den Wissenschaftlern, wie bereits gesagt wurde, jedes Jahr drei- bis zehntausend neue Insektenarten entdeckt. Und das Sonderbare daran ist, wenn man der entomologischen Fachpresse in der ganzen Welt Glauben schenken darf, daß die Zuwachsraten der Entdeckung neuer Arten nicht abnehmen. Dabei ist jede neue, noch nicht entdeckte und von der Wissenschaft noch nicht erforschte Art ein potentieller „Patentträger“ für Ideen bionischen Inhalts!

Und nun stellen Sie sich in der nicht fernen Zukunft ein Konstruktionsbüro vor, in dem die Bioniker und die Ingenieure die Rezeptorzellen irgendeines Insekts, eines unübertroffenen „Spezialisten“ für die Prognostizierung zum Beispiel von Überschwemmungen, Taifunen oder Wolkenbrüchen, in eine elektronische Anlage einbauen, die zur Bearbeitung der von diesen Rezeptoren aus der Atmosphäre empfangenen Signale dient. In der ersten Annäherung wird das Blockschaltbild eines solchen bioelektronischen Systems folgendermaßen ausssehen: Insektenrezeptoren, an den Fühlerantennen gelegen – Kopfganglien (Nervenknoten, die dem Insekt das Gehirn ersetzen) – winzige Elektroden, an den „Ausgang“ (das Axon) der zentralen Nervenzellen angeschlossen – elektronischer Verstärker – Signalanalysator – Spezialindikatoren. Kombinierte Geräte dieser Art, in Wetterwarten eingesetzt, werden bevorstehende Wetterveränderungen sehr exakt und zuverlässig anzeigen.

Ein Phantasiegebilde? Keineswegs. Ein Verbund biotechnischer Systeme dieser Art wird in den USA und in anderen Ländern schon lange für den Nachweis

des gefährlichen Grubengases verwendet. Als „Geruchsdetektor“ ist in diesen Systemen eine Fliege tätig. Wenn sie eine erhöhte Konzentration des giftigen Gases wahrnimmt, „generiert“ die Fliege Impulse einer charakteristischen Form, worauf ein elektronischer Analyseator unverzüglich ein optisches oder akustisches Alarmsignal auslöst. Alles ist denkbar einfach und bequem: Einen solchen „Geruchsgeber“ wie die Fliege findet man ohne Mühe, die Bioströme der Fliege lassen sich einfach entschlüsseln, die Hauptsache aber, diese Insekten besitzen einen vorzüglichen Geruchssinn (eine gewöhnliche Fliege kann bis zu 30 000 Gerüche unterscheiden!). Und auch der Einsatz eines solchen biotechnischen Systems ist sehr bequem und wirtschaftlich: Wenn der lebende „Baustein“ ausfällt, lässt sich immer genügend Ersatz aus einer gewöhnlichen Streichholzschachtel entnehmen.

Die Bioniker haben heute eine ganze Reihe experimenteller und gewerblicher biotechnischer Systeme vorzuweisen, die ihre hohe Effektivität im Monitoring glänzend unter Beweis gestellt haben.

Der Begriff „Monitoring“ ist gleich zu Beginn der 70er Jahre unseres Jahrhunderts entstanden – so bezeichnet man ein System von Beobachtungen der verschiedenen Umweltelemente im Raum und in der Zeit gemäß einem vorgegebenen Programm. Die wichtigste, die Hauptaufgabe des biotischen (biologischen) Teilsystems des Monitorings ist die Kontrolle des Zustands der Biosphäre, die Ermittlung der Verschmutzung der uns umgebenden Luft, des Wassers der Flüsse, der Seen und der Meere.

Die Notwendigkeit spezieller Überwachungen der Veränderungen in der Biosphäre ergibt sich bekanntlich aus den Aktivitäten des Menschen. Über alle lebenden Wesen, die auf der Erde beheimatet sind, ergießt sich in den letzten Jahrzehnten nicht nur eine

Vielzahl der unterschiedlichsten schädlichen chemischen Verbindungen, wie es sie in der Biosphäre früher nicht gegeben hat, sondern auch ein enormes Maß an anthropogenen elektromagnetischen Emissionen, Lärm, thermischen Verunreinigungen usw. Dies alles muß natürlich im Blickfeld des Monitorings bleiben. Daraus läßt sich unschwer ableiten, was für ein gewaltiges Arsenal an Geräten und Apparaten für die Umweltkontrolle erforderlich ist. Zu diesem Zweck entwickelte man spezielle Gasanalysatoren, Spektrometer, Photometer und sogar Laseranlagen. Und dennoch können alle diese platzaufwendigen und kostspieligen Geräte in vielen Fällen nicht mit den heute im Monitoring benutzten biotechnischen Systemen konkurrieren, für die sich bei Bedarf in der belebten Natur Rekordsensoren finden lassen, welche imstande sind, mittels des Geruchs- oder des Geschmackssinns im wahrsten Sinne des Wortes einzelne Moleküle der verschiedenen Stoffe in der Luft nachzuweisen. Nach Beispielen braucht man nicht lange zu suchen.

Feinste Analysatoren chemischer Verbindungen stellen die Chemorezeptoren der einzelligen Meerleuchten dar. Das Aufblitzen dieser Leuchtorganismen als Reaktion auf Substanzen, die dem Wasser beigegeben werden, ist eine Art Übersetzung aus der Sprache der Chemie in die Sprache der elektromagnetischen Wellen – des Lichts. Es genügt bereits ein Hundertstel Milligramm Salz oder Zucker im Wasser, damit das Leuchtentierchen seine „Laterne“ umgehend einschaltet. Dies ist ein Signal über die Veränderung der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen im Medium Wasser und damit eine Warnung der Artgenossen über eine mögliche Gefahr.

Eine erstaunliche Fähigkeit zur chemischen Schnellanalyse des Wassers wurde bei einigen Süßwasserfischen entdeckt. Studien bezeugen, daß in bezug auf die

Kontrolle und Anzeige einer Verunreinigung von Flüssen, Seen und Staubecken kein einziges technisches System gegen den Sonnenbarsch, den Gründling und die Forelle ankommt.

Vor etlichen Jahren führten die Bioniker und Ingenieure eines französischen Laboratoriums folgendes Experiment aus. In einer Kläranlage wurden drei einfache Aquarien eingerichtet. In jedes von ihnen setzte man eine Forelle aus. Das Wasser wurde durch die Aquarien mit einer Geschwindigkeit gepumpt, die der Strömungsgeschwindigkeit der Loire nahe kam, aus der die Einwohner der Stadt Nantes ihr nicht immer ausreichend sauberes Leitungswasser beziehen.

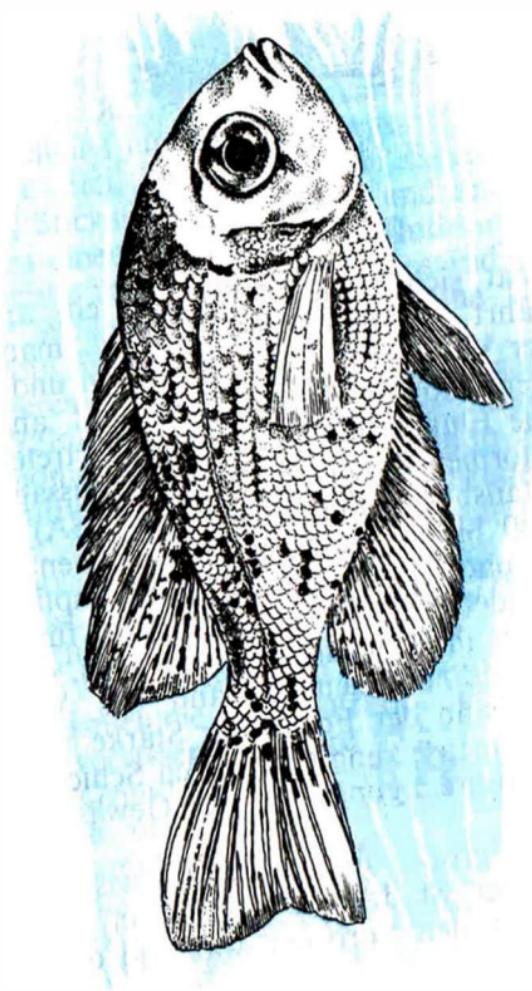
Forellen lieben es naturgemäß, gegen den Strom zu schwimmen. Wenn sie aber bei den Experimenten stehenblieben, wurden sie durch leichte elektrische Entladungen zur Fortbewegung angeregt. Es erwies sich, daß acht Tage ununterbrochener Bewegung dem Fisch keinerlei Schaden zufügen. War das Wasser aber verunreinigt, dann wechselten die Forellen schlagartig ihren Kurs im Bestreben, dem anströmenden Schmutzwasser davonzuschwimmen. An jedem Fisch angebrachte Spezialgeber schlugen sofort Alarm, wenn der Fisch die Flucht ergriff. Über eine Verschmutzung des Wassers gab es nicht die geringsten Zweifel, wenn alle drei Forellen mit der Strömung zogen. Die Experimente wurden mit Erfolg mehrere Monate lang ausgeführt. Anschließend veröffentlichten die Experimentatoren eine Mitteilung, daß es ihnen gelungen sei, die Forelle in den Dienst des Menschen zu stellen und daß „die modernste Elektronik nichts ist im Vergleich zur Forelle, wenn es sich um die Ermittlung der Wasser verschmutzung handelt“.

Heute wird im Oberlauf der Wasserentnahme für die Wasserleitung Nantes in speziellen langen Becken ein ganzer Schwarm von Forellen gehalten, die mit

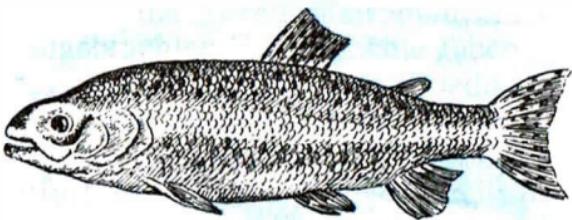
besonderen Geräten versehen sind. Ist das Wasser sauber, dann ziehen die Forellen stromaufwärts und die im Becken angebrachten Fotoelemente geben über Funk ein ganz bestimmtes Signal. Enthält jedoch das Loire-Wasser auch die winzigsten Mengen an Schadstoffen, dann lassen sich die dafür überaus empfindlichen Forellen sofort von der Strömung treiben und die Geräte übermitteln an den Kontrollpunkt ein anderes Signal, das ein Herannahen von Schmutzwasser anzeigt.

Die „Forellenüberwachung“ von Gewässern wird auch in der Sowjetunion angewandt. So überwachen Regenbogenforellen die Funktion der neuen bioaktiven Kläranlage in der Vereinigung Estnische Landtechnik. Die in den Abwasserkanal ausgesetzten Fische reagieren blitzartig auf geringste Veränderungen des Mediums: Schon einige Tropfen Benzin oder Öl äußern sich im Verhalten der Forellen. Da durch die letzte Stufe der gewaltigen Kläranlage nur reines, durchsichtiges Wasser fließt, fühlen sich die „ehrenamtlichen Gütekontrolleure“ hier überaus wohl und nehmen schnell an Gewicht zu.

In der BRD kommt ein anderes Monitoring-Verfahren zur Anwendung. Hier werden in den Becken nicht Forellen, sondern Nilhechte gehalten. Nach Ansicht einiger Experten ist dieses Verfahren der Wasserüberwachung in Flüssen, Seen und anderen Gewässern günstiger und wirksamer. Solange sich alles ordnungsgemäß verhält, sendet der Hecht ständig schwache elektrische Impulse aus, etwa 400 bis 800 in der Minute. Kaum fühlt er sich aber unwohl, drosselt er die Impulsfrequenz. Die Beobachtung dieses lebenden Indikators ist viel einfacher, denn bei der automatischen Registrierung der elektrischen Impulse entfällt das Anbringen von Geben an den Fischen. Zudem ist das neue Verfahren viel empfindlicher, weil sich die Impulsfrequenz schon lange vor dem Unwohlsein der Fische ändert.



Sonnenbarsch



Forelle

Glänzend hat sich beim Monitoring ein anderer Detektor bewährt. In den USA benutzt man zur Bestimmung der Verschmutzung von Flüssen und Seen mit radioaktiven Stoffen, Insektiziden und anderen Schadstoffen die Flußperlmuschel – einen Vertreter der ältesten Lebensformen unserer Erde. Laut Aussage des Zoologen Dr. Stansbury (Ohio-Universität, USA) bleibt diese Muschel 30 bis 40 Jahre an der gleichen Stelle auf dem Flußgrund liegen. Sie ist sehr empfindlich für Umweltveränderungen und lagert Jahr für Jahr an der Außenfläche ihrer Schalen Schichten ab, die den sich allmählich verändernden Zustand des Wassers kennzeichnen. Anhand der Form, der Stärke und der chemischen Zusammensetzung einer jeden Schicht wird im Labor der Verunreinigungsgrad des Gewässers bestimmt.

Die Einwohner großer Industriestädte wissen, daß der Frühling in der Stadt eine oder zwei Wochen früher einzieht als in den Vororten, während der Winter sich um die gleiche Frist verspätet. In den Vororten liegt noch Schnee, man kann Ski fahren, in der Stadt aber sind schon die ersten Radfahrer zu sehen. Die Städter wundern sich nicht über die Rundfunkmeldungen, daß die Lufttemperatur im Stadtkern um ein bis

zwei Grad höher ist als in den Randbezirken. Gewöhnt haben sich die Städter auch an die „Rauchkappen“ vor dem Hintergrund eines klaren Himmels, an den schmutzigen Schneematsch im Frühjahr und an die Staubschicht an den Fensterscheiben. Dies alles resultiert aus der Verschmutzung der Atmosphäre durch Gase und Flugstaub. Die Vielfalt der chemischen Elemente im industriellen Flugstaub (Kohlenstoff, Aluminium, Magnesium, Blei, kleinste Partikel Eisenoxide und Ruß, Sulfat-, Stickstoff-Wasserstoff- und andere Verbindungen) hat einen wesentlichen Einfluß auf das Klima der Großstädte und bedingt die Unbeständigkeit des „optischen“ Wetters über der Stadt, seine Unterschiedlichkeit vom Wetter in den Vororten.

Interessant sind die nun schon mehrere Jahre in den Waldparks der BRD durchgeführten Experimente aus bionischer Sicht. Dort bestimmt man den Grad der Luftverschmutzung mittels lebender „vierbeiniger Geräte“. Mehrere Dutzend Wildschweine, Rot- und Damhirsche wurden mit Minisendern ausgestattet. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, rund um die Uhr das Verhalten der Tiere zu verfolgen, die empfindlich auf alle Veränderungen in der Umwelt reagieren. Wenn zum Beispiel die Konzentration der Schwefelgase zunimmt, verlassen die Tiere eilig den jeweiligen Raum. Auf der Grundlage des Tierverhaltens stellt man spezielle Karten zusammen, bestimmt man die Quellen der Luftverschmutzung, ermittelt man die Räume mit ungünstigem Mikroklima.

Man könnte noch viele Beispiele einer erfolgreichen Anwendung biotechnischer Systeme beim Monitoring in den verschiedenen Industriezweigen anführen. Doch schon die genannten Beispiele, meinen wir, sprechen überzeugend dafür, daß die einmaligen automatischen „Leben-Technik“-Verbundsysteme für viele Bereiche der Wissenschaft und der Praxis aussichtsreich sind. Und

eine große Hilfe erweisen sie natürlich doch den Meteorologen. In einer Reihe von Fällen kann nur ein lebender Organismus die von außen eintreffende vielfältige Wetterinformation mit höchster Vollständigkeit und Komplexität erfassen, verarbeiten und augenblicklich an die angekoppelte registrierende, signalisierende elektronische, elektromechanische oder andere technische Einrichtung weitergeben.

Jedoch darf die Schaffung rein biotechnischer meteorologischer Systeme auf dem Wege der direkten Modellierung der Konstruktionen und Wirkungsweisen solcher Organe wie z. B. das „Infraohr“ der Qualle oder der Aufbau von Verbundsystemen (biotechnischen Systemen) des Wetterdienstes durch Direkteinschaltung von Sinnesorganen der verschiedenen lebenden Organismen als Geber für die Sammlung und Verarbeitung der meteorologischen Information in die ingenieurtechnischen Anlagen nach Ansicht vieler Bioniker die Bedeutung der sozusagen traditionellen, in Jahrhunderten herausgebildeten Verfahren der Wettervoraussage nach dem Verhalten der einzelnen Arten von wildlebenden und domestizierten Tieren nicht ausschließen oder schmälern.

So nutzen z. B. die afrikanischen Stämme seit alters heute noch die Fähigkeit der Frösche, Wetterveränderungen zu erkennen. Für sie ist besonders wichtig, genaue Kenntnisse darüber zu erlangen, wann die Regenzeit beginnen wird, um ihre Wohnstätten und die Saaten rechtzeitig darauf vorzubereiten. Die dortigen Einwohner haben beobachtet, daß die Baumfrösche vor Beginn der Regenzeit das Wasser verlassen und zum Laichen auf Bäume steigen. Würde sich die „Prognose“ der Frösche dem „rechnerisch ermittelten Wert“ nur nähern, dann hätte dies ein Austrocknen des Laichs und den Tod der Nachkommenschaft zur Folge. Doch dies kommt nicht vor, denn Fehler bei der „Vorhersage“ der Frösche sind äußerst selten.

Das Froschbarometer benutzen, ähnlich den Einwohnern Afrikas, auch viele Naturforscher und Hirten in Sowjetland. Nur trägt ihr lebendes Barometer den Namen Laubfrosch. Auf der Erde gibt es über 250 Laubfroscharten, von denen in der UdSSR nur zwei Arten heimisch sind: der Gemeine Laubfrosch, auch Baumkleber genannt, und der Japanische Laubfrosch. Der erstgenannte lebt auf der Krim, im Kaukasus und im Süden der Ukraine, der letztere im Fernen Osten. Die Laubfrösche sind nicht groß – nur 4 bis 5 Zentimeter lang – und in der Regel grasgrün. Sie sind am Tage und in der Dämmerung aktiv, dazu ausgezeichnete Kletterer und Springer. Sie verbringen die meiste Zeit auf Bäumen. Dort jagen sie die verschiedensten Insekten und leisten damit einen enormen Beitrag zur Schädlingsbekämpfung. Bei heiterem, beständigem Wetter steigen die Laubfrösche höher in die Bäume und veranstalten dort laute Wechselgespräche als Serie heiserer Laute, vor einem Unwetter bleiben sie auf der Erde. Man müßte meinen, das Gegenteil wäre angezeigt: bei freundlichem Wetter sind die kühlen feuchten Verstecke in Bodennähe vorzuziehen. Aber die Laubfrösche lassen sich von anderen Überlegungen leiten. Für sie steht das Futter an erster Stelle. Und dieses fliegende Futter neigt bei Sonnenschein zu Höhenflug, so daß die Frösche die Bäume erklimmen müssen. Vor einem Unwetter jedoch verbergen sich die Insekten in verschiedenen Ritzen und Erdspalten. Die Frösche haben es dann also nicht nötig, auf die Bäume zu steigen. Insgesamt gesehen, ist es so, daß diejenigen, die das Wetter aus dem Verhalten der Laubfrösche vorhersagen, sehr wohl wissen, daß wenn die Frösche in den Zweigen sitzen, mit klaren, sonnigen Tagen zu rechnen ist.

In Burma kann man in den Häusern der Einheimischen oft Pythonschlangen sehen, die dort fast als

Haustiere gelten. Die Kinder spielen mit diesen Ungetümen wie mit einem Hund oder einer Katze. Die Fischer aber benutzen die Pythonschlangen für ihre gewerblichen Zwecke: Sie nehmen die Schlangen mit ins Meer hinaus als Meteorologen. Einige Stunden vor einem Unwetter schlängelt sich die Schlange aus dem Boot und schwimmt ans Ufer. Nun haben es die Fischer eilig, ihr zu folgen...

Zur Zeit der Heumahd, wenn kein Wölkchen am Himmel steht, werfen die Bauern ab und an einen Blick auf das Barometer. Daß es nur keinen Regen gibt!... Sie vertrauen dem Gerät, holen sich aber mittunter dennoch bei einer Spinne Rat, da sie der Meinung sind, daß sie feinfühliger ist als das allerbeste moderne Barometer. „Die Spinne“, schrieb Leo Tolstoi, „baut ihr Netz nach dem Wetter, wie es ist, wie es sein wird. Schaut man nach dem Spinnennetz, kann man erfahren, wie das Wetter sein wird; sitzt die Spinne in der Mitte des Netzes, ohne herauszukommen – steht Regen ins Haus. Verläßt sie ihre Behausung und baut sie neue Netze, kündigt dies Schönwetter an. Wie kann die Spinne im voraus wissen, wie das Wetter sein wird? Die Empfindungen der Spinne sind so subtil, daß wenn sich in der Luft die Feuchtigkeit erst zu sammeln beginnt und wir dieselbe überhaupt noch nicht wahrnehmen, das Wetter für uns noch klar ist, für die Spinne schon Regen fällt.“

Menschen, die das Verhalten der Spinnen in einer Folge von Jahren gut studiert haben, benutzen das „Spinnenbarometer“ so: Der Raum, in dem sich die Spinne ansiedelt, wird in elf gleiche Teile unterteilt. Jeder Teil gilt als eine Woche. Läßt sich die Spinne aus ihrem Netz zum Beispiel bis zur fünften Unterteilung herab, dann rechnet man diese Zahl der Elf hinzu und bestimmt, wann das Regenwetter beginnt.

Im Winter kündigt ein solches Verhalten der Spinne gewöhnlich Tauwetter an.

Bei der Benutzung des „Spinnenbarometers“ sollte man im Winter und im Sommer die Fadenlänge der Spinne messen. Je niedriger sie sich herabläßt, desto trockener und wärmer wird der Sommer, umso kälter aber der Winter ausfallen. Wenn sich jedoch der „vielbeinige Synoptiker“ bei freundlichem Wetter der Wand zuwendet, dann ist mit Nässe zu rechnen. Zieht er die Beine an, wird ein Wetterwechsel an diesem Tag nicht stattfinden. Die Spinnen halten nichts von Hitze und harren am Tage gewöhnlich in ihren Behausungen aus. Es kommt aber auch vor, daß eine Spinne bei größter Hitze auf Jagd geht. Dies bedeutet, daß sie den kommenden Wetterumschlag verspürt und bestrebt ist, vor Eintritt des Unwetters ihren Bauch zu füllen. Ein Unwetter ist auch zu erwarten, wenn die Spinne am Morgen loszieht, ihre Netze zu inspizieren.

In der Grafschaft Clare in Irland halten die Dorfbewohner Ziegen als Barometer. Verstecken sich die Ziegen unter einem Dach, gibt es Regen; spazieren sie jedoch auf der Wiese umher, dann ist mit freundlichem Wetter zu rechnen. Den Einwohnern unseres Gebirges Transili-Alatau aber sagen die Wildböcke, wie der Herbst sein wird: Wenn die Böcke bis November nicht begonnen haben, ihr Fell zu wechseln, wird sich die Wärme lange halten – man braucht sich mit der Kartoffelernte nicht zu beeilen, auch der Schnee wird erst in einem Monat oder noch später fallen...

In vielen Provinzen Chinas benutzen die Bauern Aquariensaiblinge als lebende Barometer. In Japan sieht man in den Aquarien allerorts kleine „Meteorologen“-Fische. Sie reagieren im voraus und absolut fehlerfrei auf geringste Wetterveränderungen, und ihr Verhalten im Aquarium wird ständig von den Kapitänen der

Ozeanriesen, die auf große Fahrt gehen, und von den Einwohnern der Küstenbezirke des Landes der Aufgehenden Sonne beobachtet, deren Gärten und Aussaaten oft unter Stürmen leiden.

Die Freunde des Angelsports, die Sportangler, halten ebenfalls in ihren Aquarien kleine Fische und bestimmen nach deren Verhalten, wie das Wetter wird, ob mit einem guten Fang zu rechnen ist oder ob man die Angel vielleicht gar nicht erst hervorholt. Wenn alle Fischlein direkt unter der Wasseroberfläche schwimmen, wird es ein Unwetter geben. Wühlen aber die Fischlein im Sand und auf dem Grund des Aquariums herum, dann bedeutet dies, daß es gutes Wetter geben und der Fisch im See oder im Fluß gierig nach dem Köder schnappen wird.

In einigen Gegenden Sibiriens, wo man die Hasen auf den Waldpfaden mit Drahtschlingen und anderen Netzen fängt, legen sich die Berufsjäger einen Vorrat an lebenden Schneehasen zu und halten diese in einer leeren Scheune oder in einem anderen unbeheizten Raum. Am Morgen wird kontrolliert, wie die Hasen die Nacht verbracht haben. Wenn das Futter unangetastet geblieben ist und auf dem Fußboden, mit Mörtel, Asche, Sand oder Schnee bestreut, keine frischen Spuren zu sehen sind, braucht man gar nicht erst in den Wald zu gehen: Die Hasen haben sich auch dort von ihrem Lager nicht erhoben, sie warten auf Wetter. Und umgekehrt, hat der Hase in der Nacht viele Spuren hinterlassen, dann waren auch seine Waldesbrüder auf Nahrungssuche unterwegs. Dann gehen die Jäger in den Wald, um ihre Fallen, Fangeisen und Schlingen zu überprüfen, und kehren mit reicher Beute heim.

Die Jäger Kasachstans beobachten die Wildschweine und bestimmen aus deren Verhalten, wie der Winter wird. Wenn diese Tiere einen Monat vor dem

herbstlichen Schneefall sich in die Berge zurückziehen, dann bedeutet dies, daß sie im voraus wissen – in den Niederungen wird es viel Schnee und wenig Futter geben. Die Jäger aber, die in der Atschinsk-Taiga (Region Krasnojarsk) ihr Gewerbe ausüben, beobachten das Verhalten der Bären, um zu erfahren, wie der Frühling sein wird. Richtet Meister Petz seine Höhlen im Herbst nicht in Niederungen, sondern an höher gelegenen Stellen ein, dann ist dies ein sicherer Hinweis darauf, daß der Frühling schnell einziehen wird und die Niederungen überschwemmt werden. An hohen Stellen aber kann das Schmelzwasser den Bären nichts anhaben. Die Jäger tun es ihnen dann nach und legen ihre Proviantlager ebenfalls auf Anhöhen, auf Hügeln an.

Viele erfahrene Jäger bestimmen das Wetter vorher, indem sie das Verhalten des in den Wäldern der UdSSR stark verbreiteten Gemeinen Eichhörnchens beobachten. Es gibt eine ganze Palette von im Laufe der Jahre bewährten Anzeichen. Baut das Eichhörnchen sein Nest auf dem Baum niedrig, wird der Winter frostreich, baut es hoch, gibt es einen warmen Winter. Einen großen Vorrat an Nüssen legt das Eichhörnchen vor einem kalten Winter an. Hat das Eichhörnchen im Winter sein Nest verlassen und rennt viel herum – wird sich gutes Wetter einstellen und die Fröste werden nachlassen.

Wie die Jäger in den Wäldern besitzen auch die Seeleute ihre zuverlässigen „Synoptiker“, die in den Meeren und Ozeanen beheimatet sind. Das sind vor allem die großen Bartenwale (von den 10 Arten kommen in den Gewässern der UdSSR 8 vor, darunter der Blauwal von über 30 Meter Länge und bis zu 160 Tonnen Masse und der Grönlandwal bis 20 Meter Länge). Durch Studium der Walmigrationen haben die Wissenschaftler und die Walfänger herausgefunden, daß der Ortswechsel dieser Giganten von solchen Bedin-

gungen abhängt wie Temperatur, Salzgehalt und Klarheit des Meereswassers, Nahrungsangebot und Wetterverhältnisse. Erfahrene Seeleute kennen folgende Anzeichen und richten sich nach ihnen: Wenn die Walmigrationen zögernd erfolgen, unter Einlegung von Pausen auf den „Unterwasserweiden“ (Bartenwale ernähren sich bekanntlich von Kleinkrebsen – dem Krill), dann bedeutet dies, daß das Wetter ruhig bleiben und in der nächsten Zeit kein Sturm erwartet wird; wandern die Wale jedoch schnell, ohne Rastpausen, und tauchen sie an die Oberfläche nur zum Luftholen, dann steht ein Wetterumschlag bevor – stärkerer Wind oder Sturm.

Folgendes noch haben die Seeleute in der Antarktis bemerkt. Mitunter ziehen sich Gruppen von Walen, die im Ozean Dutzende von Meilen voneinander entfernt sind, vor einem Sturm in eine ganz bestimmte Richtung zurück. Dabei liegen noch keine Hinweise auf einen Wetterwechsel vor, der Wind ist schwach, der Barograph zieht seine gleichmäßige gerade Linie, die Wale aber, als hätten sie ein Gefahrensignal erhalten, entfernen sich in aller Eile. Es wird die Vermutung geäußert, Wale würden genauso wie die Quallen das Nahen eines Sturms wahrnehmen, indem sie die in der Ferne erklingenden Infratöne empfangen, die in den Räumen eines bereits tobenden Sturms durch Reibung der Luft an den Wellenbergen entstehen.

Heute befahren Hunderte Frachtschiffe jährlich die arktischen Seewege, um Millionen Tonnen Güter an Orte zu bringen, die noch vor kurzem keinesfalls für alle Schiffe als zugänglich galten. Der Nördliche Seeweg, der die größten Flüsse Sibiriens sowie den Stillen und den Atlantischen Ozean verbindet, ist das wichtigste Kettenglied bei der wirtschaftlichen Erschließung des Hohen Nordens. Eine große Bedeutung für die Lösung dieses komplizierten Transportproblems kommt der hy-

drometeorologischen Absicherung der polaren Schiffsfahrt zu.

Und zur Lösung dieses Problems tragen „Synoptiker“ – die Walrosse – bei. Der Direktor des hydrometeorologischen Observatoriums Pewek Kandidat der geographischen Wissenschaften W. N. Kupezki berichtete in einem Gespräch:

„Bei der Aufstellung des Programms für das Studium der Walrosse berücksichtigen wir auch volkstümliche Regeln. In ihnen sind die jahrhundertealten Erfahrungen der Einwohner des Nordens enthalten. Auf den Karten der Eisaufklärung verzeichnen wir unbedingt alle in den arktischen Meeren heimischen Tiere, die von den Hydrologen bei den Erkundungsflügen gesichtet wurden. Von den Einheimischen haben wir zum Beispiel erfahren, daß Walrosse auf dem Kompakteis mit Sicherheit auf das Entstehen eisfreien Wassers hinweisen. Bei der Navigation kommen oft Eiseinstürze vor, wie sie von uns bezeichnet werden – dabei blockieren die riesigen Eismassive die Küste und bringen die Schiffahrt zum Stehen. Die Walrosse sagen uns, ob dies für lange ist. Einmal gab es einen solchen Einsturz auf der Trasse des Ostsektors der Arktis. Wir flogen zur Eisaufklärung los und sehen doch: Unten auf den Eisschollen liegen Walrosse, in den eisfreien Rinnen aber tummeln sich Wale. Wir haben den Seeleuten mitgeteilt, daß bald das ‚Abschieben‘ einsetzen wird – das Abtreiben des Eises von der Küste. So war es dann auch...“

„Und ein schönes Urlaubswetter!“ Dies wünscht man allen Urlaubern und Touristen. Was aber ist zu tun, wenn mitten im Urlaub plötzlich Regen losprasselt?

Vor kurzem hat man in der BRD beschlossen, die Erfahrungen der Volksmeteorologie zu nutzen, um die zahlreichen Touristen, die sich in den Sommerferien

auf Reisen durch das Land begeben, mit zuverlässiger synoptischer Information zu versorgen (und dies im Zeitalter der Wettersatelliten und der Computer). Auf Initiative der westdeutschen Synoptiker wurde in Afrika ein großer Posten Frösche für 600 Reiseagenturen der BRD gekauft. Die Frösche wurden in speziellen Boxen untergebracht, und sie sagten gehorsam das Wetter vorher. Das Experiment übertraf alle Erwartungen: Fehler gab es praktisch nicht. Und auch heute tun die Frösche ihren Wetterdienst in den Reisebüros der Bundesrepublik.

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, daß im modernen meteorologischen Dienst mitunter auch bestimmte hochfliegende Insekten eingesetzt werden können. Das Wesen dieser Neuerung läuft auf folgendes hinaus.

Allgemein ist bekannt, daß es für die Meteorologen äußerst wichtig ist, ständig die Ortswechsel der Luftströmungen zu beobachten. Früher wurde diese Kontrolle mittels der auf die notwendige Höhe gebrachten Ballonsonden durchgeführt. Man beobachtete sie durch einen Theodoliten und ermittelte auf diese Weise die Geschwindigkeit der Luftbewegung über dem jeweiligen Raum.

Heute benutzt man für diese Zwecke manchmal empfindliche Radargeräte und dazu noch ... Mücken oder Fliegen. Auf die Idee eines solchen Verfahrens zur Erforschung der Luftströmungen brachte die Wissenschaftler der Umstand, daß ein ständig ausstrahlendes Radargerät auf eine Entfernung bis zu einem Kilometer eine einzelne Fliege „orten“ kann, während Insektenschwärme aus noch größerer Entfernung nachgewiesen werden können. Nachdem ein solches Radargerät für meteorologische Beobachtungen dienstbar gemacht worden war, entdeckten die Spezialisten einen aufschlußreichen Fakt. Es wurden z. B. kompakte Insektenanhäufungen gesichtet, die in der Nähe der

Wolkendecke und noch höher ihre Bahn zogen. Die Höhe der Wolkenuntergrenze betrug dabei 500 bis 550 Meter, die Reisegeschwindigkeit der Insekten aber stimmte gewöhnlich mit der Geschwindigkeit der Luftströmung überein.

Durch Beobachtung der Mücken und der Fliegen am Bildschirm des Radargeräts kann man folglich eine sehr genaue Information über die Verlagerung der oberen Schichten der Atmosphäre erhalten. Auch jene Zonen des Himmels real unter Kontrolle nehmen, die oberhalb der Wolken liegen. Es ist nämlich so, daß die Insekten gar nicht selten auch in diese Höhen aufsteigen, um sich besser im Raum zu orientieren, um einen günstigen Wind oder wärmere Luftströmungen ausfindig zu machen...

Die letztgenannten Beispiele zeigen noch einmal, wie groß die Möglichkeiten einer praktischen meteorologischen Nutzung der verschiedenartigen synoptischen Fähigkeiten der einzelnen Tierarten für die Erhöhung der Genauigkeit der kurz- und der langfristigen Wetterprognosen sind. Der Vorteil der lebenden meteorologischen Geräte gegenüber vielen, von den Ingenieuren entwickelten technischen Systemen besteht nicht nur darin, daß sie diese in der Empfindlichkeit, der Selektivität, der Zuverlässigkeit, der Leistung übertreffen, sondern auch darin, daß sie nicht projektiert zu werden brauchen und für ihre Herstellung keine Mittel aufzuwenden sind.

Die Meteorologie im Reich der Pflanzen

Große Aufmerksamkeit widmen die Bioniker auch dem Studium der „synoptischen Fähigkeiten“ der Pflanzen. Das Ziel der Forschungen ist vielschichtig: Ermittlung der Zusammenhänge zwischen den komplizierten Re-

aktionen, die in den Pflanzen ablaufen, und den Veränderungen des Wetters. Nachweis von „patentwürdigen“ Ideen in der Pflanzenwelt für die Entwicklung der instrumentellen Meteorologie sowie Schaffung neuer bionischer Verfahren der Wachstumsregulierung und der Ertragssteigerung der Pflanzen.

Die Pflanzen, die Bäume, die Blumen sind auf unserem Planeten lange vor den Tieren aufgekommen. Die Feuchtigkeit des Bodens, die Wärme der Sonnenstrahlen, die Bewegung der Erdschichten, die Kälte des Eises, die Berührung durch Menschenhände und Hummelflügel – dies alles nehmen die Pflanzen wahr. Sie reagieren auf eine Vielzahl von Naturerscheinungen, die in der Nähe und in der Ferne von ihren Blättern, Wurzeln, Trieben ablaufen.

Der Mensch hat schon lange bemerkt, daß die Pflanzen sehr sensibel auf Veränderungen der Umwelt reagieren und seinen Sinnesorganen eine zusätzliche Information liefern können. Sie können das wahrnehmen, wozu unsere Sinnesorgane nicht in der Lage sind. Um den Umfang seiner Wahrnehmungen zu vergrößern, hat der Mensch viele Pflanzen zu Gehilfen seiner Wahrnehmungen gemacht. Blättert man in der „Volks-Wetterkunde“, kann man sich überzeugen, daß die Pflanzen dem Menschen seit unerdenklichen Zeiten als Wetterorakel dienten. Anhand ihres Verhaltens haben es die Menschen gelernt, recht zutreffende langfristige Wetterprognosen aufzustellen.

Ein Ehrenplatz unter den Pflanzen, die langfristige Wetterprognose „liefern“, gebührt der Schönheit unserer Wälder – der Birke. Diesen schlanken, aparten Baum kennt jeder, und es scheint überflüssig zu sein, ihn ausführlich zu beschreiben. Jedoch muß über einige wenig bekannte Besonderheiten dieses Wunderbaums fraglos berichtet werden.

Auf unserer Erde gibt es 120 Birkenarten. Vierzig



Weiße Birke

von ihnen „leben“ in der Sowjetunion. Im Süden der Fernöstlichen Küstenregion ist die Eisenbirke, oder *Betula Schmidii* beheimatet, deren Holz sich in seiner Festigkeit dem Eisen annähert. Im Vergleich zum Roh-eisen aber ist es 3,5mal fester. Kein noch so scharfes Beil kommt ihm bei, keine Gewehrkugel durchdringt es. Das Holz dieser Birke geht im Wasser unter. Ausgesprochen schön ist die karelische Birke, die in Karelien, Belorussland, der Tschechoslowakei und in einer Reihe skandinavischer Länder wächst. Von den bekannten weißstämmigen Birken unterscheidet sie sich durch ge-

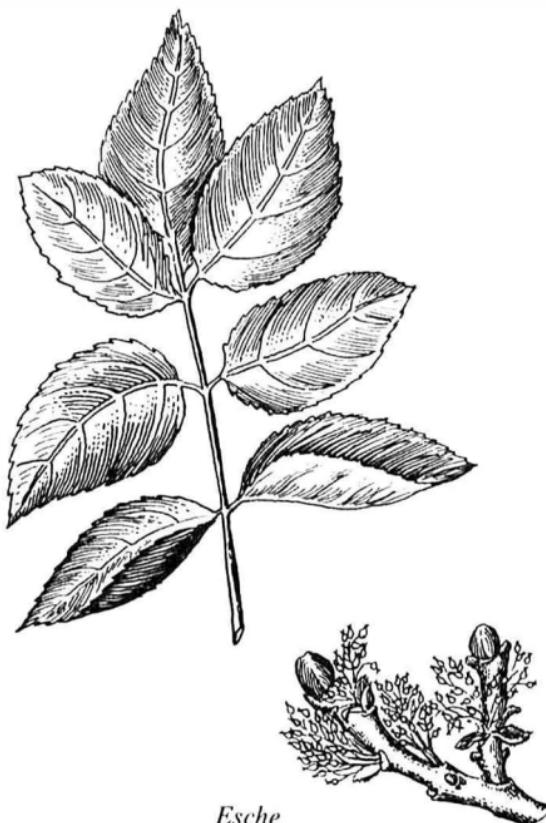
musterten Aufbau und die Farbzeichnung ihres Holzes. Das ist ein sehr wertvolles Gewächs, darum wird jeder einzelne Baum erfaßt. Einige Wissenschaftler meinen, es handle sich hierbei eigentlich nicht um eine spezielle Birkenart, sondern eher um einen krankhaften Zustand: Die derart malerischen Muster und Färbungen seien das Ergebnis der Tätigkeit von Viren, Pilzen und Bakterien...

Unsere weißstämmige Birke ist in der Welt die einzige Pflanze mit einer grellweißen Rinde. Diese Farbe verleiht ihr der organische Farbstoff Betulin (Birkenkampfer). Übrigens ist *Betula* der lateinische Name der Birke. Bei einigen Birkenarten ist die Rinde gelb, kirschfarben, rosarot, dunkelgrau, schwarzbräunlich und sogar violett. Bezeichnend ist, daß die Birkenrinde aus Zellen besteht, die so eng miteinander „verschweißt“ sind, daß sich eine feste, fast korkartige Schicht bildet, die für Wasser und Gase undurchlässig ist. Aus Birke gefertigtes Geschirr schützt die Lebensmittel vor Kälte; Wasser in einem Gefäß aus Birkenrinde gefriert nicht einmal bei stärkstem Frost.

Oft wird gefragt: Wozu sind an der Birke schwarze Striche angebracht? Sie sind nicht zufällig. Wissenschaftlich heißen sie Korkwarzen. Das sind spezielle „Lüftungsklappen“, die im Sommer die Luft zu den lebenden Innengeweben des Birkenstamms hindurchlassen. Ohne diese Korkwarzen würde der Baum buchstäblich ersticken. Im Winter werden die Lüftungsklappen luftdicht durch festere Zellen zugemauert (in dieser Zeit schläft der Baum und atmet fast nicht), im Frühjahr aber, wenn die Birke erwacht und mit „voller Brust“ zu atmen beginnt, öffnen sie sich wieder. Beiläufig sei bemerkt, daß die Birke sehr leicht den grimmigsten Frost erträgt. Man hatte folgendes Experiment angestellt. Birkenzweige wurden in eine Kammer mit einer Temperatur nahe an den absoluten Nullpunkt (-273°C)

gebracht. Und als man sie wieder in die üblichen Bedingungen versetzte, erwiesen sie sich als lebensfähig.

Die Birke ist eine lebende pharmazeutische Fabrik. Wenn die Sonne sommerlich wärmt, brechen aus der Birke harzige bernsteinfarbene Tröpfchen hervor, duftend und klebrig. Wenn man sie berührt, kann man einen langen Faden ziehen. Diese Aussonderungen der Knospen hießen schon im antiken Griechenland die „Tränen“ des Baums. Die Zusammensetzung der „Tränen“ ist reichhaltig: bis zu 50 Verbindungen. Viele von ihnen sind biologisch aktiv: Sie schützen den Baum vor den Larven schädlicher Insekten, vor Mikroben, sie hemmen das Wachstum unerwünschter Pflanzenarten. Mit einem Wort, die „Tränen“ sind eine Art chemische Abwehr der Knospen und folglich auch des Baumes als Ganzem. Für den Baum sind diese „Tränen“ äußerst notwendig. Doch nicht minder wichtig sind sie auch für die Lebenstätigkeit der Bienen. Schauen Sie genauer hin, und Sie werden sehen, daß vor den bernsteinfarbenen Tröpfchen der Birke immer die zottigen Arbeiterinnen herumschwirren. Die Bienen tragen die „Tränen“ in ihren Bienenstock, fügen ihnen Wachs und andere Komponenten hinzu und erhalten die Propolis – das Kittharz oder das Stopfwachs. Die Propolis ist es, die das Bienenreich sicher schützt. Damit bedecken die Bienen alles, was nur möglich ist: die Wände des Bienenstocks, die Zellen der Honigwaben, und so weiter. Außerdem lagern sie dieses Kittharz auf Vorrat. Nicht zuletzt dank dem Kittharz sind die Bienenstöcke das Musterbeispiel für ideale Sauberkeit: Es schützt die Bienenstöcke vor Mikroben, d. h. vor Zersetzung und Gärung. Ein anderes Wunder ist der Birkensaft. Schon unsere fernen Vorfahren schätzten ihn als blutreinigendes und wohltuendes Mittel bei Gicht, Rheumatismus, Arthritis und Skorbut. Eine Alkoholtinktur aus Birkenknospen trinkt man bei Magengeschwüren und Ma-



Esche

genverstimmungen, bei Erkrankungen der Haut und der Harnblase, man benutzt sie auch zum Auswaschen von Wunden und für Umschläge. Die Birke ist außerdem eine ganze Fabrik für die Produktion von Pflanzengiften. Ihre zarten Blätter scheiden so viel von ihnen aus, daß sich rund um den Baum ein großer Raum bildet, in dem alle Krankheitserreger absterben.

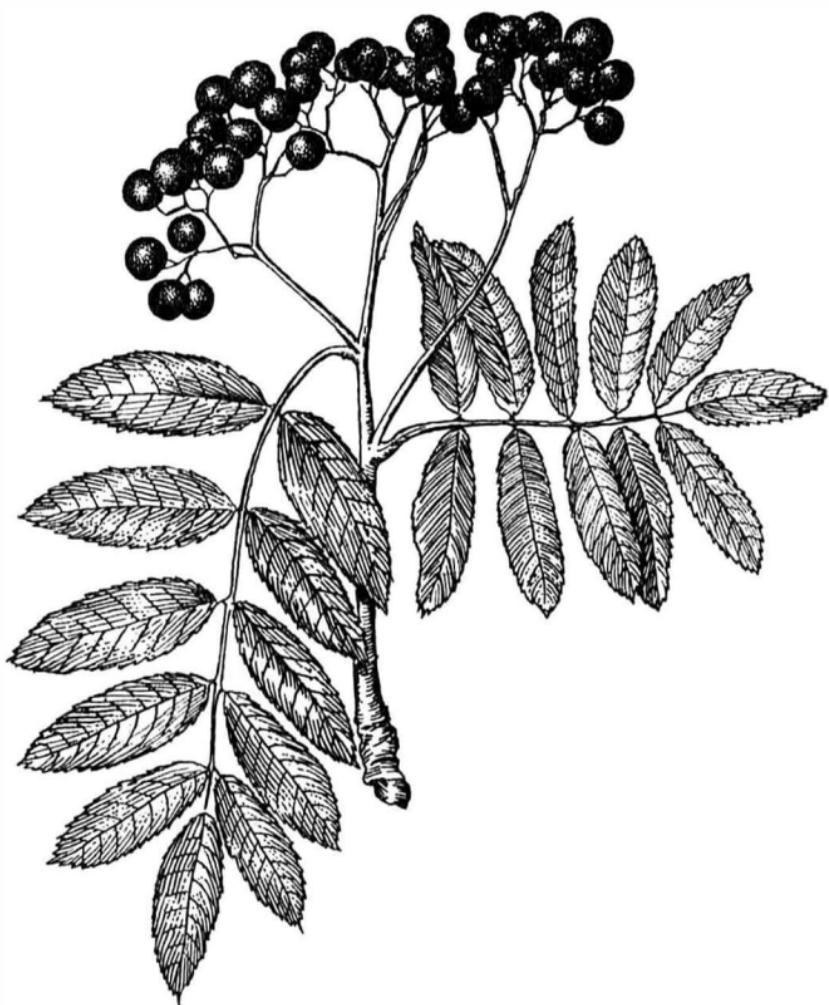
Die jahrhundertelangen Beobachtungen der Birke haben der volkstümlichen Wetterkunde zu vielen wertvollen, bewährten Regeln verholfen: Gibt eine Birke viel Saft, wird der Sommer regnerisch; zeigt die Birke im Frühjahr vor der Erle die Blätter, wird der Sommer windig, kommt ihr aber die Erle zuvor, werden Kälte

und Regen die Menschen plagen; fallen die Blätter bei der Birke sauber, wird das Jahr leicht und ertragsreich; wenn die Blätter der Birke im Herbst von der Kronenspitze an zu gilben beginnen, wird der nächste Frühling sich früh melden, werden sie jedoch von unten gelb, dann läßt er auf sich warten.

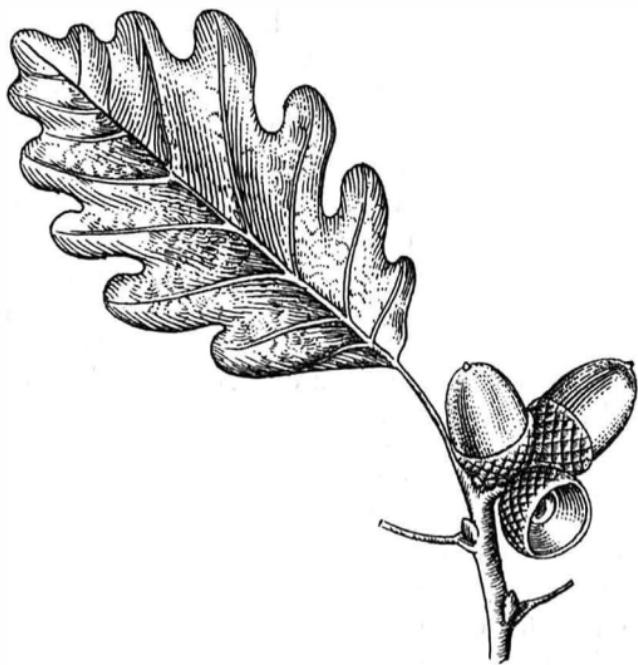
Das zu erwartende Sommerwetter kann man aus der Reihenfolge des Knospens von Eiche und Esche erschließen. Zeigt die Eiche ihre Knospen und Blätter zuerst, wird der Sommer feucht und kühl. Rückt jedoch die Esche auf den ersten Platz, dann ist mit einem trockenen und warmen Sommer zu rechnen. Bemerkt wurde auch, daß viele Eicheln an der Eiche einen grimmigen Winter anzeigen.

Als zuverlässiger Ankündiger langfristiger Wetterprognosen gilt die Eberesche, die seit unerdenklichen Zeiten die Liebe und die Achtung des Volkes genießt. Die Schönheit, die Perle, die Rebe des Nordens... Viele Legenden, Sagen, Lieder hat das Volk der Eberesche gewidmet!

In einem russischen Volkslied will sich die Eberesche an den starken Eichenbaum anlehnen, bei ihm Halt finden, dabei ist sie in Wirklichkeit viel lebenskräftiger als dieser König der Wälder. Der leidenschaftliche Verehrer der Natur, ihr ausgezeichneter Kenner, der verstorbene Dmitri Pawlowitsch Sujew hat behauptet, daß diese Waldesschönheit den Duft ihrer Blüten länger als zwei Monate ausströmen kann. Vom Süden der Ukraine und des Kubangebiet bis zu den Wäldern nördlich des Polarkreises, bis zu den Chibinen, bis zu den abgelegenen Taigainseln der Kolyma und zu den Kurilen. Die weißen Mützen ihrer honigträchtigen Blüten sind ein zuverlässiger Vorbote der Wende zur behaglichen Wärme. Ein später Blütenstand der Eberesche zeigt einen langen Herbst an. Ein trockener Herbst erwartet uns, wenn die Eberesche im Sommer



Gemeine Eberesche



Eicheln am Eichenblatt

wenig Früchte trägt. Zahlreiche Früchte zeigen einen regnerischen Herbst an, ist der Wald jedoch durchgehend rot (die Eberesche biegt sich unter der Last ihrer Früchte), dann wird ein grimmiger Winter folgen.

Ein aufschlußreicher, ein lehrreicher Fakt. Im Jahre 1984 veröffentlichte die Zeitung „Selskaja shisn“ am 25. August einen Beitrag unter der Überschrift „Ebereschenprognose“. Dort wurden einige Bauernregeln für die langfristige „Ebereschenprognose“ des Wetters genannt. Den Lesern der Zeitung wurde anheimgestellt, diese Regeln im Laufe eines Jahres nach Veröffentlichung des Beitrags zu überprüfen. Und am 14. Juni 1985 erschien in dieser Zeitung der phänologische Artikel „Die Ebereschenprognose hat sich bewahrheitet“. Und

tatsächlich, die Prognose der Eberesche hat sich glänzend bewahrheitet. Im August 1984 stand die feinästige Spitzenklöpplerin in der Russischen Tiefebene im flammanden Rot der reichlichen Früchte, und die altbekannte Merkregel „Zahlreiche Früchte der Eberesche zeigen einen regnerischen Herbst an“ ließ nicht lange auf sich warten. Erinnern Sie sich an den September in den Moskauer Vororten. Allein in diesem Monat hat es 22 Regentage gegeben. Die Erde nahm rund 130 Millimeter Niederschläge auf, das heißt die Norm des gesamten Herbstes! Eine derart reichliche Feuchtigkeit in dieser Jahreszeit wurde von den Meteorologen in den vergangenen einhundert Jahren nur dreimal registriert. Auch im Oktober und November brachte uns das Wetter keine Freude. Innerhalb von diesen zwei Monaten überstieg die Niederschlagsmenge die für die Herbstsaison geltende Norm. Auch die Merkregel „Einem durchgehend roten Wald wird ein grimmiger Wind folgen“ hat sich bestätigt. Die feinästige Spitzenklöpplerin hat uns durch die Fracht der schweren roten Reben den allen bekannten strengen Winter herbeigerufen. Den haben wir hinter uns gebracht und wieder blühte die Feinästige. Doch nicht vergessen war die Regel „Wenn die Eberesche rot ist, wird der nächste Sommer regnerisch“. Der nächste Sommer war in diesem Fall der von 1985. Und wieder hat sich die trostlose Ebereschenprognose bewahrheitet. Kaum war der Sommer in der Natur und nach dem Kalender „eröffnet“, und schon rauschte der Regen. Manche Wolkenbrüche lieferten innerhalb weniger Stunden (zum Beispiel in der Ukraine) die Monatsnorm an Niederschlägen. In vielen Gebieten der Russischen Tiefebene überzogen die Wolken herbstlich den Himmel; es regnete von oben bis unten...

Ein jedes hydrometeorologisches Zentrum kann wohl neidisch werden ob der von dem in Rußland



Hufblattich

geliebten Baum derart verwunderlich genau „herausgegebenen“ Prognose.

Nach der Winterkälte sehnen wir uns alle nach Wärme. Der sichere Erstanzeiger warmer Tage für Ende März – Anfang April ist das Aufkommen der ersten gelben Blumen der allerfrühesten Frühjahrspflanze, des Hufblattichs zwischen dem Schnee auf den aufgetauten Stellen, an Hängen und Neigungen oder Bahnböschungen. Im Russischen heißt er „Mutter-und-Stiefmutter“. Diesen Namen verdankt der Hufblattich seinen Blättern: groß, denen der Klette ähnelnd, jedoch runder, von der Größe einer Menschenhand, an der Oberseite leuchtend grün, glatt und darum kalt wie die böse Stiefmutter im Märchen, an der Unterseite weißlich, flaumig-filzig, weich, zart und warm wie die leibliche Mutter. Der Hufblattich ist ein früher Honigträger. Er wird gern von den Bienen aufgesucht. Die Insekten sammeln den lek-

keren Nektar und den reichlichen Blütenstaub im gesamten europäischen Teil unseres Landes, im Kaukasus, in Sibirien, Mittelasien, in der Ussuri-Region, überall, wo diese anspruchslose Pflanze gewöhnlich in großen „Gesellschaften“ wächst und gedeiht. Im Frühjahr sammeln die Menschen den Huflattich, reißen seine Blätter oder schneiden sie in der Mitte des Blattstiels ab, trocknen sie auf Hausböden mit guter Durchlüftung, an der freien Luft unter Überdachungen oder in Trockenkammern, um aus den getrockneten Blättern eine Arznei herzustellen, die gegen Husten hilft. Darum lautet der wissenschaftliche Name des Huflattichs *Tussilago farfara* – „Hustenaustreiber“.

Als Frühlingsboten bezeichnet man das Schneeglöckchen. Seinen wissenschaftlichen Namen *Galanthus nivalis* kann man mit Milchblütler, Schneeblütler übersetzen. Das Schneeglöckchen blüht sehr früh, je nachdem wie der Schnee schmilzt, und es erfreut das Auge mit der feinen Form der schneeweissen hängenden Glockenblüten. Unvergeßlich ist das Bild, wenn das Schneeglöckchen massenweise blüht, wenn im blattlosen, lichtüberfluteten Wald der Boden in den Wellen der lebenden weißen Spitzenklöppeleien versinkt. Und darum ist es nicht verwunderlich, daß die verschämte Schönheit des zarten Frühlingsboten von zahlreichen Legenden nicht übergangen wird. Eine von ihnen weiß zu berichten: Als im Schneetreiben verirrte Menschen, unter Kälte und Schnee leidend, an der Grenze der Verzweiflung anlangten, hatten die Schneeflocken mit ihnen Mitleid und begannen, zur Erde fallend, sich in weiße Blumen zu verwandeln. Gleich wurde es wärmer ringsumher, und Hoffnung auf Rettung bemächtigte sich der Herzen der verzweifelten Wanderer. Und so verblieb dem Schneeglöckchen die Bedeutung eines Symbols der Hoffnung, der nahenden rettenden Wärme.

Auf das Einziehen der langerwarteten Wärme nach dem endlosen Winter weisen die auf den Wiesen, auf den Waldlichtungen und inmitten der Sträucher sprühenden goldgelben Blüten der Primel hin – der goldenen Schlüsselblume. Unmöglich kann heute gesagt werden, wer als erster bemerkte hatte, daß die Blüten der Primel tatsächlich einem Bund von Schlüsseln ähneln, und zwar nicht irgendwelcher, sondern zauberhafter, aus purem Gold gefertigter Schlüssel. Der Volksmund hat sogar eine Legende geschaffen, daß eben die Primel die ersehnte Tür in den gütigen und großzügigen Sommer, zur langen, langen Wärme aufschließt. Sie blüht gewöhnlich im Mai, das heißt später als viele andere Frühlingsgewächse. Darum wäre der volkstümliche Name „Schlüsselblume“ wohl exakter als der beurkundete Name „Primula“ (die „Erste“).

Die Primel ist eine ungewöhnliche Pflanze. Ihr Blütenstand, auf einem hohen, zart beflaumten Stengel ruhend, ähnelt einem Schlüsselbund, die Blätter jedoch... Die Blätter ähneln einem jungen Hammel. Sehen Sie hin: Sie sind gekräuselt! Darum hat diese Barometer-Blume im Russischen auch noch einen dritten Namen: Schäfchenblume. Die Blätter der Primel weisen noch eine interessante Besonderheit auf. Sie wachsen als Rosette, wobei das Blatt selbst allmählich in den Stiel übergeht – der Wurzelstock wird von der Rosette eingefäßt, aus ihr ragt der blattlose Blütenstengel heraus. Es heißt, die Primel begieße sich selbst: Das Regenwasser fließt die Blätter hinab, danach durch die Blattwurzelrinnen und über die Blattstiele direkt zum Wurzelstock der Pflanze. Der Wurzelstock ist bei der Primel kurz, aber saftig und lagert, wie auch bei vielen anderen mehrjährigen Gräsern, Nährstoffe für den Winter an.

Für ihre Schönheit und ihre Heilkraft muß die Primel teuer bezahlen: Die Menschen pflücken sie un-



Primel oder Schlüsselblume. In den germanischen Sagen ist die Primel nichts anderes als der Schlüssel der Frühlingsgöttin Freia, mit dem sie nach dem langen Winter die Wärme hereinläßt.

barmherzig ab. In vielen Gegenden, wo die Primel früher in Massen vorkam, ist sie heute selten geworden. Was wird aber, wenn sie mit der Zeit ganz verschwindet? Wer wird dann den Sommer empfangen, wer wird ihm die Tür aufschließen? Wie werden wir leben,

wenn wir das „goldene Schlüsselchen“ von der allerbesten Jahreszeit, von der Wärme, von der Schönheit verlieren? Welche Werkstatt und welcher Meister wird ein neues Schlüsselchen anfertigen?

Viele volkstümlichen Regeln über das kommende Wetter hängen mit der Veränderung der Farbe der Baumblätter, mit der Zeit ihres Abfallens zusammen. Eine solche Regel besagt zum Beispiel: „Wenn im Sommer an den Bäumen gelbe Blätter aufkommen, wird es einen frühen Herbst geben.“ Eine andere Regel behauptet: „Solange die Kirsche ihre Blätter hat, zieht der Winter nicht ein, auch wenn noch so viel Schnee fällt.“ Die Regeln stimmen. Physiologisch erklären sie sich folgendermaßen.

Ihre grüne Farbe verdanken die Pflanzen dem Chlorophyll, dem Pigment, das für die Fotosynthese erforderlich ist. Dabei enthält ein Blatt auch andere Farbstoffe, nur sind sie im Sommer in der Regel nicht zu sehen, weil das dichte grüne Chlorophyll sie verbirgt. An sich zerfällt das Chlorophyll schnell bei Licht, aber im Sommer nehmen wir dies nicht wahr, weil die Pflanze ständig neues Chlorophyll produziert. Mit dem Näherkommen des Herbstes jedoch verlangsamt sich die Lebenstätigkeit der Pflanze, das zerstörte Chlorophyll wird nicht mehr ersetzt, und am Blatt treten die anderen Farbstoffe hervor. Das Anthozyan zum Beispiel, das in vielen Pflanzen enthalten ist, verleiht den Blättern eine lila-violette Färbung, das Xanthophyll macht sie gelb oder das Karotin orangefarben. Gleichzeitig mit der Farbveränderung vollzieht sich die Alterung des Blattes. Die Alterung des Blattes dehnt sich auf den Blattstiel aus, wo sich eine wenig haltbare Abtrennschicht aus dünnwandigen, locker angeordneten Zellen bildet. Der Wind pustet los, und es fliegen von oben nach unten im bunten Reigen, flimmernd und verspielt die verschiedenfarbigen Blätter.

Nicht alle Bäume und Sträucher ändern die Farbe ihrer gesamten Blätter gleichzeitig. Vom Farbwechsel schließen sich zum Beispiel die Blätter des Flieders, der Scheinakazie oder der Heckenkirsche aus. Ihre Blätter bleiben bis zum Ende des Laubfalls grün. Ungleich sind bei den verschiedenen Bäumen auch die Termine, die Dauer und der Charakter des Laubfalls. Im Prozeß der Evolution hat sich bei den Pflanzen die Fähigkeit herausgebildet, anhand der veränderlichen Temperaturwerte und anderer Parameter auf den frühen oder späten Herbst oder Winter zu „schließen“, und sie geben uns davon Kunde durch Veränderung der Farbe ihrer Blätter, durch frühen oder späten Laubfall.

Ganz vor kurzem hat das Pflanzenreich einer Expedition chinesischer Wissenschaftler gleich drei Überraschungen in Form von drei zuvor unbekannten Baumarten bereitet. So wurde in der autonomen Provinz Guangxi Zhuang eine Baumart entdeckt, die Regen vorhersagt. Drei Tage vor dem Fallen atmosphärischer Niederschläge ändert das Blattwerk dieser Bäume plötzlich seine Färbung – von dunkelgrün zu rot. Und in der Provinz Shanxi im Osten des Landes kommen Bäume vor, deren Zweige an der Bruchstelle reichlich Saft einer weißen Färbung ausscheiden, der durchaus einen Ersatz für Pflanzenöl bei der Nahrungszubereitung abgeben kann. In einer nördlichen Provinz Chinas gibt es auch einen Baum, dessen Rinde im Sommer von einer dichten Schicht eines Pulvers überzogen wird, das im Geschmack dem Kochsalz ähnelt.

Aus der Blütezeit der verschiedenen Pflanzen, aus dem Knospentreiben, aus der Blattfärbung und aus anderen phänologischen Erscheinungen haben unsere scharfsichtigen Vorfahren, die einen scharfen Blick für die belebte Natur besaßen, die Termine für die Aussaat, für die Einbringung der Ernte und für die Heuzubereitung abgeleitet. Und auch heute benutzt die Volks-



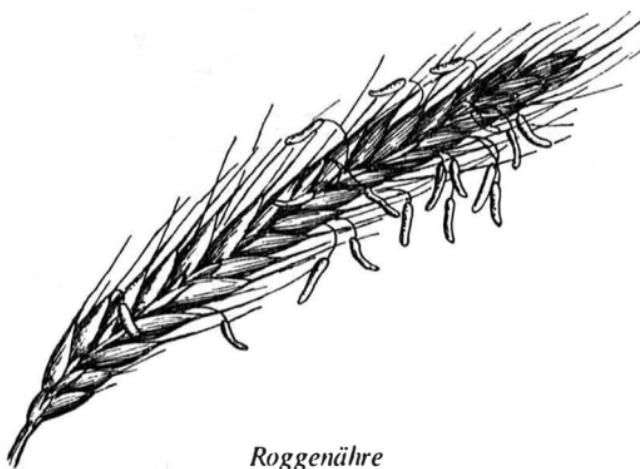
Blühende Traubenkirsche



Aprilblume (Weißes Windröschen)



Das im Frühling „staubende“ Kätzchen der Aspe

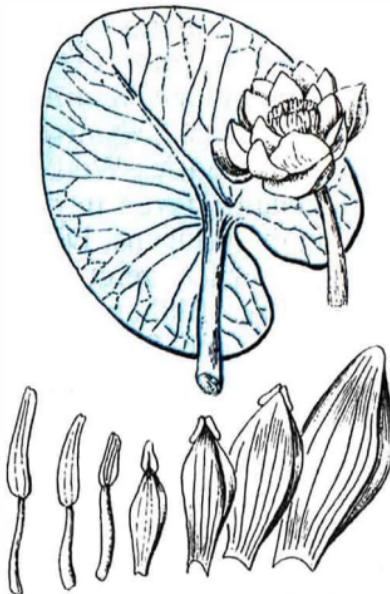


Roggenähre

agronomie den lebenden Kalender der Natur weiterhin für das Bestimmen der Termine der Aussaat und der Ernte vieler landwirtschaftlicher Kulturen. Das Sprießen der Schneeglöckchen und der behaarten Glockenblume, das Blühen der Aprilblume (des Weißen Windröschens) signalisieren den Mechanisatoren in der Landwirtschaft den Beginn des Frühjahrspflügens. Die Kätzchenbildung bei den blühenden Ahornen zeigt den Aussaattermin für die Rüben an. Das Blühen der Aspe teilt mit, daß die Mohrrüben an der Reihe sind. Die duftigen Blumen der weißen Schönheit des russischen Waldes – der Traubenkirsche – sind der beste Hinweis auf die Zeit des Kartoffellegens. Das Blühen der Veilchen gemahnt, daß es an der Zeit ist, die Petersilie zu sähen.

Einige Merkregeln, die mit den phänologischen Erscheinungen im Zusammenhang stehen, wurden sogar zu Axiomen, zu unumstößlichen Regeln für die Ackerbauern. Hier sind sie, freilich nicht alle. „Hafer ist zu säen, wenn das Birkenblatt sich entfaltet.“ „Der älterste Termin für die Haferaussaat ist die Apfelblüte.“ „Steht die Erdbeere rot, ist die Haferaussaat umsonst.“ „Weizen ist zu säen, wenn die Traubenkirsche blüht“ (Bauernregel im Gebiet Jaroslawl). „Säe keinen Weizen vor dem Eichenblatt.“ „Die Gerste ist mit Säen dran, wenn die Roggenblüte durchbricht.“ „Blüht die Eberesche, ist der Flachs zu säen.“ „Den Buchweizen säe, wenn das Gras gut steht.“ „Wenn die Eiche grünt, sind die Erbsen zu stecken.“ „Steht die Sauerkirsche in Blüte, ist der Dill an der Reihe.“

In der Schatzkammer der Volkswetterkunde kann man nicht wenige auf analoge Weise in Jahrhunderten entstandene Merkregeln – Prognosen künftiger Erträge – finden. „Steht die Espe in Kätzchen, wird die Haferernte ertragsreich sein“. „Sind die Espenknospen groß, wird die Gerste reichlich sein.“ „Die Blätter fallen bei



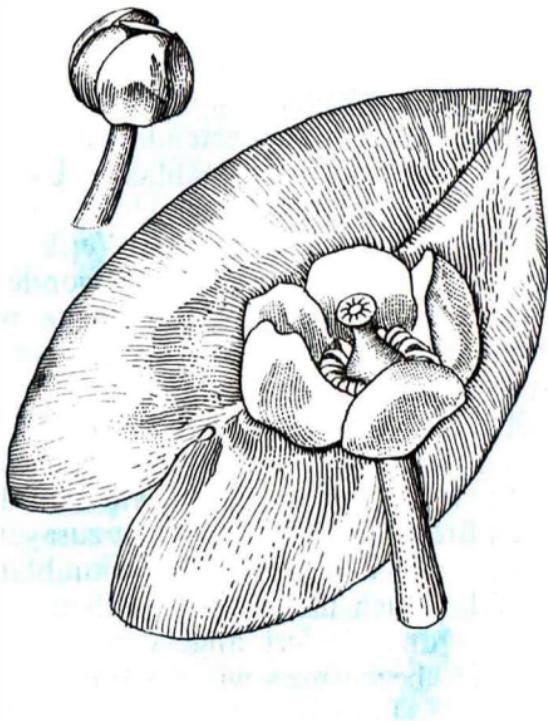
Die Weiße Seerose (*Nymphaea*), auch Schwanenblume oder Wasserlilie genannt, ist eine genaue Uhr und ein zuverlässiges Barometer.

der Birke und der Espe sauber – das Jahr wird leicht und ertragsreich.“

Aufschlußreiche Merkregeln gibt es auch für Angler. So z. B. beißen die Fische am besten zur Zeit der Flieder-, Apfel- und Ebereschenblüte. Blüht die Traubenkirsche – beißt der Breitling gut. Entwickelt sich das Blatt an der Eiche, geht der Hecht an den Köder.

Dutzende und Hunderte Arten von Pflanzen verkünden dem Menschen mit absoluter Genauigkeit die Tagesveränderungen des Wetters. Als Beispiel kann die Weiße Seerose oder Wasserlilie dienen. Diese Blume ist allen bekannt, doch keineswegs alle kennen deren „Stammbaum“ und einige recht aufschlußreiche Besonderheiten. Die Wissenschaft hat herausgefunden, daß die Weißen Seerosen in den Gewässern schon in der Kreidezeit des Mesozoikums, also vor etwa 110 Mil-

lionen Jahren vorkamen. Die frühe Herkunft dieser Pflanze schlug sich im Aufbau ihrer Blüte nieder: konusförmiger Blütenboden, spiralförmige Anordnung der Blütenteile, fehlende Unterteilung der Blütenhülle in Kelch und Blütenkrone, allmählicher Übergang der Blütenblätter in die Staubblätter. Unsere fernen Vorfahren, die Slawen, bezeichneten die Weiße Seerose als „Bezwing-Gras“ und schrieben ihr wunderwirkende Kräfte zu. Ein Stück ihres Wurzelstocks nähten sie in einem Amulettbeutel ein und trugen es an der Brust „am heißen Herzen“. Heute kann man die Seerose in stillen Flüßbucht en sehen, sie verschönt eine Unmenge von Seen und Teichen unserer unermeßlichen Heimat. Schwerlich findet man einen Menschen, dem die großen zarten weißen Blumen der Seerose nicht zusagen würden, die sich vom Grün der großen Schwimmblätter abheben. Sie entfalten sich im Juni und Juli und rufen bei jedem von uns unverändert angenehme, freudige Gefühle hervor, oft bezeichnen wir die Weiße Seerose als unsere nördliche Lotosblume. Auch der lateinische Name der Seerose ist poetisch – *Nymphaea* (die Weiße) –, er stammt von ihren weißen Blättern, die mit den zauberhaften mythischen Göttinnen verglichen wurden, mit den Nymphen, den Herrinnen der Flüsse, Bäche und Wasserquellen als der Verkörperung der Kräfte der Natur. Die Blumen der Weißen Seerose sind nicht nur malerisch und zart von Ansehen, sondern reagieren auch sehr sensibel auf Veränderungen der Umgebungsbedingungen. Sie sind licht- und wärmeliebend und können die Zeit vorhersagen. Bei schönem Wetter, ungefähr um 7 oder 8 Uhr am Morgen, entfalten die Wasserlilien ihre schneeweissen Blüten und laben sich in den Strahlen der Sonne. Ihr spezifischer Geruch lockt bestäubende Insekten an. Doch gegen Tagesende wird es den Blumen zu kalt. Ohne auf den richtigen Abend zu warten, um 17 bis 18 Uhr etwa, schließen



Die Gelbe Seerose (*Nuphar luteum*), auch Kandelblume, Große Mummel oder Nixblume genannt, zeigt Wetterveränderungen genauso wie die Wasserlilie an.

sie sich wieder, gleichen nun hellgrünen Kapseln und ziehen sich bis zum Morgen ins Wasser zurück. Das Wasser kühlt bekanntlich viel langsamer als die Luft ab, und die Seerosen haben es dort wärmer. Doch wenn die Blume einer Wasserlilie sich vorzeitig geschlossen und unter die Wasseroberfläche begeben hat oder wenn sie am Morgen auf das Emportauchen und am Tage auf das Öffnen verzichtet, dann ist mit einem Unwetter zu rechnen. Die Blume hütet ihre Wärme, sie bewahrt auch ihren Blütenstaub vor einer unerwünschten Regenwäsche!

Die Seerose verfügt über eine weitere synoptische Fähigkeit: Sie kann das Ende der kalten Tage und der starken Nachtfröste im voraus ankündigen, die mitunter im Mai hereinbrechen und für die blühenden Obstbäume und Weinberge sowie für die wärmeliebenden Gemüsepflanzen verheerende Folgen haben können. Wenn plötzlich das grüne Blatt der Weißen Seerose an die Oberfläche taucht und sich entfaltet, ist dies ein untrügliches Anzeichen dafür, daß die Fröste vorbei sind. Warme Tage sind zu erwarten! Die Lotosblume des Nordens irrt sich nie und genießt darum das wohlverdiente Vertrauen aller Blumenfreunde und Kleingärtner.

Warum „weint“ die Kanna und der Ahorn

Im Reich der Pflanzen gibt es nicht wenige „Synoptiker“, die den Menschen auf die in den nächsten Tagen oder Stunden bevorstehenden Wetterveränderungen durch Tränen hinweisen. Eine von ihnen ist die aus Südafrika stammende Calla. Ihre pfeilspitzenartigen Blätter liegen gewöhnlich in Erdnähe, ein weißes Hüllblatt umgibt den gelben Blütenkolben. Die Calla wird in Gewächshäusern und als Zimmerpflanze gezüchtet. Sträuße aus diesen Blumen sieht man oft bei Hochzeiten und anderen Festlichkeiten, denn die Calla blüht das ganze Jahr über, man trifft sie überall an, sogar in den Blumenkästen hinter den Fenstern der Blumenfreunde im Gebiet Magadan, wo die Fröste gewöhnlich sehr stark sind. Mitunter ist folgendes Bild zu beobachten: Draußen herrscht eine Kälte von dreißig bis vierzig Grad, von den Enden der großen smaragdfarbenen Blätter jedoch rinnen aufeinanderfolgend durchsichtige Tropfen – die Calla „weint“. Dies bedeutet, daß in ein, zwei Stunden Tauwetter einsetzen wird. Die Zimmercalla ist ein zuverlässiges lebendes Barometer, sie irrt sich nie...



Kanna oder Blumenrohr



Monsterablatt

Als „weinendes Barometer“ bezeichnet man auch die Monstera, eine Pflanze aus Guatemala, die zur Familie der Aroideen (Lianengewächse) gehört. Viele Blumenfreunde züchten die Monstera als Zimmerpflanze. Doch oft sieht man diese große immergrüne Pflanze auch in Wintergärten, Sälen, Empfangshallen von Hotels und Sanatorien. Die Monstera hat riesige, fast kreisförmige lederartige fiederspaltige und durchlöcherte Blätter. Daraus ihr Name von dem lateinischen Wort, das „ungewöhnlich“, „verwunderlich“ bedeutet. Auch eine andere charakteristische Besonderheit hat diese Pflanze aufzuweisen – die herabhängenden Luftwurzeln. Von Zeit zu Zeit treten an den Blattenden der Monstera plötzlich

Wassertropfen hervor. Das „Weinen“ der Pflanze ist ein untrügliches Anzeichen für aufziehenden Regen.

Auf den Straßen vieler Städte, in den Gärten, Parks und Grünanlagen der Länder Mitteleuropas machen die verwunderlich schönen Blumen der Kanna, des Blumenrohrs, auf sich aufmerksam. Das ist eine Pflanze mit kräftigen hohen Stengeln und großen ovalen, glatten und glänzenden Blättern. Die Farbe der Blätter ist Grün oder Rötlich. Im Freien angepflanzt, blüht das Blumenrohr vom Juli bis zu den ersten Frösten und erfreut das Auge durch ihre grellroten oder gelben Blüten. Die Deutschen haben der Kanna den Namen „Regenbaum“ gegeben: Wenn man an den breiten Blättern der Pflanze am Morgen durchsichtige Wassertropfen erblickt, wird es am Tage unbedingt regnen.

Durch „Tränen“ geben den Wetterwechsel viele Wasserpflanzen an, die entlang der Flußufer, der Bäche, der Gewässer, im stehenden Wasser, auf Auenwiesen wachsen – Pfeilkraut, Froschlöffel, Igelkopf, Blutweiderich, Sichelkohl –, sowie Baum- und Strauchpflanzen: Espe, Erle, Traubenkirsche, verschiedene Weiden (ukrainische Weiden). Mitunter fallen die „Tränen“ von den Weidenblättern so häufig, daß die Erde unter den Bäumen naß wird. Daher kommt wohl auch der russische Name der Trauerweide – „weinende Weide“. Einige Stunden vor Regen „weinen“ auch die Schwarzpappeln, die an Flußufern, an Straßen und auf Waldlichtungen heimisch sind. Genauso, aber etwas früher, machen auf das Nahen eines Unwetters die Roßkastanien aufmerksam, deren prächtiges Blühen in den Straßen ihrer Städte den Stolz der Einwohner von Odessa, Kiew und Lwow bildet. Einen oder auch zwei Tage vor einem Regen beginnen die Kastanien gewöhnlich, klebrige „Tränen zu weinen“, die lange am Baum verbleiben. Unter den „Heulsusen-Gehölzen“



Blutweiderich

stechen besonders die Ahorne hervor. Vor einem Regen bilden sich an ihnen Wassertropfen an der Stelle, wo die Blattstiele am Zweig befestigt sind. Der Ahorn gilt unter den „weinenden“ Barometern als der Re-



Gemeine Roßkastanie



Weide

kordhalter: Er zeigt einen Regen drei und sogar vier Tage im voraus an!

Wie erfahren nun die Calla und die Monstera, das Pfeilkraut und der Sichelkohl, die Espe und die Erle, die Roßkastanie und der Ahorn und viele andere Pflanzen von dem bevorstehenden Wetterwechsel und warum „weinen“ sie?

Das Geheimnis ist einfach. Die Pflanzen, wie auch alle lebenden Organismen überhaupt, enthalten viel Wasser, 80 bis 90 Prozent. Es wird zusammen mit den darin aufgelösten Nährstoffen von den Wurzeln an die Pflanzen abgegeben. Einen Teil des Wassers behält

die Pflanze (zur Mitwirkung an der Synthese, zur Aufrechterhaltung der Elastizität der Zellen, der Gewebe und der Teile der Pflanze), der andere Teil jedoch, der nur für den Transport der Nährstoffe dient, wird von den Blättern durch Verdunstung ausgeschieden. Dabei wird der Überschuß an Wasser beseitigt, gleichzeitig aber erhalten die Blätter eine bessere Möglichkeit, Kohlendioxid aus der Luft aufzunehmen. Außerdem sorgt die Verdunstung für eine Kühlung der Blätter, so daß ihre Überhitzung bei heißem Wetter vermieden wird. Der Prozeß der Wasserverdunstung (er heißt Transpiration) wird durch die Tätigkeit der Zellen reguliert, die die Spaltöffnungen der Blätter verschließen. Die Verdunstung erfolgt nicht immer mit der gleichen Intensität. Je trockener die Luft ist, je weniger sie folglich kleinste Wassertropfen, Wasserdämpfe enthält, um so reger ist die Verdunstung. Und umgekehrt, je feuchter die Luft ist, um so zaghafter verläuft die Verdunstung. Doch das Wasser gelangt in die Pflanze, von den Wurzeln zu den Blättern, ständig – auch wenn die Luft sehr feucht ist. In diesem Fall aber entsteht in der Pflanze ein Wasserüberschuß. Die Verdunstung funktioniert bei hoher Luftfeuchtigkeit nicht so richtig, darum tritt das Wasser durch die Spaltöffnungen der Blätter in Form von Tropfen heraus. Nun „weint“ die Pflanze. Dies geschieht regelmäßig vor einem Regen, denn die Luftfeuchtigkeit nimmt dann zu, so daß die Verdunstung behindert wird. Gewöhnlich geht die erhöhte Luftfeuchtigkeit schon mehrere Stunden einem Regen voraus, zunächst unbedeutend, deshalb übersehen wir diese Zunahme. Die Pflanzen aber, die sehr empfindlich gegenüber allen sich in der Atmosphäre vollziehenden Veränderungen sind, spüren das Nahen eines Regens nicht nur mehrere Stunden, sondern mitunter einen, zwei, drei und sogar vier Tage im voraus!

Die „Tränen“ der Pflanzen sind also ein physiolo-

gischer Prozeß, der eng mit dem Wasseraustausch zusammenhängt. Er heißt „Guttation“, vom lateinischen „Gutta“ – Tropfen.

Die Guttation kann man zu jeder Jahreszeit beobachten: im Frühjahr, im Sommer, im Herbst und sogar im Winter. Meistens sieht man sie am frühen Morgen, bei trübem windstillem Wetter und vor Regen. Darum sind die „weinenden“ Pflanzen ein wichtiger synoptischer Hinweis, der zuverlässig die hohe relative Luftfeuchtigkeit und das Nahan eines Unwetters anzeigt.

Wenn das Veilchen lächelt und die Malve Trübsal bläst

Zum Unterschied von den „weinenden“ Barometern sagen einige Pflanzen Wetterumschläge voraus, indem sie ihre Blüten öffnen und schließen, ihre Blätter heben, wenden oder senken, mit einem Wort also, durch ihr gesamtes Aussehen, ihr Verhalten und sogar durch ihre Stimmung...

Eines dieser stark verbreiteten „Barometer“ ist der Wiesenkle. Immer teilt er uns eine Wetterveränderung rechtzeitig mit. Man braucht nur einen Blick auf den Wiesenkle zu werfen, um sich davon zu überzeugen. Vor einem Unwetter zieht er seine Blättchen zusammen, seine Blüte auf dem dünnen Stiel neigt sich und sinkt herab. Nur wenig Zeit wird vergehen, bis der Regen losplatzt. Ganz bestimmt!

Ein nicht minder aufschlußreicher „Wetteranzeiger“ ist die Mimose. Doch nicht jene Mimose, deren Zweige, reichlich von kleinen gelben Kuschelblüten überzogen, im ersten Frühling aus dem Süden in die nördliche Städte der Sowjetunion gebracht werden. Der richtige Name jener Pflanze lautet Echte Akazie, und sie stammt aus dem fernen Australien.



Wiesenklee. Wenn der Klee seine Blütenblätter zusammenzieht, sein Köpfchen neigt und sinken lässt, wird es mit Sicherheit bald Regen geben.

Die Mimose zählt zur Familie der Hülsenfrüchte, wozu auch die Akazie gehört. In den tropischen Regionen der Erde werden rund dreihundert verschiedene Arten der Mimose gezählt, doch besonders bekannt und äußerst interessant ist die Keusche Mimose oder Nolimetangere (Rühr-mich-nicht-an) – eine der wenigen Pflanzen, deren Blätter bei Berührung und sogar bei einem leichten Windstoß eine Bewegung vollführen. Die Keusche Mimose ist ein Halbstrauch, eine Staude bis

40 oder 50 Zentimeter Höhe, der von rosa Blüten überzogen ist. Als ihre Heimat gilt Brasilien.

Die gefiederten Blätter der Mimose klappen bei Berührung paarweise zusammen, bei einem noch stärkeren Reiz sinkt das gesamte Blatt herab. Darum wird die Mimose auch als Sinnpflanze bezeichnet. Bezeichnend ist, daß während der Bewegung der Blätter in den Verbindungsstellen der Blattspreite und des Blattstiels biochemische Prozesse ablaufen, die denen der Tiere bei Muskelkontraktionen nahekommen.

Wie ist nun diese Besonderheit der Keuschen Mimose zu erklären?

Einige Wissenschaftler nehmen an, daß die Blattbewegung den Tieren Angst einjagt und die Pflanze sich damit schützt. Doch stichhaltiger dürfte unserer Ansicht nach die andere Ansicht sein.

In den Tropen sind heftige Wolkenbrüche und Orkane keine Seltenheit, und das Zusammenklappen der Blätter kann als Verfahren zur Absicherung gegen mechanische Beschädigung angesehen werden. Und da die Sinnpflanze dies rechtzeitig tut, vor dem Unwetter, stellt sie für die Einwohner der tropischen Länder eine Art Barometer dar.

In der Sowjetunion kann man die Keusche Mimose in Gewächshäusern sehen. Sie wird als einjährige Pflanze gezüchtet, denn im Winter geht sie infolge Lichtmangel unserer nördlichen Regionen ein. Die Samen werden im Februar/März gesät, nach 12 bis 15 Tagen brechen die Keime durch. In der Mitte des Sommers blüht die Mimose.

Sehr empfindlich für Wetterveränderungen sind die Blüten der Ringelblume. Diese aus dem Mittelmeerraum stammende Pflanze wird bei uns schon lange als Zierpflanze gezüchtet. Oft kann man verwilderte Ringelblumen antreffen, besonders in der Nähe von Gärten. Die Ringelblume (*Calendula*) ist ein echtes Wet-



Malve

terorakel. Der Himmel ist noch rein, hellblau und unergründlich, die Ringelblume aber hat ihre Blütenblätter schon zusammengefaltet, als sei sie verwelkt. Dies bedeutet baldigen Regen.

Mit dem Klee und der Ringelblume nimmt es auch die Malve auf. In der UdSSR gedeihen zwanzig (von den 125 auf der östlichen Halbkugel bekannten) Malvenarten. Einige von ihnen sind als Heilpflanzen bekannt (zum Beispiel die Waldmalve oder Hanfpappel), andere sind gute Honigträger und wieder andere gelten als gute Futterkulturen, das Gros der Malven jedoch zählt zu den Zierpflanzen. Diese schlanke Krautpflanze mit den großen Blumen in den Achseln der lappigen oder handförmigen Blätter war einst in den ukrainischen Dörfern besonders stark verbreitet, und auch heute wird sie gern in den Vorgärten auf dem Lande angepflanzt.

Es kommt aber auch vor, daß man die Malve sogar aus der Nähe nicht gleich bemerkt. Die Pflanze ist in sich zusammengesunken, die großen Blumen sind nicht zu sehen – sie sind geschlossen. Man hat den Eindruck, die Malve sei verwelkt. Und dann vergehen ein oder zwei Tage, und dieselbe Malve sieht ganz anders aus: Wieder richtet sie sich auf, glättet ihre Blätter, öffnet ihre Blüten und zeigt dem Menschen durch ihr gesamtes Aussehen an, daß sie Mut geschöpft hat, in bester Stimmung ist und sich über das schöne Wetter freut.

Das Geheimnis dieser Metamorphose besteht in der Veränderung der Luftfeuchtigkeit: Wenn die Malve eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit vernimmt, bereitet sie sich auf den Regen vor, wird traurig und läßt den Kopf hängen. Wenn also am Morgen freundlich die Sonne scheint und am Himmel kein Wölkchen steht, die Malven auf dem Blumenbeet aber Trübsal blasen, dann spricht das von einem nahenden Unwetter. Das Zutreffen der Malvenprognose kann man anhand eines



Das von allen geliebte Veilchen ist ein zuverlässiges Barometer. Wenn es mit seinen Veilchenaugen fröhlich in die Welt blickt, wird das heitere sonnige Wetter lange anhalten. Wenn es aber seine Blume geschlossen hat und traurig den Kopf hängen lässt, ist eine Schlechtwetterzeit im Anzug.

„Kontrollbarometers“ – der Ringelblume – überprüfen: wenn auch die grell orangefarbenen Blüten dieser Pflanze geschlossen sind, dann wird es mit Sicherheit Regen geben! Auch die Rosen und die Hagebutten lassen ihre Blüten vor einem Regen geschlossen.

Ein zuverlässiger Barometer ist das von allen geliebte Veilchen. Wenn das Veilchen die Welt fröhlich aus ihren violetten Augen anblickt, dann heißt dies, daß es sich über das anhaltende sonnige Wetter freut. Doch es kommt auch vor, daß das Veilchen seine Blüte

schließt und traurig das Köpfchen senkt, als wollte es sagen: Ein Unwetter zieht herauf.

Vor trübem und regnerischem Wetter faltet die Prunkwinde ihre Blütenblätter, lässt das Felsenblümchen seine Blüten hängen, neigen sich bis fast auf den Boden die Blüten des zarten Gänseblümchens. Die Gemeine Wiesenkresse lässt vor einem Unwetter ihre weißen und lilafarbenen Blüten hängen. Genauso verhalten sich die Blütenkronen des Schöllkrauts (aus der Familie der Mohngewächse), das im Schatten inmitten der Unkräuter lebt. Einen Tag vor dem Regen schließen sich dicht die gegenüber der Luftfeuchtigkeit sehr empfindlichen Blüten des mehrjährigen Riedgrases, der Segge.

Auf analoge Weise reagieren auf das Nahen eines Unwetters auch die Gräser.

Durch die Bewegung ihrer Blätter und Blüten warnen den Menschen vor einem bevorstehenden Wetterumschwung auch viele böse Unkräuter. Nach Beispielen braucht man nicht lange zu suchen. Die Ackerwinde ist allen gut bekannt. Dieses aufdringliche mehrjährige Unkraut mit dem gewundenen Halm kommt nicht nur auf dem Acker vor. Und überall, wo es sich festgesetzt hat, tritt es als guter „Prognostiker“ auf: Vor heiterem Wetter öffnet es weit seine Blüten, die an einen Grammophontrichter erinnern, und verschließt sie sorgfältig vor einem Regen.

Zuverlässig arbeitet als Wetterprophet der in unseren Gemüsegärten recht oft anzutreffende ungebettene Gast – das Hühnerkraut, eine kleine ein- oder zweijährige Pflanze aus der Familie der Nelkengewächse mit liegenden oder sich leicht erhebenden Stengeln und kleinen ovalen Blättern. Die Blüten des Hühnerkrauts sind klein, sie besitzen weiße, geteilte Blütenblätter und sehen wie winzige zierliche Sternchen aus. Daher auch der andere Name des Hühnerkrauts – Sternblume. Das Hüh-



Das Große Schöllkraut (Goldwurz oder Schwalbenkraut) ist eine mehrjährige Pflanze, die bis zu einem Meter groß wird. Blüht von Mai bis Oktober, also von der Ankunft bis zum Abflug der Schwalben (den Namen Schwalbenkraut haben schon die alten Griechen erfunden).

nerkraut ist ein Kosmopolit unter den Pflanzen. Man kann es buchstäblich überall antreffen – an Wegen, an Grabenrändern, auf Feldrainen, an Hausmauern. An solchen Stellen bleibt das Hühnerkraut meistens unbeachtet. In den Gemüsegärten jedoch, wo dieses schwächlich aussehende Unkraut die Kulturpflanzen ersticken kann, wird es erbarmungslos ausgerottet.



Hühnerkraut oder Sternblume



Die Ackerwinde öffnet vor schönem Wetter ihre einem Grammophontrichter ähnelnden Blüten und verschließt sie sorgfältig vor Regen.

Doch bei weitem nicht alle wissen, daß das Hühnerkraut imstande ist, recht exakt die Tageszeit anzugeben und das Wetter vorherzusagen. In Beobachtungen wurde herausgefunden: Wenn die Blüten des Hühnerkrauts sich um neun Uhr am Morgen geöffnet haben und bis sechzehn Uhr offen geblieben sind, dann wird auch am nächsten Tag heiteres Wetter herrschen. Haben sich jedoch die kleinen weißen Blüten des Hühnerkrauts zur gewohnten Zeit am Morgen nicht geöffnet, dann ist am Tage mit Regen zu rechnen. Die Pflanze bewahrt seine Blümchen und ihren Blütenstaub gewissermaßen vor den zerstörenden Schlägen der Regentropfen. Die Reaktion der Blüten des Hühnerkrauts ist sehr präzis: Wenn das Wetter seit dem Morgen sehr gut ist, die Blüten jedoch geschlossen bleiben, dann ist das ein zuverlässiger Hinweis darauf, daß bald Regen kommt. Das Hühnerkraut blüht von April bis in den späten Herbst hinein. Ein solches lebendes Barometer kann man praktisch den ganzen Sommer über benutzen.

Beiläufig sei bemerkt, daß in unseren Gemüsegärten auch ein derart zuverlässiges Barometer wie die Mohrrübe gedeiht. Ihr grüner Federbusch ragt bei gutem Wetter neckisch empor und senkt sich in der Erwartung eines Regens.

Bei der Prognostizierung des Wetters für die nächste Periode helfen auch die Pusteblumen. Dieses einem Luftballon ähnelnde Gewächs ist allgegenwärtig und hat eine Unmenge von Namen: Butterblume, Hundebelume, Kuhblume, Löwenzahn, Schlenke. In der UdSSR gibt es rund 70 Arten der Butterblume. Man sieht sie auf Feldern und Wiesen, zwischen Gemüsebeeten und in Obstgärten. An ihre gelben Blütenstände oder weißen Ballons haben wir uns so gewöhnt, daß wir ihnen kaum noch Beachtung schenken. Dabei verdienten sie dieselbe!



Bei Sonnenschein schließen sich die Blüten der Kuhblume, wenn mit Regen zu rechnen ist. Sind sie jedoch bei finsterem, bedecktem Himmel geöffnet, dann wird der Regen uns meiden.

Wenn Sie auf einer Wiese oder Waldlichtung, auf einem Stück Brachland oder in den Grünanlagen in der Stadt die gelben Körbchen der Blütenstände des Löwenzahns erblicken, dann werfen Sie einen aufmerksamen Blick hin. Steht die Sonne am Himmel, die Blüten schließen sich aber, dann wird es Regen geben. Es kommt auch umgekehrt vor: Der Himmel runzelt die Stirn, finstere Wolken überziehen ihn, die Blüten der Pusteblume aber sind geöffnet. Also wird der Regen uns meiden.

Die Butterblume tut ihren Dienst als Barometer auch dann, wenn sie abblüht. Bei klarem Wetter fliegen ihre weißen Fallschirme sogar bei der zartesten Berührung, bei dem allergeringsten, kaum vernehmbaren

Lufthauch davon. So hat es die weise Natur nun einmal verfügt, daß die Samen der Butterblume vom Wind weit davongetragen werden, und jedes Flöckchen der Pusteblume ist ein solcher Samen mit einer Flugvorrichtung. Anders verhält sich die bauschige Kugel bei einem Unwetter. Wenn die Blume ein Zunehmen der Luftfeuchtigkeit vernommen hat, legt sie ihre Flugsamen wie einen Regenschirm zusammen, und dann können ihr weder der Regen noch der Wind etwas anhaben.

Auf gleiche Weise verhalten sich die Nachbarn des Löwenzahns – die Hahnenfußgewächse. Von ihnen gibt es auf der Erde rund 600 Arten, auf die UdSSR entfallen ungefähr 160. Sie wachsen in feuchten Gegenden, in Gräben, auf grasreichen Wiesen entlang der Flüsse und Seen fast in der gesamten Sowjetunion, mit Ausnahme nur des hohen Nordens. Meistens haben diese Ranunkelgewächse gelbe Blüten und werden darum ebenfalls, sogar vorwiegend als Butterblumen bezeichnet. Vor einem Regen schließen sich die Blüten. Bleiben sie jedoch geöffnet, dann wird es keinen Regen geben.

Als recht exaktes lebendes Barometer kann auch eine solche Pflanze wie die Distel dienen. Dieses stachelige Scheusal aus der Familie der Korbblütengewächse scheut man sich als Blume zu bezeichnen. Es wächst überall auf den Feldern und verunkrautet die Saaten der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Es sieht widerlich aus, ist jedoch ein vorzüglicher Wetterprophet. An sonnigen, heiteren Tagen spreizen sich die Stacheln des Distelkopfes, und dann ist ihm mit bloßen Händen, wie es so schön heißt, nicht mehr beizukommen. Vor einem Unwetter aber, wenn Regen ins Haus steht, wird die Distel zahm. Die Stacheln des Unkrauts schmiegen sich eng an den Kopf und büßen ihre scharfen Spitzen ein. Also spricht man im Volksmund: Wenn die Distel am Tage nicht grimmig ist, nicht stachelt, dann ist am



Distel

Abend mit Regen zu rechnen. Ein sicheres Zeichen.

Über einen bevorstehenden Regen warnt den Menschen auch das Klettenkraut. Die hakigen Hüllblätter der Blütenstände schwellen bei erhöhter Luftfeuchtigkeit, ihre Haken strecken sich und verlieren an Haftkraft.

Wir haben also „Barometer-Pflanzen“ kennengelernt, die vor einem Regen Saft ausscheiden, die durch das



Die Butterblume (*Hahnenfuß, Ranunkel*) wächst in feuchten Gegen-
den, in Gräben, auf Uferwiesen von Flüssen und Seen.

Verhalten ihrer Blüten und durch die Bewegung ihrer Blätter Veränderungen des Wetters vorhersagen. In beiden Fällen „arbeiten“ diese meteorologischen Ge-
räte der Natur selbstständig.

Es gibt aber auch „Barometer-Pflanzen“ eines ande-
ren Typs, der für die Bionik von großem Interesse
ist. Sie können zum Beispiel mit ihren Blüten „ar-
beiten“, jedoch nicht selbstständig, sondern gewissermaßen

im Gespann mit Insekten. Die „Arbeit“ eines solchen naturgegebenen Verbundbarometers „Pflanze – Insekten“ beobachtet man am besten in Parks, Gärten, Vorgärten, wo die uns allen seit Kindheit bekannte weiße und gelbe Akazie (Robinie und Erbsenstrauch) wächst.

Beobachtet man die Akazien, dann bemerkt man leicht: Die Insekten besuchen ihre Blüten nur vor einem Regen, am Vortage eines Unwetters. Und umgekehrt – sind an der Akazie keine Insekten zu sehen, dann gibt es auch keinen Regen, dann herrscht weiterhin freundliches Wetter.

Woran liegt das? Von welcher Art ist der Zusammenhang zwischen dem Verhalten der Insekten, der Akazie selbst und den Veränderungen des Wetters?

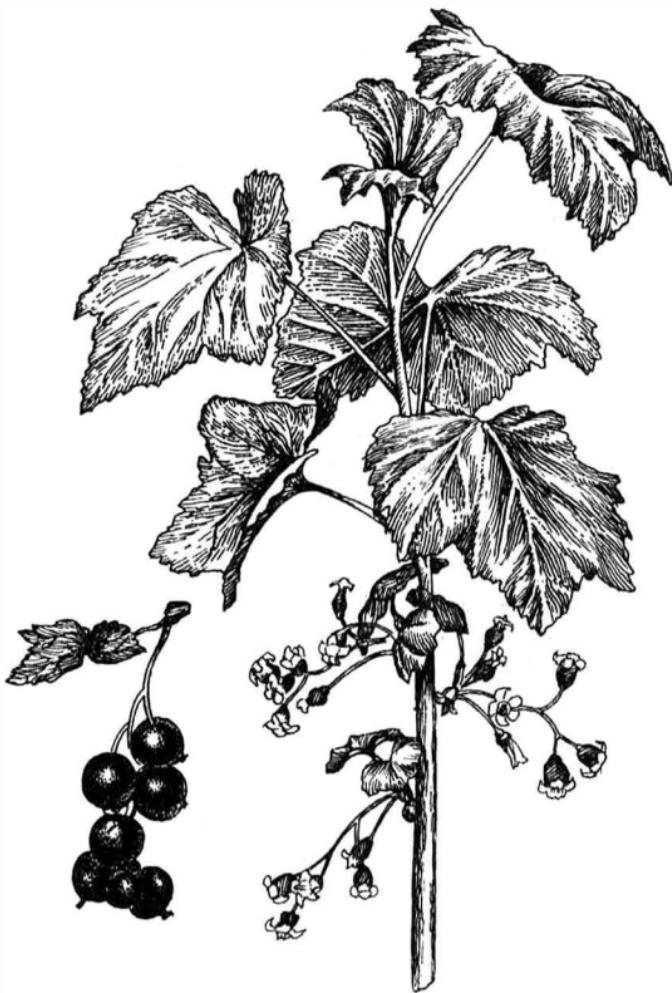
Die anspruchslose Akazie ist ein ausgezeichneter Honigträger, ihre Blüten enthalten viel Nektar.¹⁾ Und das ganze Geheimnis der exakten Arbeit des „süßen“ Barometers besteht in den Besonderheiten der Nektarausscheidung. Sowohl die weiße als auch die gelbe Akazie scheidet vor einem Regen, wenn die Luft feuchter

¹⁾ Nektar – zuckerhaltiger Saft, der von den Nektarien, den Honigdrüsen, an verschiedenen Teilen der Blüte ausgeschieden wird. Einige Pflanzen weisen Nektarien nicht nur an den Blüten, sondern auch an den Stipeln, am Blattstiel, an den Blättern oder am Kelchfuß auf. Der Nektar besteht aus Zuckern (Fruktose, Glukose u. a.), organischen und mineralischen Stoffen, Vitaminen und diversen ätherischen Ölen. Diese verleihen dem Nektar das für die jeweiligen Blüten kennzeichnende Aroma. Der spezifische Geruch, die Form der Blüten und ihre leuchtende Farbe locken eben die Insekten an. Der Nektar bildet den wichtigsten Bestandteil der Fracht von Bienen und wird von ihnen zu Honig verarbeitet. Eine mittelgroße Robinie zum Beispiel versorgt die Bienen mit etwa 8 Kilogramm Honig. Die Praxis zeigt, daß je Hektar Erbsenstrauchanpflanzungen bis zu 50 kg Honig gewonnen werden können, während ein Hektar der Robinie rund 300 kg einbringt. Darum sind die Akazien bei den Imkern als hervorragende Honigträger sehr geschätzt.



Insekten fliegen die Robinie (Heuschreckenbaum, Scheinakazie) nur vor einem Unwettertag an. Sind an ihren Blüten keine Insekten zu sehen, wird es also in der nächsten Zeit keinen Regen geben.

wird, in der Mitte einer jeden Blüte einen Tropfen dieses duftenden Saftes aus. Dieser eben lockt die Bienen und die anderen Insekten an die Akazien heran. (Bei trockenem Wetter verwehrt die Akazie den Insekten die Bewirtung mit diesem duftenden Saft.) So entsteht eine Abhängigkeitskette: Nahen eines Regens – Zunahme der Luftfeuchtigkeit – Steigerung der Nektarausscheidung – Flugvisiten der Insekten bei den Akazienblüten. Das Ausscheiden des Nektars kann der Mensch nicht sehen, die Miriaden von Insekten, die über den



Wenn die Blüten der Johannisbeere stark duften (und die Insekten sich schon eingefunden haben), ist mit Regen zu rechnen.

Pflanzen schwirren, sieht er aber sehr gut. So entstand eben die uralte Merkregel: Wenn die Bienen die Akazie umschwirren, wird es Regen geben. Den Kern der Sache würde jedoch besser der Ausspruch treffen: Wenn die Pflanze viel Nektar ausscheidet, folgt ein

Unwetter. Das System „Akazie-Insekten“ liefert immer verlässliche Wetterprognosen.

Genauso wie die Akazie verfahren auch die im Mai-Juni blühende Johannisbeere und der Honigklee – eine dürre- und frostbeständige Pflanze aus der Familie der Hülsenfrüchte, ein guter Honigträger, der allerorts und oft als Futterkultur und als grünes Düngemittel angebaut wird. Die Dorfbewohner wissen: Wenn die Blüten dieser Pflanzen plötzlich starken Duft ausströmen (die Insekten lassen nicht auf sich warten), dann ist mit Regen zu rechnen.

Ein zuverlässiges Barometer und wohl noch bequemer als die Akazie ist das Geißblatt, die Heckenkirsche. Es ist nämlich so, daß die Blüten dieses Strauchs (viele Arten zählen zu den Zierpflanzen und werden in Parks und Gärten verwendet) stark duften. Doch nicht immer kann man ihren Geruch wahrnehmen: Bei schönem Wetter ist er kaum zu spüren, vor einem Regen dagegen ist er sehr kräftig, denn die Blüten des Geißblatts scheiden nicht nur größere Mengen Nektar, sondern auch viele aromatische Duftstoffe in die feuchte Luft aus. Darum kann man sogar nachts, wenn die Insekten in der Dunkelheit nicht zu sehen sind, aus dem Geruch des Geißblatts fehlerlos auf das Wetter von morgen schließen.

Unter den Pflanzen, die im Gespann mit Insekten als Wetterverkünder „arbeiten“, verdient die Lichtnelke eine besondere Erwähnung. Diese Pflanze aus der Familie der Nelkengewächse ist auf der ganzen Welt stark verbreitet. Sie kann man auf Wiesen und Feldrainen, auf Waldlichtungen und in Obstgärten und sogar zwischen den Gemüsebeeten sehen. Die Lichtnelke blüht gewöhnlich von Mai bis August, doch ihre weißen Sternblüten mit den fünf zweispaltigen Blütenblättern sind am Tage fest geschlossen. Man hat den Eindruck, die Pflanze würde schlafen, um sich auf die Nacht



Weiße Lichtnelke

vorzubereiten. Daher auch ihr anderer Name: Nachtnelke. Das gilt jedoch nur für die Weiße Lichtnelke, denn die Rote Lichtnelke schläft am Tage nicht.

Ihre Blüten öffnet die Weiße Lichtnelke erst am Abend – sie werden von den Nachtinsekten, vorwiegend von den Nachtfaltern bestäubt. Anlockend für die Insekten ist der süße Nektar, den Weg jedoch weist



Die Blüten des Geißblatts (der Heckenkirsche) scheiden vor Regen nicht nur Nektar, sondern auch viele duftende, aromatische Stoffe aus. Darum kann man sogar nachts, wenn die Insekten nicht zu sehen sind, aus dem Geruch der Heckenkirsche das Wetter voraussagen.

ihnen die weiße Farbe der Blüten, die in der Dunkelheit weit zu sehen ist, und der Duft, den die Insekten sogar aus großer Entfernung deutlich vernehmen. Obwohl die Nachtnelke am Abend „aufwacht“ und ihre Blüten die ganze Nacht über „munter“ bleiben, locken sie in dieser Zeit keinesfalls immer die Insekten an, denn die Lichtnelke scheidet ihren Nektar verstärkt nur vor einem

Regen aus, so daß sie einen Wetterumschwung 10 bis 12 Stunden im voraus ankündigt. Wenn also am Abend auf den Blüten der Lichtnelke viele Schmetterlinge sitzen, dann scheidet die Blume reichlich Nektar aus, und es ist für den nächsten Tag mit einem Unwetter zu rechnen. Es kommt auch anders vor. Am Abend öffnet die Lichtnelke ihre Blüten, die Schmetterlinge kommen auch angeflogen, halten sich aber nicht lange auf: Nehmen für einen Augenblick Platz und fliegen sofort wieder davon. Als seien die Blüten für sie unangenehm geworden. Und dies ist fast wirklich so: Vor heiterem Wetter scheiden die Blüten der Lichtnelke keinen Nektar aus. Daher ist es nur zu verständlich, daß die Schmetterlinge gleich wieder davonfliegen. Es kann aber auch vorkommen, daß die Lichtnelke ihre Blüten ganz unerwartet am Tage öffnet. Und das ist nicht von ungefähr: Die Pflanze warnt – es wird Regen geben.

Seine Nektarausscheidung reguliert nach dem Wetter auch das Frühlingsteufelsauge oder der Frühlingsadonis (Frühlingsadonisröschen), eine mehrjährige Pflanze aus der Familie der Hahnenfußgewächse mit einem verzweigten Wurzelstock und mehreren dichtbeblätterten, fiederschnittigen Stengeln, die bis 40 Zentimeter hoch werden. Der Frühlingsadonis gedeiht im Mittelstreifen des europäischen Teils der UdSSR, in der Ukraine, dem Vorkaukasus sowie dem Steppenteil Sibiriens und Baschkiriens. Er dient schon lange als Rohstoff für die Herstellung diverser Präparate, die in der Medizin bei einigen Herzerkrankungen verwendet werden.

Der Frühlingsadonis ist ein vorzügliches Barometer. Seine einzeln stehenden, großen, goldigen, duftenden Blüten öffnen sich am Abend. Doch seine Gäste bewirkt er mit dem Nektar nicht immer. Wenn die Insekten, zum Beispiel die großen Schmetterlinge des Linden-



Der Verbund „Frühlingsadonis – Insekten“ ist ein Musterbeispiel für ein lebendes, zuverlässig funktionierendes Wettervorhersagesystem.

schwärmers, an der Blüte vorbeifliegen, ohne zu landen, dann scheidet also der Frühlingsadonis keinen Nektar aus. Das trifft gewöhnlich vor heiterem Wetter zu. Und umgekehrt, setzt sich der Schmetterling auf die Blüte, enthält sie also aromatischen Nektar und der Regen ist nicht mehr fern. Die Blume stellt das Nahen eines Unwetters anhand der Zunahme der Luftfeuchtigkeit fest. „Frühlingsadonis – Insekten“ – das ist ein weiteres glänzendes Beispiel eines zuverlässig funktionierenden synoptischen Systems!

Der Chlorophyll-Prophet

Viele wunderbare „Barometer“ gibt es auch in unsren Wäldern. So kann man in schattigen Nadelwäldern vom ersten Frühling bis in den späten Herbst hinein eine kleine Pflanze mit hellgrünen dreizähligem ahornähnlichen Blättern sehen. Sie sind grundständig und lang gestielt. Das ist der gewöhnliche Sauerklee. Seinen Namen verdankt er dem angenehmen sauren Geschmack der Blätter, die viel Oxalsäure enthalten. Für den Sauerklee haben die Hasen eine Vorliebe, darum wird er auch als Hasenkohl bezeichnet. Ende Mai tauchen am Sauerklee rötlichweiße Blüten auf, die sich in der Nacht schließen. Die Blätter des Sauerklees liegen am Tage, unter gewöhnlichen Verhältnissen in einer Ebene, nachts jedoch klappen sie zusammen und hängen herab, der Sauerklee schlägt gewissermaßen. Wenn der Sauerklee sich normal verhält, ist das ein sicheres Zeichen für gutes Wetter. Klappt aber der Sauerklee seine Blätter am Tage zusammen, hält er sie aber an die Stengel geschmiegt, als wollte er sie verbergen, oder wenn die Blüten der Pflanze nachts sich nicht zusammenrollen, wie sie das sonst tun, sondern aufgehen – dann muß man mit einem Unwetter rechnen. Der Sauerklee irrt sich in seinen Prognosen nie, und nicht von ungefähr machen viele Gärtner und Blumenfreunde den „Hasenkohl“ zu einer Topfpflanze und halten ihn in der Wohnung am schattigen Fenster anstelle eines Barometers.

Verantwortungsbewußt leistet ihren „Wetterdienst“ in den Wäldern der gemäßigten Zone der UdSSR die Brombeere – eine kleine mehrjährige Pflanze aus der Familie der Rosengewächse mit roten, himbeerähnlichen Früchten, die zu kleinen dichten Ansammlungen (Samelfrüchten) vereint und von langen schmalen Blättern umgeben sind. Diese Blätter können uns das bevorstehende Wetter mitteilen: Wenn sie sich nach unten ringeln,

ist ein Unwetter nicht abzusehen, strecken sie sich jedoch oder krümmen sie sich gar nach oben, dann ist Regen zu erwarten. Nicht einmal die helle Sonne am Himmel kann die Brombeere in die Irre führen: Sie spürt den Regen 15 bis 20 Stunden im voraus und streckt ihre Fruchtblätter rechtzeitig, vor dem Unwetter.

Als zuverlässiges Barometer dient den erfahrenen Touristen und Pilzsammlern der Adlerfarn. Bekannt sind zwei Arten des Adlerfarns, die über die gesamte Erdkugel verbreitet sind. In Mitteleuropa und in der UdSSR wächst der Adlerfarn auf kalkarmen Kies- oder Sandböden, in lichten Wäldern und auf Kahlschlägen. Der Adlerfarn agiert als „Meteorologe“ genauso wie die Brombeere – seine Blätter ringeln sich vor schlechtem Wetter nach oben und vor gutem Wetter nach unten.

Ein sehr interessanter „Prognostiker“ wächst an den Ufern von Waldflüßchen, Bächen, Seen und in feuchten Niederungen. Es ist der Sumpfschlangen- oder Drachenwurz (Sumpfcalla). Doch sehen kann man diese giftige Pflanze mit kriechendem Wurzelstock aus der Familie der Arongewächse nicht immer, sondern nur an freundlichen Tagen. Vor einem Unwetter macht es schon Mühe, den Drachenwurz zu finden. Und zwar aus folgendem Grund. Seine kleinen Blüten (der Drachenwurz blüht in der ersten Hälfte des Sommers) sind zu einem kurzwalzigen gelbgrünen Blütenkolben zusammengefaßt. Ihn umgibt zur Hälfte ein großes Hüllblatt. An der Oberseite ist das Hüllblatt behaart und erscheint darum schneeweiß, an der Unterseite jedoch ist es wie üblich grün. Bei heiterem Wetter liegt das Hüllblatt am Blütenkolben an, es ragt nach oben und ist darum aus der Ferne als weiße Spitze zu sehen. Vor einem Unwetter jedoch ändert das Hüllblatt seine Lage, entfernt sich vom Kolben und biegt sich zurück. Je



Waldsauerklee (*Hasenkohl*)

näher der Regen kommt, desto mehr entfernt sich das Hüllblatt und bildet schließlich einen rechten Winkel zum Blütenkolben. In dieser Stellung ist es schwer zu entdecken. Wenn also der Drachenwurz seine Tarnstellung einnimmt, ist das ein sicheres Anzeichen eines heraufziehenden Unwetters. Das Hüllblatt der Sumpfcalla „arbeitet“ wie der Zeiger eines echten Barometers: nach oben – heiter, nach unten – Regen.

Empfindlich auf bevorstehende Wetterveränderungen reagieren auch die in den Wäldern der UdSSR verbreiteten Wacholderpflanzen, eine Reihe immergrüner Nadelsträucher und Bäume aus der Familie der Zypressengewächse (die beerenförmigen Zapfen des gewöhnlichen Wacholders sind ein wichtiger Arzneirohstoff).

Folgendes berichtete der Forstmeister G. Ryshenkov



Brombeere

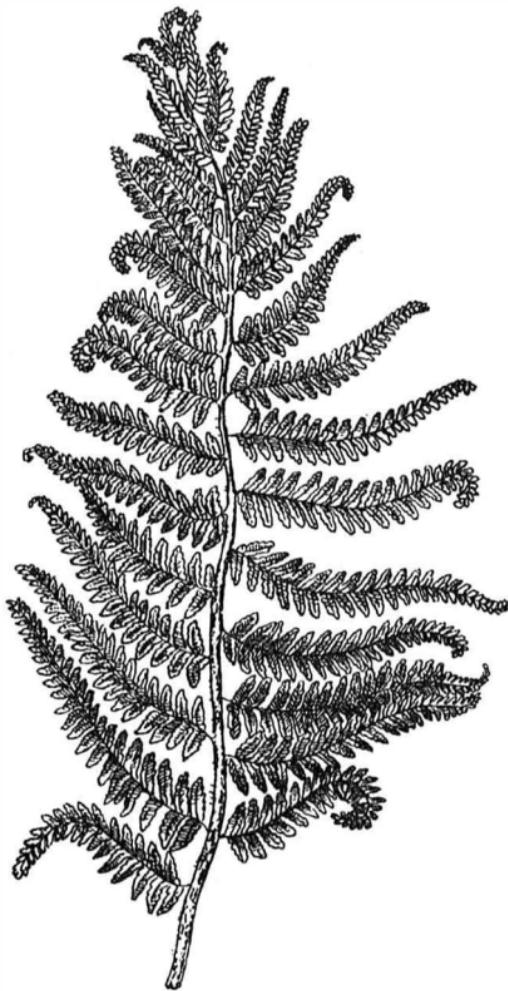
aus dem Gebiet Rjasan in der Wochenzeitung „Nedelja“:

„Eines Tages fuhr ich zum Waldhüterhaus Rogdanowski. Mich empfing sehr freundlich der kleine, gekrümmte Matwej Markowitsch, der Vater des Forstwärts. Er klagte über sein Gebrechen, legte die Hand an die Hüfte und sagte:

„Regen zieht auf. Und auch mein Wacholder zeigt Unwetter. Ein genaues Barometer.“

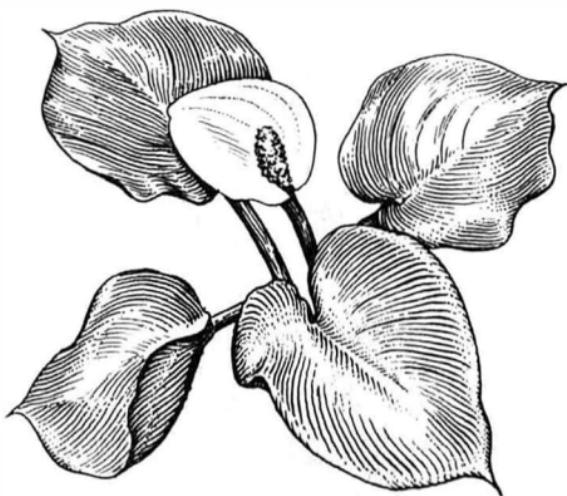
Und ich sah dieses „Barometer“: ein trockenes Stück Wacholderstamm mit zwei langen Ästen, an der Wand festgenagelt. Und waagerecht gezogene Linien – wie eine Geräteskala.

Der Prophet hatte recht gehabt: Am nächsten Tag goß es in Strömen.



Adlersfarn

Später erfuhr ich, daß Wacholderholz sehr empfindlich gegenüber Wetterveränderungen ist. Seine Jahreschichten saugen die Feuchtigkeit auf unterschiedliche Weise auf. Ist die Luft trocken, trocknen auch die unteren Schichten aus und der von der Rinde befreite



Sumpfschlangenwurz. Sein Blatt arbeitet wie der Zeiger eines handelsüblichen Barometers: nach oben – heiter, geneigt – Regen.

Ast richtet sich auf, bei zunehmender Feuchtigkeit aber quellen die Schichten, so daß der Ast sich neigt. Vor Regen zeigt der Ast also nach unten, wird es wieder heiter, richtet er sich auf.“

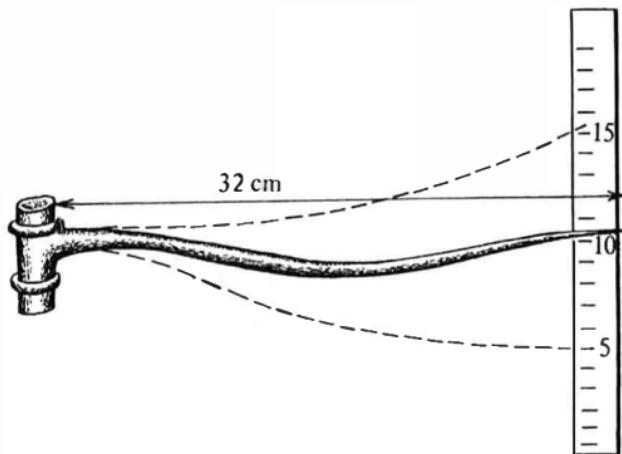
Über analoge, nur über viel stärker ausgeprägte synoptische Fähigkeiten verfügen die Fichten: Sie senken ihre Zweige vor einem Regen und heben sie vor heiterem Wetter. Nur haben wir, die Städter, die keine Verbindung zur Natur mehr besitzen, nicht immer einen Blick dafür. Die genau beobachtenden Einwohner der sibirischen Taiga jedoch wissen aus dem Zustand der Fichtenkronen sehr exakt das bevorstehende Wetter vorherzusagen und basteln sich aus Fichtenzweigen Barometer für den Hausgebrauch.

Die Fähigkeit, auf das Wetter zu reagieren, bleibt auch beim trockenen Holz, bei ausgetrockneten Fichtenzweigen erhalten. Diese Besonderheit eines ausgetrockneten Fichtenastes hat sich, wie der über Naturphänomene berichtende Schriftsteller M. D. Swerew



Der Gemeine Wacholder (Dürrenstaude) ist ein immergrüner Nadelstrauch bis zu 12 m Höhe und auf der nördlichen Halbkugel fast allerorts vertreten.

erzählt, vor der Revolution lange Zeit ein gewitzter Pope zunutze gemacht. Wenn es im Sommer lange keinen Regen gab und die Saaten der Bauern verdörrtten, veranstalteten die Dorfpopen Kirchenprozessionen, sie zogen mit Gebeten über die Felder und erbaten sich vom Herrgott den rettenden Regen. Freilich half das meistens wenig – das Beten hatte keinen Einfluß auf den Ablauf der atmosphärischen Prozesse. Anders ging dieser schlaue Pope vor. Nie beeilte er sich mit dem bittenden Gottesdienst, doch wenn er ihn ansetzte, dann regnete es danach bestimmt. Dabei half ihm ein kurzer



Fichtenast-Barometer

Fichtenscheit mit einem langen Ast, der im Abkühlraum seiner Sauna an der Wand hing.

Falls Sie das wünschen, können auch Sie sich ein „Ast-Barometer“ anschaffen. Dazu muß man ein kurzes Stammstück einer jungen Fichte mit einem Ast abschneiden (beim Weihnachtsbaumverkauf ist das auch für die Städter kein Problem), vom Ast die Rinde abschälen – und fertig ist das „Gerät“. Jetzt gilt es nur noch, die Vorrichtung irgendwo zu befestigen, am besten an einer Hausmauer, wobei der Ast selbstverständlich nicht festgemacht wird. Nun wird er auf das Wetter reagieren, indem er sich vor einem Regen senkt und vor klarem Wetter aufrichtet. Die Amplitude der Astspitze hängt von der Astlänge ab (sie beträgt etwa 11 cm bei einer Länge von 32 cm). Zur Bequemlichkeit befestigt man unter der Astspitze eine auf Papier gezeichnete Skala mit einem Strichabstand von einem Zentimeter. Nach einer gewissen Zeit, wenn der Ast seine Fähigkeiten unter Beweis gestellt hat, wird die Skala markiert: „heiter“, „Regen“, „wechselhaft“ – wie an einem handelsüblichen Aneroid-Barometer.



Federgras

Für die Konstruktion eines lebenden Hausbarometers muß man nicht unbedingt ein Stück vom Fichtenstamm verwenden. Man kann auch den allgemein bekannten Vertreter der Steppenflora – das Federgras – benutzen. Ich hatte Gelegenheit, ein solches „Barometer“ bei meinem Freund zu sehen: Eine gewöhnliche Pappschachtel und darin die zu einer Schnur verflochtenen Halme des Federgrases. Das eine Ende der Schnur war festgemacht, das andere setzte einen Zeiger in Gang. Der Zeiger bewegt sich und weist auf „Regen“ oder „heiter“. Das „Barometer“ beruht auf der Gewohnheit des Federgrases, sich vor einem Regen zu verwinden. In den trockenen Steppen hilft ihm diese Gewohnheit zu überleben.

Die Anzeigen der „Pflanzenbarometer“ sind in der Mehrzahl zutreffend. Man muß lediglich im Auge be-

halten, daß diese lebenden meteorologischen Systeme der Natur sehr unterschiedlich sind in ihrer „Konstruktion“, ihrem „Funktionsprinzip“ und ihrer Empfindlichkeit gegenüber den sich in der Atmosphäre vollziehenden Prozessen. Ein jedes lebendes Barometer ist zum Unterschied von den durch den Menschen geschaffenen technischen Einrichtungen analoger Zweckbestimmung sehr vielen Umwelteinflüssen ausgesetzt, darum sind unerwartetes Aussetzen, Abweichungen, Fehler und auch einfache Zufälligkeiten möglich. Darum sollte das bevorstehende Wetter nach den „Anzeigen“ nicht einer, sondern mehrerer Pflanzen prognostiziert werden, wobei für die Beobachtungen pflanzliche „Barometer“ mit ungefähr gleicher Empfindlichkeit auszuwählen sind. Als „Partner“ der Heckenkirsche kann zum Beispiel der Ahorn auftreten. Diese zwei „Barometer“ kündigen einen Regen durch die ihnen bereits bekannten Verfahren gewöhnlich 15 bis 20 Stunden an. Eine solche Überprüfung, genauer gesagt: Abstimmung der Eichwerte läßt sich „an der Natur“ praktisch unter beliebigen Gegebenheiten vornehmen, denn pflanzliche „Barometer“ liegen überall in großer Zahl vor.

Einige Wissenschaftler sind der Ansicht, daß die bionische Konzeption für das Studium der synoptischen Fähigkeiten der Pflanzen in der absehbaren Zukunft die Entwicklung eines Wunderbarometers verspricht, das eine Wettervoraussage für eine ganze Saison und mehr ermöglichen wird. Ja, ja! Wir haben uns nicht versprochen. Der polnische Biologe und Bioniker Professor Roman Szesielski behauptet, daß die Zeit nicht mehr fern sei, da in vielen Wohnungen ein Chlorophyll-Barometer hängen und das Wetter für 3 bis 5 Monate im voraus anzeigen wird.

Zehn Jahre emsiger Arbeit widmete Szesielski der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den komplizierten Reaktionen, die in den Pflanzen ablaufen, und

den Wetterveränderungen. Der Forscher hat herausgefunden, daß die meisten Pflanzenarten den strengen Winter nicht überleben könnten, „wüßten“ sie davon nicht im voraus und würden sie nicht schon im Sommer rechtzeitig die verstärkte Akkumulation des Chlorophylls in ihren Kanälen „anordnen“. Anders ausgedrückt: Die Blätter oder die Blüten der Pflanzen reagieren biochemisch auf jede wesentliche Wetterveränderung. Bis jetzt bleibt unklar, auf welche Weise die Pflanze diesen Zusammenhang wahrnimmt, „diese oder jene Schlußfolgerungen zieht“. Die Wissenschaftler haben das noch zu klären. Doch sie sind überzeugt, daß das neue Barometer in der nicht mehr fernen Zukunft zu dem gewohnten Heimbarometer wird.

Und nun stellen Sie sich eine solche ungewohnte Wetterwarte vor. Anstelle der Barometer, Hygrometer, Thermometer sind in den Räumen Terrarien, Aquarien und Verschläge angebracht. Man betritt die Wetterwarte und erblickt Bienenstände, Freiweiden, Vorgärten mit den verschiedensten Blumen. Ihren „Wetterdienst“ treten am Morgen die Buchfinken, die Goldamseln, die Mauersegler, die Krähen, die Sperlinge an, zur „Nachschicht“ aber erscheinen die Zwergohreulen. Würde es der „Stellenplan“ zulassen, dann könnte man die Funktion eines qualifizierten „Synoptikers“ durchaus auch einem Elefanten anvertrauen. Und auf den Beeten könnte man einen ganzen Blumenkalender anlegen: Primel, Löwenzahn, Geißblatt, Stiefmütterchen, Veilchen. Und „weinen“ würden die Ahorne und das Blumenrohr vor regnerischem Wetter...

Solche Wetterwarten gibt es bis jetzt nicht. Doch die langjährigen Beobachtungen der Wissenschaftler, der Naturforscher, die überaus reiche Schatzkammer der bäuerlichen Wetterregeln und die Forschungen der Bioniker weisen überzeugend nach, daß die verschiedenen Arten der Tiere und Pflanzen ausgezeichnete

Wettervorhersagen sowohl für kurze als auch für lange Fristen treffen können. Die Geheimnisse der Konstruktion und der Wirkungsweisen der biometeorologischen Systeme und „Geräte“ werden die Bioniker, die Biologen und die anderen Spezialisten noch lange Zeit zu enträtseln haben. Doch es gibt bereits die Erfahrung einer Entwicklung der ersten Analoga für naturgegebene Systeme – rein bionischer Geräte und biotechnischer (Verbund-) Einrichtungen, in denen die Rezeptoren lebender Wesen und elektronische Analysatoren zu einer Gesamtkette vereint sind. Die Entwicklung derartiger Systeme wird fortgesetzt.

Was jedoch die Bestimmung des „Wetters für morgen“ anbetrifft, so meinen wir, daß für das Hydrometeorologische Zentrum der UdSSR die Zeit gekommen ist, sich darüber Gedanken zu machen, daß irgendwo in den Wetterwarten Laboratorien der biologischen Prognostizierung geschaffen werden, in denen Bionikforscher und Biologen die durch Computer errechnete Wetterprognose korrigieren könnten. Uns, den Menschen des zwanzigsten Jahrhunderts, den Entwicklern und Betreibern der intelligentesten Maschinen, steht es nicht an, geringschätzig auf „unsere Brüder mit den Krallen“ herabzublicken, wie Bernhard Grzimek die Tiere genannt hat, auf die Bewohner des Reichs der Flora, die einmalige, im Prozeß der Millionenjährigen Evolution ausgeseilte und erprobte „Geräte“ in sich tragen.

Einvernehmen

Es wurde bereits gesagt, daß neben dem Suchen nach „patentwürdigen“ Ideen für die instrumentelle Meteorologie im Reich der Pflanzen die Bioniker bemüht sind, den Schlüssel zur Steuerung des Wachstums der grünen Einwohner der Felder, der Gemüse- und Obstgärten, zur Erhöhung der Ertragsfreudigkeit der Gräser, des

Gemüses, der Beeren und Früchte, solcher Pflanzen wie der Baumwollstaude u. a. zu finden. Die in dieser Hinsicht erzielten Ergebnisse sind bis jetzt bescheiden, aber vielversprechend. Die Wissenschaftler haben z. B. herausgefunden, daß die Pflanzen auf Musiktöne reagieren. Musiksendungen aus Lautsprechern, die auf Feldern aufgestellt wurden, konnten, wie die in einer Reihe von Ländern ausgeführten Versuche beweisen, das Wachstum von Weizen, Reis und des Mais beschleunigen. Einige Forscher versichern sogar, die Kulturpflanzen würden unterschiedlich auf flotte Mär sche und auf die zarten Weisen der alten Walzer reagieren.

Die Wissenschaftler, die sich mit der Aufzucht von Pflanzen befassen, benutzen zur Bestimmung deren Wachstumsverhältnisse gewöhnlich physikalische Geräte – Hygrometer oder Radiometer. Doch die Reaktion der Pflanzen selbst auf diese Verhältnisse erfassen sie nur indirekt. Man gibt bestimmte Bedingungen vor und ermittelt das Endergebnis – meistens die Ertragsfreudigkeit. Danach ändert man die Bedingungen, und der Versuch wird wiederholt. Die „Schleife der Rückkopplung“ ist praktisch aufgetrennt. Dabei reagieren die Pflanzen auf eine Veränderung der Wachstumsverhältnisse unmittelbar und recht schnell. Es bietet sich also an, sie als lebende Indikatoren für den Erhalt einer operativen Information darüber zu benutzen, ob die vom Experimentator geschaffene Umwelt – Eigenschaften des Bodens, atmosphärische Bedingungen usw. – für die Entwicklung der Pflanzen der jeweiligen Art optimal ist oder nicht. Die Bewertung der Meßergebnisse hat auch in diesem Fall anhand des Endprodukts sowie der Zunahme der Biomasse in der Zeiteinheit zu erfolgen. Das sei an einem Beispiel erläutert. Die Sonnenstrahlung beeinflußt gleichzeitig die Ausleuchtung und die Temperatur der Pflanzen, dabei hängt aber die Tempe-

ratur mit der Menge der von der Pflanze verdunsteten Feuchtigkeit und folglich mit dem Feuchtigkeitsgrad des Bodens zusammen. Die äußeren Bedingungen sind also unmittelbar an den physikalisch-chemischen Zustand der Pflanze gebunden. Für die Forscher gilt es, den Charakter dieser Verbindungen zu ermitteln, wozu gleichzeitig mit der Messung der Umweltparameter auch die Messung der Parameter des physiologischen Zustands der Pflanzen zu erfolgen hat.

Die gleichzeitige Messung vieler Umweltparameter (Niveau der Sonnenstrahlung, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft und des Bodens, Menge der Nährstoffe im Boden, des Kohlendioxids in der Luft usw.) ist an und für sich keine einfache Angelegenheit. Man löst diese Aufgabe zum Teil durch den Einsatz automatischer meteorologischer Radiosonden, die auf Masten über den Pflanzen angebracht werden.

Viel schwieriger ist aber die Messung der physiologischen Parameter der Pflanzen. Aus der Not heraus ist man gezwungen, mit der Messung einzelner, besonders wichtiger Parameter zu beginnen.

So haben die Bioniker zusammen mit den Ingenieuren vor einigen Jahren zur Bestimmung der hydrostatischen Kräfte im Stamm der Pflanzen einen Indikator entwickelt, der aus zwei Metallelektroden in einem Poroplastzyylinder besteht. Der Grad der Sättigung dieses Zylinders mit Pflanzensaft und folglich der elektrische Widerstand des Indikators hänge vom Druck der Baumsäfte ab. Der Indikatorzyylinder wird in eine Bohrung im Baumstamm eingeführt, die einen Durchmesser von 0,3 mm hat. Zur Bestimmung des Indikatorwiderstands benutzt man eine Wechselstrom-Meßbrückenschaltung. Die Eichung der Indikatoren geschieht bei Stillstand der Verdunstung von der Oberfläche der Blätter und wird darum nachts ausgeführt. Zur Gewährleistung absoluter Dunkelheit stülpt man über die Zweige schwarze

Plastesäcke. Nach etwa drei Stunden Lichtentzug trennt man belaubte Zweige von 7 bis 12 Zentimeter Länge ab und bringt sie in ein Gefäß, so daß die Schnittflächen außerhalb bleiben. In das Gefäß wird so lange Stickstoff eingegeben, bis an der Schnittfläche der Zweige Saft hervortritt. Dabei ist der Druck im Gefäß gleich dem Druck der Säfte im Baum und entspricht einem bestimmten Widerstandswert des Indikators. Diese Prozedur wird auch in den nachfolgenden Nächten wiederholt, so daß man mehrere (etwa 12) Werte des Indikatorwiderstands für die verschiedenen Werte des Saftdrucks erhält. Auf eine Veränderung der äußeren Faktoren (Wind, Strahlung, Feuchtigkeit) reagiert der Indikator bereits nach 15 Sekunden.

Die Entscheidung eben für diesen Parameter erklärt sich in gewissem Maße durch seine sozusagen Universalität. So wächst das Blattwerk bei einem bestimmten Saftdruck. Bei den Zitronenbäumen wird ein Wachstum des Laubwerks in dem Fall beobachtet, daß der Periode der Wiederherstellung eines bestimmten Drucks der Pflanzensafte eine längere Periode trockenen Wetters vorangegangen ist. Der Saisonzyklus der Laubentwicklung hängt unmittelbar mit dem Saisonzyklus der Saftdruckveränderung zusammen. Die Geschwindigkeiten der chemischen Reaktionen hängen von der potentiellen Energie der reagierenden Stoffe ab. Da an den meisten biochemischen Reaktionen das Wasser als Reagens beteiligt ist, wird die Intensität der Reaktion vom Druck des Pflanzensafts (des Wassers) beeinflußt. Die Nutzung der Indikatoren ist auch beim Studium des Zuwachses der Holzmasse zweckmäßig, da die Prozesse der Zellteilung und des Zellwachstums ebenfalls mit dem Wassergehalt des Pflanzensafts zusammenhängen.

Auf Baumwollplantagen hängt die Intensität der Infrarotabstrahlung je Flächeneinheit vom Wassergehalt

der Pflanzen ab. Dieser Umstand macht es möglich, die entwickelten Indikatoren zur Messung der Intensität der Infrarotstrahlung zu verwenden.

Da die Pflanze im Grunde eine hydrodynamische Kapillare zwischen der Oberfläche des Wassers und der Atmosphäre darstellt, macht es die Analyse des Wasser-gehalts der Pflanzen nachts, wenn die Verdunstung minimal ist, möglich, eine Information über die Wasser-vorräte in den oberen Bodenschichten zu erhalten.

Die Angaben über die saisonbedingten Veränderun-
gen des Wasserdrucks in den Pflanzen können zur Analyse des hydrologischen Zyklus genutzt werden. Satellitengestützte Beobachtungen der Pflanzendecke un-
ter Einsatz der Infrarot-Strahlungsmessung können bei der Aufstellung langfristiger Prognosen über die Mög-
lichkeit von Dürren oder Überschwemmungen helfen.

Einige Blumenfreunde pflegen ihre Lieblinge im Zim-
mer und unterhalten sich dabei mit ihnen – sie bewundern ihre Schönheit, wünschen ihnen Wohlergehen und gesun-
des Wachstum. Doch die Lieblinge schweigen. Wie schön wäre es aber, eine nette Unterhaltung mit ihnen zu führen! Nun ist ganz vor kurzem die Mitteilung veröffentlicht worden, daß man ein Gerät entwickelt hat, mit dessen Hilfe die Pflanzen ihren Besitzern „antworten“ können. Die Wirkung des Geräts beruht darauf, daß mittels Kohleelektroden die bioelektrischen Potentiale der Blätter registriert werden, die sich in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen – Feuchtig-
keitsmenge, Temperatur, Lärm usw. – verändern. Diese bioelektrischen Potentiale werden verstärkt und mittels eines Synthesizers in Töne umgesetzt, die das Befinden der Pflanze, ihre Antwort auf die Sorge um sie anzeigen.

Kann man aber den Pflanzen beibringen, dem Menschen zu signalisieren, wann sie echt Durst haben und wann sie nur „die Lippen benetzen“ möchten?

Kann man erreichen, daß die Wurzeln der Pflanzen, die es nach Berieselung dürstet, selbst die Arbeit der Berieselungsanlagen anordnen und regeln? Junge Mitarbeiter des Zentralen Forschungsinstituts für Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft der Niederschwarzerdezone haben ausgerechnet: Wenn man diese Ideen verwirklicht, wird die Ertragsfreudigkeit um 10 Prozent steigen. Sie haben es ausgerechnet und bald danach eine Anlage konstruiert, die für automatische Steuerung der Pflanzenberieselung sorgt. Die mit einem feuchtigkeitsaufsaugenden Element ausgestatteten Wurzeln lösen selbst das Signal aus, wenn sie Durst verspüren. Ein elektronisches System transformiert das Signal und leitet es dem Block der Berieselungsregulierung zu. Das System spricht an – und die Beregnungsanlage tritt in Funktion... Das belebende Nass gelangt zu dem von ihnen erwünschten Zeitpunkt und in der von ihnen angeforderten Menge zu den Pflanzen.

Das ist nur der erste Schritt. Das Einvernehmen des Menschen mit den Pflanzen wird erst angebahnt. Unsere grüne Freunde werden das Bemühen der Bioniker, eine gemeinsame Sprache mit ihnen zu finden, gewiß nicht unbeantwortet lassen.

Mensch und Natur

Bis jetzt ging es um die synoptischen Fähigkeiten der verschiedenen Arten von Tieren und Pflanzen, um ihre „Barometer“, „Hygrometer“, „Thermometer“ und andere biologischen Geräte, Mechanismen, Indikatoren, die die Veränderungen der vielzähligen Charakteristika der Umwelt auffangen und dem jeweiligen Organismus helfen, sich an sie anzupassen.

Wie nimmt aber unser Organismus die vielfältige biometeorologische Information wahr? Welcher Zusam-

menhang besteht zwischen den meteorologischen Erscheinungen und unserer Lebenstätigkeit?

Vor Millionen von Jahren hat sich der Mensch ein Tierfell um die Schultern geworfen und damit den ersten Schritt getan, um sich vor den Wetterunfällen zu schützen. Heute sucht er den Schutz vor Kälte oder Hitze in der beheizten Wohnung, er stattet sie mit Klimaanlagen aus, er trägt Schuhwerk mit elektrischer Heizung, er kleidet sich in Regenumhänge aus Synthetika usw. Es entsteht der Eindruck, wir hätten uns gegen die Klimaschwankungen isoliert und würden uns zuversichtlich auf eine völlige Unabhängigkeit vom Wetter hin bewegen. Schließlich sagen doch die Engländer: Schlechtes Wetter gibt es nicht, es gibt nur unzweckmäßige Kleidung!

Ist es wirklich so? Offenbar nicht, wenn wir von den Beobachtungen der Wissenschaftler ausgehen.

Mittels der Haut und der Lunge erfahren wir vom Wechsel der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, von den Niederschlägen, vom Wind, von der Sonnenstrahlung, der atmosphärischen Elektrizität, Ionisierung, Verdunstung und Reinheit der Luft. Nicht umsonst heißt es, daß Klima den Organismus durch die Haut erreicht.

Unser Sehvermögen gestattet uns, das Spiel der Sonnenstrahlen, das Bild und die Farben der Landschaft, die Wolken und Nebel zu sehen. Mittels des Gehörs nehmen wir Gewitter, Orkane oder das Rauschen der Meeresbrandung und der Gebirgsflüsse wahr. Der Geruchssinn erschließt uns eine endlose Vielzahl aller möglichen Gerüche und Aromas – vom trunken machenden Duft frischen Heus bis zum Geruch des von der Sonne erhitzten Asphalt, der den Städtern leider so gut bekannt ist.

Dieser ganze Ozean an physischen Reizen, die von der Haut, der Lunge, den Augen und den Ohren aufgenommen werden, wird von unserem Gehirn und

von den Milliarden Nervenzellen verarbeitet und in gewissem Maße sinnvoll verstanden. Das Ergebnis dieser Arbeit sind verschiedene Kommandos an die Drüsen der inneren Sekretion, an die Blutgefäße und die Muskeln, wie sie sich in jedem konkreten Fall zu verhalten haben. Über das Sehen zum Beispiel erhalten wir nicht nur die meisten Kenntnisse über die Ergebnisse und die uns umgebenden Gegenstände. Die Veränderung der Lichtverhältnisse beeinflußt das zentrale Nervensystem, die Schilddrüse, die Thermoregulation sowie den Stoffwechsel in unserem Organismus.

Unser Organismus ist so eingerichtet, daß die Arbeit des Hauptregulators – des Nervensystems – im Zustand der Gesundheit fast unmerklich für unser Bewußtsein abläuft. Anders sieht es aus, wenn die Harmonie in der Tätigkeit der einzelnen Teile des Organismus durch irgendeine Krankheit gestört ist. Dann fällt dem Nervensystem eine zusätzliche und mitunter recht schwierige Aufgabe zu: Ungeachtet der spezifischen Havarie weiterhin alle möglichen Reize aus der Umwelt aufzunehmen, sie mit der Signalisierung über den Zustand der inneren Organe unter Berücksichtigung der aus den Krankheitsherden eintreffenden Impulse zu vereinbaren und den Muskelfasern Kommandos zu erteilen. Und hier eben können drastische Wetterveränderungen zu einem übermäßigen Reiz für das überbeanspruchte Nervensystem und für den kranken Organismus werden.

Doch legen wir uns darüber Rechenschaft ab? Wenn wir lesen, daß sich über London eines Tages ein grünlicher Nebel gelegt und mehrere tausend Menschenleben dahingerafft hat, bekommen wir zunächst einen Schreck, vergessen dies aber später vollends in der stillschweigenden Annahme, dies sei irgendeine außerordentliche Erscheinung gewesen. Weit gefehlt! Die Katastrophen, die von den Launen des Wetters und von den heutigen Verletzungen des ökologischen

Gleichgewichts bewirkt werden, stehen mitunter in ihren Dimensionen solchen Naturkatastrophen nicht nach wie Erdbeben, Tsunami, Tropenregen und Vulkanausbrüche. Von Tag zu Tag sind die Menschen in ganz unterschiedlichem Maße dem Einfluß der atmosphärischen Erscheinungen ausgesetzt. Im Laufe nur eines Tages ändert sich nicht nur die Temperatur, sondern auch der Druck und die Luftfeuchtigkeit. Und gewissermaßen als Echo auf diese Wetterschwankungen häufen sich immer mehr die an die medizinischen Einrichtungen ergehenden Hilferufe, die Notrufe, die Anrufe beim Rettungssamt ... Die Statistik ist erbarmungslos: Bei Erhöhung der Luftfeuchtigkeit auf 80 bis 95 Prozent treten gehäuft Stenokardie und Hypertonieanfälle auf. Ein drastisches Absenken des Luftdrucks beantwortet der Organismus mit intensivem Entzug von Wasser aus dem Verdauungssystem. Die inneren Organe, darunter auch das Gehirn, vergrößern sich im Umfang. Das im Schädel hermetisch eingeschlossene Gehirn erlebt das „Aufquellen“ besonders intensiv, buchstäblich schmerhaft, weil die versorgenden Blutgefäße zusammengepreßt werden. Fast auf das Doppelte nimmt die Zahl der hypertonischen Krisen zu ... Nicht minder empfindlich reagieren die Sinnesorgane auch auf einen Temperaturwechsel. Das Gehör zum Beispiel funktioniert am besten bei einer Temperatur von 10 °C. Wenn es wärmer oder kälter ist, hören wir schlechter.

Besonders empfindlich reagieren auf Wettersituativen Menschen, die an chronischem Gelenkrheumatismus leiden. Einige von ihnen wissen um das kommende Wetter einen oder zwei Tage im voraus. „Schon lange ist bekannt“, schrieb Prof. G. M. Danischewski, „daß es kranke Menschen gibt, die zur Vorhersage von Wetterveränderungen imstande sind. Meistens handelt es sich um chronische Rheumatiker. Offenbar werden die Schmerzen, die sich bei ihnen lange vor einem

Wetterumschwung einstellen, durch hochfrequente elektrische Strahlung ausgelöst. Ihre Quelle ist das Zusammenprallen von Luftmassen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Strahlung nähert sich der Lichtgeschwindigkeit, während die Bewegungsgeschwindigkeit der Luftfronten viel geringer ist.“

Solche Menschen werden in den einen Ländern als Wetterpropheten, in den anderen als Regenboten bezeichnet, die Mediziner jedoch sprechen von wettersensiblen oder wetterlabilen Menschen. Die Reaktionen, die sich bei ihnen als Ergebnis der Wirkung von Wetterfaktoren entwickeln, zählen zu den meteorotropen Krankheiten und sind Gegenstand der Meteoropathologie.

Nicht uninteressant ist die Tatsache, daß die Fähigkeit einiger Menschen zur Vorhersage eines Wetterwechsels mehrere Tage im voraus eine der ältesten medizinischen Beobachtungen ist. Bekannt ist z. B., daß lange vor dem Beginn unseres Zeitalters einer der Begründer der antiken Medizin, Hippokrates (460–377 v. u. Z.), in seinen Traktaten Schmerzen erwähnte, die eine Wetterveränderung ankündigen. Im Mittelalter wurde von diesen Symptomen sogar in Gesetzeswerken gesprochen. So konnte man im 9. Jh. im friesländischen Gesetzeskodex, der das Zivil- und das Strafgesetzbuch einer niederländischen Provinz gleichzeitig darstellte, folgendes lesen: „Eine zugefügte Körperverletzung wird, wenn sie eine wetterempfindliche Narbe hinterläßt, mit einer Geldstrafe geahndet.“ In einigen Rechtsbestimmungen des 14. Jh. wird eine schwerere Bestrafung für zugefügte Wunden verfügt, wenn sie in der Nachfolgezeit dem Kläger Schmerzen bei Wetterwechsel bereiten.

Meteorotrope Reaktionen werden auch bei gesunden Menschen beobachtet, die sich über erhöhte Wittersensibilität auszeichnen. Mitunter wachen Sie am Morgen mit einem unangenehmen Gefühl einer sonderbaren

Apathie auf. Ohne jeden sichtbaren Grund sind Sie nicht in Stimmung. Eine Sache, die Sie noch gestern mit Elan angepackt hätten, erscheint Ihnen heute als langweilig und nutzlos, alles fällt Ihnen aus der Hand. Sie sind reizbar, können sich schlecht beherrschen, geraten aus einem nichtigen Anlaß in Streitlust. Man hat bemerkt, daß bei Veränderung des barometrischen Drucks und des gewichtsmäßigen Sauerstoffgehalts der Luft der Straßenverkehr irgendwie unausgeglichen ist. Nimmt man an einem solchen Tag mit der entsprechenden Apparatur Messungen der Reaktionsfähigkeit der Kraftfahrer vor, dann stellt sich heraus, daß die Reaktionszeit auf ein optisches Signal zweimal bis dreimal über dem üblichen Wert liegt! Das ist der Grund der häufigeren Verkehrsunfälle.

In der belebten und der unbelebten Natur ist alles auf die komplizierteste Weise miteinander verknüpft und verflochten. Leicht ist es nicht, die Geheimnisse und Rätsel des menschlichen Organismus zu lüften, die gesamte Vielzahl von Faktoren zu ergründen, von denen der Zustand unserer Gesundheit, unserer Psyche und unserer Arbeitsfähigkeit abhängt. Doch die Wissenschaftler ermitteln Schritt für Schritt, allmählich die Zusammenhänge zwischen den meteorologischen Erscheinungen und der Lebenstätigkeit des menschlichen Organismus.

Heute sind viele Wissenschaftler zu der Einsicht gelangt, daß jene Gegebenheiten, die bis dahin schlechtweg als natürliche Umwelt bezeichnet wurden, viel komplizierter sind, als vorher angenommen wurde. Große Aufmerksamkeit gilt dem Studium des Einflusses kosmischer Strahlungen, des Magnet- und des elektrischen Feldes auf den Organismus des Menschen. Einige Wissenschaftler sind der Ansicht, daß die Sonnenaktivität alle Äußerungsformen des Lebens auf der Erde unmittelbar beeinflußt. Zahlreiche Arbeiten weisen die

Abhängigkeit des Ablaufs verschiedener Krankheiten von der Sonnenaktivität nach.

Die erste Bestätigung dafür fand der sowjetische Wissenschaftler A. L. Tschishewski (1897–1964). „Die Sonne“, schrieb er, „entscheidet weder gesellschaftliche noch ökonomische Fragen, doch in das biologische Leben des Planeten mischt sie sich zweifellos sehr aktiv ein.“

Tschishewski hatte entdeckt, daß die zahlreichen funktionalen und organischen Störungen in der Lebens-tätigkeit und der Entwicklung der biologischen Systeme auf allen Ebenen ihrer naturgegebenen Organisation – von den individuellen Organismen bis hin zu den Populationen und den Gemeinschaften – durch einen Komplex von Störungen im äußeren physikalisch-chemischen Medium verursacht werden, die zur primären Quelle die physikalischen Einwirkungen des Welt-raums, in erster Linie die Schwankungen der Sonnen-aktivität haben. Anhand eines umfangreichen statisti-schen Materials gelangte der Wissenschaftler zur sen-sationellen Schlußfolgerung von einem engen Zusammen-hang zwischen den zyklischen Prozessen auf unserer Himmelsleuchte und dem Ausbrechen von Epidemien auf der Erde. Er hat experimentell nachgewiesen, daß die statistischen Kennlinien der Vermehrungsintensität einiger Bakterienarten sowie der Grad ihrer Pathogeni-tät synchron zu den Kurven der Sonnenaktivität ver-laufen. Der Wissenschaftler hat auch herausgefunden, daß die Schwankungen der Ertragswerte, des Holz-wachstums, der Fischfangquoten usw. in engem Zu-sammenhang zur Tätigkeit der Sonne stehen.

Es liegen auch Angaben vor über einen wesentlichen Einfluß des Mondes, genauer dessen Stellung am Himmel, auf alle lebenden Organismen und auch auf den Menschen. Die ersten Mitteilungen darüber, daß die allesdurchdringende Kraft des Mondes sowohl von den

Pflanzen als auch von den Tieren und vom Menschen gut wahrgenommen wird, sind in dem bekannten Werk des altrömischen Gelehrten und Schriftstellers Plinius des Älteren „Naturalis historia“ in 37 Büchern enthalten – in einer Art Enzyklopädie der wissenschaftlichen Kenntnisse der Antike über Kosmographie, Biologie, Geographie, Ethnographie, Medizin, Mineralogie und Kunstgeschichte, die von den Menschen bis ins Mittelalter hinein benutzt wurde. Zweitausend Jahre danach kamen amerikanische Wissenschaftler aus der Nordwest-Universität zu der Schlußfolgerung, daß unser natürlicher Erdtrabant beim Menschen ein breites Spektrum von Emotionen hervorruft, angefangen bei „innerer Unsicherheit und Reizbarkeit“ bis hin zu „Unternehmungsfreude und Euphorie“. In der Universität Illinois (USA) ist man zu der Schlußfolgerung gelangt, daß der Mond den Ablauf einiger Krankheiten beeinflußt. Es gibt Hinweise auf einen bestimmten Zusammenhang zwischen den Mondphasen und den elektrophysiologischen Charakteristika der lebenden Organismen. Im einzelnen hatte man in einer Klinik bei Messungen der Spannung zwischen Elektroden, die an den Schläfen und am Brustkorb eines Patienten anlagen, herausgefunden, daß diese Spannung bei Vollmond zunimmt und bei Neumond dagegen kleiner wird.

Wie läßt sich der Einfluß des Mondes auf den menschlichen Organismus erklären? Nach Ansicht einiger Forscher verändert die am Mond reflektierte Sonnenstrahlung den elektrischen Zustand der Erdatmosphäre, was sich wiederum über die Ionisierung der Luft auf den Organismus auswirkt; andere Wissenschaftler nehmen an, daß alle Lebewesen von ihren fernen, im Ozean heimischen Vorfahren den Rhythmus bestimmter physiologischer Prozesse übernommen haben, die mit der Periodizität der Mondphasen übereinstimmen...

Sehen Sie, wie kompliziert die Bindungen des Menschen an die Umwelt sind, wie umfangreich und vielgestaltig die Welt seiner Wahrnehmungen ist. Dabei haben wir uns seit der Epoche der altgriechischen Kultur bis in die relativ jüngste Vergangenheit hinein von den uns durch Aristoteles eingegebenen Vorstellung leiten lassen, die Welt unserer Wahrnehmungen sei auf das Sehen, das Hören, das Riechen, das Tasten und das Schmecken beschränkt. Heute zählt die Wissenschaft in unserem Organismus viel mehr als fünf Sinnesorgane. Zu einer gesonderten Gruppe werden z. B. die Sinnesorgane zusammengefaßt, die uns die Stellung und die Bewegung des Kopfes anzeigen. Das ist der sogenannte Vestibularapparat, bestehend aus drei Bogengängen und dem Otolithorgan (dem Gehörstein). Er befindet sich im Innenohr, hat aber keinerlei Beziehung zum Gehör und hängt auch nicht mit dem Geruchs-, dem Gehör-, dem Tast- und dem Geschmackssinn zusammen. Die Bogengänge sind ein Organ, das eine Beschleunigung oder Verlangsamung der Drehbewegung unseres Körpers wahrnimmt; das Otolithorgan registriert eine Beschleunigung oder Verlangsamung der geradlinigen Bewegung, Schütteln, Schaukeln sowie alle möglichen Lageveränderungen des Kopfes und des gesamten Körpers. Anders werden heute auch die Sinneswahrnehmungen klassifiziert, die an unsere traditionellen Sinnesorgane gebunden sind. Sie werden stärker differenziert. So unterscheidet man innerhalb des Tastsinns Wahrnehmungen der Berührung, des Drucks, der Wärme, der Kälte und des Schmerzes. Sogar Kitzeln, Juckreiz und Vibration gelten als separate Wahrnehmungen.

Bis heute hat es der Mensch nicht vermocht, in seinen Wahrnehmungen Klarheit zu schaffen. Auch weiß er noch lange nicht alles über die Möglichkeit seiner sensorischen Systeme. Hier einige Beispiele.

Im Jahre 1897 haben Brandes und Dohrn herausgefunden, daß unser Auge nach 15 Minuten Aufenthalt im Dunkeln Röntgenstrahlen sieht. Vor einigen Jahren ist in Experimenten festgestellt worden, daß Menschen fähig sind, elektromagnetische Wellen als Schallwellen zu empfangen, obwohl diese mit Schallschwingungen nichts gemein haben und am Trommelfell des Ohres nicht angreifen. Den Experimenten wurden 32 Versuchspersonen ausgesetzt. Sie alle vernehmen bei Einwirkung sehr hochfrequenter Funkwellen ohne jedes Hilfsgerät nicht nur Musik und Gesang, sondern auch menschliche Sprache. Erstaunlich war dabei folgendes. Die Funksignale waren sogar für jene hörbar, die auf Grund ihres defekten Gehörs nicht einmal einen Kanonenschlag in der Nähe wahrgenommen hätten. Man nimmt auch an, daß einzelne Funkfrequenzen in unserem Gehirn sogar Farbwahrnehmungen auslösen können. Akademiemitglied S. I. Wawilow zitierte aus Lew Tolstois Erzählung „Jugend“ und schlußfolgerte, der berühmte Schriftsteller habe zwischen polarisiertem und nichtpolarisiertem Licht unterscheiden können. Wissenschaftler schätzen, daß über diese Fähigkeit fast jeder vierte Mensch verfügt. Einige Menschen besitzen einen Richtungssinn, der zu den sonstigen Wahrnehmungen keinerlei Bezug hat.

In einigen Fällen nimmt der Organismus des Menschen bestimmte Veränderungen der äußeren Bedingungen wahr, doch diese Einflüsse werden von seinem Bewußtsein nicht kontrolliert, und er reagiert lediglich auf ihr Wirken. So sind einige Menschen imstande, das Eintreten von Veränderungen in der Aktivität der Sonne sehr sensibel vorauszufühlen. Einer der elektrischen Parameter der Haut solcher Menschen, haben Forscher nachgewiesen, verändert sich mehrere Tage (!) vor der Anzeige der entsprechenden geophysikalischen Geräte.

So wie die Forscher und Weltreisenden des 15. und 16. Jh. gezeigt haben, daß die Grenzen der Welt und des Universums sich viel weiter erstrecken, als man sich das vorgestellt hatte, so entdecken auch die Wissenschaftler des 20. Jh. in dem Maße, wie sich die Kenntnisse über den Menschen vertiefen, immer neue Wahrnehmungen des Menschen, die ihm von der Natur beschert wurden und die er nutzt, ohne mitunter von ihrer Existenz auch nur zu ahnen. Fraglos wissen wir über viele Reizerreger, die es in der Natur gibt und die auf den Organismus des Menschen einwirken, bis heute nicht Bescheid. Wahrscheinlich zählen dazu auch solche, die uns erst nach vielen, vielen Jahren bekannt werden. Dafür wissen wir aber, daß nach Einschätzung der Klimatologen rund 90 Prozent der Erdbewohner Meteoropathiker sind, d. h. Menschen, in deren Gesundheitszustand sich die Launen des Wetters niederschlagen (freilich muß man die wahren Meteoropathiker, die unter drastischem Wetterwechsel leiden, von den meteorolabilen Individuen unterscheiden, welche mit chronischen Krankheiten verschiedener Art behaftet sind, die sich bei Wetterumschwung zuspitzen).

Wie ist nun der negative Einfluß der verschiedenen meteorologischen Faktoren auf den menschlichen Organismus zu lindern oder zu neutralisieren? Wie ist den schmerzhaften, an die Launen des Wetters gebundenen Reaktionen der Menschen rechtzeitig vorzubeugen?

Im Jahre 1956 wurde in Leiden, der alten Universitätsstadt Hollands, die Gesellschaft für Biometeorologie gegründet – die erste internationale Organisation, die sich mit dem Studium des Zusammenhangs zwischen den Veränderungen des Wetters und der Gesundheit des Menschen, mit der Erarbeitung von Maßnahmen zum Schutz der Menschen vor ungünstigem Einfluß der meteorologischen Faktoren befaßt. In den seit der Gründung der Gesellschaft für Biometeorologie vergan-

genen Jahren haben Wissenschaftler Bulgariens, Japans, Kanadas, der Niederlande, Polens, Rumäniens, der USA und besonders der Sowjetunion den Einfluß aller möglichen Wittersituationen auf die Lebenstätigkeit des menschlichen Organismus einer gründlichen Analyse unterzogen. Im Ergebnis der zahlreichen, von den Biometeorologen ausgeführten Forschungsarbeiten, Labor- und Klinikexperimenten wurde eine Reihe neuer, zuvor unbekannter Wetterfaktoren gefunden, die Grippeepidemien, Blutungen bei Magengeschwüren, Anfälle von Asthma und Arthritis, Nierenkoliken, Herzattacken und Insulte hervorrufen, die die chemische Zusammensetzung des Blutes, den Blutdruck, den Stoffwechsel und andere im Organismus ablaufende Prozesse verändern, die die Leistungsfähigkeit herabsetzen und den Intellekt beeinträchtigen. Auf der Grundlage der erzielten Erkenntnisse ist es gelungen, wirksame und effektive Maßnahmen zu entwickeln, die eine Verringerung der Zahl von Gefäßkatastrophen (Myokardinfarkt, Zerebralinsult) bei Wechsel der Witterungsverhältnisse und der meteorologischen Bedingungen bewirken. In vielen Städten unseres Landes wurde ein Dienst der medizinischen Wetterprognostizierung eingerichtet.

Im Zentralen Forschungsinstitut für Balneologie und Physiotherapie des Ministeriums für Gesundheitswesen der UdSSR wurde eine Methodik der medizinischen Wetterprognostizierung nach fünf Wetterarten entwickelt. Als Ausgangswerte dazu werden die Wetterberichte des hydrometeorologischen Dienstes und der Wetterwarten genutzt. Die Meteorologen geben z. B. durch: „In den nächsten 24 Stunden ist kühles, feuchtes Wetter mit heftigem Wind zu erwarten, bedingt durch eine vorüberziehende Kaltluftfront und die Ausbreitung eines Hochdruckgebiets. Die Lufttemperatur wird von minus 8 auf minus 10 Grad zurückgehen,

die Luftfeuchtigkeit wird von 80 auf 90 Prozent steigen, die Windgeschwindigkeit wird von 5 auf 25 Meter in der Sekunde zunehmen und der Luftdruck wird sich von 725 auf 735 Millimeter Quecksilbersäule erhöhen.“ In der Interpretation der Mediziner sieht diese Information ungefähr folgendermaßen aus: „In den nächsten 24 Stunden ist mit einer Wettersituation spastischen Typs zu rechnen (der Luftdruck steigt, der Wind nimmt zu, die Temperatur sinkt), die folgenschwer für Hypertoniker, Astmatiker, Menschen mit Gallen- und Nierensteinen sein kann... Empfohlen werden folgende prophylaktische Maßnahmen...“

Ausgehend von den medizinischen Prognosen wird in den Sanatorien das entsprechende medizinische Regime eingeführt.

Nach gewisser Zeit kann es so sein. Ein spezieller Wetterdienst wird ausführliche Berichte über die bevorstehenden meteorologischen Veränderungen in der Atmosphäre zusammenstellen und sie allen therapeutischen und prophylaktischen Einrichtungen des Landes zukommen lassen. Und die Ärzte werden sofort entscheiden: Für den Patienten Petrow genügen gefäßerweiternde Mittel im Laufe der nächsten zwei Tage, Iwanow hat Bettruhe einzuhalten, Sidorow bedarf einer anderen Maßnahme... In allen Städten werden helle Biotron-Blöcke emporwachsen, in deren hermetischen Krankenzimmern die gegenüber atmosphärischen Schwankungen besonders empfindlichen Patienten die für sie gefährliche Wetterfront abwarten können. Die Menschen werden nicht mehr ein hilfloses Spielzeug in der Hand der Naturgewalten sein.

Biometeorologie: Gegenwart und Zukunft

Heute sind im Register der neuen Forschungsrichtung der Bionik – der Biometeorologie – mehr als tausend verschiedene Tier- und Pflanzenarten erfaßt, die im stande sind, das Wetter recht genau für unterschiedliche Zeitspannen vorauszusagen. Das Suchen nach neuen Biovorboten in der Schatzkammer der Schöpfungen der lebenden Natur wird fortgesetzt. Man studiert und katalogisiert (Zusammenstellung sogenannter Ethogramme) die typischen Verhaltensreaktionen der einzelnen Arten von Organismen auf die verschiedenen Wettersituationen, man ermittelt die besonders „patentwürdigen“ Biosysteme, die empfindlich auf das Zusammenspiel der verschiedenen meteorologischen Faktoren reagieren. Die Verwirklichung der Forschungsprogramme erfolgt recht zufriedenstellend. In den letzten Jahren wurden dank den Bemühungen der Bioniker Dutzende „lebender meteorologischer Geräte“ entdeckt, von deren Existenz früher weder die Biologen noch die Ethologen, die Meteorologen und die Ingenieure eine Vorstellung hatten. Einige von ihnen kommen offenbar einer zweifachen oder dreifachen Aufgabe nach und werden in Bereichen wirksam, von denen wir nur wissen, daß es sie gibt.

Doch das Suchen nach zuverlässigen Biovorboten des Wetters unter den Tieren und Pflanzen, ihre Nutzung in der Funktion von hochempfindlichen Barometern, Indikatoren der Feuchtigkeit und der Temperatur, von Propheten heiterer Tage oder von Stürmen und Gewittern, Schneefällen und Orkanen, Wolkenbrüchen und Überschwemmungen und anderen Naturkatastrophen ist nicht die Hauptaufgabe der Bioniker. Die Wissenschaftler stehen vor einer komplizierten Aufgabe. Es geht darum, die „Konstruktion“, die Wir-

kungsweisen der gesamten Palette der von der Natur geschaffenen biometeorologischen Systeme zu ergründen und die besten von ihnen in Metall, in elektronischen Schaltungen nachzubilden und den Synoptikern zur Nutzung zu übergeben. Doch dies zu verwirklichen ist nicht so einfach, mitunter aber, trotz aller modernen Errungenschaften der Wissenschaft und der Technik, sogar völlig unmöglich. Sollen wir aber auf die Lösung dieser Aufgabe nur darum verzichten, weil sie sehr kompliziert und schwierig ist? Die Bioniker besitzen heute ein gewaltiges Werkzeug – die Modellierung –, eine recht effektive Methode der Forschung, bei der die Funktionen der lebenden Biomechanismen nachgebildet werden.

Die bionischen Nachbildungen können in Form mathematischer oder physikalischer Modelle ausgeführt sein. Dieses Verfahren ist allgemein bekannt.

Das Modell spielt die Funktionen des nachgebildeten realen Systems durch und reagiert dabei im Experiment auf Reize fast genauso wie das ursprüngliche Biosystem. Da aber die Reaktionen nicht von einem echten Naturobjekt, sondern von einem Computer oder einer Geräteanordnung gezeigt werden, also vorgetäuschte Reaktionen sind, sprechen wir von Nachbildung, Imitation oder Simulation. Der Experimentierende kann auch von einer Untersuchung der üblichen Reaktionen absehen und sich die Frage vorlegen, wie das Modell auf einen neuen Reiz reagieren wird. Ausgehend von der erzielten Reaktion wird dann ein Plan neuer Experimente aufgestellt, die nun an dem realen, an dem lebenden System ausgeführt werden.

Mitunter kommt es vor, daß ein ungenaues und sogar falsches Modell mehr Aufschluß gibt als eine haargenaue Nachbildung des zu erforschenden biologischen Objekts. Der Grund ist einleuchtend. Läuft ein Experiment glatt ab, haben wir wenig Veranlassung,

gründlich nachzudenken. Will es aber nicht funktionieren, dann werden wir uns ganz gehörig den Kopf zerbrechen, um den Dingen wirklich auf den Grund zu kommen. Auch können bei einem falsch aufgebauten Modell Faktoren und Umstände wirksam werden, an die wir einfach nicht gedacht haben, die uns aber neue Einsichten vermitteln.

Oft werden in der Bionik naturgegebene (lebende) Modelle benutzt. In solchen Fällen spricht man von physischer Simulation (nicht zu verwechseln mit physikalischen Modellen, bei denen die Nachbildung durch einen Geräteaufbau erfolgt). Zu diesem Verfahren greift man bei einer sehr komplizierten biologischen Organismusfunktion, z. B. bei der Erforschung unseres Nervensystems. Die Nerven des Menschen sind bekanntlich sehr fein (Zehntausendstel eines Millimeters) und lassen sich darum schwer untersuchen. Kalmare oder Tintenfische besitzen dagegen Nervenstränge von fast einem Millimeter im Durchmesser. Diese gigantischen Fasern führen zu den Muskeln, mit denen die Tasche zusammengezogen wird, welche dem Tintenfisch die Vorwärtsbewegung nach dem Rückstoßprinzip ermöglicht. In solche Nervenfasern lassen sich feine Elektroden einführen; auch können mit Hilfe winziger Pipetten Proben entnommen werden. Naheliegend ist die Annahme, daß die Nerven des Kalmars und des Menschen im Prinzip auf gleiche Weise funktionieren. Darum kann man, benutzt man den Tintenfisch als physisches Modell, untersucht man die Arbeit seiner dicken Nervenfasern, auch sehr vieles über die Wirkungsweise der Nerven des Menschen erfahren.

Physische Modelle sind strenggenommen keine bionischen Konstruktionen, denn es handelt sich ja nicht um eine künstliche Nachbildung. Dennoch sind sie ein Funktionsmodell zur Erforschung analoger, aber eben experimentell schwer erfaßbarer natürlicher biologischer

Objekte. Wichtig ist auch ein anderer Umstand. Physische Modelle können als Baugruppen, als Bestandteil technischer Systeme zur Anwendung kommen, z. B. in Kombination von Rezeptorzellen¹⁾ der Insekten mit elektronischer Apparatur.

Bei der Konstruktion bionischer Modelle kommt es auf den ausgewogenen Mittelweg an. Einerseits sind die ausschlaggebenden Funktionen herauszuarbeiten, ohne den Aufbau durch nebensächliche Detailfaktoren zu verwirren. Andererseits darf nicht vergessen werden, daß die Gesamtwirkung sich aus den Einzelwirkungen zusammensetzt und ein Verzicht auf alle Detailfaktoren eine unzulässige Vereinfachung darstellen würde. Ein Bioniker muß also über Fingerspitzengefühl verfügen.

Selbstverständlich werden bei bionischen Studien und technischen Verwertungen nicht wahllos alle Erfindungen der Natur nachgebildet, sondern nur die vollkommensten konstruktiven und technologischen Lösungen, die für hohe Empfindlichkeit und Selektivität, für schnelle Reaktionen, für die Fähigkeit zur Selbstabstimmung, für außerordentliche Anpassungsfähigkeit und Lebenstüchtigkeit der biologischen Systeme sorgen. Unter der Vielzahl an Angeboten der Natur wählt also die Bionik nur die rationellsten und wirtschaftlichsten Strukturen und Prozesse aus.

Eines der aktuellsten und interessantesten Probleme der Bionik besteht folglich darin, für die moderne Meteorologie die Ergebnisse der gigantischen, Hunderte

¹⁾ Rezeptoren (vom lateinischen „recipere“ – aufnehmen, empfangen) – spezielle Nervenelemente, die Reize empfangen und sie zu Nervensignalen verarbeiten. Die Rezeptoren, die zu diesem oder jenem Sinnesorgan gehören, sind auf Wahrnehmung bestimmter Reizerreger (physikalischer oder chemischer Agenzien) spezialisiert. Die Entwicklung der Rezeptoren bei Tieren war bedingt durch den Evolutionsprozeß, durch die Anpassung an die Umwelt, an die Daseinsbedingungen.

Millionen von Jahren währenden Arbeit der natürlichen Auslese nutzbar zu machen, die den adaptiven¹⁾ Wert der riesigen Vielfalt an Varianten der lebenden Konstruktionen unterschiedlicher Zweckbestimmung, unterschiedlichen Komplikationsgrades, angepaßt für die Arbeit unter den verschiedenartigsten Bedingungen, geschaffen und erprobt hat.

In dieser Richtung macht die Bionik ihre ersten Schritte. Ihre Erfolge sind bis jetzt bescheiden. Doch die potentiellen Möglichkeiten der bionischen Meteorologie sind riesig. Das Reich der Tiere und der Pflanzen ist im Grunde, bildhaft gesprochen, ein unberührtes Neuland, auf dem die Wissenschaftler eine reiche „Ernte“ an neuen Ideen in der biologischen Theorie, in der synoptischen Praxis und der instrumentellen Meteorologie einzubringen haben.

Die Möglichkeiten einer künstlichen Nachbildung natürlicher Objekte, lebender Strukturen hängen immer von den historischen Bedingungen, vom Entwicklungsstand der Produktivkräfte, von der Leistungsfähigkeit der Wissenschaft und der Technik ab. Dem schöpferischen Denken und den technischen Möglichkeiten des Menschen sind keine Schranken gesetzt. Wenn es die spontane Evolution fertiggebracht hat, höchstkomplizierte natürliche Objekte entstehen zu lassen, dann liegt kein Grund vor, von der prinzipiellen Unmöglichkeit einer Nachbildung solcher Objekte durch den denkenden Menschen zu sprechen. Sprechen kann man nur von Objekten, die beim heutigen Entwicklungsstand von Wissenschaft und Technik nicht nachgebildet werden können. In dem Maße, wie sich unsere Kenntnisse und unsere technischen Mittel entwickeln, werden auch unsere Möglichkeiten zunehmen, die Ob-

¹⁾ Adaptation – Anpassung des Organismus an die Existenzbedingungen.

ekte der Natur im Modell und in der physischen Verkörperung nachzubilden. Ganz sicher wird die Zeit kommen, da die Bioniker die besten Schöpfungen der Natur nicht nur nachbauen, sondern vielleicht sogar übertreffen werden!

Wie wird das Wetter morgen? Antwort auf diese Frage bekommen wir für gewöhnlich aus Wetterberichten, die per Funk und Fernsehen gesendet werden. Nicht alle wissen, daß Tiere und Pflanzen, die viel wetterempfindlicher als Menschen sind, diese Frage auch beantworten können. Der Verfasser bringt viele Beispiele dafür aus der Tier- und Pflanzenwelt, berichtet über Untersuchungen, die eine genaue kurz- und langfristige Wettervorhersage ermöglichen werden.
