# RUND UM DIE ERDE

REIMAR GILSENBACH

**REIMAR GILSENBACH · RUND UM DIE ERDE**

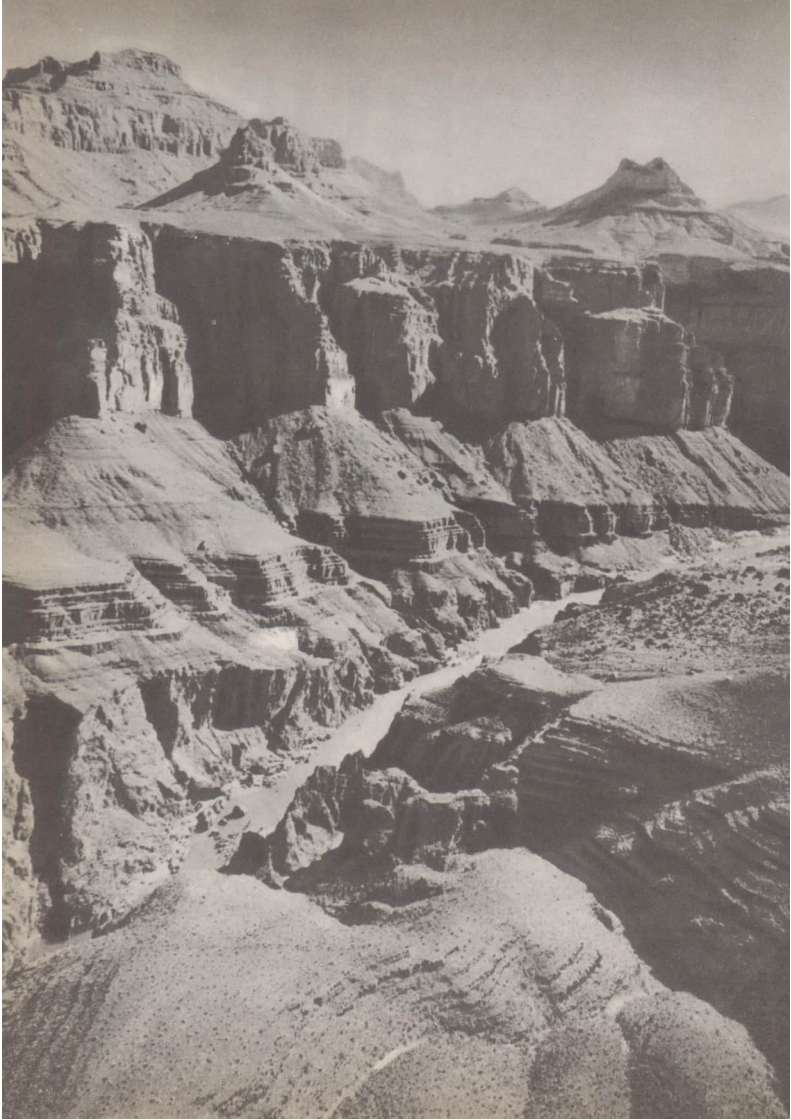
WUNDERBARE ERDE: Stern unter Sternen · Ruheloses Festland · Das Meer · Lufthülle und Klima
STERN DES LEBENS: Versunkene Welten · Leben im Meer · Leben auf dem Land · Weltweite Wanderer
GESTALTER DER ERDE: Aufstieg des Menschen Acker, Weide und Forst · Ingenieure bauen die Welt Wird die Erde zu klein? · Schöpfer der Zukunft

REIMAR GILSENBACH

# RUND UM DIE ERDE

ILLUSTRATIONEN VON GERHARD BLÄSER, DIETRICH DORFSTECHER, KLAUS HENNIG, RUDOLF PESCHEL, RAINER SACHER, ROLAND SPOERL

DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN



# Wunderbare Erde

„Ich habe die Erde als Stern funkeln sehen!" Wann werden die ersten Menschen das von sich sagen können? In wenigen Jahren? Unmöglich ist es nicht mehr, seit das Raumschiff Juri Gagarins die Erde umkreiste. Auf dem Flug zum Mond haben Astronauten die Erde wie eine Riesensichel im Weltraum schweben sehen. Wenn sich eines Tages die Mannschaft eines Raumschiffes auf dem Weg zum Mars befinden wird, dann wird ihr unser Heimatgestirn so erscheinen, wie wir unsere Nachbarplaneten sehen: ein heller Himmelskörper, der im Licht der Sonne funkelt.

Vom Planeten Erde soll der erste Teil dieses Buches handeln: von dem Weltkörper, der sich durch das All bewegt, und von den Vorgängen, die sein Antlitz geformt haben. Drei Hüllen besitzt die Erde, eine aus festem Gestein, eine aus flüssigem Wasser und eine dritte aus gasförmiger Luft. Wo diese drei Hüllen sich berühren und durchdringen, liegt der Bereich, in dem sich das Leben entwickelt und ausgebreitet hat. Er ist auch die natürliche Lebenssphäre des Menschen.

Das Gesicht der Erde bleibt sich nicht ewig gleich. Es ist in immerwährender Veränderung begriffen. Dabei geht es ganz natürlich zu. Ob Gebirge wachsen und wieder vergehen, ob Vulkane Feuer speien, ob das Meer in Flutwellen gegen die Küste rollt, ob Wolken ziehen, Blitze zucken, Regen fällt – alles vollzieht sich nach Naturgesetzen. Sie sind Eigenschaften der Materie selbst, aus der die Welt besteht. Die Naturgesetze sind erkennbar. Seitdem es denkende Menschen gibt, haben sie die in der Natur wirkenden Gesetze zu erforschen gesucht. Wunder haben sie nicht entdeckt. Trotzdem haben sie das Staunen nicht verlernt, denn jede Antwort gab neue Fragen auf. Noch nie hat die Wissenschaft so viele Fragen an die Erde gestellt wie heute. Die Technik gibt ihr die Hilfsmittel in die Hand, auch den verborgensten Geheimnissen nachzuspüren. Tauchgeräte dringen bis zum Grund der Tiefsee hinab, künstliche Satelliten erforschen die äußersten Zonen der Lufthülle, Tiefbohrungen werden in die Gesteinshülle vorgetrieben . . . Je mehr wir von der Erde wissen, je gründlicher wir die Naturgesetze erforschen, desto besser können wir die Erde als Heimat des Menschen gestalten und ihre Schätze nutzen.

**Die Sonne** ist 1 300 000mal so groß wie die Erde. Ihre Oberfläche sieht gekörnt aus. Diese Körner, die in wenigen Minuten entstehen und vergehen, werden durch wallende Gasmassen erzeugt. Als dunklere Flecken zeichnen sich magnetische Wirbelstürme ab. Riesige Gasfackeln werden von der Sonne ausgeschleudert und fallen wieder in sie zurück.

# STERN UNTER STERNEN

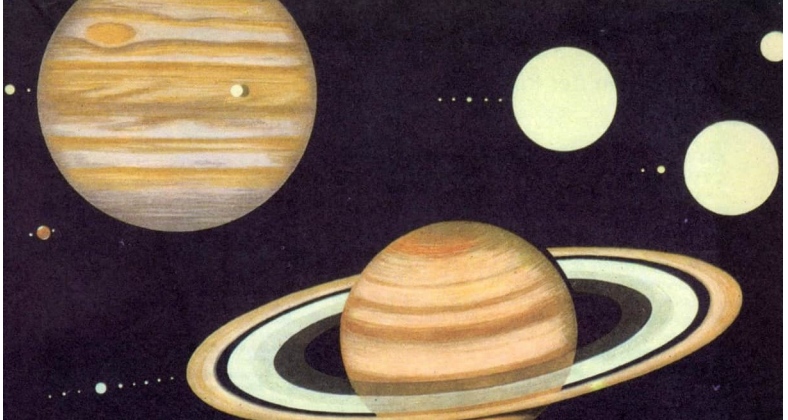
## Trabanten der Sonne

Gleißend hell steht die Sonne mittags am Himmel. Sie gibt der Erde Licht und Wärme. Nur wenn die Sonne untergeht, können wir sie mit bloßem Auge betrachten. Wie ein rotleuchtender Ball taucht sie langsam hinter den Horizont hinab. Mit einem Pfennig, den wir in der ausgestreckten Hand halten, können wir sie zudecken. So klein erscheint die Sonne nur, weil sie 150 Millionen Kilometer weit von uns entfernt ist. Um eine solche Strecke zurückzulegen, müßte ein D-Zug ohne Pause 170 Jahre lang dahinrasen. In Wirklichkeit ist der Rauminhalt der Sonne 1,3 Millionen Mal so groß wie der der Erde. Wenn wir uns die Erde im Mittelpunkt der Sonne stehend denken, dann würde die Umlaufbahn des Mondes noch tief im Inneren der Sonne verlaufen.
Menschen werden nie zur Sonne fliegen, selbst wenn es möglich wäre, eine solche Entfernung in bemannten Raumschiffen zurückzulegen. Auf der Sonne herrschen

**Merkur** steht der Sonne am nächsten und ist nur schwer zu beobachten. Seine Größe übertrifft kaum die des Erdmondes. Auf der Tagseite des Merkur herrscht eine Temperatur von etwa 400 °C, die Temperatur der Nachtseite liegt unter —100 °C.

**Venus** erscheint uns am Abend- oder Morgenhimmel als hellster aller Sterne. Sie ist ungefähr ebenso groß wie die Erde. Auf ihrer Bahn um die Sonne kommt die Venus von allen Planeten der Erde am nächsten. Trotzdem sind auf ihr keine Einzelheiten zu beobachten, da dichte Wolken den Blick zur Oberfläche verwehren. Am 16. und 17. Mai 1969 landeten die sowjetischen Sonden Venus 5 und 6 weich auf der Venus. Die von ihnen zur Erde übertragenen Informationen bestätigten, daß auf der Venus kein Leben wie auf der Erde möglich ist. Die Atmosphäre der Venus besteht zu 90 bis 95 Prozent aus Kohlendioxid, der Gehalt an Sauerstoff beträgt nur 0,4 Prozent. An ihrer Oberfläche sind eine Temperatur von 500 °C und ein Druck von 140 Atmosphären gemessen worden.

**Mars** ist uns besser als alle anderen Planeten bekannt. Die ersten Fotos von seiner Oberfläche, die eine amerikanische Raumsonde zur Erde übermittelte, zeigten, daß der Mars von Kratern bedeckt ist, ähnlich wie unser Mond. Im Fernrohr lassen sich orange leuchtende Felder erkennen, bei denen es sich wahrscheinlich um Sandwüsten handelt. Von ihnen heben sich braungrüne Flecken



**Die neun Planeten** mit ihren Monden und die Sonne sind im richtigen Größenverhältnis zueinander dargestellt: Links die Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars, in der Mitte die Riesenplaneten Jupiter und Saturn, rechts die nur im Fernrohr sichtbaren Planeten Neptun, Uranus und Pluto. Um die Bahnen der Planeten im gleichen Maßstab zu zeichnen, wäre die Fläche einer Stadt erforderlich.

nämlich so hohe Temperaturen, daß in ihrer Nähe jedes Metall schmelzen, ja verdampfen würde. Seit Jahrmilliarden sendet sie unablässig Licht-, Wärme- und andere Strahlen aus. Sie stößt heiße, elektrisch geladene Gase Milliarden von Kilometern weit in den Raum hinaus.

Wo nimmt die Sonne die Energie her, mit so gewaltiger Glut zu strahlen? Astronomen und Physiker haben dieses Rätsel gelöst. Sie wiesen nach, daß die Sonne vorwiegend aus Wasserstoff besteht, dem Element mit dem geringsten Atomgewicht. Bei der ungeheuren Hitze und dem gewaltigen Druck, die im Inneren der Sonne herrschen, vermögen sich die Kerne des Wasserstoffatoms zu denen des schwereren Heliumatoms zu vereinigen. Ein Teil der Masse wird dabei als Energie freigesetzt. Die Sonne ist ein gigantisches Atomkraftwerk. Obwohl sie seit Jahrmilliarden glüht, hat sich erst ein geringer Teil des Wasserstoffs in Helium verwandelt. Eine unvorstellbar lange Zeit wird verstreichen, ehe die Sonne auch nur um einen Grad erkaltet ist.

Neun Planeten kreisen um die Sonne. Die Erde ist einer von ihnen. Außerdem bewegt sich eine große Zahl kleinerer Körper auf ellipsenförmigen Bahnen um die Sonne: Zehntausende von Planetoiden, Hunderte von Kometen und zahllose Meteorite.

ab, die mit den Jahreszeiten des Mars ihre Ausdehnung verändern. Woraus sie bestehen, ist noch ungewiß. Am Pol der Halbkugel, auf der jeweils Marswinter herrscht, breitet sich eine weiße Polkappe aus: eine dünne Schicht von Kohlendioxidschnee. Die Atmosphäre des Mars enthält keinen Sauerstoff und nur Spuren von Wasser.

**Jupiter,** der größte aller Planeten, hat 300mal die Masse der Erde. Seine Dichte ist jedoch nur so gering, wie die des Wassers auf der Erde. Deshalb ist es ungewiß, ob er überhaupt eine feste Oberfläche besitzt. Trotz seiner Größe dreht er sich in zehn Stunden einmal um seine Achse. Im Fernrohr sehen wir nur die äußersten Schichten seiner hohen und dichten Atmosphäre. Ihre Temperatur beträgt —150 °C. In Richtung des Äquators ziehen sich braungelbe, veränderliche Wolkenbänder hin. Große Mengen der Gase Methan und Ammoniak sind in der Atmosphäre nachgewiesen.

**Saturn** ist dem Jupiter ähnlich. Als einziger Planet wird er von einem Ring umgeben. Dieser mehrteilige Ring besteht vermutlich aus sehr vielen kleinen Festkörpern, die den Saturn umkreisen.

**Uranus, Neptun und Pluto** sind für das bloße Auge nicht sichtbar. Auch mit den stärksten Fernrohren lassen sich nicht einmal die gröbsten Züge ihrer Oberfläche erkennen. Fern von der wärmenden Sonne ziehen sie in der eisigen Kälte des Weltraums ihre Bahn.

# Die Bahnen der Planeten

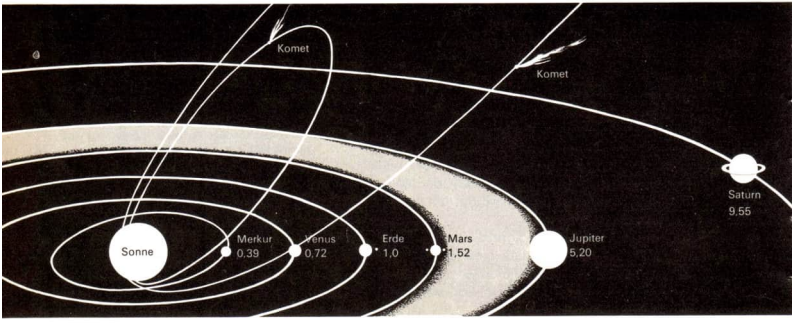
Alle Sterne nehmen am Nachthimmel scheinbar immer die gleiche Lage zueinander ein. In Wirklichkeit bewegen sie sich mit großer Geschwindigkeit durch den Weltraum. Nur sind sie so unvorstellbar weit von uns entfernt, daß sich Lageveränderungen erst nach Tausenden von Jahren bemerkbar machen. Unter den mit bloßem Auge sichtbaren Sternen sind jedoch fünf, die ihren Standort verändern. Sie wandern zwischen den vielen tausend „feststehenden" Sternen umher: die Wandelsterne oder Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn.
Auch die Sonne verändert ihre Stellung zu den Sternen. Sie beschreibt einen großen Kreis am Sternhimmel und kehrt nach einem Jahr an den Ausgangsort zurück.
Schon die Sternkundigen des Altertums erkannten, daß die Planeten nach einer strengen Ordnung wandern. Es gelang ihnen sogar, den Weg der Planeten vorauszuberechnen. Ptolemäus, ein griechischer Naturforscher des 2. Jahrhunderts, deutete die Bewegung der Sterne so: Der Sternhimmel ist eine riesige Kristallschale, die sich täglich einmal um die Erde dreht. Sonne, Mond und Planeten kreisen unterhalb dieser Schale in eigenen „Sphären" um die Erde. Für Ptolemäus war die Erde kein Himmelskörper. Als Heimat des Menschen ruhte sie fest im Mittelpunkt des Weltalls.
Diese falsche Vorstellung beherrschte noch anderthalb Jahrtausende lang das Denken. Erst im 16. Jahrhundert

**Kometen** tauchen von Zeit zu Zeit als Sterne mit langem Schweif am Himmel auf und verschwinden wieder. Kommen sie der Erde nahe, dann können sie uns sehr groß und hell erscheinen. Ihre Masse ist jedoch sehr klein. Der so eindrucksvolle Schweif besteht aus kaum wahrnehmbar dünnem Staub. Alle Kometen sind Trabanten unserer Sonne. Auf ihren elliptischen Bahnen nähern sie sich der Sonne stark, wandern dann aber wieder in unsichtbare Fernen hinaus.

**Meteorite** sind die kleinsten aller Himmelskörper. Auch sie wandern, oft zu großen Schwärmen vereint, um die Sonne. Wenn sie die Erdbahn kreuzen und dabei zufällig in die Lufthülle geraten, erhitzen sie sich durch die Reibung an der Luft, glühen auf und werden als Sternschnuppen sichtbar. Die meisten Meteorite verglühen vollständig, nur wenige fallen bis auf die Erde nieder.

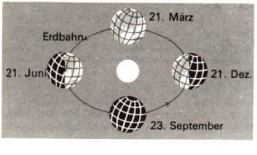
**Monde** kreisen als kleinere Begleiter um sechs Planeten. Der Erdmond ist im Verhältnis zur Erde besonders groß. Mars besitzt 2 Monde, Jupiter 12, Saturn 10, Uranus 5 und Neptun 2.

**Die Planeten** bewegen sich auf Ellipsen, die einem Kreis nahekommen. Nur die Bahnen der mit bloßem Auge sichtbaren Planeten sind eingetragen. Die Zahlen geben ihre mittlere Entfernung von der Sonne an. Als Maß ist der Abstand der Erde von der Sonne gewählt worden. Den Raum zwischen Mars und Jupiter nehmen – als grauer Ring dargestellt – Zehntausende von Planetoiden ein. Außerdem sind zwei Kometenbahnen eingezeichnet, schlanke Ellipsen, die stark gegen die Ebene der Planetenbahnen geneigt sind.



**Tag und Nacht.** Nur die der Sonne zugekehrte Hälfte der Erde erstrahlt im Licht. Dort herrscht Tag. Die andere Hälfte liegt im Dunkel der Nacht. Da die Erde sich dreht, wechseln Hell und Dunkel einander ständig ab: Jede Umdrehung bringt einen Tag und eine Nacht.

**Sommer und Winter.** Die Zeit, die unsere Erde für einen Umlauf um die Sonne benötigt, nennen wir ein Jahr. Der Wechsel der Jahreszeiten entsteht durch die Schrägstellung der Erdachse zur Ebene der Umlaufbahn. Am 21. Juni, dem Tag der Sonnenwende, ist die Nordhalbkugel stärker der Sonne zugekehrt, für sie beginnt der Sommer. Gleichzeitig bricht auf der Südhalbkugel der Winter an. Ein halbes Jahr darauf herrscht umgekehrt Winter auf der nördlichen, Sommer auf der südlichen Halbkugel. Bei Frühlings- und Herbstanfang erhalten beide Halbkugeln gleich viel Sonnenstrahlung.




**Die Milchstraße.** Unsere Erde und die übrigen Planeten sind dunkle Himmelskörper, sie leuchten nur im Schein der Sonne. Alle anderen sichtbaren Himmelskörper sind Sterne und senden, wie unsere Sonne, selbst Licht aus. Die meisten von ihnen übertreffen die Sonne an Größe und glühen heißer als sie. Mit dem bloßen Auge können ungefähr 6000 Sterne erkannt werden. Das sind die nächsten Nachbarn der Sonne im All. Außerdem fällt ein helles Band auf, das sich wie ein Nebelstreif über den Nachthimmel zieht. Seit alters wird es Milchstraße genannt. In starken Fernrohren löst es sich in Millionen und aber Millionen von Sternen auf. Alle diese Sterne gehören zum Sternsystem Milchstraße. Es hat die Gestalt eines Spiralenrades. Im Zentrum stehen die Sterne sehr dicht, nach außen zu sind sie in zehn bis zwölf Spiralarmen angeordnet. Unsere Sonne steht weit vom Zentrum entfernt in einem dieser Arme. Die Milchstraße ist nicht das einzige Sternsystem im Weltraum. Zu Millionen erfüllen ihn andere Weltinseln.

gelang es dem Astronomen Nikolaus Kopernikus, ein Weltbild aufzustellen, das der Wirklichkeit entspricht: Die Erde ist selbst nur ein Planet, und sie kreist ebenso wie die anderen Planeten um die Sonne. Der Mond kreist um die Erde. Die scheinbare tägliche Drehung des Himmels entsteht dadurch, daß sich die Erde wie ein Kreisel um sich selbst dreht.

Als Kopernikus 1539 starb, hatte er seine Lehre noch nicht stichhaltig beweisen können. Sieben Jahrzehnte später berechnete Johannes Kepler die Formeln für die Planetenbahnen. Es sind in Wahrheit keine Kreise, sondern kreisähnliche Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Im gleichen Jahr, in dem Kepler seine Entdeckung veröffentlichte, richtete Galileo Galilei als erster Wissenschaftler ein Fernrohr auf die Planeten. Er sah sie zum ersten Mal als kleine Scheiben. Er entdeckte die Monde des Jupiters und stellte fest, daß sie um den Planeten kreisen. Keplers Gesetze und Galileis Beobachtungen bestätigten das Weltbild des Kopernikus.

Nur fünf Planeten sind mit dem bloßen Auge sichtbar. Drei andere sind so weit von der Sonne entfernt, daß sie erst mit dem Fernrohr entdeckt werden konnten. Sie heißen Uranus, Neptun und Pluto. Alle Planeten kreisen in der gleichen Richtung um die Sonne, und ihre Bahnen liegen annähernd in der gleichen Ebene. Die mittlere Entfernung des Merkurs von der Sonne beträgt 58 Millionen Kilometer, die der Erde 150 Millionen Kilometer. Pluto, der äußerste Planet, ist 100mal so weit wie Merkur von der Sonne entfernt. Merkur benötigt für einen Umlauf um die Sonne 88 Tage, Pluto dagegen 248 Jahre.

**Wie ein Wirbel** würde die Milchstraße vom Weltraum her gesehen erscheinen. Ihr Aufbau läßt sich aus Strahlungen erschließen, die von ihr ausgehen. Das Kreuz gibt an, wo unsere Sonne zu suchen ist. In 250 Millionen Jahren kreist das Milchstraßensystem einmal um sein Zentrum.

**Auf der glutflüssigen Erdoberfläche** sammeln sich als Schlacken die leichtesten Stoffe. Sie erstarren zu den ersten festen Gesteinsschollen. Heiße Gase und Glutströme dringen aus der Tiefe herauf, zerreißen die Schollen, schmelzen die Gesteine wieder ein. Allmählich nimmt der feste Teil der erkaltenden Erdoberfläche zu, bis sie nach Jahrmillionen zu einer Kruste erstarrt ist.

# Vom Feuerball zum Wasserstern

Wie das Sonnensystem entstanden ist, läßt sich noch nicht mit Gewißheit sagen. Es wäre denkbar, daß es aus einer Gaswolke hervorgegangen ist. Unter dem Einfluß der Schwerkraft zog sie sich zu einer glühenden Scheibe zusammen, die um ihre Nabe kreiste. Ihr Zentrum verdichtete sich zur Sonne. In den äußeren Zonen bildeten sich ringförmige Gasströme, aus denen die Planeten und ihre Monde entstanden. Die Erde und ihre Nachbarplaneten blieben noch lange so heiß, daß sie rot glühten. Nur ganz allmählich kühlten sie ab, und ihre Oberflächen erstarrten zu einer festen Kruste. Am Aufbau der Erdkruste sind viele Elemente mit hohem Atomgewicht beteiligt. Die Gesteinshüllen von Merkur, Venus und Mars sind anscheinend ähnlich zusammengesetzt. Im Weltall dagegen sind die schweren Elemente selten; sie machen weniger als ein Hundertstel seiner Materie aus. Von ganz außerordentlicher Seltenheit dürfte im Kosmos flüssiges Wasser sein. Auf einem zu heißen Stern würde es gar nicht erst entstehen oder nur als Dampf vorkommen, auf einem zu kalten Stern würde es zu Eis erstarren. Selbst auf den Planeten Mars und Venus, die unserer Erde am stärksten ähneln, kommt Wasser nur in geringen Spuren vor.

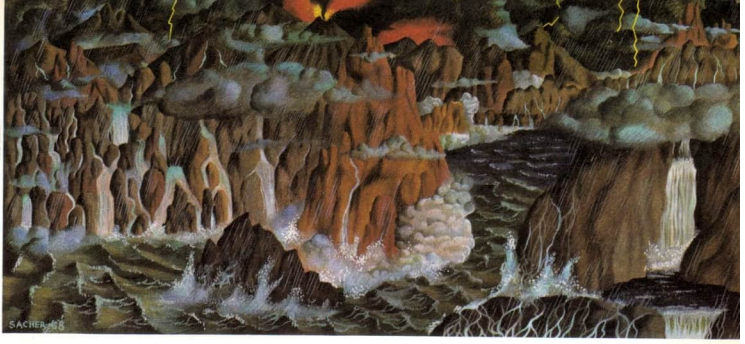
Die Uratmosphäre der Erde war ganz anders als ihre gegenwärtige Lufthülle zusammengesetzt. Sie enthielt keinen freien Sauerstoff, wahrscheinlich aber viel Kohlendioxid und Wasserdampf, vielleicht auch Methan. Sicherlich war sie um ein Vielfaches dichter. Bei dem hohen Druck, den sie ausübte, konnte sich das erste flüssige

**Das Alter der Erde** beträgt mindestens 4, 5, höchstens 10 Milliarden Jahre. So unvorstellbar groß dieser Zeitraum auch ist, gibt es doch mehrere Wege, um ihn abzuschätzen.

Die Strahlung der Sterne läuft nach unveränderlichen Naturgesetzen ab. Aus ihnen ist für die Sonne ein Alter von fünf bis zehn Milliarden Jahren errechnet worden. Das Alter des Milchstraßensystems läßt sich aus seiner Bewegung und seiner Gestalt ableiten; es kann nicht größer als zehn Milliarden Jahre sein.

Die genaueste aller Uhren läuft in den Gesteinen der Erde. Sie enthalten nämlich radioaktive Elemente, die in naturgesetzlicher Weise zerfallen. Jedes radioaktive Element verwandelt sich dabei über mehrere Zwischenstufen hinweg in ein Element, das nicht weiter zerfällt. Der Zerfall verläuft unabhängig von Druck und Temperatur immer in genau der gleichen Geschwindigkeit. Aus einem Gramm radioaktivem Uran geht zum Beispiel in einem Jahr ein siebeneinhalbmillionstel Gramm stabiles Blei hervor. Kommt in einem Gestein Uran vor, dann läßt sich aus dem Anteil, der sich bereits in Blei verwandelt hat, sein Alter bestimmen. Nach dieser „Atomuhr" ist für die ältesten Gesteine der Erde ein Alter von fast 4 Milliarden Jahren errechnet worden. Das wirkliche Alter der Erde ist sicher noch größer, aber aus ihrer frühesten Zeit sind keine Gesteine erhalten geblieben. In der Größenordnung stimmt die „Zeitangabe der Atomuhr" gut mit den Altersbestimmungen für das Sonnen- und Milchstraßensystem überein.

**Die Gestalt der Erde** ähnelt einer Kugel. Da die Erde sich um sich selbst dreht, wirkt auf sie die Fliehkraft ein. Infolgedessen ist sie an den Polen leicht abgeplattet. Ihren größten Umfang erreicht sie mit 40076 Kilometern am Äquator. Der Durchmesser des Äquators mißt 12757 Kilometer, der Durchmesser von Pol zu Pol ist 43 Kilometer kürzer. Die Oberfläche der Erde ist 510 Millionen Quadratkilometer groß.



**Das Urmeer bildet sich.** Mit unerhörter Gewalt stürzen die Regenfluten aus dem stets wolkenverhangenen Himmel. Sie treffen auf heißes Gestein und verdunsten sofort wieder. In den tiefsten Senken sammeln sich die ersten Gewässer. Gewitter erhellen mit ihren Blitzen diese tosende, siedende Welt. (Beide Bilder setzen voraus, daß die Erde auf „heißem Wege" entstanden ist.)

Wasser schon bei einer Temperatur von mehr als 300 °C niederschlagen. Diese heißen Regenfluten müssen die Gesteine mit unerhörter Gewalt ausgelaugt, zerstört und umgebildet haben.

Allmählich entstand das Urmeer. Heute nimmt offenes Wasser sieben Zehntel der Erdoberfläche ein. Wasser ist auch in den Gesteinen und in der Lufthülle enthalten. Es ist so stark an allem Geschehen auf der Erde beteiligt, daß wir sie mit Recht einen Wasserstern nennen dürfen. Leben konnte sich nur auf einem Himmelskörper entwickeln, der Luft, Wasser und eine feste Gesteinskruste besitzt.

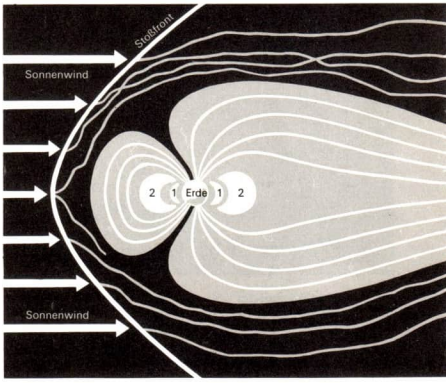
Nach einer anderen wissenschaftlichen Annahme soll die Erde sich auf kaltem Wege aus kosmischem Gas und Staub verdichtet haben. Ihre Temperatur nehme ganz langsam zu, weil durch den Zerfall radioaktiver Elemente in ihrem Mantel mehr Wärme freigesetzt werde, als die Erde in den Raum abstrahle. Nach dieser Annahme war die Erde zu keiner Zeit ein Glutball.

Unser Wissen reicht noch nicht aus, um die Frage zu beantworten, ob die Geburt der Erde in glühender Hitze oder eisiger Kälte erfolgt ist. Mit Sicherheit aber können wir sagen: Seit mehr als zwei Milliarden Jahren hat sich die Temperatur der Erdoberfläche nicht wesentlich geändert. So alt sind nämlich die ältesten Spuren von Lebewesen, und Leben vermag sich nur in einem sehr engen Temperaturbereich zu entfalten. Klimaveränderungen hat es jedoch gegeben. In wiederholten Eiszeitaltern waren rings um die Pole viel größere Gebiete als heute von Eis bedeckt, in Warmzeiten dehnten sich die Trockengebiete aus. Aber niemals ist die ganze Erde zu Eis erstarrt oder zur Wüste verdorrt, sie ist immer ein Wasser- und ein Lebensstern geblieben.

**Die Strahlung der Sonne** führt der Erde Wärme zu. Wenn wir am Strand sonnenbaden, spüren wir das. Die Erde strahlt jedoch auch Wärme in den Weltraum ab. In jeder Nacht wird es kühl. Die Wärmeverluste der Erde an den Weltraum sind sogar etwas größer als die Zufuhr an Sonnenwärme. Trotzdem erkaltet die Erde nicht. Das liegt daran, daß in der Erdkruste radioaktive Elemente enthalten sind. Sie zerfallen allmählich, und dabei wird, wie in einem Atomkraftwerk, Wärme freigesetzt. Der „Atomofen" in ihrem eigenen Schoß und die Sonnenstrahlung führen der Erde zusammengenommen ebensoviel Wärme zu, wie sie selbst an den Weltraum verliert. Nur weil die Temperatur der Erdoberfläche seit mehr als zwei Milliarden Jahren annähernd gleichgeblieben ist, hat sich das Leben auf ihr entwickeln können.

**In den Eiszeitaltern** dehnte sich die Eisdecke der Landhalbkugel wiederholt weit nach Süden aus (rosa). Jetzt liegt nur noch Grönland unter ihr begraben (weiß).

**Der Sonnenwind** trifft mit einer Geschwindigkeit von 300 bis 500 Kilometern in der Sekunde auf das Magnetfeld der Erde. Er besteht aus atomaren Teilchen, vorwiegend aus Protonen. Sie tragen eine positive elektrische Ladung. Wenn die elektrisch geladenen Teilchen des Sonnenwindes auf das Magnetfeld der Erde stoßen, werden sie aus ihrer geraden Bahn abgelenkt. An der äußersten Grenzfläche der Magnetosphäre bildet sich eine Stoßfront aus. Dann folgt eine Übergangsregion, in der die elektrisch geladenen Teilchen ungeordnet umherwirbeln. Ein bestimmter Anteil von ihnen wird vom Magnetfeld der Erde eingefangen. Wie in einer riesigen Falle rasen diese Teilchen in der Magnetosphäre von Nord nach Süd hin und her. In zwei Strahlungsgürteln (1 und 2) sind sie stark angereichert. In diesem Bereich wäre für Menschen ein dauernder Aufenthalt in einer Raumstation unmöglich, da sie gegen die sehr energiereiche Strahlung keinen Schutz böte. Die Magnetosphäre (grau) wird vom Anprall des Sonnenwindes auf der Tagseite der Erde stark eingedrückt, auf der Nachtseite flattert sie dagegen weit auseinander. So liegt die äußerste Grenze der Atmosphäre gegenüber dem nur vom Sonnenwind durchströmten Raum nicht fest; mit dem Wechsel von Tag und Nacht verschiebt sie sich jeweils um mehrere Hunderttausend Kilometer.



**Nord- und Südlichter** sind auffällige Erscheinungen am hohen Nachthimmel der Polargebiete. Nur selten ist ihr strahlendes Flammen und Leuchten auch in unseren Breiten zu sehen. Polarlichter entstehen immer dann, wenn große Mengen sehr energiereicher Teilchen, die von der Sonne ausgestoßen worden sind, in das Magnetfeld der Erde geraten. Die elektrisch geladenen Teilchen werden vom Magnetfeld zu den Polen abgelenkt. Dort treffen sie mit Geschwindigkeiten von 1 600 Kilometern in der Sekunde und mehr auf die Gasteilchen der Atmosphäre. Die „Sonnenteilchen" übertragen bei dem Anprall Energie auf die Gasteilchen und regen sie dadurch zum Leuchten an. Polarlichter treten in verschiedenen Formen in Höhen zwischen 100 und 600 Kilometern über der Erde auf. Starkes Polarlicht ist von Störungen des Kurzwellenfunkverkehrs begleitet.

## Die Erde im Strahlenstrom

Die Erde ist von Luft umhüllt. Diesen gasförmigen Schutzmantel nennen wir Atmosphäre. Mit zunehmender Höhe wird die Luft dünner, und irgendwo muß die äußerste Grenze liegen, hinter der sich nur der Weltraum ausbreitet. Früher nahm man an, das sei in einigen Hundert Kilometern Höhe der Fall. Doch seitdem die hohe Atmosphäre mit Radiowellen und Raumsonden näher erforscht worden ist, weiß man, daß diese Grenze um Tausende von Kilometern höher liegt. Luft, wie wir sie gewohnt sind, ist in solchen Höhen nicht mehr zu finden, sondern nur noch eine unvorstellbar zarte Hülle aus den leichtesten aller Gase.

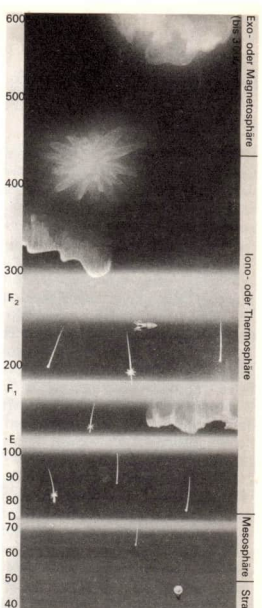
Die äußerste Zone der Atmosphäre wird Exosphäre genannt. Sie ist erst in den jüngsten Jahren erforscht worden. In diesem Bereich wird die Erde von einer mächtigen Kraft getroffen: von den Energie- und Teilchenströmen, die von der Sonne ausgesandt werden. Sie stammen aus der Korona, einer strahlenden Hülle dünner Gase, von der die Sonne umgeben ist. Die Korona weist eine Temperatur von einer Million Grad auf. Ähnlich, wie von kochendem Wasser Dampf aufsteigt, wird von der Korona ständig Sonnengas in den Raum hinausgetrieben. Genaugenommen handelt es sich nicht um Gas, denn bei dieser Hitze geht jeder Stoff in einen anderen physikalischen Zustand über. Alle atomaren Teilchen sind

dann elektrisch geladen und bewegen sich mit hoher Energie. Wie einen feinen Wind strahlt die Korona diese elektrisch geladenen Teilchen aus. Der Sonnenwind ist billionenmal dünner als die Luft, in der wir Menschen leben, doch seine Teilchen haben eine phantastische Geschwindigkeit. Sie übertrifft die eines Düsenjägers um das Tausendfache. Sobald elektrisch geladene Teilchen auf ein Magnetfeld treffen, werden sie aus ihrer geraden Bahn abgelenkt. Die Erde besitzt ein Magnetfeld. Jeder Kompaß beweist es: Seine Magnetnadel stellt sich in Richtung der Kraftlinien des irdischen Magnetfeldes ein und weist auf den magnetischen Nordpol der Erde. Manche der elektrisch geladenen Teilchen des Sonnenwindes werden vom Magnetfeld der Erde eingefangen. Jetzt müssen sie auf ihrem Flug den Magnetlinien folgen. In einer Spiralbahn rasen sie in Sekundenschnelle von Nord nach Süd, kehren um und rasen zurück, hin und her, her und hin. Die Mehrzahl der eingefangenen Teilchen reichert sich in zwei großen Strahlungsgürteln an, die unsere Erde wie ein doppelter Mantel umgeben. Alle diese Vorgänge spielen sich in der Exosphäre ab. Weil in dieser äußersten Zone das Magnetfeld der Erde die Bewegung der Teilchenströme bestimmt, wird sie auch Magnetosphäre genannt. In der eigentlichen Lufthülle werden die Gasteilchen dagegen vom Schwerefeld der Erde festgehalten.

Ab und zu kommt es auf der Sonne zu einem besonders heftigen Ausbruch. Dabei werden von der Korona weit größere Mengen elektrischer Teilchen ausgestoßen als gewöhnlich. Sie treffen nach etwas mehr als zwei Tagen auf der Erde ein. Da sie energiereicher als der normale Sonnenwind sind, dringen diese Teilchen tief in die Magnetosphäre ein. Manche werden bis dicht in die Nähe der Pole abgelenkt und lassen dort Polarlichter aufleuchten. Andere rufen Störungen des Magnetfeldes und des Funkverkehrs hervor. Weit entfernt liegende Kurzwellensender können dann nicht empfangen werden.

Außer dem Sonnenwind sendet die Sonne auch elektromagnetische Strahlungen aus. Den für uns wichtigsten Anteil davon sehen wir als Licht. Die energiereichere Ultraviolett- und Röntgenstrahlung ist dagegen unsichtbar. Alle elektromagnetischen Strahlungen durchdringen ungehindert die Magnetosphäre. Erst wenn sie auf die dichteren Gasschichten der Atmosphäre treffen, kommt es zu heftigen Umsetzungen. Dabei wird die Röntgenstrahlung vollständig und die Ultraviolettstrahlung zum größten Teil in Wärme umgewandelt.

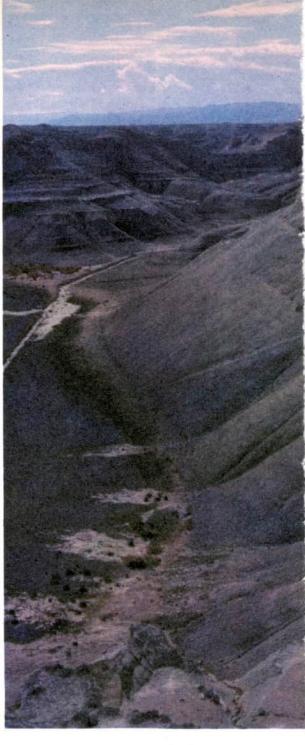
Das Magnetfeld und die Lufthülle schirmen die Erde gegen den Sonnenwind und die energiereiche elektromagnetische Strahlung ab. Nur einen geringen Anteil lassen sie hindurch. Träfen all diese Strahlungen ungehindert auf der Erdoberfläche ein, dann würden sie jedes irdische Leben töten.




**Die Atmosphäre** ist in mehrere Stockwerke gegliedert. Im obersten Stockwerk, der Exosphäre, treten die höchsten Polarlichter auf. In der Ionosphäre entstehen unter dem Einfluß der Sonnenstrahlung mehrere elektrisch leitfähige Schichten. Von den Rundfunkstationen auf der Erde ausgesandte Radiowellen werden von diesen Schichten zurückgeworfen, und zwar die langen Wellen von den Schichten D und E, die kurzen von $F_1$ und $F_2$. In der Meso- und der Stratosphäre ruft die ultraviolette Sonnenstrahlung chemische Veränderungen hervor. Sie verwandelt einen Teil des Sauerstoffs in Ozon und wird dabei selbst verschluckt. In Höhen zwischen 60 und 200 Kilometern werden kleinere Meteorite vom Luftwiderstand gebremst; hell leuchtend verglühen sie als Sternschnuppen. In der Troposphäre, dem Erdgeschoß der Atmosphäre, spielt sich das Wetter ab.

# RUHELOSES FESTLAND

## Die steinerne Chronik

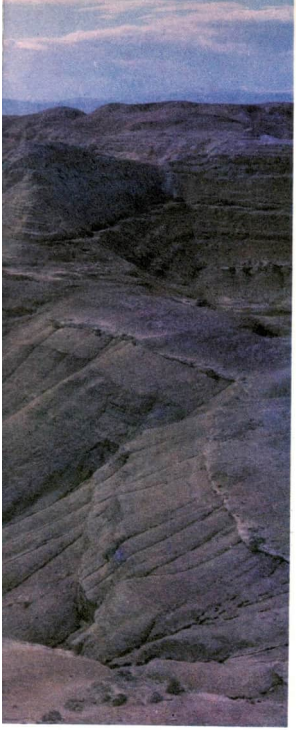


Wenn Steine reden könnten, sie würden abenteuerliche Geschichten aus ihrem Dasein erzählen, in denen ein Jahrtausend nur ein winziger Augenblick wäre. Aber sie sind stumm, und es war sehr schwierig, ihre Geschichte zu enträtseln und mit ihr die Geschichte der Erde.
In einem Steinbruch hoch im Gebirge hat ein Arbeiter mit Keilen einen mannshohen Felsklotz gespalten. Hell schimmert die frische Bruchfläche. Dort, ist das nicht eine Muschel? Wie in weichen Meeressand abgedrückt, treten ihre Rippen und Rillen hervor. Wie kam die Muschel in den Fels? Der Stein ist aus Sandkörnchen zusammengesetzt, die fest miteinander verbacken sind. Sollte er im Wasser, im Meer entstanden sein? Auch alle anderen Felsen ringsum bestehen aus dem gleichen Sandstein. Wenn sie sich am Grunde eines Meeres gebildet haben, dann müßten sie einst viele hundert Meter tiefer gelegen haben. Welche Kraft vermag Felsen aus dem Meer bis zur Höhe dieses Gebirges zu heben? Fragen über Fragen. Die Geologie versucht, sie zu beantworten. Das ist die Wissenschaft, die die Kruste der Erde, ihren Aufbau, ihre Entstehungsgeschichte erforscht. Aus unendlich vielen Kleinigkeiten haben die Geologen erdgeschichtliche Ereignisse enträtselt, die sich vor Jahrmillionen abgespielt haben. Von jeder Schicht Gestein vermag der Kundige heute zu sagen, woraus sie besteht und wie sie zusammengesetzt ist. Daraus kann er schließen, wie und wann diese Schicht entstanden ist und welche Veränderungen sie später durchgemacht hat.
In vielen Gesteinen haben Lebewesen ihre Spuren hinterlassen: versteinerte Abdrücke und Überreste von Blättern,

**Die Gesteine** bauen die Erdrinde auf. Sie lassen sich in drei Gruppen ordnen:
1. Magmagesteine sind aus glutflüssigen Schmelzen des Erdinnern hervorgegangen. Hat sich der Schmelzfluß aus vulkanischen Schloten oder Spalten über die Erdoberfläche ergossen, ist er schnell zu einer gleichförmigen Masse erstarrt. Auf diese Weise sind Ergußgesteine wie Basalt und Porphyr entstanden. Sind die gleichen Schmelzen aber in der Tiefe der Erdkruste ganz langsam erstarrt, dann haben sich ihre mineralischen Bestandteile zu Kristallen vereinigen können. Der wichtigste Vertreter dieser Tiefengesteine ist der Granit.
2. Sediment- oder Schichtgesteine sind aus dem Verwitterungsschutt anderer Gesteine hervorgegangen, der im Meer oder auf dem Land abgelagert worden ist. Sand- und Kalkstein gehören zu ihnen.
3. Metamorphe Gesteine haben sich durch chemische und physikalische Umwandlung aus Magma- oder Sedimentgesteinen gebildet.

**Quarzporphyr,** ein verbreitetes Ergußgestein, enthält in einer rötlichen Grundmasse hellere Einsprenglinge aus Quarz.

**Granit** besteht aus einem Gefüge von Feldspat-, Quarz- und Glimmerkristallen.



Samen, Skeletten. Unter sehr günstigen Bedingungen blieben selbst Fährten von Tieren, die vor Hunderten von Millionen Jahren einmal über das schlammige Ufer eines Sees gekrochen sind, erhalten. Aus kaum sichtbaren Resten und Zeichen im Gestein stellt der Wissenschaftler das Bild von riesigen Farnen, von urtümlichen Fischen und Echsen wieder her. Über diese vorzeitlichen Lebewesen wird im Kapitel „Versunkene Welten" berichtet.

Im Sandsteinbruch liegt das Gestein in waagerechten Schichten, wie es sich einst im Meer abgesetzt hat. Bei anderen Gesteinen, die sich ebenfalls im Meer gebildet haben, sind die Schichten oft schräg gestellt, gebogen, ja gefaltet, oder sie werden plötzlich von ganz anderen Gesteinen unterbrochen. Für den Geologen sind das alles steingewordene Spuren der Erdgeschichte. Mächtige Gesteinsmassen sind in der Tiefe der Erde von titanischen Kräften zusammengeschoben, gefaltet, zerbrochen worden. Gebirge haben sich aus dem Meer hochgewölbt. Frost, Regen und Wind haben sie wieder zersprengt, haben den Fels zu Trümmern, Steinen und Sand zermahlen, haben den Gesteinsschutt wieder ins Meer gespült oder in die großen Wüstenbecken des Festlandes verfrachtet. Dort sind aus dem abgelagerten und umgewandelten Schutt im Laufe der Jahrmillionen neue Gesteine entstanden. Dieses Werden und Vergehen von Gebirgen, Hügelländern, Ebenen, Meeren hat sich in einer Zeit von drei bis fünf Milliarden Jahren vielmals wiederholt und geht auch heute weiter vonstatten.

**Das Jordantal** ist ein mehrere hundert Meter tiefer natürlicher Einschnitt in die Erdrinde. Der Jordan hat es, einer Bruchspalte folgend, in den Fels gegraben. Da in dem wüstenhaften Klima an den trockenen Hängen keine Pflanzen gedeihen, liegen die Gesteine offen zutage. Die Felsen bestehen aus Schichten von Sedimentgesteinen. Von mehreren Schichten, die aufeinander folgen, ist hier die oberste immer die jüngste und die unterste die älteste. Am Fuß der Felswände lagern Halden von Gesteinsschutt. Der Geologe kann in diesem natürlichen Aufschluß wie in einem Bilderbuch der Erdgeschichte lesen. Meeresüberflutungen, kalte und heiße, wüstenhafte und feuchte Perioden haben in den Sedimentgesteinen ihre Spuren hinterlassen.

**Sandstein** gehört zu den Sedimentgesteinen. Er besteht aus feinen Sandkörnchen, die miteinander verkittet sind.

**Fruchtschiefer** ist durch Umwandlung (Metamorphose) unter Hitze und Druck aus Tonschiefer hervorgegangen.

**Amethyst,** ein Edelstein, wird in Drusen gefunden. Das sind Hohlräume im Gestein, deren Wände mit Kristallen bedeckt sind.

**Ein Faltengebirge** ist aus Gesteinsschichten aufgebaut, die in die Tiefe abgesunken, dort durch seitlichen Druck gefaltet und danach wieder gehoben worden sind. Wasser und Wind haben die am stärksten gehobenen Falten wieder zerstört und abgetragen.

**Eine Scholle** ist zwischen zwei Bruchflächen schräg gekippt worden. So hat sich ein Gebirge gebildet, das wie ein Pult auf der einen Seite flach ansteigt, auf der anderen aber steil abfällt.

## Wie die Gebirge wachsen

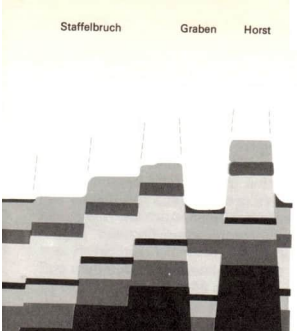
Über das Innere der Erde wissen wir wenig. Es ist mehr als 2000 Grad heiß, steht unter einem Druck von einigen Millionen Atmosphären, und seine Dichte ist doppelt bis dreifach so hoch wie die der Erdkruste. Bei dieser hohen Temperatur müßten alle Gesteine geschmolzen sein, aber der unvorstellbar gewaltige Druck versetzt sie in einen Zustand, von dem wir uns kein Bild machen können. Die einzigen Signale, die wir aus tieferen Schichten der Erde empfangen, sind die Erdbeben. Die Erschütterungen, die von ihnen ausgelöst werden, bewegen sich wie Wellen fort. Auf ihrem Weg durch die Erde werden sie mehrfach abgelenkt, und zwar jeweils in ganz bestimmten Tiefenstufen. Eine solche Ablenkung kann nur erfolgen, wenn sich die Erdmaterie in dieser Tiefenstufe verändert, physikalisch oder chemisch. Die Wissenschaftler schließen daraus, daß die Erde wie eine Zwiebel aus Schalen aufgebaut ist, zumindest ist sie in Kern, Mantel und Kruste gegliedert.

Die Erdkruste besteht wiederum aus zwei Schalen. Die äußere setzt sich vorwiegend aus Gesteinen zusammen, die dem Granit ähneln. Sie ist zu Fels erstarrt. An ihrer Oberfläche ist sie weithin von einer dünnen Schicht aus Sedimentgesteinen überzogen. Aus der Granitschale sind alle Erdteile aufgebaut. Am Grund der tiefen Meeresbecken

**Eine Einsenkung** wird vom Meer überflutet. In sie wird von den Gebirgen her Gesteinsschutt geschwemmt. Die Mulde sinkt weiter.

**Die sinkenden Schichten** geraten unter seitlichen Druck. In großer Tiefe werden sie zusammengeschoben und gefaltet. Das Magma drückt dagegen und staucht sie als Faltengebirge hoch.

**Eine neue Einsenkung** bildet sich am Fuße des Faltengebirges, und der Vorgang wiederholt sich.

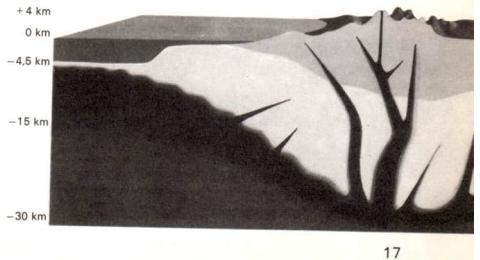



**Ein „Staffelbruch"** läßt dieses Gebirge wie eine Treppe ansteigen. Dann folgt ein tiefer Grabenbruch. Auf der anderen Seite des Grabens ist ein Horst hoch herausgepreßt worden.

**Das Erdinnere** ist wie eine Zwiebel aus Schalen aufgebaut. Über seine stoffliche Zusammensetzung gibt es nur Vermutungen. Zwei von ihnen sind hier dargestellt. Links: Das Erdinnere gliedert sich in einen Mantel aus Silikaten, eine Zwischenschicht aus Oxiden und Sulfiden von Metallen und einen Kern aus Nickel und Eisen. Rechts: Der Erdmantel geht mit wachsender Tiefe in den Stoff über, aus dem auch das Sonneninnere besteht, in nahezu reinen Wasserstoff. An der Erdoberfläche kennen wir Wasserstoff als leichtestes aller Gase. Im Erdinneren herrschen jedoch andere physikalische Verhältnisse: Die Temperatur erreicht im Kern 3000 bis 6000 Grad, der Druck steigt auf 3 Millionen Atmosphären. In welchem Zustand sich die Materie unter diesen Bedingungen befindet, ist unvorstellbar.

fehlt sie fast ganz. (Siehe auch Bild Seite 30/31.) Die untere Schale ist aus dunkleren, fast schwarzen Gesteinen zusammengesetzt, die dem Basalt verwandt sind. In ihr ist die Temperatur bereits so hoch wie in rotglühendem, geschmolzenem Glas. Dieser zähflüssige Zustand des Gesteins wird Magma genannt. Das Magma ruht nicht. Es fließt in einem Jahrtausend zwar höchstens einige Meter weit, doch das genügt, um in der Granitschale starke Spannungen und Zerrungen hervorzurufen. Sie springt, reißt, zerbricht. Das kann eine der Ursachen von Erdbeben sein. Magmaströmungen in der Tiefe sind wahrscheinlich auch die Ursache für die Entstehung der Faltengebirge. Dabei bildet sich zuerst am Rande eines Erdteils eine riesenhafte Mulde. Allmählich sinkt ihr Boden unter den Meeresspiegel ab. Schicht um Schicht wird die Mulde vom Festland her mit dem Schutt alter Gebirge aufgefüllt. Da die Senkung mehrere Millionen Jahre lang anhält, geraten die untersten Gesteinsschichten in große Tiefen. Druck und Temperatur sind dort so hoch, daß die Gesteine verformbar werden. Durch seitlichen Druck werden die Schichten zu Falten zusammen- und übereinandergeschoben. Durch die Faltung und das Eindringen granitischer Gesteinsmassen wird das Ganze verfestigt. Allmählich kehrt sich die Bewegung um. Der gefaltete Krustenteil wird gehoben und steigt langsam als Faltengebirge aus dem Meer heraus. Von dem Augenblick an, in dem das junge Gebirge auftaucht, beginnt aber auch seine Zerstörung. Regen, Wind und Frost zertrümmern den Fels und schwemmen den Schutt ins Meer zurück. Das Werden und Vergehen der Faltengebirge wiederholt sich. Mindestens zehn große Perioden der Gebirgsbildung haben die Geologen feststellen können.

**Die Erdkruste** setzt sich aus zwei Schichten zusammen. Die obere besteht vorwiegend aus Granit (hell). Aus dieser Schicht sind die Kontinente aufgebaut, unter den Ozeanen fehlt sie fast ganz. In mächtigen Schollen „schwimmt" der Granit auf einer Basaltschicht (dunkel). In Spalten dringt glutflüssiges Magma bis in den Granit ein. Die Erdkruste ist 15 bis 30 Kilometer dick; darunter liegt der Erdmantel. Wahrscheinlich reichen die Wurzeln der Gebirge bis in den rotglühenden Erdmantel hinab.



**Der Geysir „Strokkur"** ist der größte heiße Springquell Islands. In regelmäßigen Abständen schleudert er einen kochendheißen Strahl in die Luft hinauf. Nach einigen Minuten fällt er wieder in sich zusammen. Geysire werden durch die Wärme benachbarter vulkanischer Herde erhitzt. Im südwestlichen Island sind sie zahlreich. Der Yellowstone-Nationalpark (USA) hat mehr als 100 tätige Geysire, und auf Neuseeland gibt es am Waikatofluß ein berühmtes Tal der Geysire. Das Wasser mancher Geysire gilt als heilkräftig.

**Erstarrte Lava** behält die Form bei, die sie beim Fließen angenommen hat. Die Lava ist bei einem Vulkanausbruch als 1000 bis 1300 °C heißer Schmelzfluß an die Oberfläche getreten. Als zähflüssiger Strom ist sie den Vulkankegel hinabgeflossen, allmählich erkaltet und zu Stein erstarrt.

# Vulkane und heiße Quellen

Die alten Römer glaubten, im Ätna, einem feuerspeienden Berg auf der italienischen Mittelmeerinsel Sizilien, habe der Gott des Feuers seine unterirdische Schmiede. Sie nannten diesen Gott „Vulcanus". Nach ihm tragen alle feuerspeienden Berge ihren Namen. Auch der Vesuv, der einzige Vulkan auf dem europäischen Festland, liegt in Italien. Er erhebt sich zwölf Kilometer südöstlich von Neapel an der Küste des Mittelmeeres. Im Altertum galt der Vesuv als erloschen. Aber am 24. August des Jahres 79 öffnete sich der Krater auf seinem Gipfel. Mit donnerndem Getöse stieß er feurige Rauchwolken aus. Sie stiegen mehrere Kilometer senkrecht auf und breiteten sich wie der Schirm einer Kiefer aus. Heiße Asche und glühende Steine regneten aus den schwarzen, blitzdurchzuckten Rauchwolken herab. Sie begruben die Städte Pompeji, Herculaneum und Stabiä unter sich.

Seit diesem Ausbruch ist der Vesuv wieder ein feuerspeiender Berg. Der Geologe Wilhelm Meyer, der den Ausbruch des Jahres 1903 von einem Schiff aus beobachtete, schrieb darüber: „Während wir in den Anblick des gewaltigen Schauspiels versunken waren, öffnete sich vor unseren Augen der Berg in der beträchtlichen Tiefe von 600 Metern unter dem Kraterrande. Fast weißglühend schoß ein ungeheurer Strom flüssigen Gesteins daraus hervor und stürzte so schnell wie ein feuriger Wasserfall den Abhang hinab. Wir sahen, wie er über Boscotrecase hinwegflutete, und vor unserer Seele stand der ganze Jammer und die Verzweiflung der Menschen, die in wilder Flucht vor dem rasenden Feuerelemente all ihr armseliges Hab und Gut der Vernichtung preisgeben mußten, ja, vielleicht in diesem Augenblicke mit einem furchtbaren Tode rangen."

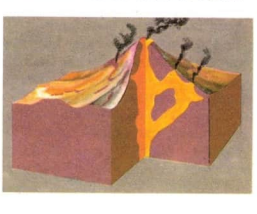
Ein Jahr vorher hatte der Mont Pelé, ein Vulkan auf der Insel Martinique der Kleinen Antillen, eine glühende Gaswolke ausgestoßen. Sie hatte sich über die Stadt St. Pierre hinweggewälzt. Die 26000 Einwohner erstickten und verbrannten in wenigen Minuten.

Ein anderer Vulkan, der Krakatau, auf einer kleinen Insel zwischen Sumatra und Java gelegen, flog im Jahre 1883 bei einem Ausbruch regelrecht in die Luft. Die Explosion löste im Meer eine 30 Meter hohe Flutwelle aus, die auf den umliegenden Inseln Zehntausende von Menschen in den Tod riß. Auf ein Gebiet, achtmal so groß wie die DDR, regnete Asche herab.

In der Geschichte der Erde haben ruhige und unruhige Zeiten miteinander abgewechselt. Die letzte Zeit großer Gebirgsbildungen war das Tertiär, ein Abschnitt der Erdgeschichte, der vor 60 Millionen Jahren begann. Damals entstanden große Faltengebirge wie die Alpen und der

**Vor der Küste Islands** brach am 14. November 1963 ein untermeerischer Vulkan aus. Tags darauf wuchs sein Gipfel aus dem Meer. Unter fortgesetzten Ausbrüchen entstand die Vulkaninsel Surtsey. Am 6. Dezember 1963 landeten drei Franzosen als erste Menschen an der Küste der neuen Insel.

**Ein Vulkan** ist oft aus zahlreichen Schichten aufgebaut. Sie bestehen abwechselnd aus Asche und Bimsstein oder aus erstarrter Lava. Das Magma, das den Vulkan „ernährt", steigt durch einen Schlot aus der Tiefe auf. Oben verbreitert sich der Schlot wie ein Trichter. Er mündet in den Krater. Bei einem tätigen Vulkan ist der Krater mit brodelnder, glühender Lava angefüllt, und über ihm steht eine hohe Rauchsäule. An den Hängen des Vulkans entstehen manchmal Nebenkrater, aus denen sich bei einem Ausbruch Lavaströme ergießen.



Himalaja. Begleitet wurden diese Gebirgsbildungen von einem viel stärkeren Vulkanismus, als wir ihn heute kennen. In den europäischen Mittelgebirgen gab es im Tertiär ebenfalls zahlreiche tätige Vulkane.

In der Nachbarschaft von Vulkangebieten treten mitunter kochendheiße Springquellen auf, zum Beispiel auf Island oder Neuseeland. Sie werden Geysire genannt. In Mitteleuropa ist der Vulkanismus zwar erloschen, doch gibt es einige heiße Quellen, und an manchen Stellen treten schwefel- oder kohlendioxidhaltige Gase aus der Erde. Sie zeugen davon, daß auch hier Veränderungen in der Erdkruste vonstatten gehen.

Vulkanausbrüche sind von Erschütterungen der Erde begleitet. Neun Zehntel aller Erdbeben haben jedoch andere Ursachen. Die glutheißen Magmaherde, aus denen die Vulkane gespeist werden, liegen kaum mehr als 20 Kilometer tief. Erdbeben werden dagegen oft in Tiefen von mehr als hundert Kilometern ausgelöst. Sie entstehen durch Bewegungen einzelner Teile der Erdkruste. Trotzdem muß es eine enge Beziehung zwischen Vulkanismus und Erdbeben geben. Fast alle Vulkane liegen in den „Schwächezonen" der Erdrinde: am Rande junger Faltengebirge, rings um den Stillen Ozean und längs tiefer Grabenbrüche. Das aber sind zugleich die großen Erdbebengebiete.

**Fließendes Wasser** hat eine ehemalige Lößhochfläche zu schroffen Bergen zerschluchtet. Auch in die Ebene im Vordergrund hat es schon tiefe Rinnen gegraben.

**In weiten Schleifen** durchbricht der Fluß ein wüstenhaftes Hügelland. Nur selten sucht ein Fluß den kürzesten Weg zum Meer, meist ist sein Lauf vielfach gekrümmt und gewunden.

# Flüsse tragen Gebirge ab

„Steter Tropfen höhlt den Stein", sagt ein Sprichwort. Wirklich, kein Gestein ist so hart, daß es dem Wasser widersteht. Jedes Gestein verwittert. Zwar sind auch die Sonnenwärme, die Schwerkraft und die Luft an der Verwitterung beteiligt, aber das Wasser übt die stärkste Wirkung aus. Es dringt in die Gesteine ein und löst ihre Mineralien auf, in feinsten Spuren nur, aber doch genug, um allmählich das Gefüge der Gesteine chemisch zu verändern und aufzulockern. Wo nachts oder im Winter Frost herrscht, kommt zur chemischen Wirkung des Wassers die physikalische hinzu: Beim Gefrieren dehnt es sich mit solcher Gewalt aus, daß es die Gesteine zu sprengen vermag.

Die Verwitterung verwandelt den Fels in Schutt. Im Hochgebirge säumen oft mächtige Halden den Fuß der Felsgipfel. Sie bestehen aus Blöcken und Steinen, aus Grus und Sand. Diese Gesteinstrümmer sind, der Schwerkraft folgend, vom Gipfel herabgestürzt. Doch auch hier kommen sie nicht zur Ruhe. Vom Wasser und vom Wind wird der Verwitterungsschutt abgetragen und weiterverfrachtet. Überall, wo es regelmäßig regnet, kommt dem Wasser dabei die Hauptarbeit zu.

Wenn ein Gebirgsfluß durch starke Regenfälle anschwillt, dann wird die Strömung so reißend, daß kürbisgroße Steine fortgewälzt werden. Einem Strom im Tiefland merkt man weniger an, welch gewaltige Transportarbeit er vollbringt, denn hier sind es keine schweren Steine mehr, die er bewegt, hier ist es feiner Schlamm, den das trübe Wasser mit sich führt. Zu diesem Schlamm ist der Verwitterungsschutt auf dem weiten Weg vom Hochgebirge bis zum Tiefland „verarbeitet" worden. Wiederholt hat der Fluß den Schutt abgelagert, hat grobe und feine Bestandteile aussortiert, hat alte Ablagerungen wieder aufgenommen und fortgespült.

Überall in der Landschaft sind die Wirkungen des Wassers zu spüren: Im Hochgebirge hat es zahllose steilwandige Schluchten und Engtäler in die Felsen geschnitten, im Mittelgebirge Berge, Hänge und Täler sanfter geformt, im Talgrund Schotterbänke und Schwemmkegel aufgeschüttet, in den Auen Lehmböden abgelagert.

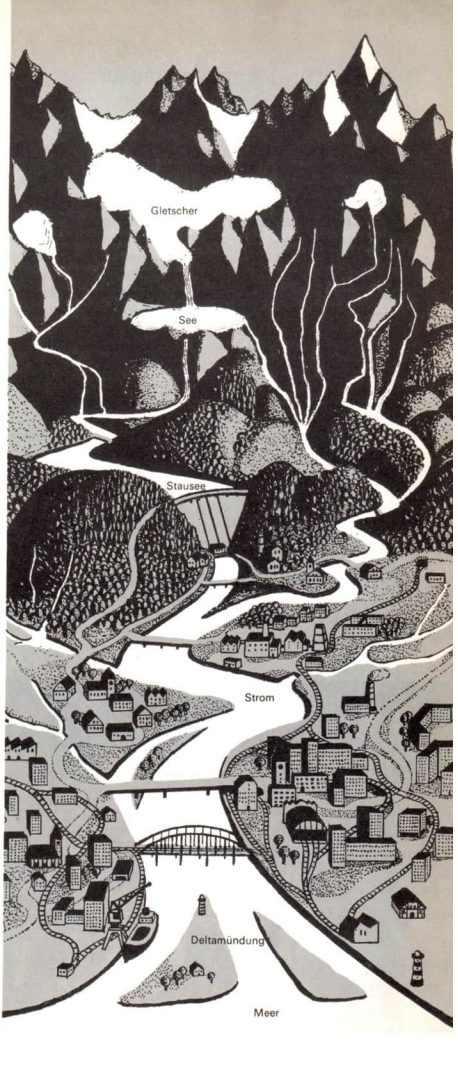
So mächtig die Kräfte sind, die aus dem Inneren der Erde auf ihre Kruste einwirken und immer aufs neue Gebirge emportürmen – die Kräfte, die von außen die Erdkruste angreifen, sind ebenso stark. Unablässig sind sie dabei, die Gebirge wieder einzuebnen. Wenn die Erde sanfte und gerundete Formen aufweist, dann ist das eine Wirkung des fließenden Wassers. In den Wüsten und in den vergletscherten Gebieten wird die Erdoberfläche stärker durch zwei andere Kräfte geformt: durch Wind und Eis.

**Der Lauf eines Flusses.** In der Gipfelregion der Hochgebirge liegt „ewiger" Schnee. Er wird durch seinen eigenen Druck zu Gletscheris verdichtet. Aus dem Gletscher entspringen die Gletscherbäche. Sie vereinigen sich zu einem kleinen Gebirgsfluß. Sein Gefälle ist stark, die Strömung reißend. Große und kleine Steine werden von der Gewalt des Wassers mit talab geführt. Der Fluß hat sich ein enges, steilwandiges Kerbtal in den Fels geschnitten. An der engsten Stelle des Tales ist eine Staumauer gebaut worden, die den Fluß anstaut. Nahe dem Fuß des Gebirges trifft der Fluß auf weicheres Gestein. Hier schneidet er sich schneller ein, sein Tal wird zur Klamm, zur Felsschlucht. – Nun verläßt der Fluß das Hochgebirge. Sein Oberlauf endet, der Mittellauf beginnt. Er wird jetzt wasserreicher, denn er nimmt immer neue Nebenflüsse auf. Sein Gefälle ist nicht mehr so stark. In dem Maße, wie die Strömung nachläßt, lagert der Fluß seine Gesteinsfracht, die er bis hierher geschleppt hat, wieder ab: zuerst Schotter und Geröll, dann Kies und Sand. Nur feinen Schlamm führt er weiter mit sich. Eine schmale Flußaue entsteht. Ein Nebenfluß schüttete an seiner Mündung einen Schwemmkegel auf. Dort erweitert sich das Tal, so daß eine kleine Stadt am Flußufer Platz findet. Die Flußaue wird immer breiter, auch die Seitentäler sind nicht mehr so eng. Die Talböden bestehen aus fruchtbarem Lehm, den der Fluß abgesetzt hat. – Der Unterlauf des Flusses tritt in eine weite Ebene ein. Er wird zu einem breiten, langsam fließenden Strom. Die Ufer sind jetzt sehr flach. Bei Hochwasser überflutet der Fluß die Ebene. Deshalb wurden an seinen Ufern Deiche gebaut, die das Hinterland vor Überschwemmungen schützen. Brücken überspannen den Strom, Städte mit Industriewerken und Häfen liegen an seinem Ufer, große Schiffe fahren auf ihm. Bevor der Fluß ins Meer mündet, spaltet er sich in mehrere Arme auf. Diese Art Mündung wird Delta genannt. Das Delta wächst allmählich immer weiter ins Meer hinaus; denn der Fluß lagert jetzt viel Schlamm ab, den er aus dem fernen Gebirge bis hierher verfrachtet hat.

**Die längsten Flüsse** der Erde sind der Nil-Kagera in Afrika (6670 Kilometer), der Amazonas-Ucayali in Südamerika (6280 Kilometer), der Mississippi-Missouri in Nordamerika (5970 Kilometer) und der Jangtsekiang in China (5800 Kilometer). In Europa steht die Wolga mit 3690 Kilometern an erster Stelle. Die Elbe ist dagegen nur 1165 Kilometer lang.

**Der wasserreichste Fluß** ist der Amazonas. Aus seiner Mündung strömen in jeder Sekunde 120000 Kubikmeter Wasser. Das ist 200mal soviel Wasser, wie die Oder führt.

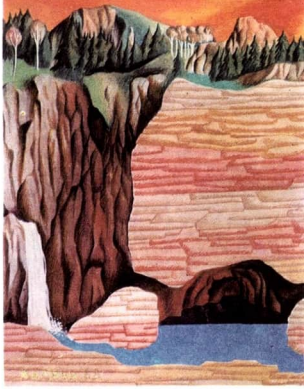
**Die Transportarbeit,** die der Hwangho in China leistet, ist ungewöhnlich groß. Sein Mittellauf umfließt in einem riesigen Bogen ein Lößgebiet. Löß ist eine sehr feinkörnige Erdart. Bei heftigem Starkregen wird der Löß leicht weggeschwemmt. Der Hwangho verwandelt sich dann in einen Schlammstrom. Hwangho bedeutet gelber Fluß, und das Meer, in das er mündet, heißt Gelbes Meer, weil die ungeheuren Massen an Lößschlamm sogar das Meerwasser gelb färben.



# Höhlen und Karstgewässer

Im Norden Jugoslawiens liegt der Karst, ein ödes Gebirge aus Kalkgestein. Seine steinigen Hochflächen, seine steppenartigen Täler lassen keinen Ackerbau zu, höchstens zur Schafweide taugen sie. Karst heißt „zerbrochener Fels". Aus diesem Namen ist ein geologischer Begriff geworden, mit dem alle ähnlichen Gebirge bezeichnet werden. Der Karst ist nur von einer dünnen Bodenschicht bedeckt. Oft tritt der kahle Fels zutage. Fast alle Täler liegen trocken. Die wenigen Bäche und Flüsse versickern allmählich oder werden plötzlich von Schlundlöchern verschluckt. Wohin verschwindet das Wasser? Es fließt tief unter der Erde in Gängen und Höhlen. Erst am Grunde einer Schlucht oder am Fuß des Gebirges tritt es wieder zutage.

Höhlen im Fels? Wer hat sie in den Kalk gegraben? Nur das Wasser kann es gewesen sein. Chemisch reines Wasser greift den Kalk nicht an. Wenn Regenwasser jedoch aus der Luft und dem Boden Kohlendioxid aufnimmt – und dieses Gas ist immer darin enthalten – dann verwandelt es sich in eine schwache Säure. Sie vermag den fast unlöslichen Kalkstein chemisch umzuwandeln und aufzulösen (Kalziumbikarbonat). Die gebirgsbildenden Kräfte haben im Kalkfels haarfeine Risse hervorgerufen. In ihnen versickert das Regenwasser. Dabei löst es Spuren von Kalkgestein auf, so daß die Risse erweitert werden. Hält dieser Vorgang lange genug an, dann werden die Risse zu Spalten, und schließlich bilden sich Hohlräume und Gänge.



**Höhlensystem.** Ein Fluß wird in einem felsigen Karsttal von einem Schlundloch verschluckt. Nach kurzem unterirdischem Lauf mündet er in eine erste Höhle. Dann fließt er durch eine zweite Höhle, die ganz mit Wasser gefüllt ist. Die ältere Tropfsteinhöhle in der „Etage" darüber liegt jetzt trocken.

**Tropfsteinhöhlen** gleichen einer Märchenwelt. Von der Decke der Höhle tropft Wasser herab, das gelöstes Kalziumbikarbonat enthält. Geringe Spuren dieses Salzes verwandeln sich dabei in unlösliches Kalziumkarbonat. Es überzieht die Decke und den Boden der Höhle mit einer Kruste. Im Laufe der Jahre und Jahrzehntausende wachsen aus ihr die Tropfsteine wie Eiszapfen hervor.

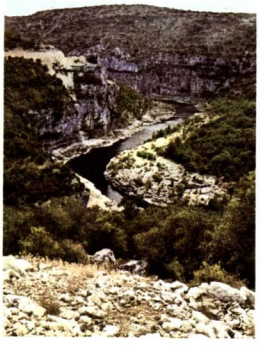
Von der Hochfläche des Karstgebirges führt eine fast senkrechte Folge von Kaminen und Grotten in die große Haupthöhle. Unter ihrem Eintritt hat sich ein Kegel aus herabgestürztem Gestein angehäuft. Das Wasser des Flusses versickert in dem lockeren Schutt. Weiter unterhalb bildet es einen Höhlensee. Von ihm aus erreicht der Fluß in freiem Gefälle durch einen Höhlengang wieder das Tageslicht. Ein höher am Fels mündender Stollen zeigt an, wo der unterirdische Wasserlauf geflossen ist, als er noch nicht seine jetzige tiefe Lage erreicht hatte. Die Landschaft über den Höhlen ist stark verkarstet. Alles Wasser fließt unterirdisch ab. Von einem Trockental aus hat sich ein Erdfall hinabgesenkt, der das Regenwasser verschluckt. Durch Risse und Spalten im Fels versickert es.

Das Wasser sickert und rinnt durch das Kalkgestein abwärts, bis es auf eine undurchlässige Schicht trifft. Dort sammelt es sich zu einem Höhlenbach. Es räumt mit der Kraft des strömenden Wassers die Hohlräume weiter aus. In den tiefeingeschnittenen Felstälern des Karstes oder auch an seinem Fuß entspringen oft sehr starke Quellen. Das sind die Austritte der Höhlenbäche. Nach ihrem unterirdischen Lauf erreichen sie hier die Oberfläche.

Als die ersten Höhlenforscher in das Innere unbekannter Höhlen vordrangen, tat sich ihnen eine wunderbare Welt auf. Die Mammuthöhle im Kohlenkalk von West-Kentucky (USA) ist mit allen ihren Gängen 200 Kilometer lang. In den Pyrenäen führen die Schlünde der Höhle Gouffre de Pierre Saint Martin bis in eine Tiefe von 750 Metern hinab. Der Höhlendom von Opicina bei Triest ist 129 Meter hoch und 380 Meter lang. Je mehr Höhlen entdeckt wurden, desto verwirrender und überraschender wurde das Bild. Da führen senkrechte Kamine und Schächte mehrere hundert Meter tief in das Gebirge hinab, da sind drei, vier Stockwerke von Höhlenirrgängen übereinander angeordnet, da wölben sich Kuppeln und Dome, da stürzen Wasserfälle herab, schimmern Seen im Lampenlicht, rauschen unterirdische Flüsse.

Viele Höhlen sind in märchenhafter Pracht von Steingebilden überzogen: Krusten, Girlanden, hängende und stehende Zapfen, Säulen, Kegel, Kristalle. Das alles ist Kalk, der sich aus dem rinnenden und tropfenden Wasser in den Höhlen wieder als Stein abgesetzt hat.

**Ein enges Felstal** hat der Hérault, ein Fluß im Süden Frankreichs, in den Kalkstein geschnitten. Die Hochflächen dieses Karstgebietes sind trocken, weil das Wasser in Rissen und Klüften des Gesteins versickert. Nur spärlicher Gras- und Buschwuchs gedeiht auf ihnen. Vom Engtal des Hérault aus sind mehrere Höhlen zugänglich, die den Fels im Inneren durchziehen.



**In der Sahara** hat der Wind den Sand zu hohen Dünenzügen zusammengeweht. Das mächtigste dieser Sandgebirge, der östliche Große Erg, ist mehr als 600 Kilometer lang. Die Oberfläche der Dünen ist oft mit feinen Wellen überzogen; sie werden Rippelmarken genannt.

## Der Wind zerstört und baut auf

**Aus den Steinwüsten** hat der Wind allen Sand herausgeblasen und nur Steine liegenlassen.

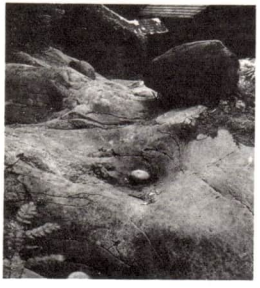
**Einem Pilz** gleicht dieser Fels in der Libyschen Wüste. Sandstürme haben ihn geschliffen.

Wenn in der Sahara der Samum, der heiße Wüstensturm, losbricht, wird die Sonne von einem Schleier aus Staub und Sand verdunkelt. Die Tätigkeit des Windes bringt in den Trockengebieten der Erde erstaunliche Wirkungen hervor. Schon ein schwacher Luftzug genügt, um Staub aufzuwirbeln, und Sandstürme rollen sogar Kieselsteine über den Boden hin. Im Laufe der Zeit vermag der Wind Berge und Hochebenen abzutragen, ja selbst tiefe Senken auszublasen. Mit Sand beladener Wind wirkt wie ein Sandstrahlgebläse. Er zerschrammt oder poliert die Steine. Da er in der Nähe des Bodens den meisten Sand mit sich führt, schleift er Felsen an ihrem Fuß besonders stark ab. So entstehen Hohlkehlen und Pilzfelsen, steinerne Türme und Tore. Wo der Wind alles feinere Material wegfegt und nur Steine liegenläßt, bilden sich Kies- oder Blockwüsten, oft über viele hundert Kilometer hinweg. An anderen Stellen lagert der Wind den Sand wieder ab und häuft ihn zu hohen Dünenzügen an.

Aus der Wüste Gobi in Asien hat der Wind jahrzehntausendelang feinen Staub nach Süden geweht und ihn in den Steppen Nordchinas abgesetzt. So hat sich der Löß gebildet, eine feinkörnige, fruchtbare Bodenart. Seine Schichten sind manchmal 100, ja 200 Meter mächtig. Auch in Europa gibt es Lößböden. Sie sind in den Eiszeiten entstanden. Das vom zurückweichenden Eispanzer eben freigegebene Land trug noch keine geschlossene Pflanzendecke. Dort griff der Wind an, wirbelte den feinen Staub auf, trug ihn fort und setzte ihn an weit entfernten Stellen wieder ab.

**Ein Alpengletscher** wird von Schneefeldern in über 3000 Meter Höhe genährt. Dort ist es auch im Sommer so kalt, daß der im Winter gefallene Schnee nicht ganz abgeschmolzen wird. Schneeschicht häuft sich auf Schneeschicht. Durch ihr eigenes Gewicht und durch versickerndes Schmelzwasser, das wieder gefriert, werden sie zu Firneis gehärtet. Aus der großen Firnmulde gleitet das Eis, der Schwerkraft folgend, langsam hangab. So bildet sich ein Gletscher, der wie ein erstarrter Strom das Tal hinabfließt. Dabei gelangt er in immer wärmere Zonen, so daß er allmählich abschmilzt. Der Gesteinsschutt, der von den Bergen herabstürzt, sammelt sich auf dem Gletscher in langen Moränenbändern. Ganz links auf dem Bild ist eine Seitenmoräne zu erkennen.

**Wie ein Hobel** hat ein Gletscher diesen Fels glatt und rund geschliffen. Rechts oben ist ein größerer Steinblock zu sehen, den der Gletscher bis hierher transportierte und, schmelzend, zurückließ. Solche Blöcke werden Findlinge genannt.



**Ein seltsamer Pilz** steht in den Bergen des Tienschan. Sein Hut ist aus Stein, sein Stiel aus Eis. Eine Gletscherzunge hat den Stein hierher getragen. Das Eis schmolz. Als letzter Rest blieb der Eisstiel im Schatten des Steins erhalten. Solche Gebilde treten auch am Rande anderer Gletscher auf; sie werden Gletschertische genannt.

# Der Hobel aus Eis

Das Eis bedeckt auf dem Festland eine Fläche, die gut anderthalbmal so groß wie Europa ist. Sieben Achtel davon entfallen auf die Antarktis, der Rest auf Grönland und die Gletscher der Hochgebirge. Dieser Eispanzer enthält 230mal soviel Wasser wie alle Flüsse und Binnenseen zusammengenommen.

Die Gletscher wandern langsam von den kälteren Gebieten, in denen sie entstehen, zu den wärmeren, in denen sie schmelzen. In der Regel gleiten sie an einem Tag nur wenige Zentimeter weit. Wie ein riesiges Werkzeug feilt, raspelt, hobelt der Gletscher den Untergrund ab. Er staucht haushohe Erdschichten wie eine Ziehharmonika zusammen. Er reißt mehrere tausend Tonnen schwere Felsblöcke los und schleppt sie mit. Die Schuttmassen, die ein Gletscher transportiert, werden Moränen genannt. Dort, wo er das Ende seiner Wanderung erreicht und abschmilzt, lagert er die Moränen wieder ab.

Es gab eine Zeit in der Geschichte der Erde, da bedeckte ein Eispanzer das nördliche Europa bis an den Rand der europäischen Mittelgebirge. Und von den Alpengipfeln drangen die Gletscher bis an den Fuß des Hochgebirges vor. Wir nennen diese Zeit das Eiszeitalter. Im Laufe von etwa zwei Millionen Jahren stieß das Eis mehrfach vor und zog sich wieder zurück. Erst vor rund 15000 Jahren ist der Norden unserer Heimat wieder eisfrei geworden. Die Gletscher haben ihn mit einer Schuttdecke überzogen, die durchschnittlich 50 bis 100 Meter dick ist. Wo der Rand der Eisdecke längere Zeit stillstand, sind berghohe Moränenwälle aufgeschüttet worden.

# DAS MEER

## Sieben Zehntel sind Wasser

Unser Planet trägt seinen Namen zu Unrecht. Er dürfte nicht Erde, er müßte Meer heißen. Nicht einmal ein Drittel seiner Oberfläche ist festes Land. Alles andere ist Meer. Genauer gerechnet bedeckt das Weltmeer 71 Prozent der Erdoberfläche. Von den Landmassen wird es in vier Ozeane geteilt: Den Atlantischen, den Stillen, den Indischen und den Arktischen Ozean. Im Süden verschmelzen die Ozeane zu einem Wassergürtel, der die ganze Erde umströmt. Zu jedem der vier Ozeane gehört noch eine Anzahl kleinerer Nebenmeere. Sie sind durch Inselgruppen oder Landengen von den Ozeanen getrennt.

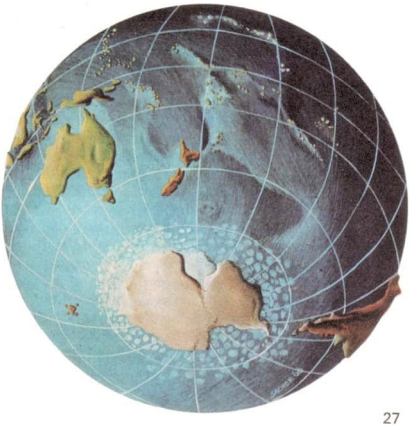
Wir alle sind auf das Meer angewiesen, selbst, wenn wir noch nie an seiner Küste gestanden haben. Ja, strenggenommen verdanken wir unser Leben dem Weltmeer. Aus dem Meer erneuert sich immer wieder die Feuchtigkeit, die das Festland erst bewohnbar macht. Das Meer kühlt die heißen Gebiete der Erde ab, und es erwärmt die kalten. Im Meer sind wahrscheinlich die ersten Lebewesen entstanden, von denen alle anderen Tiere und Pflanzen abstammen. Über das Meer führen Schiffahrtswege, die alle Kontinente miteinander verbinden. Aus dem Meer gewinnen Fischfangflotten Nahrung für Millionen Menschen: Fische, Wale, Krebse, Tintenfische und Muscheln. Aus dem Untergrund einiger Schelfmeere wird bereits Erdöl gewonnen. Welche Schätze birgt das Meer noch? Befinden sich nicht weithin im Tiefseeboden Erze des Mangans und anderer Metalle? Wird es eines Tages gelingen, diese Erze an die Oberfläche zu fördern? Schon heute arbeiten an der Küste einiger wasserarmer Länder große Werke, in denen Meerwasser entsalzt wird, um Süßwasser zu gewinnen. Wird entsalztes Meerwasser einst zur Bewässerung von Wüsten verwendet werden? Und sind nicht im Salz des Meerwassers viele wertvolle Mineralien enthalten? Wird man einst Kupfer, Uran, ja sogar Gold aus dem Meerwasser gewinnen? Das Meer ist nicht nur Urquell und Erhalter allen Lebens, es ist auch das größte Zukunftsland der Erde.

Wer das Meer nutzen will, muß es zuvor erforschen. Von 1872 bis 1876 unternahm die britische Fregatte „Challenger" eine Forschungsfahrt durch drei Ozeane. Erst mit dieser Expedition hat die moderne Meeresforschung begonnen. Heute sind an ihr mindestens vierzig Nationen beteiligt. Ungefähr hundert für die Meeresforschung ausgerüstete Forschungsschiffe sind bereits in Dienst gestellt. Aber das ist noch immer wenig genug, wenn wir die ungeheure Ausdehnung der Meere bedenken.

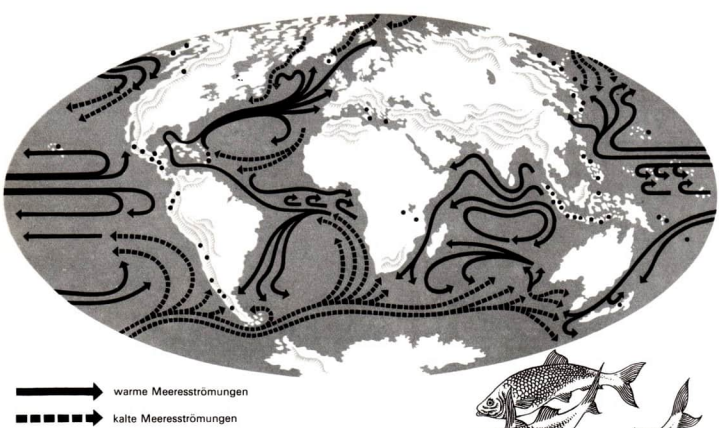
**Die Wassermassen der Ozeane** sind der große Heiz- und Kühlautomat der Erde. Ohne sie würde alles Land abwechselnd in sengender Glut verdorren und in eisiger Kälte erstarren. Das Wasser wirkt als Wärmeausgleicher, weil es eine ungewöhnliche Eigenschaft besitzt: Wenn es sich erwärmt, nimmt es viel mehr Wärmeenergie auf als irgendein anderer Stoff. Die Ozeane speichern die eingestrahlte Sonnenwärme und geben sie nur langsam wieder ab. Im Sommer bleibt das Meer kühler, im Winter ist es wärmer als das Festland. Mit den Meeresströmungen legt fließendes Wasser oft viele tausend Kilometer zurück. Unsichtbar führt es dabei Wärme mit sich. Die warmen Meeresströmungen verfrachten gigantische Wärmemengen aus heißen Zonen der Erde in kältere. Ganz außergewöhnlich hoch ist die Wärmemenge, die aufgewendet werden muß, um Wasser zu verdunsten. Über den Ozeanen verdunstet jährlich eine Wasserschicht, die im Durchschnitt einen Meter stark ist. Dabei wird ungeheuer viel Sonnenenergie gebunden. Wenn der Wasserdampf zu Wolken kondensiert, wird die in ihm verborgene Wärme wieder freigesetzt. Aber das geschieht – da er mit dem Wind wandert – an anderen Orten und zu anderen Zeiten. Ein Teil des Wasserdampfes, der aus dem Meer verdunstet ist, wird von den Winden landeinwärts getrieben. Er speist die Hälfte aller Niederschläge, die über dem Festland fallen.

**Das Weltmeer** bedeckt eine Fläche von 361 Millionen Quadratkilometern. Das sind 71 Prozent der Erdoberfläche. Die mittlere Tiefe des Meeres mißt 3800 Meter, die mittlere Höhe des Festlandes erreicht dagegen nur 840 Meter. Wenn die feste Erdoberfläche ganz eben wäre, dann würde sie überall von einer 2500 Meter hohen Wasserschicht bedeckt sein.

**Meerwasser ist salzig.** Meersalz setzt sich aus ungefähr vierzig Elementen zusammen; am stärksten sind Chlor und Natrium beteiligt. Der Salzgehalt der offenen Ozeane schwankt zwischen 3,2 und 3,8 Prozent. In Nebenmeeren, denen Flüsse viel Süßwasser zuführen, liegt er niedriger. So beträgt der Salzgehalt des Finnischen Meerbusens der Ostsee nur 0,2 bis 0,3 Prozent. Besonders hoch steigt er in Nebenmeeren, die von Wüsten umgeben sind. Im Roten Meer und im Persischen Golf macht er über 4 Prozent aus. Wenn man Meerwasser in flache Becken leitet und verdunsten läßt, scheiden sich nach und nach die gelösten Salze aus. Auf diese Weise wird an den Küsten warmer und trockener Länder Kochsalz gewonnen. Die abgebildeten „Salzgärten" liegen an der bulgarischen Schwarzmeerküste.



**Die Wasserhalbkugel.** Wasser und Land sind sehr ungleichmäßig verteilt. Fast eine ganze Halbkugel wird vom Stillen Ozean beherrscht. Auf ihr nimmt das Meer mehr als neun Zehntel der Fläche ein. Die beiden großen „Inseln" sind die zwei kleinsten Erdteile: links Australien und unten Antarktika. Links oben liegen einige Inseln von Indonesien, rechts unten ist der südliche Zipfel von Südamerika zu erkennen. Auf dieser Halbkugel lebt kaum ein Hundertstel der Weltbevölkerung.




# Der Golfstrom und seine Brüder

Im Meer fließen Ströme, mit denen kein Fluß des Festlandes wetteifern kann. Der Golfstrom ist der berühmteste von ihnen. Sein Ursprung liegt östlich der nordamerikanischen Halbinsel Florida. Von dort aus führt er quer durch den Atlantischen Ozean nach Nordosten. Seine letzten Ausläufer erreichen Island, den Nordzipfel von Norwegen und die Kolahalbinsel der Sowjetunion.
Die Wasserführung des Golfstroms beträgt bis zu 70 Millionen Kubikmeter in der Sekunde. Das ist 700000mal soviel, wie die Elbe ins Meer führt. Und dieses Wasser ist warm, denn es stammt aus tropischen Meeren! So wird der Golfstrom zur „Warmwasserheizung" von West- und Nordeuropa. In Norwegen sind die Häfen bis zum 71. Breitengrad während des ganzen Winters eisfrei, weil der Golfstrom die mittleren Wintertemperaturen um fast 20 °C erhöht. Unter dem gleichen Breitengrad bleibt in Grönland die Ostküste auch während des Sommers von Meereis blockiert, denn der kalte Ostgrönlandstrom führt an ihr entlang; sein Ursprung liegt im Arktischen Ozean.
Das kalte Wasser des Arktischen Ozeans hat noch einen

**Die Meeresströmungen** bilden in jedem der drei großen Ozeane zwei Kreisläufe, einen im nördlichen, einen anderen im südlichen Teil. In ihrer Fließrichtung stimmen sie mit den vorherrschenden Luftströmungen überein (siehe Seite 35). Zu beiden Seiten des Äquators fließen Meeresströmungen nach Westen. Sie werden von den Ostküsten der Erdteile polwärts abgelenkt.
Im Bereich der Westwindzone strömen die Wassermassen in östlicher Richtung über die Ozeane und folgen dann den Westküsten der Erdteile, bis sich der Kreislauf schließt. Meeresströmungen, die vom Äquator kommen und polwärts fließen, sind warm, entgegengesetzte Strömungen sind kalt. Auf der Karte sind nur die Oberflächenströmungen dargestellt. Sie reichen meist nur bis zu 200 Meter Wassertiefe.

**Die größten Faltengebirge** sind erst in der erdgeschichtlichen Neuzeit entstanden, also in den vergangenen 60 Millionen Jahren. Der Himalaja, das höchste Gebirge der Erde, und einige andere nehmen heute noch an Höhe zu, wenn auch nur wenige Zentimeter im Jahrtausend. Die mächtigen Züge dieser jungen Faltengebirge, zu denen auch die Alpen und die amerikanischen Kordilleren zählen, zeigen an, wo die Erdrinde besonders unruhig ist. Auch die Vulkane sind in auffälligen Reihen angeordnet: Sie folgen den Gürteln jüngster Gebirgsbildungen. (Näheres ist darüber auf den Seiten 16 und 18 zu lesen.)

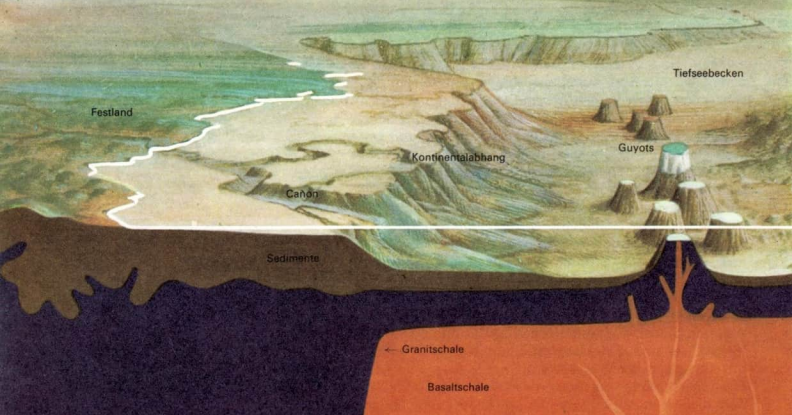
zweiten Hauptabfluß in den Atlantischen Ozean. Er nimmt seinen Weg durch die Wasserstraßen, die zwischen den Inseln im Nordwesten von Kanada hindurchführen, und folgt dann der Ostküste Labradors. Südöstlich von Neufundland trifft der kalte Labradorstrom den warmen Golfstrom in die linke Flanke und buchtet sie tief nach Süden aus. Für die Schiffahrt ist der Labradorstrom gefährlich, denn mit ihm treiben Eisberge heran. Über der Neufundlandbank, wo die Wassermassen des Labradorstroms und des Golfstroms zusammentreffen und sich durchmischen, kommt es häufig zu dichtem Nebel. Deshalb weichen die Großschiffahrtswege, die den Nordatlantik überqueren, in diesem Gebiet nach Süden aus.

Bis in die jüngste Zeit hinein waren nur die Strömungen an der Oberfläche des Meeres bekannt. Seit ungefähr zwanzig Jahren werden auch die „Unterströmungen" erforscht; sie sind den Meeresströmungen der Oberfläche oft entgegengesetzt. Selbst am Grunde der Tiefsee ruht das Wasser nicht, nur wissen wir über die Ströme, die dort fließen, noch sehr wenig. Auch auf- und abwärts gerichtete Ströme gibt es im Meer. Sie bewirken den Stoffaustausch zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser, der es den Lebewesen der Tiefsee erst ermöglicht, noch 10000 Meter unter dem Meeresspiegel Nahrung zu finden. Wirklich unbewegtes Wasser gibt es nicht; alle Wassermassen der Weltmeere werden mehr oder weniger schnell durch Strömungen ausgetauscht und vermischt.

**Das Wattenmeer** an der flachen Gezeitenküste der Nordsee wird nur bei Flut von Wasser bedeckt. Bei Ebbe fällt es trocken. Es ist von grabenartigen Rinnen durchzogen, die Priele genannt werden.

**Die Gezeiten** des Meeres werden durch die Anziehungskraft ausgelöst, die der Mond auf die Erde ausübt. Auf der Seite, die dem Mond zugewandt ist, entsteht ein Flutberg. Nach physikalischen Gesetzen bildet sich auf der entgegengesetzten Erdseite ein zweiter Flutberg. Weil die Erde sich dreht, jagen diese Flutberge täglich einmal um den ganzen Erdball. So steigt das Meer zweimal am Tag an (Flut), und zweimal sinkt es ab (Ebbe). Auch die Sonne übt eine Anziehungskraft auf die Erde aus, sie ist jedoch nicht einmal halb so groß wie die des Mondes. Bei Vollmond und bei Neumond stehen Erde, Mond und Sonne in einer Linie, dann wirken die Anziehungskräfte von Sonne und Mond zusammen, und es kann zu hohen Springfluten kommen. Bei Halbmond bilden Sonne, Erde und Mond einen rechten Winkel. Dann hebt die Anziehungskraft der Sonne die des Mondes zum Teil auf, so daß nur eine Nippflut eintritt.

**Die Wellen** des Meeres werden vom Wind erzeugt. Eine frische Brise treibt im offenen Ozean 1 bis 2 Meter hohe Wellen vor sich her. Die stärksten Stürme peitschen 10 bis 12 Meter hohe Wogen auf. Nach langanhaltenden, heftigen Winden glättet sich das Meer nicht gleich wieder. Tage-, ja wochenlang bleiben die Wellen trotz Windstille erhalten. Das ist die Dünung des offenen Meeres. Gegen die Küste laufen die Meereswellen als Brandung auf.




**Schnitt durch einen Ozean.** Der Schelf, ein schmaler Saum des Kontinents, ist vom Meer flach überflutet. Vom äußersten Rand des Schelfes aus fällt ein Abhang bis auf 5000 Meter Meerestiefe ab. Er ist von Cañons zerschluchtet.

**Tiefseebecken** nehmen den größten Teil des Meeresgrundes ein. Guyots, Berge von der Gestalt eines Kegelstumpfes, erheben sich aus der Ebene.

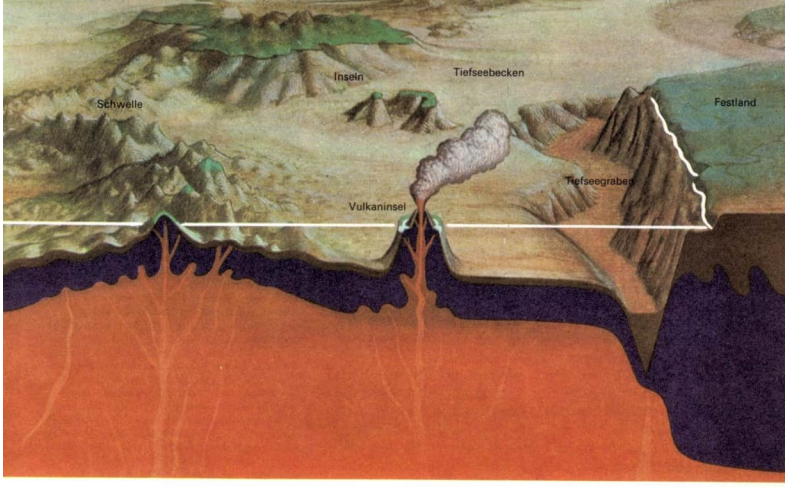
## Gebirge unter dem Ozean

Große Geheimnisse unseres Planeten liegen auf dem Grunde des Weltmeeres verborgen. Dort harrt noch ein „Land" der Entdeckung, das dreimal so ausgedehnt ist wie alle bereits erforschten Teile der Erde zusammengenommen. Noch vor wenigen Jahrzehnten konnte die Meerestiefe nur mit einem Lot gemessen werden. Es mußte an einem Drahtseil mehrere tausend Meter hinabgelassen und wieder heraufgezogen werden. Auf diese mühselige und zeitraubende Weise ließen sich nur wenige Punkte des Meeres ausmessen. Erst seit 1920 ist ein neues Gerät an die Stelle des Lotes getreten: das Echolot. Von einem Sender am Schiffsboden werden kurze Stöße von Ultraschallwellen ausgestrahlt. Sie breiten sich im Wasser aus und werden vom Meeresboden wie ein Echo zurückgeworfen. Dieses Echo fängt der Empfänger des Echolotes wieder auf. Die Zeit, die zwischen Senden und Empfangen verstrichen ist, ist ein Maß für die Tiefe des Meeres. Mit dem Echolot sind seitdem große Teile des Meeres von Forschungsschiffen vermessen worden. Andere Geräte holen Wasser- und Bodenproben herauf

**Der Schelf** ist eigentlich noch ein Teil des Festlandes, obwohl er von einem flachen Meer überflutet wird. Sein Untergrund besteht aus den gleichen Gesteinen wie die Kontinente. Als eine Schwelle zum Meer ist er dem Land vorgelagert. Sein Boden senkt sich allmählich in Meerestiefen von 60 bis etwa 200 Metern ab. An manchen Küsten ist der Schelfgürtel sehr breit. An anderen Küsten ist er nur schmal, oder er fehlt sogar ganz.

**Mit dem Kontinentalabhang** beginnt der wirkliche Meeresboden. Als ziemlich steile Böschung fällt er bis zum Grund der Tiefsee ab. Diese Hänge sind meist 4000 Meter hoch. Dort, wo sie von der Küste unmittelbar bis in einen Tiefseegraben hinabführen, erreichen sie sogar eine Höhe von 10000 Metern. Auf dem Festland gibt es keine Hänge, die annähernd die gleiche Höhe besitzen.

**Untermeerische Cañons** sind wie gewaltige Flußtäler in den Rand des Kontinentalabhangs eingeschnitten. Wie sind die entstanden? Lag der Meeresspiegel einst um gut 2 Kilometer tiefer, so daß die Festlandflüsse über den Rand des Kontinentalabhanges hinabstürzten und die Cañons einsägten? Noch gibt uns die Erdgeschichte hier ein Rätsel auf. Andere Cañons sind sogar auf dem Grund der Tiefsee entdeckt worden: mehrere Kilometer breite und einige tausend Kilometer lange Täler! Wahrscheinlich sind sie durch Meeres- und Gezeitenströmungen ausgewaschen worden, die sehr schnell über den Tiefseeboden fließen.




**Ein Gebirgsrücken** ragt 3000 bis 5000 Meter über das Tiefseebecken auf. Viele seiner Gipfel sind erloschene oder noch tätige untermeerische Vulkane. Nur die Gipfel der höchsten Berge ragen als Inseln über den Meeresspiegel.

**Am Rande des Ozeans** zieht sich ein Tiefseegraben hin. Unter dem Ozean ist die Granitschale der Erdkruste viel dünner als unter dem Festland.

oder messen Temperatur, Salzgehalt und Strömung in unterschiedlichen Tiefen. Mit Tauchgeräten kann heute jeder beliebige Punkt der Meere erreicht werden. Trotzdem wurde bisher höchstens ein Zehntel des Meeresgrundes erforscht.

Die Erforschung der Meerestiefen hat viele Überraschungen gebracht und neue Rätsel aufgegeben. In der ewigen Nacht der Tiefsee hat sich eine staunenswerte Landschaft enthüllt, eine Landschaft mit Ebenen, Gebirgen, Vulkanen und Gräben, die gewaltiger als die des Festlandes sind.

Die Küste des Meeres ist nicht der wirkliche Rand der granitenen Festlandblöcke. Der Meeresspiegel steht so hoch, daß er ihren Saum überflutet. Diese flachen Meeresgürtel werden Schelf oder Festlandsockel genannt.

Zu drei Vierteln wird die Tiefsee von großen Becken eingenommen. Das restliche Viertel entfällt auf untermeerische Gebirge und Tiefseegräben. Die küstenfernen Inseln der offenen Ozeane sind die höchsten Gipfel dieser Gebirge. Die dem Menschen fremdeste Zone unserer Erde tut sich in den Tiefseegräben auf. Dort herrscht in ewiger Dunkelheit ein Wasserdruck von 10 Tonnen je Quadratzentimeter – und doch sind einige kühne Meeresforscher mit Tiefseetauchgeräten schon in diese Abgründe vorgedrungen.

**Die Tiefseebecken** nehmen mehr als die Hälfte des Erdballs ein. Sie liegen meist 3000 bis 4000 Meter tief. Ihr Grund ist ebener als das Festland, aber doch nicht so eintönig, wie noch vor wenigen Jahrzehnten angenommen worden ist.

**Tiefseegräben** sind als steilwandige, schmale Rinnen in die Tiefseebecken eingeschnitten. Sie reichen in Tiefen von 6000 bis 10000 Metern hinab. Der Forscher Jacques Piccard erreichte 1960 mit seinem Tauchschiff „Trieste" sogar eine Tiefe von 10911 Metern.

**Untermeerische Schwellen** durchziehen als mächtige Gebirgswälle die Ozeane. Nur ihre höchsten Spitzen ragen manchmal als Inseln über den Meeresspiegel hinaus. Eine dieser Schwellen zieht sich fast in der Mitte des Atlantischen Ozeans von Süden nach Norden hin. Sie ist 1600 Kilometer lang und 800 Kilometer breit. Ihr höchster Berg, der Pico Alto auf den Azoren, ragt vom Meeresgrund 8400 Meter auf.

**Guyots** werden einzeln stehende Bergriesen genannt, die unter den Ozeanen verborgen sind. Bisher sind ungefähr 1000 von ihnen entdeckt worden. Ihre wirkliche Zahl wird auf 20000 geschätzt. Sie haben die Gestalt eines Kegels, dessen Spitze abgeschnitten ist. Die Guyots sind wahrscheinlich vor langer Zeit erloschene Vulkane. Ihr Plateau liegt heute bis zu 2000 Meter, häufig aber nur 200 Meter unter dem Meeresspiegel.

# LUFTHÜLLE UND KLIMA

## Im Ozean aus Luft

Wir leben am Grunde eines Ozeans aus Luft. Sie lastet auf uns mit einem Druck, der ebenso hoch ist wie der einer 10 Meter hohen Wassersäule oder einer 4 Meter dicken Marmorplatte. Das ist eine gewaltige Last, die uns zerquetschen würde, wenn unser Körper nicht bis in seine letzten Bausteine hinein unter dem gleichen Druck stünde, so daß wir den Druck der Luft nicht bemerken.
Was wäre, wenn es plötzlich keine Luft mehr gäbe? Ohne den Sauerstoff der Luft, den wir wie jedes Tier und jede Pflanze atmen, könnten wir nicht leben. Der Himmel wäre nicht mehr licht und blau, sondern tiefschwarz, denn seine Helligkeit entsteht nur, weil die Luft das Licht der Sonne bricht und zerstreut. Die Sonne würde uns versengen, weil die Luft ihre Strahlen nicht mehr mindert. Kein Feuer würde mehr brennen, kein Vogel und kein Flugzeug fliegen. Und lautlose Stille bräche herein! Keinen Ton, kein Wort würden wir mehr vernehmen, sobald die Luft fehlt, die allein uns den Schall zuleitet. Kein Wind würde wehen, am Himmel zögen keine Wolken, nie würde es regnen – es gäbe kein Wetter mehr.
Wenn es weht und stürmt, dann fühlen wir, daß Luft „etwas" ist. Aber was ist Luft? Ein Gemisch aus Gasen. Es besteht zu 77 Prozent aus Stickstoff, zu 21 Prozent aus Sauerstoff, zu 1 Prozent aus Edelgasen und zu 0,03 Prozent aus Kohlendioxid. In ihrer untersten Schicht nimmt Luft stark wechselnde Mengen von Wasserdampf auf, im Höchstfall 4 Prozent. Außerdem enthält Luft Staub und andere Bestandteile in kleinsten Mengen.
Die Luft wird von der Schwerkraft zusammengepreßt. Sie steht unter Druck. Er ist im Tiefland am stärksten. Mit wachsender Höhe wird der Luftdruck immer geringer. Auf den höchsten Bergen ist die Luft schon so dünn, daß ihr Sauerstoffvorrat kaum noch zum Atmen reicht.
Die Lufthülle gliedert sich in mehrere Schichten. Die unterste Schicht heißt Troposphäre. Sie reicht bis in eine Höhe von ungefähr 12 Kilometern. An den Polen liegt ihre Grenze höher, am Äquator tiefer. In der Troposphäre spielt sich alles ab, was wir Wetter nennen: Wind, Wolken, Regen, Nebel, Gewitter, Erwärmung und Abkühlung.
Die zweite Schicht, die Stratosphäre, reicht bis in eine Höhe von 50 Kilometern. Nur in ihrem untersten Bereich treten noch Wolken auf. Es sind die höchsten zarten Federwolken. In noch größeren Höhen wird die Gashülle so dünn, daß wir kaum noch von Luft sprechen können. (Die Vorgänge, die dort vonstatten gehen, sind auf den Seiten 12 und 13 beschrieben.)

**Der helle Himmel.** Kosmonauten, die in einem Raumschiff über der Lufthülle fliegen, sehen den Himmel auch am Tage tiefschwarz. Die Sonne strahlt gleißend hell, und neben ihr leuchten die Sterne. Für uns jedoch ist der Tageshimmel hell. Das liegt daran, daß fast die Hälfte des Sonnenlichtes auf dem Wege durch die Lufthülle zerstreut wird. Erst dieses Streulicht gibt dem Himmel seine allgemeine Helligkeit. Weil es rsgellos zerstreut ist, wirft es keinen Schatten. Das direkte Sonnenlicht ist dagegen gerichtet – wo es nicht hinfällt, herrscht Schatten.

**Die Farben des Himmels.** Sonnenlicht sieht weiß aus. Trotzdem enthält es alle Farben des Regenbogens. Jedes Prisma aus Glas macht das sichtbar: Sonnenlicht, das hindurchfällt, wird von seinem geraden Weg abgelenkt oder – mit einem anderen Wort – gebeugt; dabei wird es in die sieben Farben rot, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett zerlegt. Auch Licht beugt Licht. Beugung und Zerstreuung des Sonnenlichts sind die Ursachen für alle Farben, die am Himmel auftreten. Ist die Luft sehr rein und klar, dann wird nur der blaue Anteil des Sonnenlichts zerstreut. Deshalb ist der wolkenlose Himmel blau. Wenn aber Wassertröpfchen und Eiskristalle oder auch Staub in der Luft enthalten sind, dann wird alles Licht gleichmäßig zerstreut, und seine Farben bleiben gemischt. Wolken und Nebel sind deshalb weiß, und dunstiger Himmel sieht blaßblau aus. Je näher die Sonne dem Horizont steht, desto länger wird der Weg, den das Sonnenlicht durch die untersten und dichtesten Luftschichten zurücklegen muß. Nur das rote Licht kann dann noch hindurchdringen. Glutrot leuchtet die untergehende Sonne. Rauch und Dunst in der Lufthülle oder hohe Wolken werfen das rote Licht sogar dann noch auf die Erde zurück, wenn die Sonne bereits unter dem Horizont verschwunden ist. So kommen Abend- und Morgenrot zustande.

**Ein Gewitter** geht oft am Abend eines schönen Sommertages nieder. Morgens zogen die ersten Schönwetterwölkchen auf. Mittags waren sie zu Haufenwolken angewachsen. Die größte wucherte wie ein gigantischer Blumenkohl höher hinauf. An ihrer höchsten Stelle stieß ein schmaler Schlot hervor. Aufwärts gerichtete Winde rissen die Wolke durch diesen Kanal bis in eine Höhe von fast 9000 Metern hinauf. Dort floß die Wolke breit auseinander. Ihr oberster Teil sah nun wie ein Amboß aus. Die starken Aufwinde führten in der Wolke zu eigenartigen Veränderungen. Manche ihrer Teile nahmen eine positive elektrische Ladung an, andere eine negative. Zwischen diesen Wolkenteilen besteht nun eine elektrische Spannung, ähnlich wie zwischen den Polen einer Batterie, aber viel stärker. Plötzlich entlädt sich die gewaltige elektrische Energie in einem Blitz. Längs seiner Bahn wird die Luft auf mehrere 1 000 Grad erhitzt. Sie leuchtet grell auf und dehnt sich stark aus. Das geschieht im Bruchteil einer Sekunde. Schlagen wir mit der Faust schnell auf eine luftgefüllte Tüte, dann gibt es einen Knall. Ebenso knallt die Luft, wenn ein Blitz sie durchzuckt. Wir hören es als Donner. Ist ein nächtliches Gewitter sehr weit von uns entfernt, dann sehen wir nur den Widerschein der Blitze am dunklen Himmel – es wetterleuchtet.

**Am Abendhimmel** treiben niedrige Haufenwolken im Wind. Sie sind schon in den Schatten der Dämmerung getreten. In größerer Höhe glühen Schleierwolken im Abendrot auf. Die Strahlen der untergegangenen Sonne erreichen sie noch. Wo keine Wolken den Himmel verhüllen, ist er zartblau gefärbt. Je tiefer die Sonne sinkt, desto stärker wird die Dämmerung werden. Die Nacht wird anbrechen.

**Blitze zucken,** Donner grollt, Windböen wirbeln Staub auf, gleich prasselt der Regen nieder – ein Nachtgewitter tobt sich aus!

# Die Wege der Winde

**Ein Hurrikan,** ein tropischer Wirbelsturm, fegt mit verheerender Gewalt über Land. Von allen Winden ist er der am meisten gefürchtete.

**Die Windhose** eines Tornados senkt sich wie ein Rüssel aus der Wolke herab. Wo sie den Erdboden berührt, richtet sie schwere Zerstörungen an.

**Der Samum,** der Sandsturm der Sahara, rollt als dunkle Wand heran. Gleich wird er über die Stadt hereinbrechen und die Sonne verdunkeln.

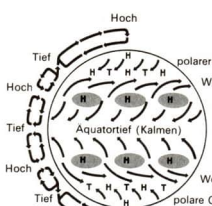
Am Himmel zieht eine Wolke dahin. Flögen wir mit einem Flugzeug bis weit über die Wolke hinauf, dann würden wir erkennen, daß sie mit vielen anderen in gleicher Richtung zieht. Und stiegen wir noch höher, dann sähen wir, wie das ganze Wolkenfeld mit anderen zusammengehört, als Teil eines Wirbels vielleicht, der sich langsam um seine Mitte dreht und dabei immer weiterwandert.

Die Wege der Wolken machen den Wind sichtbar. Und wenn wir die Winde der wolkenlosen Gebiete hinzunehmen, die wir von der Erde aus messen können, dann wird das Bild noch deutlicher: Die Winde bilden ein System, das den ganzen Erdball umschlingt. Nicht jeder örtliche Gewittersturm, nicht jeder linde Abendwind gehört zu diesem „planetarischen" Windsystem, wohl aber die vorherrschenden Winde, die immer aus der gleichen Richtung wehen.

Zwei sehr verschiedene Kräfte sind die großen Beweger der Winde. Die eine Kraft ist die Sonnenstrahlung. Sie erwärmt die Luftmassen in der Nähe des Äquators am stärksten und nach den Polen zu immer weniger. Warme Luft dehnt sich aus und steigt nach oben. So müßte sich ein einfacher Luftkreislauf ausbilden: Über dem Äquator müßte die Luft aufsteigen, in großer Höhe polwärts wandern, sich dabei abkühlen, in Polnähe niedersinken und am Boden wieder dem Äquator zufließen.

Aber dieses Schema kommt nicht zustande, weil sich die Erde dreht. Nach physikalischen Gesetzen werden die Luftströme dadurch abgelenkt, auf der Nordhalbkugel nach rechts, auf der Südhalbkugel nach links. Aus dem Zusammenspiel von Sonnenstrahlung und Erddrehung ergibt sich die „allgemeine Zirkulation". Die Wirklichkeit ist jedoch noch komplizierter, weil Land und Wasser sich unterschiedlich stark erwärmen. Deshalb wirkt auch die Verteilung der Meere und Festländer auf das Windsystem der Erde ein. Obendrein verschieben sich die Windgürtel mit dem Wechsel der Sonneneinstrahlung im Lauf der Jahreszeiten.

Für die ozeanische Segelschiffahrt hatten die Windgürtel der Erde einen bestimmenden Einfluß auf die Wahl der Fahrtroute, vor allem die Passate, die mit großer Beständigkeit in zwei breiten Zonen auf beiden Seiten des Äquators wehen. Über dem Äquator selbst liegen die gefürchteten Kalmen, ein Band häufiger Windstillen, in dem die Schiffe oft wochenlang festlagen. In den gemäßigten Breiten treffen warme, polwärts fließende Luftmassen mit kalter Polarluft zusammen, die zum Äquator hin strömt. An der Grenzfront geht es turbulent zu. Tief- und Hochdruckgebiete bilden sich, um deren Zentrum sich Windwirbel drehen. So kommt es in den gemäßigten Zonen zu häufig

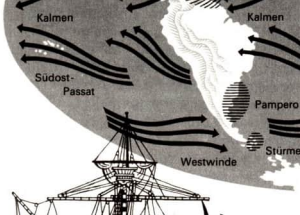



**Allgemeine Zirkulation.** In ganz bestimmten Zonen der Erde entstehen Tief- und Hochdruckgebiete. Zwischen ihnen kommt es zu ausgleichenden Luftströmungen. Die Erdrotation und andere physikalische Kräfte wirken auf die strömende Luft ein. So bildet sich ein System vorherrschender Winde aus, das allgemeine oder planetarische Zirkulation genannt wird. Es führt zu einem ständigen Austausch zwischen der warmen Luft über dem Äquator und der kalten Luft über den Polargebieten.

wechselnden Winden, doch die Westwinde überwiegen. Manche Winde wehen nur zu bestimmten Jahreszeiten. Das gilt vor allem für den Monsun, der zum Beispiel in Indien auftritt. Im Sommer weht er von den warmen tropischen Meeren her und bringt viel Feuchtigkeit mit; der sehnsüchtig erwartete Regen geht nieder.

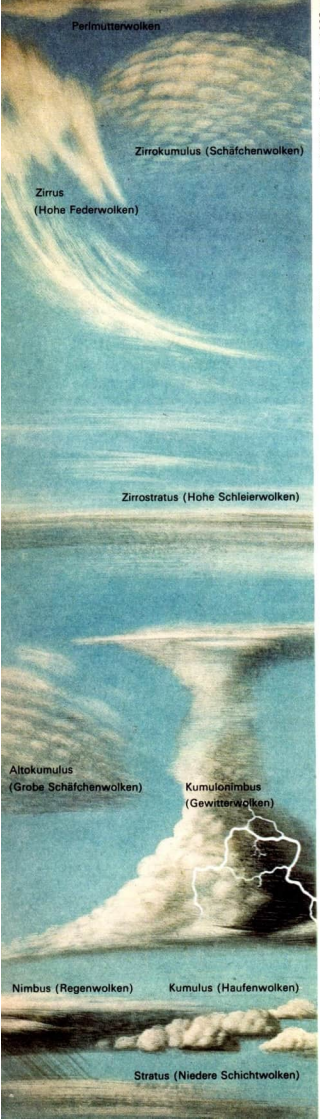
Auch viele andere Winde, die nur in bestimmten Gebieten der Erde, dort aber regelmäßig auftreten, haben eigene Namen. Die Sandstürme der Sahara werden Samum genannt. Der Blizzard ist der Schneesturm des hohen Nordens Amerikas. Am meisten gefürchtet werden die tropischen Wirbelstürme. Sie bilden sich immer wieder in den gleichen Gebieten und folgen oft auch den gleichen Wegen. In Amerika werden sie Hurrikan, in Südostasien Taifun genannt. Sie sind von furchtbarer Gewalt.

Die Winde gleichen die Wärmeunterschiede der Erde aus, denn warme und kalte Luftströmungen werden ständig durchmischt. Gemeinsam mit den Meeresströmungen gehören die Winde zum Heiz- und Kühlsystem der Erde. Wäre es nicht vorhanden, dann würden die Tropen unter der Sonnenglut verbrennen, alle Landflächen austrocknen und die polaren Eiskappen weit in die gemäßigten Breiten hineinwachsen.



**Die Windgürtel der Erde.** Zu beiden Seiten des Äquators liegt eine Zone mit wechselnden Winden und häufigen Windstillen. Nördlich und südlich schließen sich die breiten Gürtel der Passate an. Diese Winde wehen mit großer Beständigkeit. In den gemäßigten Breiten folgt dann eine Zone mit vorherrschenden Westwinden. Die Kreisschraffuren zeigen die Zonen, in denen tropische Wirbelstürme häufig sind. Waagerecht schraffiert sind einige Gebiete, in denen regionale Winde auftreten.

Bäker




# Zauberreich der Wolken

Am Sommerhimmel ziehen Wolken. Sie nehmen die wundersamsten Gestalten an, türmen sich höher und höher auf – weiße Schaumgebirge. Von nahem gesehen, verlieren die Wolken ihren Zauber. Jeder hat das schon einmal erlebt – an einem Nebeltag. Denn Nebel ist nichts anderes als eine Wolke, die bis zur Erdoberfläche herabreicht. Aus unzählbaren Wassertröpfchen besteht sie, Wassertröpfchen, so fein und leicht, daß sie in der Luft schweben.

Wo kommen die Wolkengebirge am Sommerhimmel her? Frühmorgens war der Himmel noch klar. Sind sie aus dem Nichts entstanden? Nein, das Wasser muß schon vorher in der Luft gewesen sein. Aber wie? Und wo stammt es her? Nasse Wäsche trocknet im Wind. Warum? Weil das Wasser verdunstet. Es verwandelt sich in ein unsichtbares Gas, in Wasserdampf. Die Luft nimmt ihn auf. Aber immer nur eine bestimmte Menge. Ist sie erreicht, dann ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, kein Tropfen kann mehr verdunsten. Wann die Sättigung eintritt, das hängt von der Temperatur ab. Warme Luft nimmt mehr Dampf auf, kalte weniger. Sobald mit Wasserdampf gesättigte Luft abgekühlt wird, enthält sie mehr Dampf, als sie aufnehmen kann. Diesen Überschuß muß sie loswerden. Myriaden Wassertröpfchen kondensieren. So entsteht eine Wolke.

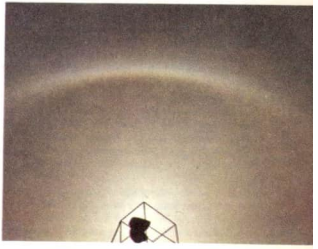
Wann aber kühlt Luft ab? Vor allem, wenn sie aufsteigt! Mit zunehmender Höhe wird der Luftdruck geringer. Deshalb dehnt aufsteigende Luft sich aus. Beim Ausdehnen sinkt ihre Temperatur. In einer bestimmten Höhe ist sie so weit abgekühlt, daß sich die ersten Tröpfchen bilden. Und wodurch steigt die Luft auf? Es gibt mehrere Möglichkeiten. Weht der Wind beispielsweise auf ein Gebirge zu, dann wird er von den Berghängen in die Höhe gelenkt. Deshalb regnet es auf der Windseite eines Gebirges häufig, auf der windabgewandten Seite nur selten. Warme Luft kann auch durch kalte Luft zum Aufsteigen gezwungen werden. Manchmal weht vom Meer her wärmere Luft auf das Festland, landeinwärts aber ruht kältere Luft. Dann gibt es einen regelrechten Zusammenstoß. Die „Warmfront" gleitet über die kalte Luft hinauf, und dichte Regenwolken ballen sich zusammen.

Und die Schönwetterwolken, wie entstehen sie? Wenn die Sonne brennt, erwärmt sich die Erde. Nicht überall gleichmäßig. Über einem See weniger stark als über einem Wald, über einem Wald weniger stark als über einem Feld. Erwärmte Luft dehnt sich aus, wird dadurch leichter und steigt auf. So bilden sich über dem sonnenerhitzten Land einzelne „Schläuche", in denen warme Aufwinde wehen. Jede Schönwetterwolke sitzt auf solch einem

**Eine Gewitterwolke** türmt sich wie ein mächtiges Gebirge aus Watte auf. Ihr oberer Teil hat die Gestalt eines Ambosses.

**Glühend rot** geht die Sonne unter. Ihre Kreisform ist durch die Lichtbrechung verzerrt.

**Ein Regenbogen** wölbt sich als farbige Lichtbrücke über die Erde. Die Sonne scheint im Rücken des Beobachters, vor ihm zieht eine Regenwolke. Das Sonnenlicht bricht sich in den Tropfen und wird in seine sieben Farben zerlegt.

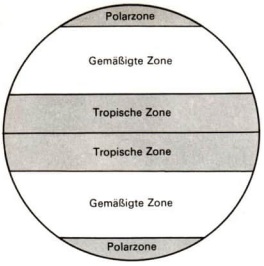


**Ein Halo,** ein farbiger, heller Lichtring umgibt die Sonne. Er tritt auf, wenn feine Eiskristalle in der Lufthülle schweben und das Licht brechen.

Aufwindschlauch. Auch im Inneren der Wolke hält die Luftströmung an. So türmen sich die Haufenwolken höher und höher hinauf. In ihren obersten Schichten sinkt die Temperatur unter den Gefrierpunkt. Von nun an bilden sich keine Wassertröpfchen mehr, sondern Eiskristalle. Sind die Eiskristalle so groß geworden, daß der Aufwind sie nicht mehr schwebend halten kann, dann sinken sie abwärts. Beim Fallen frieren Wassertröpfchen an die Eiskristalle an, so daß Graupeln entstehen. Meist schmelzen die Graupeln noch in der Luft und fallen als Regentropfen nieder.

Vom Weltraum her gesehen sind die Wolken das wunderbarste Schauspiel, das die Erde bietet. Fast acht Zehntel der Erde sind von Wolken bedeckt. Und immer sind sie in Bewegung, wandern rastlos mit den Winden. In ein duftiges Kleid ist die Erde gehüllt, ein Kleid aus Wolken.

**Unbemannte Wettersatelliten** kreisen seit einigen Jahren um die Erde. Sie nehmen Fotos der Wolkendecke auf und senden sie wie ein Fernsehbild den meteorologischen Stationen zu. Diese Bilder erleichtern es den Meteorologen, zu sehen, wie die Wolken verteilt sind, wie sie wandern und sich verändern. (Von Bodenstationen aus ist ein so weltweites Überwachen nicht möglich.) Dadurch kann eine zuverlässigere Wettervorhersage erfolgen. Auch kann man genauer erkennen, wo und wann sich tropische Wirbelstürme bilden und welchen Weg sie nehmen. Die rechtzeitige Sturmwarnung hat schon manches Schiff vor Seenot bewahrt. Die Wettersatelliten sind außerdem mit Meßgeräten für die Wärmestrahlung ausgerüstet. Mit ihrer Hilfe nehmen sie auch „Temperaturbilder" der Erde auf. Die Bilder der Wolkendecke und der Wärmestrahlung werden von den größten Wetterstationen der Welt mit eigenen Empfangsanlagen aufgenommen, zu Karten zusammengestellt und täglich veröffentlicht.




**Die Klimazonen der Erde.** In der tropischen Zone fallen die Sonnenstrahlen das ganze Jahr hindurch sehr steil ein. Es ist immer warm. In der gemäßigten Zone steigt die Sonne längst nicht so hoch, und zwischen Sommer und Winter bestehen große Unterschiede in der Sonnenhöhe und der Tageslänge. Im Sommer ist es warm, im Winter kalt. In der Polarzone erhebt sich die Sonne im Winter gar nicht oder nur ganz wenig über den Horizont. Auch im Sommer steigt sie selbst an der Grenze des Polargebietes nicht sehr hoch. Schnee und Eis schmelzen nie ganz. Das Bild stellt die „mathematischen" Klimazonen dar. Ihre Grenzen laufen parallel zum Äquator. Die wirklichen Klimazonen weichen von den mathematischen ab, da auch Winde und Meeresströmungen, die Gestalt der Ozeane und Erdteile, Küstenlinien und Gebirgszüge Einfluß auf ihren Verlauf haben. Nach einer feineren Untergliederung wird von der polaren noch eine subpolare Zone abgetrennt, und die tropische Zone wird in vier Zonen unterteilt: subtropische Zone, Passatzone, wechselfeuchte Tropen und äquatoriale Zone.

**Eine Warmfront** rückt gegen kalte Luft vor. Da die warme Luft leichter ist, gleitet sie flach auf die kalte hinauf. Dabei kühlt die warme Luft ab, und ein großer Teil ihrer Feuchtigkeit kondensiert zu Wolken. Die nahende Warmfront macht sich zuerst durch hohe Federwolken bemerkbar. Allmählich werden die Wolken dichter und gehen in eine graue Regenwolkenschicht über. Sobald die Warmfront einen Ort überquert hat, hört der Regen auf, die Bewölkung reißt auf, und die Temperatur steigt.

# Wetterwendisch – oder nicht?

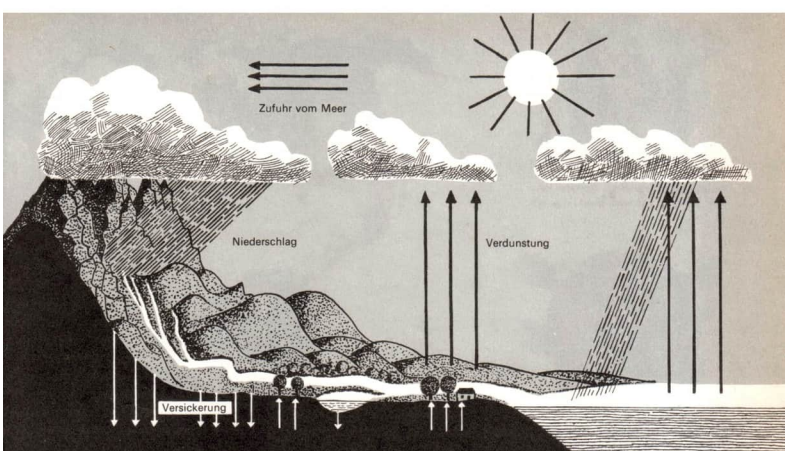
Wetter ist oft launenhaft: Mitten hinein in einen schönen Sommertag prasselt ein Gewitter; heute herrscht noch Sonnenschein, morgen geht schon Landregen nieder . . . Der Ozean aus Luft, an dessen Grund wir leben, ist kein stilles Meer. Irgend etwas ist in ihm immer los, immer ist er in Bewegung. Ungeheure Wellenzüge gehen über ihn hin; das sind die Tiefs, die der Wetterbericht nennt.

Die Luft wird in der Nähe der Erdoberfläche unterschiedlich stark erwärmt. Beim Erwärmen dehnt sie sich aus. Dadurch wird sie leichter und steigt auf. Über einem erwärmten Gebiet müßte ein Luftberg entstehen. Dazu kommt es aber nicht, denn die aufsteigende Luft strömt in der Höhe nach den Seiten ab. Als Folge davon vermindert sich die Masse der Luft, die über diesem Gebiet lagert. Der Luftdruck sinkt. Ein Gebiet niederen Luftdrucks, ein Tief, entsteht.

Über den Gebieten, die sich abkühlen, verläuft der Vorgang umgekehrt: Die Luft sinkt ab, und als Ausgleich strömt in der Höhe Luft von den Seiten her nach. Die Masse der Luft nimmt daher über diesem Gebiet zu. Der Luftdruck steigt, ein Hoch entwickelt sich.

Zwischen Tief und Hoch kommt es zu ausgleichenden Luftströmungen. Sie bewegen sich nicht in gerader Richtung, sondern spiralförmig wie in einem Wirbel. Wir spüren sie als Wind. Je größer der Luftdruckunterschied ist, desto heftiger weht der Wind. Wenn ein Tiefdruckwirbel naht, bringt er gewöhnlich schlechtes Wetter mit Regen und Wind. Unter einem Hoch herrscht statt dessen meist sonniges, freundliches Wetter.

Sehr unruhig wird das Wettergeschehen, wenn kalte und warme Luft aufeinandertreffen. In der gemäßigten Zone erleben wir das oft, und jedesmal ist es mit einem jähen Wetterwechsel verbunden. Die Meteorologen sprechen von einer „Wetterfront", aber in Wirklichkeit spielt sich der Kampf zwischen warmen und kalten Luftmassen nicht längs einer Geraden ab. Das ist ein ständiges Vor und Zurück, ein wirklicher Kampf mit tiefen Einbrüchen an der einen und Rückzügen an einer anderen Stelle.




**Kreislauf des Wassers.** Durch die Wärmestrahlung der Sonne verdunstet Wasser schnell. Das gleiche geschieht überall, wo Sonnenstrahlung Meer oder Land erwärmt. Unsichtbar steigt das verdunstete Wasser mit der warmen Luft nach oben. Dadurch kommt der Wasserdampf in kühlere Luft, und ein Teil kondensiert zu Wolken. Sobald die Wolkendecke dicht genug ist, beginnt es zu regnen. Der größte Teil des Wassers, das über dem Meer verdunstet, fällt als Regen wieder in das Meer zurück. Ein kleinerer Teil aber wird von den Winden landeinwärts getrieben. Auch über dem Festland verdunstet Wasser: aus den Gewässern, aus dem Boden und durch die Pflanzen. So werden die Niederschläge, die auf das Festland fallen, reichlich zur Hälfte aus der Festlandverdunstung und knapp zur Hälfte aus der Zufuhr vom Meer gespeist. Die Niederschläge versickern auf dem Festland in den Boden oder fließen in Bächen und Flüssen oberirdisch ab. Ebensoviel Wasser, wie das Festland aus der Meeresverdunstung erhält, strömt mit den Flüssen wieder in das Meer zurück. Der große Kreislauf des Wassers macht das Festland für Lebewesen erst bewohnbar. Verdunstung, Niederschlag und Abfluß sind die drei Stationen, die das Wasser immer wieder durchläuft, und die Sonne ist der große Motor, der den Kreislauf in Bewegung hält. Solange sie unvermindert strahlt, werden auch die Flüsse fließen.

So launenhaft das Wetter auch sein mag, in einem geht es doch gesetzmäßig zu: Das „Durchschnittswetter" bleibt für ein bestimmtes Gebiet der Erde über lange Jahre hinweg gleich. Wieviel Regen im Laufe eines Jahres fällt, wieviel Wärme das Land erhält, wie stark und woher der Wind weht und wie all diese meteorologischen Erscheinungen über die Jahreszeiten verteilt sind – darin liegt eine gewisse Ordnung. Ein Jahr kann feuchter, ein anderes trockener, ein Winter strenger, ein anderer milder sein, aber über mehrere Jahre hinweg gleichen sich alle Unterschiede aus. Diesen allgemeinen, durchschnittlichen Ablauf des Wettergeschehens nennen wir Klima. Das Wetter wechselt, das Klima nicht. Erst im Laufe von Jahrtausenden kommt es zu größeren Klimaschwankungen.

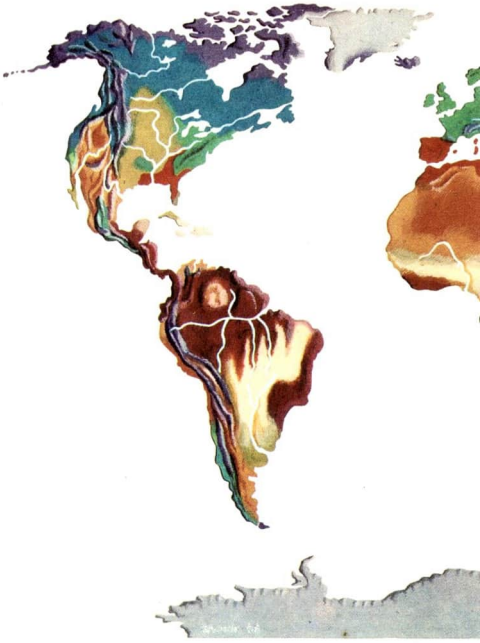
Das Klima ist zuallererst von dem Maß an Sonnenstrahlung abhängig, den ein bestimmter Ort auf der Erde erhält. Wenn die Erde eine gleichförmige Kugel wäre, müßte sie mathematisch exakt in Klimazonen gegliedert sein. In Wirklichkeit ist sie aber von Meeren und Festländern bedeckt, die sich ungleichmäßig erwärmen. Auch die Windgürtel und die Meeresströmungen wirken auf das Klima ein.

**Eiswüsten:** Eine dicke Eisdecke verhüllt ständig Land und Meer rings um die Pole.

**Tundra und Hochgebirge:** Im kurzen Sommer taut der Boden nur oberflächlich auf. Die Pflanzendecke ist niedrig.

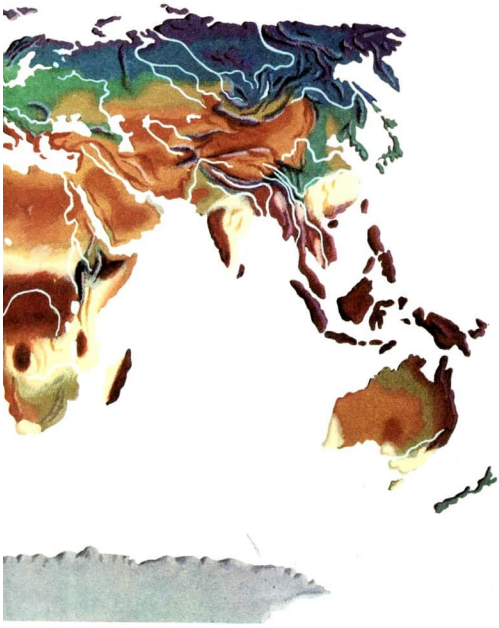
**Nördliche Nadelwälder:** Breiter Nadelwaldgürtel der Nordhalbkugel mit rauhen Wintern und kühlen Sommern.

**Sommergrüne Wälder:** Mischwaldgürtel, mäßig feucht und winterkalt. Laubbäume im Winter kahl.



# Klima und Landschaft

Das Pflanzenkleid der Erde ist ein getreues Abbild der klimatischen Verhältnisse. In jedem Klimagebiet finden sich immer wieder die gleichen oder doch einander sehr ähnliche Lebensstätten: In den feuchten Tropen sind es Regenwälder, in den wechselfeuchten Tropen sind es Savannen, in den trockenen Tropen Wüsten, in der gemäßigten Zone sind es Laub- und Nadelwälder oder Steppen, in der Polarzone Tundren.
Diese Lebensstätten sind ebenso in Zonen angeordnet wie die Klimazonen. Einige von ihnen führen als „Landschaftsgürtel" rings um die Erde. In dem Kapitel „Das Leben auf der Erde" wird mehr über die Lebensstätten der wichtigsten Landschaftsgürtel gesagt.



**Subtropische Feuchtwälder:** Kleine Zonen immergrüner, feuchter Wälder an der Ostseite Amerikas und Asiens.

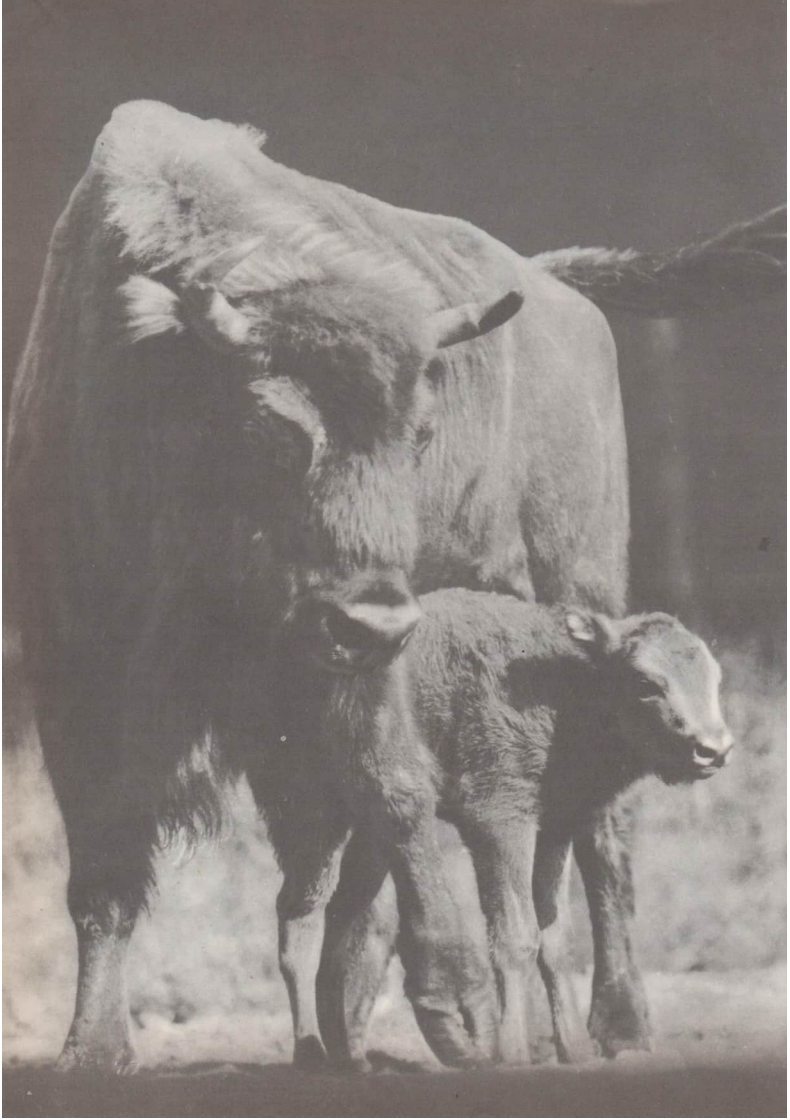
**Steppen:** Grasland in regenarmen Gebieten der gemäßigten Breiten. Heiße und trockene Sommer, kalte Winter.

**Immergrüne Hartlaubwälder:** „Mittelmeerklima" mit regenreichen Wintern und warmen, trockenen Sommern.

**Halbwüsten und Wüsten:** Glühend heiße Sommer. Nur sehr selten Regen. Schüttere oder fehlende Pflanzendecke.

**Savannen:** Von Baumgruppen durchsetzte Grasländer der Tropen mit Trocken- und Regenzeiten.

**Tropische Regenwälder:** Üppige Wälder in der Nähe des Aquators. Das ganze Jahr über warm und feucht.

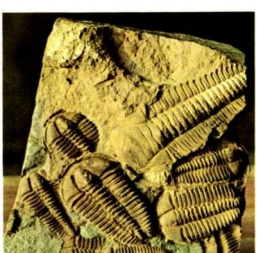


# Stern des Lebens

Als das Urmeer aus den Wolken regnete, war die Lufthülle heißer als heute, eine dichte „Waschküche", in der Stürme rasten, Gewitter tobten. Sie enthielt viel Methan und Kohlendioxid, in geringeren Mengen auch Ammoniak, aber keinen Sauerstoff. Wissenschaftler haben eine solche Uratmosphäre im Laboratorium nachgeahmt und sie von künstlichen Blitzen durchzucken lassen. Nach einigen Tagen hatten sich in ihr Aminosäuren gebildet. Aminosäuren sind die Bausteine der Eiweiße und Eiweiße die Trägerstoffe des Lebens. Vermutlich haben Aminosäuren und andere Kohlenstoffverbindungen sich im Urmeer in großen Mengen angereichert, und irgendwann vereinigten sich verschiedene Aminosäuren durch chemische Vorgänge zu Ketten. So waren einfache Vorstufen der Eiweiße entstanden.
Wir wissen nicht, wann und wie sich aus ihnen die ersten großen Eiweißmoleküle gebildet haben, die jene erstaunliche Eigenschaft besaßen, die wir Leben nennen. Sicher ist nur, daß sich auch dieser Vorgang auf naturgesetzliche Weise vollzogen hat. Chemiker und Biologen sind dem Rätsel des Lebens auf der Spur. Es besteht darin, daß Eiweiße auftraten, die aus den Stoffen ihrer Umgebung jene Aminosäuren „herausfischen" oder neu aufbauen konnten, aus denen sie selbst zusammengesetzt waren. Sie lagerten sich so lange die richtigen Aminosäuren an den richtigen Stellen an, bis sie jeden Baustein, aus dem sie bestanden, doppelt besaßen. Dann fielen sie in zwei gleiche Teile auseinander – der Eiweißkörper hatte sich vermehrt, er lebte.
Sooft sich das erste lebende Eiweißklümpchen auch verdoppelte, immer blieb es sich selbst gleich. Es gab seine Eigenschaften weiter, vererbte sie. Manchmal trat jedoch eine Störung auf: Der Eiweißkörper enthielt einen beschädigten Baustein. Sein Doppelstück fiel ein wenig anders aus. Fast immer verlor er dadurch die Fähigkeit, sich zu vermehren – er war tot. Doch eine von vielen Abweichungen hatte Erfolg: Das nicht ganz richtige Doppelstück vermehrte sich trotzdem. So war eine neue Lebensform entstanden. Vielleicht gelang es ihr sogar, sich etwas schneller zu vermehren und auszubreiten. Anders gesagt: Sie war ihrer Umgebung besser angepaßt. Die Anpassung an die sich ständig ändernde Umwelt war der große Motor, der das Leben zur Entwicklung von immer besser organisierten, höherstehenden Formen vorwärtsgetrieben hat. Im Laufe der Jahrmilliarden entwickelte es sich zu einer ungeheuren Vielfalt und breitete sich über die ganze Erde aus.

# VERSUNKENE WELTEN

## Zwei Milliarden Jahre Leben



**Trilobiten** oder Dreilappkrebse zählen zu den ältesten Gliederfüßern der Erde. Im Erdaltertum waren sie in vielen Arten verbreitet. Sie bewohnten den schlammigen Boden flacher Meere. Gegen Ende des Altertums starben die Trilobiten aus. Wir wissen von ihrem Dasein nur aus Versteinerungen. Sie trugen einen harten Panzer. Ähnlich wie die Krebse noch heute, warfen die heranwachsenden Trilobiten von Zeit zu Zeit den zu eng gewordenen Panzer ab, sie häuteten sich. An manchen Stellen sammelten sich diese Panzer in großen Mengen an, wurden von Schlamm überdeckt und versteinerten.

**Seelilien** haben im Kalkstein ihre Abdrücke hinterlassen. Obwohl sie wie Pflanzen aussehen, handelt es sich doch um Tiere. Mit den Seeigeln, Seegurken und Seesternen gehören sie zum Stamm der Stachelhäuter. Im Erdaltertum bis weit in das Erdmittelalter hinein bewohnten die Seelilien in riesiger Zahl das Weltmeer. Dann ging ihre Artenfülle stark zurück, ganz ausgestorben sind sie jedoch bis heute nicht.

Einmal entstanden, wirkte das Leben verändernd auf die Erde ein. Die ersten Lebewesen nahmen alle Aminosäuren und Kohlenwasserstoffe aus dem Urmeer auf, denn nur mit Hilfe dieser Stoffe konnten sie Eiweiße aufbauen und die Energie gewinnen, die sie brauchten, um ihre Lebensvorgänge aufrechtzuerhalten. Als diese Urnahrung zur Neige ging, gelang es einer der damals am höchsten entwickelten Lebensformen, die Sonnenenergie auszunutzen, um Kohlendioxid und Wasser in Kohlenwasserstoffe umzuwandeln. Diese chemische Synthese ist mit Hilfe eines komplizierten Stoffes möglich; er wird Chlorophyll genannt und sieht grün aus. Nur die Pflanzen besitzen Chlorophyll.

Bei der Umwandlung von Kohlendioxid und Wasser zu körpereigenen Stoffen wird Sauerstoff freigesetzt. Vermutlich kam der Sauerstoff erst auf diesem Wege in die Lufthülle. Nun konnten sich Lebewesen entwickeln, die nur in sauerstoffhaltiger Luft zu leben vermögen. Zu ihnen gehören alle höheren Pflanzen und Tiere.

Die Frühzeit des Lebens auf der Erde dauerte 2 bis 3 Milliarden Jahre. Sie nimmt vier Fünftel der Entwicklungsgeschichte ein. In dieser Zeit gab es nur mikroskopisch kleine, einzellige Wesen. Spuren von Bakterien und Algen konnten in 1 bis 2 Milliarden Jahre alten Gesteinen nachgewiesen werden.

Vor rund 600 Millionen Jahren begann das Erdaltertum, das auch Paläozoikum genannt wird. Von nun an traten höher entwickelte, vielzellige Tiere und Pflanzen in großer Vielfalt auf. Ihre versteinerten Reste und Abdrücke sind in Ablagerungsgesteinen erhalten geblieben. Ganze Gebirge bestehen fast nur aus den Kalkpanzern von Tieren, mächtige Kohlenlager aus den Resten von Pflanzen. Die Wissenschaftler, die aus diesen Versteinerungen die Entwicklung des Lebens erforschen, werden Paläontologen genannt. Aus verkieselten Knochen, aus dem Abdruck eines Blattes im Tonschiefer, aus der zu Stein gewordenen Schale einer Muschel lassen sie das Bild und die Lebensweise von Tieren und Pflanzen wiedererstehen, die vor Jahrmillionen die Erde bewohnt haben.

Jeder Abschnitt der Erdgeschichte hat seine ihm eigenen Lebensformen hervorgebracht. Die meisten sind im Verlauf der weiteren Entwicklung wieder ausgestorben, denn durch all diese Welten vergangenen Lebens ist die Entwicklung zu immer höher organisierten Formen fortgeschritten, bis hin zu den Tieren und Pflanzen der Gegenwart, bis hin zum Menschen.

**Die Entwicklung des Lebens.** Auf der linken Seite des Bildes sind einige Tiere aus den einzelnen Systemen der Erdgeschichte dargestellt; von den meisten sind rechts, im Schnitt durch eine geologische Schichtenfolge, auch versteinerte Überreste wiedergegeben. 1 und 2: Trilobiten. 3: Nautilus. 4: Panzerfische. 5: ein Urinsekt (Lithomontis). 6: Ammonit. 7: Quastenflosser. 8–13: Kriechtiere. 8: ein Urkriecher (Seymouria). 9: Dimetrodon. 10: Ornitholestes. 11: Stegosaurus. 12: Brontosaurus. 13: Flugsaurier. 14: Urvogel (Archaeopterix). 15–18: Säugetiere. 15: ein Urraubtier (Oxyaena). 16: Brontops. 17: Gomphoterium. 18: Mammut. 19: Mensch.

# Zeittafel der Erd- und Lebensgeschichte

| Zeitalter | System | Abteilung | Beginn vor Mill. Jahren | Pflanzenwelt | Tierwelt |
|---|---|---|---|---|---|
| Erdneuzeit (Neozoikum) | Quartär | Holozän (Erdgegenwart) | 0,02 | | Der Mensch bestimmt in zunehmendem Maß die Entwicklung der Natur. |
| | | Pleistozän (Eiszeitalter) | 1,5–2 | | Die Urmenschen der Altsteinzeit verbreiten sich über die Erde. |
| | Tertiär | Jungtertiär: Pliozän, Miozän<br>Alttertiär: Oligozän, Eozän, Paleozän | 25<br>65 | Die Bedecktsamer breiten sich stark aus. Aus großen Waldmooren gehen Braunkohlenflöze hervor. | Säugetiere und Vögel entwickeln sich in großer Mannigfaltigkeit. Im Alttertiär erscheinen die echten Affen, im Jungtertiär die Vorfahren der Menschen. |
| Erdmittelalter (Mesozoikum) | Kreide | Oberkreide<br>Unterkreide | 130 | Die ersten Bedecktsamer (höhere Blütenpflanzen) treten auf. | Riesensaurier und Ammoniten sterben gegen Ende der Kreidezeit aus. |
| | Jura | Malm, Dogger<br>Lias | 190 | Auf dem Land überwiegen Nadelgehölze, Gingkogewächse und andere Nacktsamer. | Saurier treten auf dem Land, im Meer und in der Luft auf, unter ihnen die größten Tiere der Erdgeschichte. Ammoniten und andere Kopffüßer sind im Meer reich entfaltet. Die ersten Säugetiere und Vögel erscheinen. |
| | Trias | Keuper<br>Muschelkalk<br>Buntsandstein | 230 | | |
| Erdaltertum (Paläozoikum) | Perm | Zechstein<br>Rotliegendes | 270 | Die Nacktsamer breiten sich aus. Die Sporenpflanzen treten allmählich zurück. | Der Aufstieg der Kriechtiere beginnt. Trilobiten und viele Stachelhäuter sterben aus. |
| | Karbon | Oberkarbon<br>Unterkarbon | 350 | Bärlappe, Farne, Schachtelhalme und andere Sporenpflanzen entwickeln sich zu großer Mannigfaltigkeit. Die ersten Nacktsamer treten auf. Aus Sumpfwäldern gehen Steinkohlenlager hervor. | Herrschaft der Panzerlurche, die ersten Kriechtiere treten auf. Zahlreiche Insektenarten. |
| | Devon | Oberdevon<br>Mitteldevon<br>Unterdevon | 390 | Die ersten Sporenpflanzen erscheinen und breiten sich aus. | Blütezeit der Kopffüßer (Ammoniten) und der Panzerfische. Auch höhere Fische treten auf: Knorpel- und Knochenfische. Die ersten Lurche und Insekten breiten sich auf dem Festland aus. |
| | Silur | | 420 | Die ersten Gefäßpflanzen breiten sich in den Küstenbereichen des Festlandes aus. | Die Tierwelt des flachen Meeres entwickelt sich zu großer Artenfülle, darunter zahlreiche Riesenformen von Krebsen und die ersten Panzerfische. Als erste Landtiere treten Tausendfüßer und Skorpione auf. |
| | Ordovizium | | 480 | Herrschaft der Algen. | Im Meer sind Graptolithen, Krebse, Muscheln, Kopffüßer (Nautiliden), Stachelhäuter und Korallen weit verbreitet. Die ersten urtümlichen Wirbeltiere treten auf. |
| | Kambrium | Oberkambrium<br>Mittelkambrium<br>Unterkambrium | 570 | Herrschaft der Algen. | Die Wirbellosen entwickeln sich schnell. Alle Stämme des Tierreiches sind schon durch einfache Formen vertreten, nur die Wirbeltiere fehlen noch. |
| Erdfrühzeit | | | 3500 (?) | Spuren von niederen einzelligen Lebewesen: Bakterien, Algen. | Gegen Ende der Erdfrühzeit treten die ersten niederen Tiere auf. |

# Hohe Zeit der Gepanzerten

Zwei Milliarden Jahre lang hat das Leben sich nicht über die niedersten Formen hinaus entwickelt. Dann aber, an der Schwelle des Erdaltertums, erscheinen in großer Fülle ganz neue Tierarten. Sie sind schon in Kopf, Körper und Schwanz gegliedert, sie bewegen sich mit Füßen, Armen oder Flossen fort, sie besitzen ein Nervensystem, das über Sinnesorgane wie Augen und Fühler Nachrichten aus der Umgebung empfängt, sie haben Verdauungsorgane und einen Blutkreislauf. Unter diesen neuen Tierarten befinden sich die Urahnen aller Tierstämme, die heute auf der Erde leben. Nur die Wirbeltiere fehlen noch. Krebse, urtümliche Kopffüßer, Stachelhäuter sind in zahlreichen Arten vertreten. Alle diese Wesen leben im Meer, das Land ist in den beiden ältesten „Systemen" des Erdaltertums – Kambrium und Ordovizium – noch unbesiedelt.

Das Kambrium war die Zeit der Schwämme und Korallen. Sie bildeten im Meer gigantische Kolonien. Die höchste Stufe der Entwicklung hatten die Trilobiten erreicht, urtümliche Gliederfüßer, die eine entfernte Ähnlichkeit mit Krebsen aufweisen. In großen und kleinen Arten bewohnten sie das Kambriummeer ebenso zahlreich wie heute die Fische.

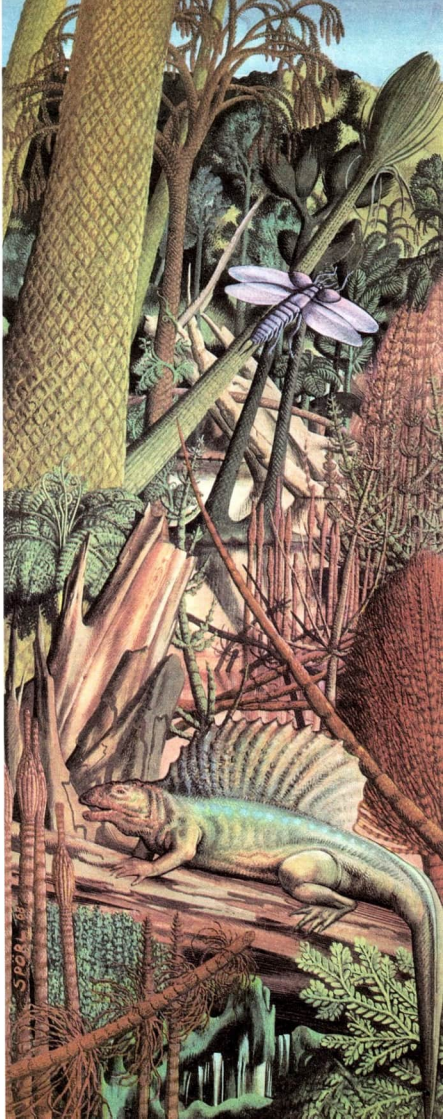
Im Ordovizium erscheinen dann die ersten Muscheln und Seesterne. Zu Riesenarten wachsen die Nautiliden heran. Es sind frühe Kopffüßer, Verwandte unserer Tintenfische. Ihre langgestreckten oder zu Spiralen aufgerollten Gehäuse sind in großen Mengen als Versteinerungen erhalten geblieben.

Das Silur wird zur Blütezeit der gepanzerten Meerestiere. Trilobiten, Krebse und Nautiliden machen sich die Herrschaft streitig. Schon im Ordovizium traten die ersten urtümlichen Wirbeltiere auf; im Silur entwickelten sich aus ihnen die Panzerfische.

**Als erste Landtiere** traten im Silur Skorpione und Tausendfüßer auf. Die Seeskorpione und diejenigen Skorpione, welche „an Land gingen", sind wahrscheinlich nahe miteinander verwandt. Im Devon, dem auf das Silur folgenden System der Erdgeschichte, entwickelte sich unter den Fischen ein Vorläufer der vierfüßigen Wirbeltiere, die später das Land besiedeln werden: der Quastenflosser. Bei ihm wurden die Flossen zu Gliedmaßen, mit denen er über den Grund zu kriechen vermag. Quastenflosser lebten vorwiegend in schlammigen, seichten Gewässern des Binnenlandes. Sie galten als ausgestorben, bis 1938 ein lebendes Exemplar gefangen wurde (siehe Seite 56).

**Tiere des Silurmeeres.** Im seichten Wasser bildeten zahlreiche Arten von Korallen große Kolonien. Aus ihren Kalkgehäusen entstanden vielgestaltige Bauten: stark verästelte (Mitte oben), orgelförmige (darunter), schwammähnliche (weiter links), fächerförmige (ganz rechts). In den Korallenriffen fanden andere Tiere Unterschlupf und Nahrung: Muscheln und Schnecken, Seesterne und Seelilien. Die Seelilien sind an dem Stiel zu erkennen, mit dem sie am Untergrund festgewachsen sind, am ballonförmigen Körper und an dem Tentakelkranz. Links unten sitzt eine Seelilie, ganz rechts hinten eine zweite, mehr der Mitte zu eine dritte. (Eine versteinerte Seelilie ist auf Seite 44 abgebildet.) Das größte Tier des Silurmeeres war der Riesen-Nautilus. Dieser frühe Vertreter der Kopffüßer oder Tintenfische wurde bis zu 5 Meter lang. Kennzeichnend für ihn ist die gerade, röhrenförmige Schale. Die Nautiliden haben im Silur viele verschiedene Formen hervorgebracht; bei manchen war die Schale zu einer Spirale aufgewunden (links). Auch die größten Gliedertiere aller Zeiten lebten im Silurmeer: die Seeskorpione oder Riesenkrebse. Einer ist ganz links oben dargestellt, ein anderer etwas rechts von der Mitte. Sie erreichten eine Länge von mehr als 2 Metern. Ungeheuer zahlreich waren die Trilobiten oder Dreilappkrebse. Drei Arten von ihnen sind auf dem Bild zu erkennen. Im Silurmeer lebten auch die ersten Fische. Besonders stark verbreitet waren die Panzerfische. Einer von ihnen ist in der Mitte des Bildes dargestellt.

**Eine farnartige Pflanze** aus dem Oberkarbon hat diese versteinerten Abdrücke hinterlassen. Deutlich sind die Wedel und die Blattadern zu erkennen. Aus so prächtigen Versteinerungen läßt sich das Bild der lebenden Pflanze ohne große Schwierigkeiten ableiten (siehe unten). Unter dem Mikroskop würde der Paläontologe auch noch viele Einzelheiten des inneren Aufbaus dieser Pflanze feststellen können. Oft genug sind jedoch die versteinerten Reste, nach denen die Wissenschaftler längst vergangene Pflanzen- und Tierarten bestimmen, weit weniger gut erhalten. Neben Wissen und großer Erfahrung gehören dann auch Spürsinn und Phantasie dazu, um die richtige Fährte zu finden. Der Steinkohlenwald grünte vor rund 300 Millionen Jahren in den Sümpfen der Zeit des Karbon. Trotzdem können wir uns heute von ihm ein fast ebenso getreues Bild machen wie von den Wäldern der Gegenwart. Möglich geworden ist das nur, weil Generationen von Paläontologen durch ihre wissenschaftliche Arbeit zu diesem Bild beigetragen haben.



# Pflanzen erobern das Land

Das lateinische Wort „carbo" bedeutet „Kohle". Danach ist das Karbon benannt, ein System der Erdgeschichte, aus dem die größten Steinkohlenvorkommen Europas und Nordamerikas stammen. Steinkohlen sind aus den Resten von Landpflanzen hervorgegangen. Im Karbon grünten auf der Erde zum ersten Mal richtige Wälder – die Steinkohlen beweisen es.

Schon im Silur und im Devon waren Pflanzen vom Meer aus auf das Festland vorgedrungen. Sie hatten sich jedoch nur langsam weiterentwickelt. Das Karbon wurde dann zu einem unruhigen Abschnitt der Erdgeschichte. Von Asien über Europa bis nach Nordamerika geriet die Erdkruste in Bewegung. Mulden senkten sich ein, Gebirge wuchsen empor. Gebirgsbildungen sind stets von Klimaänderungen begleitet. Das junge Leben auf dem Land und in den Binnengewässern mußte immer neue Arten hervorbringen, um sich den veränderten Bedingungen anzupassen. Alte Arten, die dies nicht vermochten, starben aus.

Im Karbon traten höherentwickelte Sporenpflanzen in großer Artenfülle auf. Farne, Schachtelhalme und Bärlappe schossen zur Größe von Bäumen auf. Sie besaßen schon alle Eigenschaften, um sich auf dem Festland zu behaupten. Aber ihre Vermehrung und ihre Jugendentwicklung blieben noch eng an das Wasser gebunden. Ihr Schutz gegen Trockenheit war ungenügend. Die Steinkohlenwälder waren Sumpfwälder.

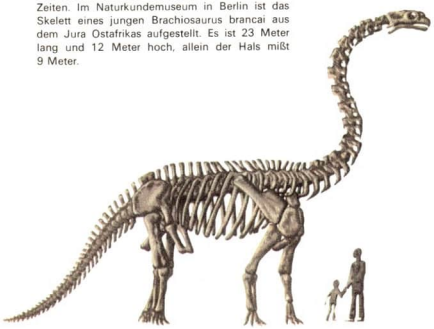
So weit, wie die Pflanzen das feste Land besiedelt hatten, vermochten ihnen die Tiere zu folgen. Schon im Devon waren mit den Insekten und den ersten vierfüßigen Wirbeltieren zwei neue Tiergruppen aufgetreten. Von nun an herrschten ihre Lebensformen auf dem Festland vor. Der Anstoß zu ihrer stärkeren Ausbreitung ging jedoch erst von den geologischen Umwälzungen im Karbon aus. Die Insekten brachten es in der Steinkohlenzeit auf einige Tausend Arten. Unter den Vierfüßern erreichten die Panzerlurche ihre größte Entfaltung. Sie lebten in den Sumpfwäldern, noch immer mehr Wasser- als Landtiere. Ihre Körper waren mit Knochenplatten gepanzert; ihre Gestalt sah oft grotesk aus. Gegen Ende des Erdaltertums starben die Panzerlurche aus.

Ebenso erging es den Panzerfischen: Auch ihr Geschlecht erlosch. An seine Stelle traten Haie, Rochen und andere Knorpelfische. Fast gleichzeitig entwickelten sich die Knochenfische zu der großen Artenfülle, in der sie bis heute die Weltmeere besiedeln. Seit dem Ausklang des Karbon hat sich das Leben im Meer nur noch wenig verändert. Alle wirklich neuen Formen der Pflanzen- und Tierwelt späterer Zeiten sind auf dem Land entstanden.

**Im Steinkohlenwald** des Oberkarbons haben sich Bärlapp-, Schachtelhalm- und Farngewächse zu Riesenformen entwickelt. Die Pflanzenwelt des festen Landes ist noch stark an das Wasser gebunden. Nur in feuchten Niederungen und Sümpfen finden die Pflanzen gute Daseinsbedingungen. Der dicke Stamm ganz links gehört zu einem Bärlappgewächs, das Schuppenbaum genannt wird. In jeder Schuppe hat einmal ein Blatt gesessen. Als es abfiel, hinterließ es eine Narbe. Weiter hinten ist ein Schuppenbaum in ganzer Gestalt zu sehen. Seine Krone ist verzweigt. Die Blattnarben sind beim Schuppenbaum in schrägen Reihen angeordnet. Beim Siegelbaum, einem nahen Verwandten, bilden sie dagegen Längsreihen. Der Stamm des Siegelbaums ist unverzweigt. Als Krone trägt er einen Schopf aus langen Blättern (rechts oben). Auf der rechten Bildseite sind rötliche Calamiten zu sehen. Mehrere Arten von ihnen bilden ein Röhricht. Die Calamiten sind eine Familie der Schachtelhalmgewächse; sie wurden bis zu 12 Meter hoch. Schachtelhalme, Bärlappe, Farne und andere Sporenpflanzen gibt es auch heute noch auf der Erde. Aber nur kleine, krautartige Formen haben überlebt. Die Riesengestalten aus ihrer Urzeit sind am Ende des Erdmittelalters ausgestorben. Sie mußten den Samenpflanzen weichen. Tiere gab es im Steinkohlenwald nur in geringer Artenzahl. Er war die früheste Pflanzengesellschaft des Festlandes, die zu so großer Üppigkeit aufschoß. Die Tierwelt hatte sich noch nicht so stark entwickelt. Der Aufstieg der Insekten hatte eben begonnen. Auch unter ihnen gab es Riesenformen; ihre Flügel brachten es auf Spannweiten von 70 Zentimetern! Das abgebildete Urinsekt Stenodictya war im Karbon häufig. Im Vordergrund kriecht ein Edaphosaurus über einen vermodernden Stamm. Er gehört zu den frühen Kriechtieren, den „modernsten" Vertretern der Tierwelt des Steinkohlenwaldes. Im Gegensatz zu den Lurchen, die damals in zahlreichen gepanzerten Arten auftraten, sind die Kriechtiere dem Landleben besser angepaßt. Die Lurche legen ihren Laich ins Wasser. Dort wird er befruchtet, und dort wachsen die Jungen als Larven auf. Bei den Kriechtieren werden die Eier schon im Leib des Weibchens befruchtet. Sie tragen eine derbe Schale und werden an Land gelegt. Die Jungen sind vom ersten Augenblick an dem Leben auf dem Trockenen gewachsen. Diese höhere Art der Fortpflanzung gab den Kriechtieren eine so große Überlegenheit, daß sie im Erdmittelalter die Vorherrschaft gewannen.

**Die Schichten des Karbons,** in denen Steinkohlenflöze vorkommen, sind oft von großer Mächtigkeit. Im Donezbecken erreichen sie eine Dicke von 9000 Metern! Der Untergrund hat sich auch dort während vieler Millionen Jahre allmählich gesenkt. In den Senkungsgebieten sammelte sich Süßwasser an, so daß die Bedingungen für das Gedeihen von Steinkohlenwäldern lange Zeit günstig blieben. Abgestorbene Pflanzenreste versanken im Sumpf und wurden allmählich zu Torf. In späteren geologischen Perioden gerieten die abgesunkenen, von anderen Gesteinsschichten überdeckten Torflager unter starken Druck und hohe Temperaturen. Durch den Prozeß der Inkohlung verwandelten sie sich in Steinkohlen. Wenn wir Steinkohlen verbrennen, setzen wir Sonnenenergie wieder frei, die von den Wäldern des Karbons eingefangen worden ist.

**Der Brachiosaurus** war das größte Landtier aller Zeiten. Im Naturkundemuseum in Berlin ist das Skelett eines jungen Brachiosaurus brancai aus dem Jura Ostafrikas aufgestellt. Es ist 23 Meter lang und 12 Meter hoch, allein der Hals mißt 9 Meter.



**Riesige Saurier** herrschten unter den Tieren des Erdmittelalters. In der Mitte steht ein Tyrannosaurus, das größte Raubtier der Erdgeschichte, rechts ein Styracosaurus mit sechs Hörnern auf dem Knochenkragen und einem auf der Nase. Der Stegosaurus links trägt Knochenplatten auf dem Rücken und vier mächtige Schwanzstacheln. Im Wasser sieht man eine Gruppe Brontosaurier – 30 Meter lang wurden diese pflanzenfressenden Sumpfbewohner. In der Luft jagen Flugsaurier. Im Vordergrund sitzt der taubengroße Urvogel Archaeopteryx. Baumfarne, Gingkogewächse und Nadelbäume bilden die Pflanzenwelt.

**Die Kreidezeit** hat ihren Namen nach einem weißen Gestein erhalten, das uns allen als Schreibkreide bekannt ist. Es tritt in einem Teil der Schichtenfolge dieses Systems der Erdgeschichte häufig auf. Kreide ist ein feinkörniges Kalkgestein. Sie ist aus den Überresten von Tieren entstanden, vor allem aus den Schalen winziger Urtierchen (Foraminiferen) und aus zerriebenen Muschelschalen. In der DDR gibt es auf der Insel Rügen große Vorkommen von Kreide; sie werden wirtschaftlich genutzt.

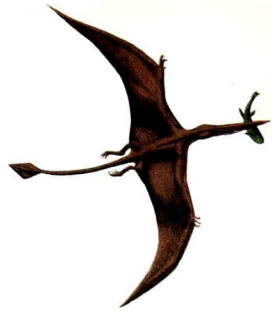
# Riesenechsen der Kreidezeit

Am Ende des Erdaltertums war die Entwicklung des Lebens auf dem Festland im wesentlichen noch in Formen steckengeblieben, deren Dasein sich in Gewässern und Sümpfen abspielte. Einige Pflanzen und Tiere hatten schon die beiden „Erfindungen" gemacht, die es ihnen ermöglichten, einen gewaltigen Schritt landeinwärts zu tun: Bei den Pflanzen war es der Samen, bei den Tieren das im Körper befruchtete Ei mit derber Schale. Die Samenpflanzen und die eierlegenden Kriechtiere wurden so unabhängig vom offenen Wasser wie noch nie zuvor ein Lebewesen.

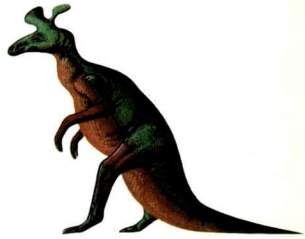
In der Trias, dem ersten System des Erdmittelalters, drängten Samenpflanzen aus der Verwandtschaft der Gingkogewächse und der Nadelbäume die Sporenpflanzen zurück. Eine schnelle Entwicklung nahmen auch die Kriechtiere. Schon am Ende der Trias besiedelten Schildkröten, Echsen und Schlangen in ungemein vielgestaltiger Formenfülle das feste Land. Einige Echsen paßten sich umgekehrt wieder dem Leben im Wasser an. Die Ichthyosaurier, die das offene Meer bevölkerten, ähnelten sogar in ihrer äußeren Gestalt Fischen.

Während der Jura- und der Kreidezeit erlebten die Saurier den erstaunlichsten Aufstieg. Die Dinosaurier – ihr Name läßt sich mit „Schreckenechsen" übersetzen – brachten auf dem Land die phantastischsten und größten Tiergestalten aller Zeiten hervor. Riesige Pflanzenfresser, zehnmal so schwer wie ein Elefant, hausten in Sümpfen und Seen. Wahrhaft schrecklich war der fleischfressende Tyrannosaurus: ein 15 Meter langes, 6 Meter hohes Raubtier mit scharfen Dolchzähnen. Flinke, zweibeinige Saurier rannten und hüpften über offenes Land. Mit schweren Knochenplatten gepanzerte Saurier krochen durch das Pflanzengewirr der Dschungel. Flugsaurier segelten durch die Luft. Plesiosaurier und Mesosaurier beherrschten als räuberische Ungetüme das Meer.

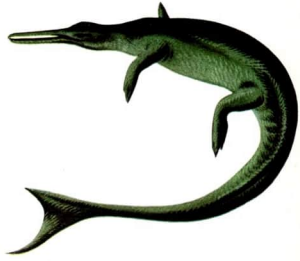
Schon in der Trias hatte sich eine ganz neue Tierklasse entwickelt: die Säugetiere. Ihre ersten Vertreter waren klein und unscheinbar, nicht größer als eine Ratte. Sie besaßen warmes Blut, gebaren lebende Junge und säugten sie. Ein dichtes Fell schützte sie. Ihr Gehirn war ungleich stärker ausgebildet als das der Riesenechsen, die ein im Verhältnis zu ihrer Größe winziges Gehirn besaßen. Als weltweite Veränderungen des Erdbildes und des Klimas einsetzten, vermochten sich die Saurier nicht mehr diesen neuen Bedingungen anzupassen. Nach geologischem Zeitmaß gemessen, starb ihr Riesengeschlecht gegen Ende der Kreidezeit schnell aus: in nur wenigen Jahrmillionen. Zug um Zug nahmen Säugetiere und Vögel den Platz der Saurier ein. Die Erdneuzeit brach an.



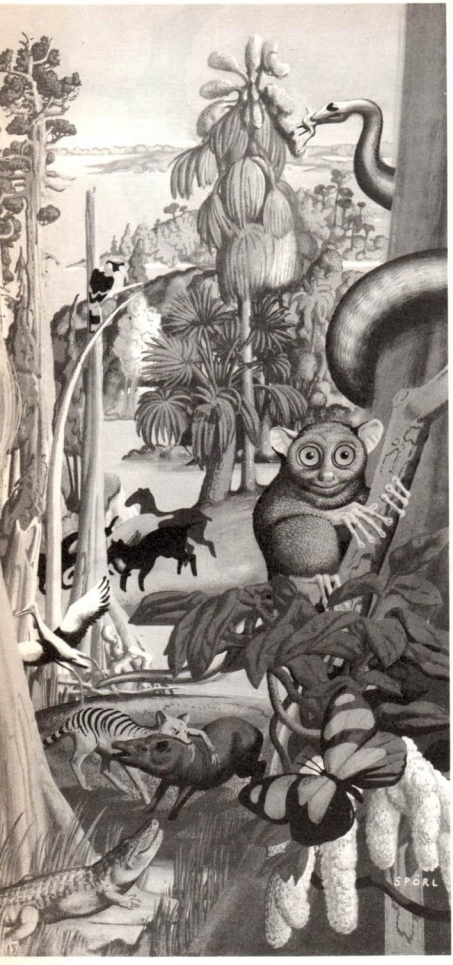
**Der Flugsaurier Rhamphorhynchus** besaß Hautflügel, die wie ein Segel zwischen dem stark verlängerten vierten Finger und dem Rumpf ausgespannt waren. Sein Schwanz diente als Steuer.



**Viele Landsaurier** liefen aufrecht auf den Hinterbeinen. Mit dem starken Schwanz stützten sie sich ab, ähnlich wie es heute die Känguruhs tun.



**Der Geosaurus** lebte wie ein Fisch im Meer. Auch in der Torpedogestalt seines Körpers ähnelte er den Fischen.



**Eine Mücke** ist seit 40 Millionen Jahren im Tonschiefer aus dem Alttertiär „konserviert". Ihre natürliche Größe beträgt 2,5 Millimeter.

**Im Braunkohlenwald.** Aus dem Alttertiär stammen auch die Braunkohlenlager des Geiseltales bei Halle. Sie enthalten viele Versteinerungen von Pflanzen und Tieren. Dank dieser Funde ist es den Paläontologen gelungen, ein ziemlich getreues Bild der alttertiären Wälder zu entwerfen. Links hinten wachsen zwei Mammutbäume, rechts davon steht der Stamm einer abgestorbenen Sumpfzypresse. Nahe Verwandte dieser Nacktsamer grünen noch heute in warmen Ländern. Ihren Siegeszug traten im Tertiär die Bedecktsamer an, zu denen auch die Laubbäume zählen. In der Mitte stehen eine Fieder- und eine Fächerpalme, den Hintergrund bildet ein Eichenwald. Unter den Kriechtieren treffen wir Arten an, die sich von den heutigen kaum unterscheiden: links unten ein Krokodil, rechts oben eine Riesenschlange. Die Säugetiere sind stark in der Entwicklung begriffen. Vorn fällt ein Urraubtier einen Lophiodon an, das ist ein den Tapiren verwandtes Huftier. Im Hintergrund flüchtet eine Herde Altpferdchen. Ganz vorn in der Mitte klammert sich ein Koboldmaki am Stamm an. Er gehört zu den Halbaffen. (Auch Affen hat es im Alttertiär schon gegeben, doch sind von ihnen im Geiseltal keine Fossilien gefunden worden.) Gleichzeitig mit den Säugetieren entfaltete sich die Vogelwelt. Am Stamm der Sumpfzypresse sitzt ein Nashornvogel, an ihrem Fuß fliegt ein Altkranich auf.

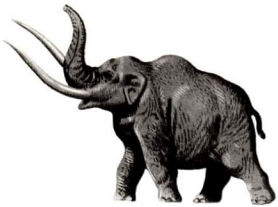
**Die Rüsseltiere** hatten im Tertiär ihre große Zeit. In mehreren Familien mit zahlreichen Arten besiedelten sie Wälder und Steppen. Das Palaeomastodon aus dem Obereozän gehört zu den altertümlichsten Formen; es trägt vier Stoßzähne, je zwei im Ober- und im Unterkiefer. Elefantenähnlicher sieht schon das Bunolophodon aus dem Miozän aus. Das Dinotherium, ein großes, wehrhaftes Tier aus dem Unterpliozän, trägt zwei Stoßzähne im Unterkiefer. Beim Mastodon aus dem Oberpliozän stehen die Stoßzähne zwar wie bei allen jüngeren Rüsseltieren im Oberkiefer, aber sie sind ins Riesenhafte gewachsen. Am Ende des Tertiärs starben die meisten Vertreter der Rüsseltiere aus. Zu den wenigen Arten, die überlebten, gehört das Mammut. Dieses gewaltige Tier hatte sich an das rauhe Klima der Eiszeiten angepaßt. In der Gegenwart wird die einst so stattliche Sippschaft nur noch durch die Elefanten vertreten.

# Der Sieg der Säugetiere

Palaeomastodon
Obereozän, vor etwa 50 Millionen Jahren

Bunolophodon
Miozän, vor etwa 20 Millionen Jahren

Dinotherium
Unterpliozän, vor etwa 8 Millionen Jahren



Mastodon
Oberpliozän, vor etwa 3 Millionen Jahren

Mammut
Pleistozän (Eiszeitalter)

Unter den Pflanzen herrschten fast bis zum Ende des Erdmittelalters die Nacktsamer vor, zu denen unsere Nadelbäume zählen. Neben ihnen breitete sich jedoch eine ganz neue Art von Pflanzen aus, die Bedecktsamer. Bei ihnen sind die Blüten vollkommener ausgebildet, die Samen besser geschützt. Die Bestäubung wird meist nicht mehr dem Wind überlassen, wie bei den Nacktsamern, sondern sie erfolgt durch Bienen, Schmetterlinge, Ameisen und andere Insekten.

Als nun am Beginn der Erdneuzeit mit dem Tertiär wieder eine Zeit gewaltiger Umbildungen der Erdkruste anbrach, eine Zeit, in der die Alpen, die Pyrenäen, der Kaukasus, der Himalaja und andere Faltengebirge entstanden, vermochten die Bedecktsamer infolge ihrer größeren Anpassungsfähigkeit schneller als die Nacktsamer neue Arten zu entwickeln. Ihre Artenzahl ist bis in die Gegenwart hinein ununterbrochen gewachsen; sie beträgt heute rund eine viertel Million. Alle Laubbäume, Blumen, Stauden und Gräser gehören zu ihnen. Diese neuen Pflanzen eroberten fast jeden Winkel des Festlandes. Erst im Tertiär entstand das Grasland der Steppen, erst im Tertiär drangen die Pflanzen bis in die Wüste, die Tundra und das Hochgebirge vor. Und überall, wo sich die Pflanzendecke schloß, bildete sich auch Boden. Ja, es ist wirklich so: Die Böden unserer Äcker, Weiden und Forsten sind erst von den Pflanzen geschaffen worden! Das Leben hat die Erde mächtig verändert. Im Schutz des Pflanzenkleides wurde ihr Gesicht ausgeglichener.

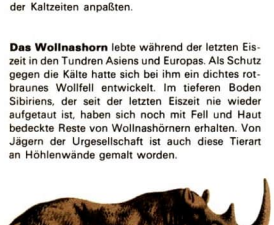
Der Revolution in der Pflanzenwelt folgte die Revolution in der Tierwelt: Der Siegeszug der Säugetiere begann. Als kleine, unbedeutende Tiere waren sie schon im Erdmittelalter aufgetreten. Mit dem Beginn des Tertiärs aber begannen sie sich in immer größerer Vielgestaltigkeit und Artenfülle zu entwickeln. Im Alttertiär herrschte in großen Teilen der Erde ein warmes und feuchtes Klima. Wie schon in der Steinkohlenzeit grünten wieder ausgedehnte Sumpfwälder. Aus ihren Resten gingen die alttertiären Braunkohlen hervor. In den Braunkohlenwäldern lebten Beutelтiere, Insektenfresser und Affen.

Während des Jungtertiärs wurde es merklich kühler und trockener. Jetzt setzte der Ansturm der Gräser ein: Die Steppen und Savannen dehnten sich aus. Sie boten schnellfüßigen Huftieren einen ganz neuen Lebensraum: Antilopen, Hirsche, Giraffen und Pferde besetzten ihn. Und neben den Pflanzenfressern entwickelten sich die Raubtiere, die auf sie Jagd machten. Im Jungtertiär breiteten sich auch die unmittelbaren Tiervorfahren des Menschen aus. Ihr Entwicklungsweg hatte sich schon in der letzten Phase des Alttertiärs von dem der Affen getrennt.

# Tierwelt am Rande des Eises

**Der Riesenhirsch** war eine der Riesenformen, mit denen die Säugetiere sich dem rauhen Klima der Kaltzeiten anpaßten.

**Das Wollnashorn** lebte während der letzten Eiszeit in den Tundren Asiens und Europas. Als Schutz gegen die Kälte hatte sich bei ihm ein dichtes rotbraunes Wollfell entwickelt. Im tieferen Boden Sibiriens, der seit der letzten Eiszeit nie wieder aufgetaut ist, haben sich noch mit Fell und Haut bedeckte Reste von Wollnashörnern erhalten. Von Jägern der Urgesellschaft ist auch diese Tierart an Höhlenwände gemalt worden.



**Jedes Lebewesen** ist ein unglaublich kompliziertes Gebilde. Große Eiweißmoleküle enthalten hunderttausend Atome. Die kleinsten Bausteine der Tiere und Pflanzen, die Zellen, bestehen wiederum aus Tausenden von Eiweißmolekülen. Hochentwickelte Wirbeltiere sind aus Billiarden von Zellen aufgebaut. Das kompliziertes Organ, das die Natur hervorgebracht hat, ist das Gehirn des Menschen. Die Zahl seiner Nervenzellen ist etwa dreimal so groß wie die Zahl der heute auf der Erde lebenden Menschen. Auf der unerhört komplizierten Struktur seines Gehirns beruht die Fähigkeit des Menschen, die Umwelt besser zu erfassen als jedes Tier, schneller und ausgiebiger Erfahrungen zu sammeln, aus ihnen gründlicher zu lernen, Überlegungen anzustellen, das Denken und die Sprache zu entwickeln. Der Entwicklungsweg des Menschen hatte sich schon lange vor dem Beginn des Pleistozäns von dem seiner Vorfahren, den menschenähnlichen Affen, getrennt. Mit dem Aufstieg des Menschen begann ein neues Kapitel der Erdgeschichte (siehe Seite 83).

Vor ungefähr einer Million Jahre geschah etwas Seltsames mit der Erde: Sie wurde kühler. Im Tertiär rauschten auf Grönland und Island noch Wälder. Um den Nordpol wogte offenes Meer. Nun aber wurde es kälter und kälter. Das Nordmeer bedeckte sich mit Eis. Eine Eisdecke überzog Grönland und Island. Im Laufe von Jahrzehntausenden dehnte sich die Vereisung immer weiter nach Süden aus, bis tief hinein nach Nordamerika, Europa und Asien. Eine zwei- bis dreitausend Meter mächtige Eisdecke (Inlandeis) schob sich von Skandinavien her über die Ostsee ins Herz Europas hinein. Erst am Rande der Mittelgebirge machte sie halt. Auch das Gebiet, auf dem heute der nördliche Teil der DDR liegt, war unter diesem Eispanzer begraben. Im Verlauf des Eiszeitalters wiederholte sich der Vorstoß des Eises drei- oder viermal. Die Kaltzeiten wurden von Warmzeiten unterbrochen, in denen das Eis das Land wieder freigab, ja in manchen Warmzeiten des Eiszeitalters war es sogar wärmer als heute.

Das Inlandeis drängte alle wärmeliebenden Tier- und Pflanzenarten weit nach Süden zurück. Im Vorfeld des Eises breitete sich Tundra aus, eine baumlose Kältesteppe. Manche Familien von Säugetieren entwickelten in den verschiedenen Eiszeiten Arten, die dem kälteren Klima angepaßt waren. Das Mammut, der Höhlenbär, der Riesenhirsch, das Wollnashorn waren einige von ihnen. Sie waren alle ungewöhnlich groß – zottige Riesen ihres Geschlechts. Als es wieder wärmer wurde, starben die meisten eiszeitlichen Riesensäuger aus. Sie konnten den Schritt zurück in ihrer Entwicklung nicht mehr tun. Einige der Eiszeittiere überlebten jedoch bis heute in Tundra und Arktis: der Eisbär, das Rentier, der Moschusochse.

Der Mensch, der sich gegen Ende des Jungtertiärs aus dem Tierreich gelöst hatte, machte in diesem Zeitraum den ungeheuer weiten Schritt zu einem Wesen, das Naturgegenstände benutzt und aus ihnen Werkzeuge herstellt, das arbeitet, spricht und denkt, das gesellschaftlich lebt und seine Erfahrungen von Generation zu Generation weitergibt. Bei den Urmenschen des Eiszeitalters erinnerte noch manches an ihre tierischen Vorfahren. Sie hatten eine fliehende Stirn, starke Knochenwülste über den Augen und ein zurückweichendes Kinn. Vor ungefähr 40000 Jahren traten dann Menschen auf, die sich kaum noch von den heute lebenden unterscheiden. Sie werden Neumenschen genannt. Während des ganzen Eiszeitalters lebten die Menschen als Sammler und Jäger in der Urgesellschaft.

Der jüngste Abschnitt der Erdgeschichte, das Holozän oder die Erdgegenwart, begann vor rund 20000 Jahren.

**In den Tundren,** die sich im Vorfeld des Inlandeises ausbreiteten, lebte das Mammut. Es war ein zottiger, gewaltiger Verwandter des Elefanten. Seine Stoßzähne waren bis zu 5 Meter lang. Der ärgste Feind des Mammuts war der Urmensch. In kleinen Horden durchstreifte er als Sammler und Jäger sein Wohngebiet. Er wagte sich bis dicht an das Inlandeis heran. Als Waffen zur Jagd auf das Mammut und andere Großtiere benutzten die Urmenschen Steine, zugespitzte Stöcke (Stoßlanzen), Feuerbrände und Fallgruben. Weil ihre wichtigsten Werkzeuge aus behauenen Steinen bestanden, wird diese Kulturstufe auch Altsteinzeit genannt. Auf die Wände von Höhlen haben die Jäger der Altsteinzeit oft ihre Jagdtiere gemalt: Mammut, Riesenhirsch, Wisent, Wildpferd, Auerochs, Rentier. Alle diese Tiere kamen damals auch in Mitteleuropa vor. Manche Jagdtiere der Urmenschen sind gegen Ende der letzten Eiszeit ausgestorben, unter ihnen auch das Mammut. Rechts im Vordergrund des Bildes liegt das mächtige Schaufelgeweih eines Riesenhirsches.

Eine sehr geringe Zeitspanne im Vergleich mit der Dauer aller früheren geologischen Systeme! Neue Pflanzen- und Tierarten entwickelten sich im Holozän kaum, denn dafür sind 20000 Jahre eine zu kurze Zeit. In dem Maße, wie das Inlandeis schmolz, wurden die eisfrei gewordenen Gebiete wieder von Pflanzen und Tieren besiedelt, die vor dem Eis weit nach Süden zurückgewichen waren und nun wieder vordrangen. Allmählich breitete sich in den Gebieten, die heute unsere Heimat sind, eine nahezu geschlossene Decke von Laub- und Mischwäldern aus, in denen schon die Tier- und Pflanzenarten lebten, die es hier auch heute noch gibt. Immer stärker veränderte jedoch der Mensch die Natur. So ist die gegenwärtige Tier- und Pflanzenwelt unserer Heimat das Ergebnis von zwei ganz verschiedenen Vorgängen: der natürlichen Wiederbesiedlung nach der letzten Eiszeit und der Umwandlung der Landschaft durch den Menschen.

**Teufelwal,** schreibt Conrad Gesner, sei der deutsche Name dieses Untiers. So steht es jedenfalls in der vierbändigen „Geschichte der Tiere", die Gesner vor 400 Jahren herausgab. Er begründete mit diesem Werk die Zoologie als Wissenschaft. Die meisten Tiere beschrieb Gesner aus eigener Anschauung. Bei anderen mußte er sich auf die Erzählungen von Reisenden und Seeleuten verlassen. Dadurch ist manch ein Fabelwesen in seine Zoologie eingegangen, unter ihnen auch der Teufelwal. Gesners Zeichnung gibt eine alte Seefahrergeschichte wieder: Ein Schiff ankert vor einer Insel mitten im Ozean. Matrosen gehen an Land und machen ein Feuer an. Plötzlich ertönt ein Schrei des Entsetzens: Die Insel war der Rükken eines schlafenden Riesenwals. Der Teufelwal geisterte noch lange in den Berichten der Seefahrer umher.

# LEBEN IM MEER

## Blaue Wüsten, trübe Dschungel

Das Meer ist der größte aller Lebensbereiche. Schon seine Oberfläche nimmt fast das Zweieinhalbfache des Festlandes ein. Auf dem Land ist lediglich die dünne Grenzschicht zwischen der Gesteinshülle und der Lufthülle von Lebewesen besiedelt. Das Meer aber ist bis auf den Grund von Leben erfüllt. In den Tiefseegräben ist das eine Wasserschicht von 7 000 bis 11 000 Metern Mächtigkeit!

Die Quellzone allen Lebens reicht auch im Meer nur so weit, wie die oberste Wasserschicht vom Sonnenlicht erhellt wird, denn nur hier vermögen Pflanzen zu gedeihen. Pflanzen sind ja auch im Meer die Urnahrung aller Tiere. Sie allein können mit Hilfe der Sonnenenergie aus Wasser, Kohlendioxid und Salzen organische Stoffe aufbauen. Die Pflanzen des offenen Meeres sind meist mikroskopisch kleine Algen. Sie dienen winzigen Tieren als Nahrung, die wiederum von etwas größeren Tieren gefressen werden. Fressen und Gefressenwerden, das ist das Los der Tiere des Meeres. So bilden sich lange Nahrungsketten, die zum Beispiel von der einzelligen Alge über Urtierchen und Kleinkrebse zum Hering laufen und beim Hai oder beim Seehund enden.

Die Reste toter Tiere sinken in die Tiefe ab. Dorthin, wo nie ein Schimmer des Sonnenlichtes gesehen wird. Denn schon in 20 oder 30 Meter Meerestiefe herrscht Dämmerlicht, und einige hundert Meter unter der Oberfläche beginnt die ewige Nacht. Alle Tiere, die dort leben, sind auf den Nahrungsregen angewiesen, der aus den oberen

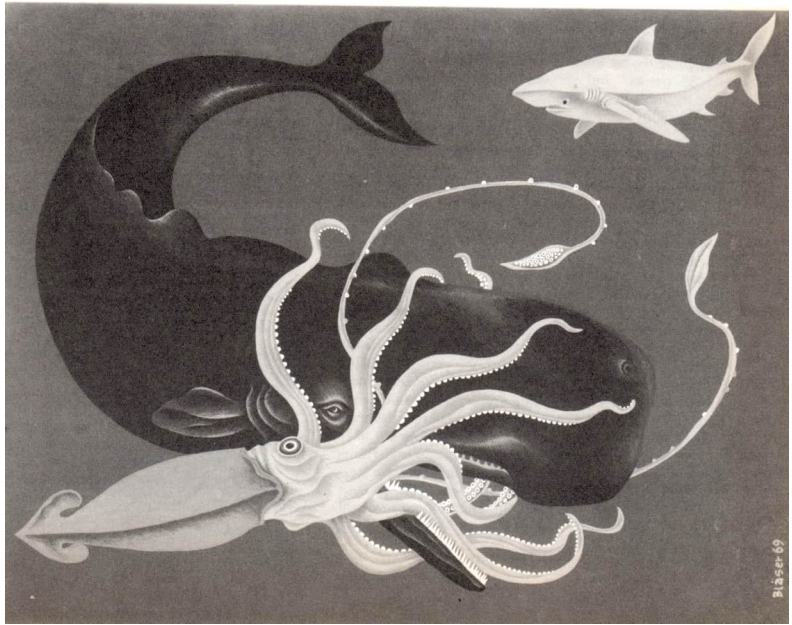
**Quastenflosser** sind für den Zoologen so aufregende Wesen, daß er ihretwegen gern auf den Teufelwal verzichtet. Brust- und Bauchflossen der Quastenflosser sind nämlich zu Gliedmaßen umgebildet, die einer Quaste an einem festen Stiel ähneln. Diese Quastenflossen kann der Fisch nach allen vier Seiten bewegen. Er kann sich auf sie stützen, vermutlich sogar mit ihnen über den Meeresboden laufen. Auch sonst besitzt der Fisch körperliche Merkmale, die ihn als nahen Verwandten der ersten Landwirbeltiere ausweisen. Und dieses Tier hat wirklich gelebt! Versteinerungen von ihm waren entdeckt worden. Die ältesten Funde stammten aus dem Devon. Sie waren 400 Millionen Jahre alt. Die jüngsten Funde gehörten der Kreidezeit an, jüngere waren nicht gemacht worden. Deshalb nahmen die Zoologen an, die Quastenflosser seien spätestens im frühen Tertiär ausgestorben. Im Dezember 1938 kam aus Südafrika die Nachricht: Dem Kapitän eines Fischdampfers ist ein Quastenflosser ins Netz gegangen. Das war eine zoologische Sensation. Vierzehn Jahre lang ließen die Zoologen vergeblich nach weiteren Stücken fahnden. Endlich wurde ein zweiter Quastenflosser gefangen – 3 000 Kilometer vom ersten Fangplatz entfernt! Der neue Fundort lag bei den Komoren, einer Inselgruppe zwischen Afrika und der Nordspitze von Madagaskar. Dort sind inzwischen noch weitere Quastenflosser gefischt worden. Die Entdeckung eines so alten „lebenden Fossils" wäre in jedem Fall eine Überraschung gewesen. Aber daß es sich gerade um dieses Tier handelte, war einer der großen Glücksfälle der Forschung: Der Quastenflosser steht recht genau an der Stelle der Entwicklungsgeschichte, an der die Vierfüßer sich von den Fischen trennen.

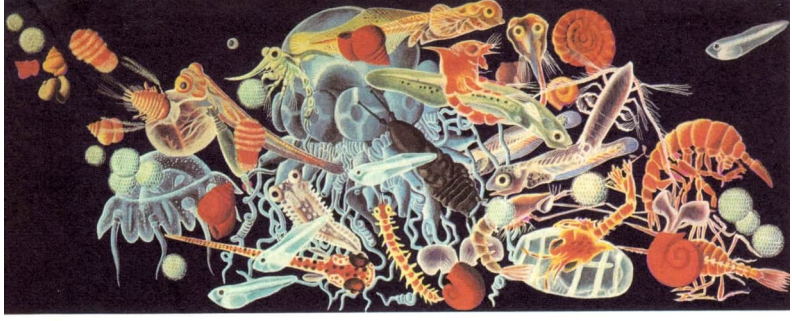
Zonen herabrieselt. Mit zunehmender Tiefe wird das Leben immer spärlicher, doch hört es nie ganz auf.

Auch im Meer gibt es Wüsten und Dschungel. Je reiner das Blau des Meerwassers ist, desto geringer ist seine Fruchtbarkeit. Dieses reine Blau ist in den Tropenmeeren besonders häufig zu sehen. Dort erhält das Meer das meiste Licht und die meiste Wärme. Müßte nicht auch das Algenleben reicher sein als irgendwo sonst? Nein, das ist nicht der Fall. Der Algenwuchs hat in diesen Meeren die mineralischen Nährstoffe aufgebraucht, vor allem die Phosphate und Nitrate. In den Resten toter Pflanzen und Tiere sind die Nährstoffe in die Tiefe abgesunken, und die oberen Wasserschichten sind nun unfruchtbar.

Dort aber, wo kalte Meeresströmungen aus der Tiefe aufsteigen, entwickelt sich das Leben viel reicher, denn diese Strömungen bringen Nährstoffe mit an die Oberfläche. Auch wenn kalte mit warmen Oberflächenströmungen zusammentreffen, entstehen günstige Bedingungen für die Urproduktion des Meeres: Wärme, Licht und Nährstoffe lassen die Algen üppig gedeihen, und von ihnen ernähren sich einzellige Tiere und Kleinkrebse in so ungeheuren Mengen, daß sie das Wasser grünlich oder gelblich färben und trüben.

**Pottwal und Riesenkalmar** liefern sich in der Tiefe des Meeres erbitterte Kämpfe. Kein Mensch ist bisher Zeuge dieser tödlichen Begegnung zwischen dem größten lebenden Wirbeltier und dem größten Weichtier der Erde geworden. Nur aus den Wunden, die Kalmare mit den Saugnäpfen ihrer Fangarme den Pottwalen beigebracht haben, wissen wir von der Gigantenschlacht in der dunklen Nacht der Meerestiefe. Männliche Pottwale werden bis zu 25 Meter lang; sie stehen den Riesensauriern der Kreidezeit nur wenig an Körpergröße nach. Pottwale tauchen mehr als 1 000 Meter tief. Ihre wichtigste Nahrung sind Kopffüßer. Auch dem größten Kopffüßer, dem Riesenkalmar, stellen sie nach. An der Küste Neufundlands ist 1933 ein toter Riesenkalmar gestrandet, der 22 Meter lang war. Sicher gibt es noch weit größere Exemplare. Im Magen eines Pottwals ist ein Kopffüßerauge gefunden worden, das einen Durchmesser von 40 Zentimetern besaß. Auch andere Bruchstücke aus Pottwalmägen oder an Land gespülte Reste von Saugarmen lassen vermuten, daß es mehr als 30 Meter lange Riesenkalmare gibt. Das wären dann die längsten Tiere der Welt. Alte und neue Seemannsgeschichten wissen von Angriffen der Kalmare auf Segelschiffe und Boote, ja sogar auf moderne Hochseeschiffe zu berichten. Soll man sie glauben? Oder gehören sie ebenso ins Reich der Fabel wie die Legende von der Insel, die ein Teufelwal war?





# Das Reich der Fische

Ungefähr 20000 Fischarten leben im Meer. Die Weichtiere, zu denen Muscheln, Schnecken und Tintenfische zählen, sind mit doppelt so vielen Arten vertreten. Doch sie besiedeln mehr den Meeresgrund und die Küsten. Das offene Wasser wird von den Fischen beherrscht. Von wenigen Arten frei schwimmender Muscheln und Tintenfischen abgesehen, machen ihnen nur einige große Säugetiere dieses Reich streitig: Delphine und Wale. Wie alle Säugetiere sind sie warmblütig. Sie atmen durch Lungen und werfen lebende Junge, die von den Weibchen gesäugt werden.

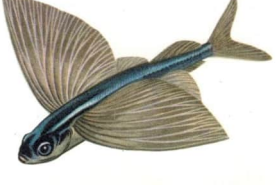
Wer sich im Meer behaupten will, muß ein gewandter Schwimmer sein. Fast alle Fische der Hochsee haben eine schlanke torpedoförmige Gestalt. Vor allem die großen Raubfische schießen pfeilschnell dahin. Wohl die größte Geschwindigkeit erreichen die Schwertfische – sie legen bis zu 80 Kilometer in der Stunde zurück.

Die friedlichen Planktonfresser unter den Fischen des Meeres sind recht schutzlose Tiere. Um ihren Feinden zu entgehen, bleibt ihnen nur die schnelle Flucht. Vor dem Entdecktwerden bietet ihre Färbung einen gewissen Schutz: Ihre Oberseite ist blaugrau gefärbt, ihre Unterseite sieht silberhell aus. Dadurch sind sie von oben und von unten her gleich schwer zu erkennen. Ihr Vorteil im Lebenskampf ist ihre große Anzahl. Zu ungeheuren Schwärmen vereinigt, ziehen sie durch das Meer, immer auf der Suche nach „Planktonweiden". Sie werden von Raubfischen begleitet, denen sie wiederum als Nahrung dienen. Auch der Mensch stellt auf hoher See vor allem den Schwarmfischen nach: Sardine, Sprotte und Hering bilden den größten Anteil an der Ernte des Meeres.

Die Fische des offenen Meeres treiben keinerlei Brutpflege. Dem Laich und den Jungfischen stellen zahl-

**Plankton des Meeres.** Nahe seiner Oberfläche ist das Meer von einer ungeheuren Vielzahl kleiner Lebewesen erfüllt. Sie schweben frei im Wasser und werden Plankton genannt. Das Wort kommt aus dem Griechischen, es bedeutet „Umhertreibendes". Unser Bild zeigt Planktontiere und einige etwas größere Tierarten, wie sie sich in einem feinmaschigen Netz gefangen haben könnten. Der große blaue „Ballon" im mittleren Hintergrund ist eine Staatsqualle, die ähnlich gefärbte „Taucherglocke" ganz links gehört zu den Scheibenquallen. Auch mehrere kleine Schnecken sind zu sehen; bei den beiden roten ganz unten ist der lilafarbene Fuß zu Flossen umgebildet. Zwischen den beiden Schnecken liegt eine kleine Tonne. Lateinisch heißt dieses sonderbare Tier Doliolum. Es gehört zu den Manteltieren. Die „Faßreifen" sind Ringmuskeln. Zahlreiche Arten von Kleinkrebsen bevölkern das Meer. Links von der Staatsqualle ist zum Beispiel ein Flohkrebs zu finden, über dem Doliolum ein anderer. Außerdem haben sich in unserem Netz mehrere Fischlarven gefangen.

**Fliegende Fische** besitzen zu Tragflächen vergrößerte Brustflossen. Wenn sich der Fisch aus dem Wasser schnellt, bleibt die Schwanzflosse zunächst eingetaucht. Sie peitscht ihn vorwärts, bis die Geschwindigkeit so groß wird, daß die Tragflächen ihn ganz vom Wasser abheben und er frei durch die Luft gleitet. Auf diese Weise entgehen die fliegenden Fische ihren Feinden. Die Flügel der fliegenden Fische sind beim Flug starr ausgespannt wie die Tragflächen eines Flugzeuges. Der Schwanz allein bewirkt den Antrieb, gleich einem Propeller.



reiche Feinde nach. Die Überlebensrate ist sehr gering. Die meisten Meeresfische verdanken es ihrer ungeheuren Fruchtbarkeit, daß sie nicht aussterben. Ein Kabeljauweibchen legt bis zu 5 Millionen Eier im Jahr! Nur eins von mehreren Millionen Jungfischchen hat die Aussicht, bis zur Geschlechtsreife heranzuwachsen. Für den Menschen hat die Fruchtbarkeit des Kabeljaus, des Herings, der Sardine und anderer Fische große Bedeutung: Auch wenn viele Millionen Tonnen Fisch gefangen werden, erneuert sich der Bestand immer wieder. Er ist stärker vom Nahrungsangebot des Meeres als von der Vermehrungsrate der Fische abhängig.

Die Lebensbedingungen des Meeres sind gleichförmiger als die des Festlandes. Der Wechsel der Jahreszeiten ist kaum spürbar. Die Temperatur des Wassers schwankt auch an der Oberfläche nur selten um mehr als 10 °C im Jahr. Auf viele Schutzmechanismen, die von den Landtieren entwickelt werden mußten, konnten die Seetiere verzichten: Sie brauchen keinen Schutz gegen Austrocknung, weil sie im Wasser schwimmen. Sie besitzen kein derbes Knochengerüst und keine strammen Beine, weil das Wasser sie trägt. Auch die Pflanzen des Meeres kennen keine starren Stützgerüste, keine verholzten Äste und Stämme. Sie gehören mit ganz wenigen Ausnahmen zu den Algen. Einzellige Algen sind oft so zahlreich, daß sie das Wasser grün oder gelblich färben. Vor allem in tropischen Meeren kommen neben ihnen Tange vor. Auch sie gehören zu den Algen, bilden jedoch vielzellige Gewebe, die den Blättern und Stengeln höherer Pflanzen ähneln.

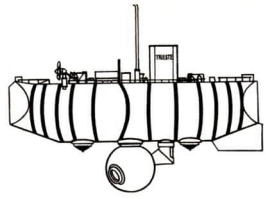
Der Mensch nutzt die Meere nur unvollkommen, obwohl sich die Fänge der Hochseefischerei durch moderne Fangmethoden stark erhöht haben. Fischfang ist Jagd auf Fische, auf wildlebende Tiere also. Eine „Meereswirtschaft", die der Landwirtschaft des Festlandes entspricht, gibt es nur in ersten Ansätzen: In einigen Küstengewässern Japans und anderer Länder werden Tanggärten und Austernbänke künstlich angelegt.

**Im offenen Meer** sind die Schwärme der Sardinen zu Hause, von denen hier einer mitten durch das Bild zieht. Ihre nahen Verwandten, die Heringe und die Sprotten, leben ebenfalls in riesigen Schwärmen. Alle drei Arten haben für die Hochseefischerei große Bedeutung. Ganz im Hintergrund schwimmt ein Blauhai wie ein Schatten vorüber. Dieser gefürchtete Raubfisch wird bis zu 4 Meter lang. Unter ihm schlängelt ein Meeraal dahin. Er sieht dem Flußaal sehr ähnlich, ist aber nicht mit ihm verwandt. Die Weibchen werden über 2 Meter lang. Der große bunte Fisch mit den weißen Tupfen und dem Mopsgesicht ist eine Goldmakrele. Rechts oben schwimmt ein Hornhecht; sein Maul ist zu einer Art Schnabel ausgezogen. Der plattgedrückte Fisch links unten wird Heringskönig genannt, weil er sich gern in der Nähe von Heringsschwärmen aufhält. Über ihm schwimmt eine Dreibärtelige Seequappe. Sie kommt weniger im freien Wasser, sondern mehr am Grunde flacher Meere vor. Ein richtiger Grundfisch ist der Rote Knurrhahn (rechts unten). Bei ihm sind die vorderen Strahlen der Brustflosse frei beweglich. Spinnenartig läuft er mit ihnen über den Meeresboden. Nicht nur Fische beherbergt das offene Meer. Säugetiere wie Wale, Delphine und Robben leben darin, und unter den Kriechtieren haben sich die Seeschildkröten vollendet an das Meer angepaßt. Ihre Vorderfüße sind zu Paddeln umgebildet, mit denen sie geschickt schwimmen. Die abgebildete Art ist eine Unechte Karettschildkröte. In der Kreidezeit und im Alttertiär waren die Seeschildkröten viel artenreicher. Den vier Arten, die heute noch leben, wird stark nachgestellt, weil ihr Fleisch und ihre Eier begehrt sind.

**Von den Fischfangflotten** werden im offenen Meer fast nur Fische gefangen. Jedes Tier benötigt für den Aufbau seiner Körpersubstanz ungefähr die zehnfache Masse an Nahrung. Man könnte sich vorstellen, daß aus 1 000 Kilogramm Algen 100 Kilogramm Kleinkrebse hervorgehen, aus ihnen 10 Kilogramm Heringe, die wiederum 1 Kilogramm Thunfisch ergeben. Die Fischerei der Zukunft wird vielleicht dazu übergehen, schon die ersten Stufen der Nahrungskette zu gewinnen, also Algen oder Kleinkrebse. Das offene Meer könnte dann einen tausendfach höheren Beitrag zur Ernährung der Menschen liefern.

# In ewiger Nacht der Tiefe

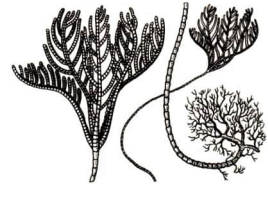
Der größte Lebensraum der Erde, die Tiefsee, steckt noch voller Geheimnisse. Dort unten herrscht ewige Nacht und Stille. Nur selten ziehen geisterhafte Lichter vorbei. Das sind die Leuchtorgane mancher Tiefseetiere.
In den Gebirgen, Ebenen und Abgründen der Tiefsee gibt es keine grünen Pflanzen. Nackt und bloß liegt das Gestein. Das Wasser ist kalt, seine Temperatur liegt immer unverändert nahe dem Nullpunkt. Der Druck ist so hoch wie der im Inneren einer explodierenden Granate.
Noch zu Beginn unseres Jahrhunderts war das Leben in der Tiefsee unbekannt. Erst seit den dreißiger Jahren ist es möglich geworden, mit Tauchgeräten dorthin vorzudringen. Was sich den Forschern zeigte, war überraschend: Die Tiefsee ist zwar dünn besiedelt, doch ihre Tierwelt ist mannigfaltiger, als vermutet worden war. Und sie hört nie ganz auf, selbst in den tiefsten Abgründen nicht! Fast alle Tierstämme haben Vertreter in die Tiefsee entsandt. Urtierchen, Korallen, Faden- und Ringelwürmer, Kleinkrebse, Stachelhäuter, Schnecken und Muscheln dringen bis zum Grunde der Tiefseegräben vor. Nur sind sie dort durch ganz andere Arten vertreten als im flachen Meer.
Müßten die Tiefseetiere nicht robust gebaut sein, um dem hohen Druck zu widerstehen? Sie sind es nicht. Der Druck macht ihnen nichts aus, weil alle ihre Organe auch im Inneren unter dem gleichen hohen Druck stehen. Werden Tiefseetiere jedoch an die Oberfläche geholt, dann zerreißt ihr Körpergewebe, und sie gehen zugrunde. Überhaupt sind sie gegen geringste Änderungen des Druckes, der Temperatur oder des Salzgehaltes sehr empfindlich. Nirgendwo herrschen ja so gleichbleibende Bedingungen wie in ihrer Welt.
Trotz der Finsternis besitzen viele Tiefseetiere übergroße Augen. Was sie damit sehen, sind die Leuchtorgane, mit denen viele andere Tiere ihrer Umgebung ausgerüstet sind. Diese Laternen dienen den Männchen und Weibchen der gleichen Art dazu, einander zu finden. Manche räuberische Arten haben Laternen vor dem Maul hängen, so daß Beutetiere in diese Falle gelockt werden.
Das ärgste Hindernis, das die Bewohner der Tiefsee zu überwinden hatten, war die Nahrungsarmut. Je tiefer das Meer, desto spärlicher ist der Tisch gedeckt. Die Mäuler vieler Tiefseefische sind zu grotesken Fangapparaten erweitert, ja die Tiere scheinen fast nur aus Maul zu bestehen. Die Mägen einiger Arten lassen sich so weit dehnen, daß sie Beutetiere aufnehmen können, die größer sind als sie selbst. So seltsam ihre Körpergestalt wirken mag, ist sie doch ebenso umweltbedingt wie die anderer Tiere. Ihr ungewohntes Aussehen ist nur ein Ausdruck der so ganz anderen Bedingungen, unter denen sie leben.



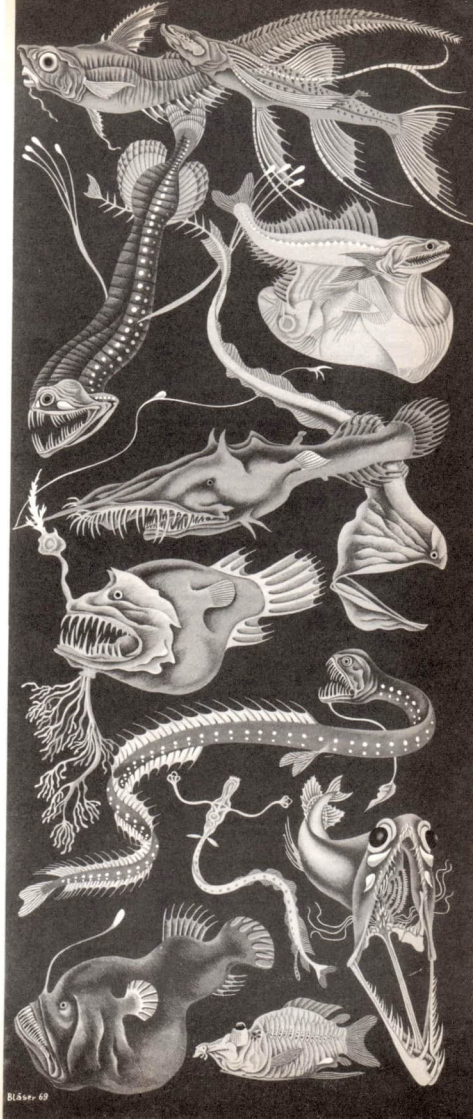

**Bathyskaph** nennt man Tauchgeräte für größte Meerestiefen. Der Tragkörper ähnelt einem U-Boot. Unter ihm hängt eine druckfeste Kugelgondel, in der zwei Mann Platz finden. Der Bathyskaph kann selbständig ab- und aufsteigen; er ist nicht durch ein Seil mit dem Begleitschiff verbunden. 1960 erreichten Jacques Piccard und Don Walsh mit dem Bathyskaph „Trieste" im Marianengraben des Stillen Ozeans eine Tiefe von 10911 Metern. Auch zwei sowjetische Forschungsschiffe, die „Witjas" und die „Akademiemitglied Kurtschatow", haben an der Erforschung der Tiefseegräben des Stillen Ozeans gearbeitet. Die größte bisher vermessene Tiefe ist mit 11 034 Metern das Witjas-II-Tief im Marianengraben.

**Bemannte Stationen** in großer Meerestiefe zu errichten ist ein Wunschtraum der Tiefseeforscher. In Stationen, die in geringer Meerestiefe verankert waren, haben sich Wissenschaftler schon wochenlang aufgehalten. In großen Tiefen bereitet jedoch der ungeheure Druck Schwierigkeiten, die diejenigen des Aufenthalts im Weltraum noch übertreffen.

**Lebende Fossilien.** In der Tiefsee sind die Lebensbedingungen seit mehreren hundert Jahrmillionen nahezu gleich geblieben. Dort haben Tierformen unverändert überlebt, die in längst vergangenen Zeitaltern in die Tiefsee eingewandert waren. Im Kambrium – vor mehr als 500 Millionen Jahren! – waren zum Beispiel Seelilien in allen flachen Meeren verbreitet. Die wenigen Seelilienarten, die es heute noch gibt, kommen alle nur in tieferen Wasserschichten vor. Von vielen urtümlichen Korallen, Weichtieren, Stachelhäutern, die wir nur aus Versteinerungen, aus Fossilien, kennen, sind nahe Verwandte lebend in der Tiefsee aufgefunden worden. Die Ur-Fauna der Tiefsee ist für die Erforschung der Entwicklungsgeschichte des Lebens von großer Bedeutung.



**Fische der Tiefsee.** Die seltsamen Gestalten, die sich auf dieser Seite ein Stelldichein geben, scheinen einem fremden Stern zu entstammen. Und doch sind sie ebenso Lebewesen dieser Erde wie wir selbst. Was uns auf den ersten Blick so grotesk erscheint, ist in Wirklichkeit eine Anpassung an die ewige Nacht und die Nahrungsarmut der Tiefsee. Der Rattenschwanzfisch (Macrurus violaceus) ganz oben lebt in großer Tiefe am Kontinentalabhang. Die Barteln, die kleinen Flossen und die Gestalt lassen in ihm einen Bodenfisch erkennen. Auch der Bathypterios rechts von ihm hält sich am Grunde der Tiefsee auf. Seine Bauchflossen und die Schwanzflosse sind zu Stelzen verlängert, mit denen er auf dem Boden stehen kann. Die Tiefsee ist nur dünn besiedelt. Den Fischen wird es selten gelingen, sich den Magen vollzuschlagen. Viele Arten sind darauf eingerichtet, möglichst große Happen zu bewältigen. Der Chiasmodon niger kann Fische verschlingen, die länger sind als er selbst. Durch seinen Magen, der sich übermäßig gedehnt hat, schimmern Augen und Flossen eines erbeuteten Fisches hindurch. Beim Photostomis guernei haben sich die Bauchflossen in lange Fäden verwandelt. An ihrem Ende tragen sie auf jeder Seite vier Laternen, die im Dunkel der Umwelt leuchten. Mit solchen Leuchtorganen sind viele Tiefseefische ausgerüstet. Für die Tiere der gleichen Art sind sie ein Erkennungszeichen. Bei der Paarung dienen sie als Locksignal für das andere Geschlecht. Mit einer langen Angel, die er auf der Nase trägt, ist der Lasiognathus saccostoma versehen. Auch auf ihr leuchtet eine Laterne. Der Fisch kann die Angel weit nach vorn ausstrecken, und wahrscheinlich gebraucht er sie wirklich als eine Art Köder, um Beute in sein gewaltiges, zahnbewehrtes Maul zu locken, das sich dann wie eine Reuse über dem Opfer schließt. Die Linophryne arborifera unter ihm besitzt ebenfalls ein beleuchtetes Köderorgan auf der Nase. Ihr phantastischer Kinnbart ist mit Geschmacksnerven gespickt; in der lichtlosen Tiefsee „erschmeckt" sich dieser Fisch vermutlich seinen Weg. Das Maul des Eurypharynx peleconoides übertrifft jedes gewohnte Maß. Die Unterkiefer gleichen den Bügeln einer Falle, und der Rachen ist ein gewaltiger Schnappsack. Der lange, aalartige Körper und der winzige Kopf scheinen nur ein Anhängsel dieses Fangapparates zu sein. Genauso langgestreckt ist der Idiacanthus fasciola, der sich quer durch das Bild schlängelt. In der Mitte unter ihm ist ein eigentümlicher Stielaugenfisch zu sehen. Die Zoologen haben darin zuerst eine eigene Art gesehen, doch dann stellte es sich heraus, daß er nur das Jugendstadium des Idiacanthus ist. Die Stiele, an denen die Augen sitzen, bilden sich beim Heranwachsen zurück. In der untersten Reihe sind noch einmal drei wahre Schreckgespenster vereint. Links ein Tiefseeteufel (Melanocetus) von plumper, zusammengestauchter Gestalt. In der Mitte ein Opisthoproctus grimaldi – seine Teleskopaugen sind senkrecht nach oben gerichtet, und als Ausnahme unter den Tiefseefischen hat er nur ein winziges Maul. Beim Malacosteus indicus dagegen ist das Maul zu einer fürchterlichen Fangmaske umgewandelt. Die hellen Flecken unter den Augen sind Leuchtorgane. Das ahnungslose Opfer, das auf sie zuschwimmt, wird von dem vorschnellenden Unterkiefer gepackt. Enterhaken gleich, bohren sich die Zähne in die Beute, ziehen sie in den Schlund, und schon klappt der Kiefer zu.



# Zauber der Korallenriffe

**Atolle** nennt man Koralleninseln, die wie ein Ring oder ein Hufeisen gestaltet sind. Im Inneren umschließen sie einen flachen See, die Lagune. Die Außenseite der Atolle fällt steil ab, meist bis in große Wassertiefe. Viele Atolle stehen mit ihrem Fuß auf untermeerischen Vulkankegeln. Die Spitze dieser Berge muß einst bis zur Oberfläche des Meeres gereicht haben, denn riffbildende Korallen leben nur in flachem Wasser. Dann ist der Berg abgesunken (oder der Meeresspiegel ist gestiegen), und die Korallen sind auf den Skeletten ihrer abgestorbenen Vorfahren dem Licht zu gewachsen, jahrmillionenlang. So sitzt das heute lebende Korallenriff des Atolls auf einem untermeerischen Turm aus toten Korallen, der oft mehr als tausend Meter hoch ist. Dicht unter der Wasseroberfläche werden Korallenkalk, Muschelschalen und andere tierische Überreste von der Brandung zu feinem Sand zerrieben. Die Wellen spülen den Sand an einzelnen Stellen zu flachen Bänken zusammen, die über den Wasserspiegel hinausragen. Werden nun noch Pflanzensamen angetrieben, dann können sie keimen, und ihre Wurzeln halten den Sand zusammen. Aus Sand und Pflanzenresten bildet sich neuer Boden. Die Pflanzenwelt wird dichter, sogar Palmen vermögen zu gedeihen. Die meisten Atolle sind weniger als tausend Meter breit. Nur die größten von ihnen eignen sich zum dauernden Wohnsitz für Menschen.

**Das Große Barriere-Riff** zieht sich 2000 Kilometer lang vor der Ostküste Australiens hin. Nach dem Meere zu fällt es bis in eine Tiefe von 2500 Metern ab. Dieses Riff, gebaut von Korallentieren, übertrifft alle von Menschen geschaffenen Bauwerke an Größe um ein Vielfaches. Für die Schifffahrt bildet das Riff ein Hindernis, da es den Zugang zu den Häfen erschwert.

Eine prächtigere Märchenwelt als das Korallenriff hat das Leben nie hervorgebracht. Myriaden von Korallentierchen sind die Baumeister. Sie gehören zu den Hohltieren, sind Verwandte der Quallen und Seerosen. Jedes Tierchen sitzt mit seinem Fuß in einem becherförmigen Panzer aus Kalk, den es selbst ausgeschieden hat. Oben schaut nur die Mundöffnung heraus, umgeben vom Kranz der Tentakel. Korallentierchen ähneln eher kleinen Blüten als Tieren. Sie vermehren sich durch Knospung. So wachsen sie allmählich zu großen Kolonien, zu Korallenstöcken, heran. Bei jeder Art hat der Stock eine besondere Form und Farbe: wie kleine Bäumchen, wie Fächer, wie Gitter und Krusten sehen sie aus.

Korallen scheiden ihren Panzer auf irgendeinem festen Gegenstand ab. Meist sind es die leeren Kalkskelette ihrer abgestorbenen Vorfahren, auf denen sie weiterbauen. Im Laufe langer Zeiten entsteht aus den Skeletten ungezählter Generationen das Korallenriff. Riffbildende Korallen kommen nur in flachen, lichtdurchfluteten Meeren vor. Überhaupt sind sie sehr anspruchsvoll. Das Wasser muß salzreich, bewegt und klar sein. Seine Temperatur darf nicht unter 20 °C sinken. Deshalb sind die Korallenriffe auf die tropischen Meere beschränkt. Sie treten in drei Formen auf: Saumriffe ziehen sich unmittelbar an der Küste hin; Barriere-Riffe verlaufen als Wall parallel zur Küste und sind von ihr durch einen Kanal getrennt; Atolle sind ringförmig auf abgesunkenen Inseln gewachsen.

Die Korallenbauten bieten einer reichen Tierwelt Daseinsmöglichkeiten. Der Naturforscher Ernst Haeckel schrieb: „Welch fabelhafte Fülle des buntesten Tierlebens auf diesen Korallenbänken durcheinanderwimmelt und miteinander ums Dasein kämpft, davon kann man sich erst bei genauerem Studium ein Bild machen. Jeder einzelne Korallenstock ist eigentlich ein kleines zoologisches Museum."

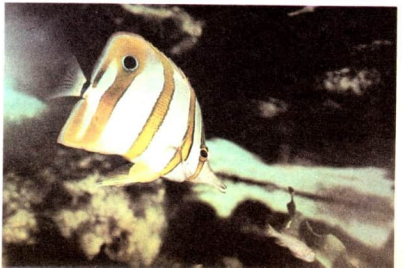
**Langusten** sind in den Korallenriffen der Karibischen See häufig. Tags verbergen sie sich in Felsspalten, nachts gehen sie auf Fang aus.

**Die Welt der Korallen** ist sehr formenreich. Zu den schönsten gehört der Venusfächer aus dem Karibischen Meer (im Mittelgrund links). Rechts davon schwimmt ein Süßlippen- oder Grunzerfisch.

**Wie ein schmaler Reif** umgibt das Korallenriff dieses Atolls die Lagune in seinem Inneren. Die Lagune ist nur flach. Die Oberfläche des Riffes ist mit Korallensand bedeckt, auf dem Haine von Kokospalmen wachsen.

**Die Hirnkoralle** beherbergt andere Tiere als Untermieter. Sie hat Röhrenwürmer ganz umwachsen, nur der Tentakelkranz schaut heraus.

**Jeder Pinzettfisch** verteidigt sein Revier. Die auffälligen Farben sollen Artgenossen warnen: „Vorsicht, Zutritt verboten!" Mit dem langen Maul holt der Fisch sich seine Beute aus den Spalten und Löchern der Korallen heraus.



# An Meeresgrund und Küste

**Mit Tauchgerät und Kamera** spüren Zoologen den Geheimnissen der küstennahen Tierwelt nach. Im Hintergrund schwimmt eine Ohrenqualle.

**Der Steinpicker** lebt an den Küsten des nördlichen Atlantischen Ozeans. Auch in der Ostsee kommt er vor. Er ist ganz dem Leben am Meeresgrund angepaßt.

**Der Taschenkrebs** ist an den Küsten der Nordsee und des Mittelmeeres verbreitet. Erwachsene Tiere werden so groß wie ein Suppenteller.

Je flacher das Meer, desto reicher ist die Tierwelt an seinem Grund. Nahe der Küste, wo noch das Sonnenlicht bis zum Boden dringt, gedeihen braungrüne Tange. Mit einem wurzelähnlichen Fuß sind diese hochentwickelten Algen am Meeresgrund festgewachsen. Ihre langen Triebe werden von gasgefüllten Blasen getragen. In den Tangwäldern finden viele und sehr verschiedenartige Tiere Unterschlupf. Garnelen und andere Krebse staksen zwischen den Trieben umher, Seepferdchen und zahlreiche kleine Fische verstecken sich darin.

Nicht weniger dicht und mannigfaltig ist das Tierleben am Meeresboden. Wo der Grund sandig oder schlammig ist, haben sich Schnecken, Muscheln, Röhrenwürmer und Plattfische in ihm eingegraben. Ihr verborgenes Dasein wird nur an Öffnungen und Spuren im Sand sichtbar. Den im Boden lebenden Tieren stellen räuberische Stachelhäuter, Schnecken und Krebse nach, die auf ihm umherkriechen. Wieder andere Tiere sind nur auf felsigem Grund zu finden. Dort haben sie sich festgesaugt oder angeheftet. Fast jeder Stein, jedes Stück Holz ist mit Seepocken übersät, kleinen Krebstieren, von denen gewöhnlich nicht mehr als das napfförmige Häuschen zu erkennen ist, unter dem sie stecken.

Wie die Seepocken, so sind auch die Schwämme und Korallen zeitlebens angewachsen. Auf dem Land wäre das keinem Tier möglich, denn es muß seine Nahrung suchen, muß ihr nachgehen. Ganz anders am Meeresgrund. Das Meerwasser ist ja von Plankton erfüllt, jenen mikroskopisch kleinen Lebewesen, die frei darin schweben. Außerdem enthält es die Reste abgestorbener Lebewesen. So ist das Wasser, das sie zur Atmung brauchen, für viele Tiere des Meeresgrundes zugleich die nährende Suppe. Wie im Schlaraffenland sperren sie nur den Mund auf, und schon fliegen die gebratenen Tauben hinein. Die meisten festsitzenden Meerestiere filtern aus dem Wasser, das sie in sich hineinstrudeln, ihre Nahrung heraus.

Das Meer bietet wenig Schutz. Überall lauern räuberische Feinde. Viele Meerestiere haben kräftige Gehäuse und mannigfaltige Abwehrwaffen entwickelt, die sie vor dem Gefressenwerden schützen. Korallen und Seepocken bauen sich Gehäuse aus Kalk. Muscheln und Schnecken schleppen ihr Haus immer mit sich umher. Der Seeigel und andere Stachelhäuter sind mit spitzen Stacheln gepanzert. Krebse stecken in einer harten Rüstung. Die Blumentiere besitzen Nesselkapseln, die bei jeder Berührung durch ein anderes Tier explodieren und einen Hagel winziger vergifteter Pfeile abschießen. Tintenfische nebeln sich ein: Sie stoßen eine tiefdunkle Farbe aus, die ihren Feinden die Sicht nimmt.

**Leben an einer Felsküste** des Mittelmeeres. Zahlreiche Arten von Meeresvögeln finden an der Küste Rast- und Brutplätze oder gehen dort der Futtersuche nach. Auf dem Pfahl sitzt eine Zwergscharbe, ein Vogel, der mit großem Geschick nach Fischen zu tauchen versteht. Im Vordergrund rastet ein Trupp Schwarzkopfmöwen, über ihnen fliegt eine Sturmschwalbe. Robben verbringen die längste Zeit ihres Lebens im offenen Meer. Zeitweilig suchen sie jedoch auch die Küste auf, vor allem, wenn sie ihre Jungen werfen. Auf dem Fels ruht eine Mönchsrobbe. Diese Art ist fast ausgestorben, nur wenige Tiere leben noch im Mittel- und im Schwarzen Meer. Der Leierfisch ist an seiner hohen Rückenflosse und seinen breiten Brust- und Bauchflossen zu erkennen; sie sind eine Anpassung an das Leben und Jagen in zerklüfteten Felsen. Die dunkel gefärbte Makrele hält sich nur während der Laichzeit an der Küste auf, im Sommer lebt sie in den oberen Wasserschichten der offenen See, im Winter in tieferen Zonen. Ein dauernder Bewohner der Felsküste ist dagegen der Schriftbarsch. Er wird wegen der seltsamen Zeichnung an den Seiten des Kopfes so genannt. Jeder Schriftbarsch bewohnt ein Revier, das er gegen alle Artgenossen verteidigt. Im Zentrum des Reviers liegt eine Höhle, die der Fisch als Versteck benutzt. Von dort aus lauert er seinen Beutetieren auf. Krebse bewohnen die Küste in vielen Arten, sie ist ihr eigentliches Reich. Mit langen Antennen ist die Languste ausgestattet, ein großer Krebs mit wohlschmeckendem Fleisch. Unter ihr sitzt eine grauschwarze Samtkrabbe. Ganz unten im Bild sehen wir noch einen dritten Krebs. Er schaut nur mit dem Kopf, den Scheren und zwei Beinpaaren aus einem leeren Schneckenhaus heraus. Dieses Haus schleppt er ständig mit sich, und bei Gefahr zieht er sich ganz darin zurück. Die Eigenart, leere Schneckenhäuser zu beziehen, hat ihm den Namen Einsiedlerkrebs eingetragen. Sein Hinterleib ist weich und ungeschützt. Die hinteren Beinpaare sind zu Stummeln verkümmert, mit denen er sich in dem Haus festklammert. Auf den Schneckenhäusern, die von Einsiedlerkrebsen bewohnt sind, siedeln sich gern See-Anemonen an. Diese Hohltiere saugen sich mit ihren Fußscheiben fest und können nicht selbst umherwandern. Sie lassen sich vom Einsiedlerkrebs mitschleppen, und mit ihren Tentakeln fangen sie die Reste auf, die vom Futtertisch des Krebses abfallen. Sie selbst gewähren dem Krebs einen zusätzlichen Schutz gegen Feinde, denn ihre Tentakeln sind mit Nesselkapseln ausgestattet. Das Zusammenleben von zwei artverschiedenen Lebewesen zum gegenseitigen Vorteil wird Symbiose genannt. An dem Pfahl sitzen zwei rote Schwämme, darunter haben sich Miesmuscheln festgesponnen. Unter der Languste liegt das leere Haus eines Tritonshorns, einer großen Schneckenart. Ganz unten kriecht ein Purpur-Seestern, hinter ihm sind drei Rippenmuscheln zu sehen. Über dem Schriftbarsch bedecken die weißen Kalkgehäuse der Seepocken den Stein. An Pflanzen sind verschiedene Tange abgebildet, als auffälligster der große, durchlöcherte Siebtang. Alle Tiere und Pflanzen, die diesen Ausschnitt der Felsküste besiedeln, bilden eine Lebensgemeinschaft, eine Biozönose, wie der Wissenschaftler sagt. In einer Biozönose leben ganz bestimmte Arten zusammen, und zwar nach ganz bestimmten Regeln der Verteilung, der Anzahl und der gegenseitigen Abhängigkeit.

**Schlanke Palmen** wachsen im regenreichen Bergwald der Tropenzone Südamerikas. Das ganze Jahr über grünt und blüht hier das Pflanzenleben.

**Die Libysche Wüste** liegt unter der Glut der Sonne. Sie scheint ohne jedes Leben zu sein. Und doch finden auch hier Pflanzen und Tiere ihr Auskommen. Bei manchen Wüstenpflanzen ruhen die unterirdischen Teile in einer Art Trockenschlaf. Wenn es nach Jahren doch einmal regnet, brechen überraschend Blüten und Blätter hervor, wo vorher kaum eine Pflanze zu sehen war. Das Tierleben regt sich nur im Schutz der kühleren Nacht.

# LEBEN AUF DEM LAND

## Die Erde ist grün

Der „Lebensraum Land" ist hundertmal kleiner als der „Lebensraum Meer". Trotzdem leben auf dem Land mindestens zehnmal so viele Tierarten wie im Meer, und alle höheren Pflanzen sind Bewohner des Landes.
Ungefähr 1,5 Millionen Tier- und Pflanzenarten sind wissenschaftlich beschrieben worden. Jahr für Jahr kommen einige Hundert neuentdeckte Tierarten hinzu, vor allem Insekten. Die Zahl aller Arten, die auf dem Festland leben, wird auf nahezu 2 Millionen geschätzt. Zu dieser kaum faßbaren Mannigfaltigkeit ist es gekommen, weil das Land für das Leben viel größere Schwierigkeiten mit sich brachte als das Meer. Da gab es warme, regenreiche Tropen und das „ewige" Eis der vergletscherten Hochgebirgs- und Polarzonen, da gab es sonnendurchglühte Wüsten und die neunmonatige Froststarre der Tundra . . . Um jeden der großen Landschaftsgürtel besiedeln zu können, mußten sich immer wieder andere Tier- und Pflanzenarten entwickeln. Von den Palmen der Südsee bis zu den Fichten der Taiga, von den Kakteen der Wüste bis zum Bambus der Dschungel, von den Eisbären der Arktis bis zu den Elefanten der Savanne – überall begegnen wir Lebensformen, die gerade in dieser Umwelt vorkommen, und nur in ihr, nirgendwo sonst.

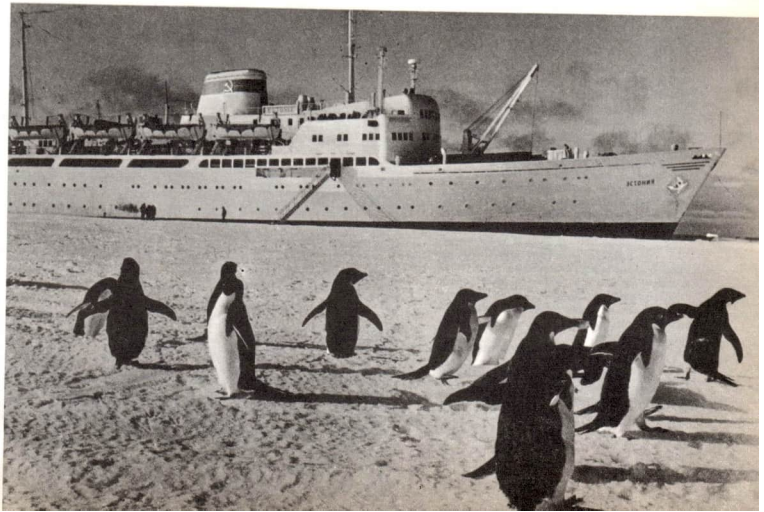
Nicht nur im großen gilt das. Jeder Landschaftsgürtel weist von Erdteil zu Erdteil, von Gebiet zu Gebiet starke Unterschiede auf. In der Sahara leben andere Tierarten als in den Wüsten Australiens. Und selbst im gleichen Bereich kommen auf engstem Raum ganz verschiedene Lebensstätten vor: Im Heidewald liegt ein Moor, im Moor ein Tümpel – das sind drei Welten im kleinen, jede mit nur ihr eigenen Pflanzen und Tieren. Und wenn wir uns das Moor näher ansehen, werden wir auch da viele Unterschiede bemerken. Ein paar Tropfen mehr Feuchtigkeit, ein bißchen weniger Sonnenschein genügen, um die eine Art gedeihen, die andere verschwinden zu lassen.

Dank der Entwicklung immer neuer, besser angepaßter Lebensformen ist das Festland nahezu überall von Leben erfüllt. Zu einem großen Teil trägt es das dichte Kleid der Wälder und Steppen. In der Tundra ist die Pflanzendecke ein wenig schütter geblieben. In der Wüste und der Felsregion der Hochgebirge herrscht sogar der nackte Untergrund vor, aber das Leben hat doch auch dorthin Tausende von Vorposten entsandt.

Die natürliche Pflanzendecke des Festlandes ist durch den Menschen stark verändert worden. Er hat Urwälder gerodet, Steppen und Savannen als Viehweide genutzt oder zu Ackerland umgebrochen, Wüstensteppen und Wüsten bewässert. Die wirtschaftliche Nutzung des Landes hat auch die Tierwelt beeinflußt. Vor allem der Bestand an großen Säugetieren ist fast überall zurückgegangen. An die Stelle natürlicher Arten sind Nutzpflanzen und Haustiere getreten. Die Ertragfähigkeit des Landes ist auf das Mehrtausendfache gesteigert worden.

**Blühende Krokusse** bedecken im Frühling die Matten am Fuße des Hochgebirges, während die Berge noch von Schnee verhüllt sind.

**Kaiserpinguine** halten sich auf dem Eis am Rande Antarktikas auf. Im Hintergrund liegt das sowjetische Forschungsschiff „Estonija". Die Vögel kennen keine Scheu vor dem Menschen, da er ihnen als Feind unbekannt ist. Ihre Flügel sind zu Flossen umgebildet. Als gewandte Schwimmer finden sie ihre Nahrung im Meer. Auf das Eis kommen die Pinguine nur, um zu brüten und ihre Jungen aufzuziehen.



**Regenwald am Amazonas.** Die ersten Europäer, die mit Booten auf dem Amazonas gefahren sind, sahen mit Schrecken die Urwälder, die wie eine undurchdringliche Mauer den Strom zu beiden Seiten begleiten. Noch heute ist die „grüne Hölle" am Amazonas und seinen Nebenflüssen, dieses größte tropische Waldgebiet der Erde, nur wenig erschlossen. Der alles überwuchernde Urwald erschwert die Besiedlung. Für den Naturforscher ist das reiche Pflanzen- und Tierleben alles andere als eine Hölle, es ist ein immer neuer Quell der Erkenntnis. Als die ersten Orchideen, die wie Edelsteine funkelnden Riesenschmetterlinge, als der smaragdfarbene Neonfisch und andere Schönheiten der Natur in dieser Urwaldwildnis entdeckt wurden, wollte das Staunen nicht enden, und selbst heute werden am Amazonas noch unbekannte Arten gefunden. Mächtige Baumriesen bilden ein dichtes Blätterdach. Unter ihm herrscht feuchte, fast erstickende Schwüle und ein düsteres Dämmerlicht. Lianen umschlingen die Baumstämme und winden sich an ihnen empor. Auf verfaulendem Holz, in Gabelungen und Astlöchern siedeln sich andere Pflanzen an, eine die andere überwuchernd, alle um Licht kämpfend: Moose, Farne, Bromeliaceen, Orchideen, Philodendren – eine unübersehbare Artenfülle.
Unter den Säugetieren sind die Affen die regsamsten Bewohner des Regenwaldes. Rechts oben hocken zwei Kapuzineräffchen in den Wipfeln. Gegenüber turnen schwarze Spinnenaffen durchs Geäst. Ihre Arme sind unglaublich gelenkig. Der lange Schwanz ist zu einer „fünften Hand" umgebildet. Wie Trapezkünstler unter der Zirkuskuppel schwingen sie sich 15 Meter weit von Ast zu Ast. Weiter unten sind rotbraune Brüllaffen zu sehen. Sie erfüllen den Urwald mit ihrem ohrenbetäubenden Geschrei. Seitab versteckt sich ein winziges Pinseläffchen. Über ihm kriecht ein Baumstachelschwein hinauf – dieses seltsame Nagetier trägt ein Stachelfell und einen Greifschwanz! Noch abenteuerlicher wirkt der Tamandua oder Kleine Ameisenbär. Unten rechts ist einer abgebildet. Mit seinen Klauen reißt er Ameisen- und Termitenbaue auf. Dann streckt er seine lange, schmale Zunge hinein, und die Insekten bleiben an ihr kleben. Links von ihm hängen Dreizehen-Faultiere an den Ästen. (Auf der nächsten Seite ist ein Zweizehen-Faultier abgebildet, und dort kann man mehr über diese Tiere erfahren.) Weiter oben lauert ein Ozelot, ein katzenartiges Raubtier.
Vielgestaltig ist die Vogelwelt der Amazonaswälder. Bunte Aras und andere Papageien lärmen in den Wipfeln. Links fliegt ein Pärchen blauer Hyazinth-Aras ab. Fast ebenso häufig wie Papageien sind Tukane anzutreffen. Auf unserem Bild sind drei verschiedene Arten dargestellt; man erkennt sie an den riesenhaften Schnäbeln. Die Tukane ernähren sich vorwiegend von Früchten. Sind ihre Schnäbel eine Fruchtpresse? Hat die Natur sich nur einen Spaß geleistet? Oder ist der Schnabel ein Schmuck, wie es die langen blauen Schwanzfedern der Sägerake und die Haube des Schirmvogels sind? Wir haben noch keine Erklärung dafür. (Diese beiden Vögel sitzen in der Nähe des Ameisenbären.)
Der Urwald ist auch reich an Fröschen, Kröten, Schildkröten, Echsen, Schlangen und Riesenschlangen. Zwei Arten sind ganz unten abgebildet: links ein Leguan und rechts die grüne Hundskopfboa, eine Riesenschlange.

# Tropischer Regenwald

Nirgendwo auf dem Festland herrscht so ein üppiges Leben wie in den Urwäldern der Tropen. Sie liegen zu beiden Seiten des Äquators. Dort brennt die Sonne jahraus, jahrein mit gleicher Heftigkeit. Nahezu täglich gehen Regengüsse nieder. Trockenzeiten gibt es nicht, oder sie sind nur kurz. Wenn Wärme, Licht und Wasser so überreich zur Verfügung stehen, wachsen die Pflanzen schneller als in einem Treibhaus. Wer mit dem Flugzeug über den Regenwald fliegt, sieht unter sich einen grünen Ozean, ohne jede Lichtung.

Im Inneren ist der Regenwald nicht so undurchdringlich, wie es von außen den Anschein hat. Er ist deutlich in Stockwerke gegliedert. Das wichtigste Stockwerk besteht aus den Baumkronen. In einer Höhe zwischen 20 und 30 Metern bilden sie ein vollständig geschlossenes Blätterdach. Die Blätter sind groß, derb, lederartig. Über dieses Stockwerk stoßen nur einzelne Urwaldriesen empor. Ihre Wipfel wachsen wie grüne Hügel aus der Ebene des Kronendaches heraus.

Unter dem Kronendach des Regenwaldes herrscht immerwährende Dämmerung. Die Baumkronen lassen kein Sonnenlicht hindurch. Auch den Wind halten sie ab, so daß die Feuchtigkeit nicht verdunsten kann. Alles trieft vor Nässe. Die Luft ist unerträglich schwül. Aber hier fehlt es den Pflanzen an Licht. Nur wenige Arten vermochten sich dem Leben in diesem Halbdunkel anzupassen. Die schlanken Säulen der Baumstämme sind bis in eine Höhe von 20 Metern unverzweigt. Sie sind von Lianen wirr umschlungen. Luftwurzeln hängen an den Bäumen herab. Die Wurzeln der Bäume haben abenteuerliche Formen: Wie Schlangen kriechen die einen über den Boden, als Bretter oder als Stelzen sind andere gestaltet. Der Boden ist nur von einer dünnen Laubschicht bedeckt, denn in der schwülheißen Treibhausluft verfaulen und verwesen alle organischen Stoffe sehr schnell. Sie verwandeln sich in mineralische Nährstoffe zurück, die von den Wurzeln der Bäume und Schlinggewächse sofort wieder aufgenommen werden.

Auch das Tierleben ist unterhalb des Kronendaches nicht allzu reich, wenn man von den Insekten absieht, die zu Myriaden und in zahllosen Arten umherwimmeln. Die höheren Tiere bevorzugen die Region der Baumkronen. Die meisten von ihnen haben sich zu wahren Kletter- und Springkünstlern ausgebildet.

Der tropische Regenwald nimmt mehr als ein Zehntel der Festlandfläche und fast die Hälfte des Waldbestandes der Erde ein. Am weitesten ausgedehnt ist er im Tiefland des Amazonas, im Flußgebiet des Kongo und im tropisch-heißen Südostasien.

**Faultiere** leben in den Kronen der Bäume südamerikanischer Regenwälder. Mit ihren zu starken Haken umgebildeten Krallen hangeln sie an den Ästen entlang. Sie ziehen sich Zweige heran, reißen das Laub ab und stopfen es sich in den Mund. Das alles geschieht im Zeitlupentempo. Die meiste Zeit verbringen die Faultiere damit, zu verdauen und zu schlafen. Ihr Haarkleid ist dicht und fühlt sich wie Stroh an. Bei gefangenen Faultieren im Zoo sieht es gelbbraun aus. Im Regenwald aber siedeln sich Algen darin an. Sie geben dem Fell eine grünliche Färbung, so daß ein unbewegliches Faultier im Halbdunkel des Blattgewirrs kaum zu erkennen ist. Auf dem Boden ist das Tier hilflos, aber dem Leben als träger Pflanzenfresser des tropischen Regenwaldes ist es gut angepaßt.

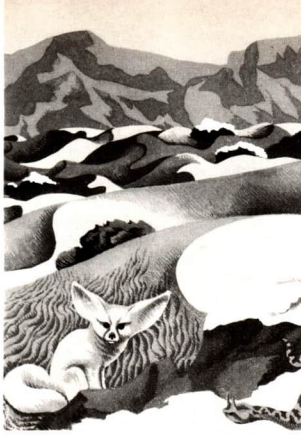
**Der Orang-Utan,** ein Menschenaffe, bewältigt das Dasein im Tropenurwald in anderer Weise. Er ist weit reger als das Faultier. Mit seinen mächtigen Hangelarmen schwingt er sich von Ast zu Ast. Wie sehr seine ganze Gestalt auf das Baumbewohnen „zugeschnitten" ist, zeigt ein Vergleich mit dem Menschen: Ein erwachsenes Orang-Utan-Männchen wiegt 75 Kilogramm. Es ist jedoch wenigstens 20 Zentimeter kleiner als ein ebenso schwerer Mensch, weil seine Beine so kurz sind. Seine Arme könnten dagegen die eines Riesen sein. Waagerecht ausgestreckt erreichen sie eine Spannweite von 2,60 Metern! Der Orang-Utan kommt nur auf den südostasiatischen Inseln Sumatra und Kalimantan vor. Er bewohnt die feuchtheißen Urwälder der Tiefebenen. Die Baumkronen verläßt er so gut wie nie. Er nährt sich vorwiegend von Früchten. Durch starke Verfolgung ist der Orang-Utan vom Aussterben bedroht.

# Unter sengender Sonne

Was der tropische Regenwald im Überfluß hat, das fehlt der Wüste fast ganz: Wasser. Selten nur geht ein Regenguß nieder, oft jahrelang nicht. Deshalb fließen in ihr keine Quellen, entspringen in ihr keine Flüsse. Ein Achtel des Festlandes ist Wüste. Die Sahara allein ist fast so groß wie Europa.

Aber das Leben hat auch vor der äußersten Trockenheit nicht haltgemacht. Tote Wüsten gibt es nicht. Überall ist Leben, mag es auch noch so spärlich, noch so verborgen sein. Freilich, zu einer dichten Pflanzendecke kommt es in der Wüste nirgendwo. Nur in Flecken und Tupfen sind die Pflanzen verteilt; oft bleiben sie monate-, ja jahrelang fast unsichtbar.

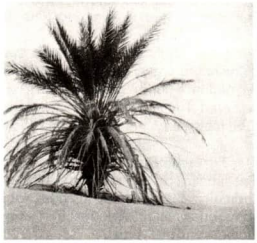
Mit der Trockenheit werden die Pflanzen auf dreierlei Art fertig. Bei der einen Gruppe sterben die Pflanzen während der Dürre ab. Nur ihre Samen bleiben zurück. Sie sind ungemein widerstandsfähig und behalten viele Jahre lang ihre Keimfähigkeit. Sobald es regnet, keimen sie, und in kürzester Zeit wächst und blüht die Pflanze. Ist alles Wasser aufgebraucht, dann sind die neuen Samen schon wieder reif. Andere Pflanzen bringen es fertig, auch unter den ungünstigsten Bedingungen noch Wasser zu finden. Die Wurzeln des amerikanischen Mesquite-Baumes dringen 30 Meter tief in den Untergrund hinab, um Feuchtigkeit aufzuspüren! Die dritte Gruppe sind Sukkulenten. Sukkulent bedeutet „saftstrotzend". Die Blätter oder der Stamm dieser Pflanzen sind dick und fleischig. Sie speichern einen großen Vorrat an Wasser. Kakteen sind solche lebenden Feldflaschen. Ihre Gestalt ist abgerundet, oft



**Pflanzen in der Wüste.** Am Rande eines kahlen Gebirges hat der Wind den Sand zu sichelförmigen Dünen zusammengeweht. Einzelne Felsbrocken sind vom Sand noch nicht verschüttet worden. Die Sträucher haben ihr Laub abgeworfen. Nur wenn einmal einer der seltenen Regenfälle niedergeht, ergrünen und blühen sie für kurze Zeit. Viele Monate, ja Jahre können vergehen, ehe dieser Augenblick eintritt. Die Wurzeln der Sträucher streichen unter der Erde weiter umher und gehen viel tiefer, als es die oberirdischen Teile ahnen lassen. Jeder Tropfen Wasser, den sie aus dem Boden saugen, bedeutet Leben. Auf den Kampf um Wasser und den Schutz gegen Austrocknung ist das ganze Dasein der Wüstenpflanzen eingestellt. Falls sie Blätter tragen, sind sie nur so groß wie Schuppen.

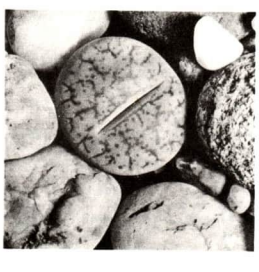
**Das Tal des Todes** ist eine Wüste in Kalifornien (USA). Seine Pflanzenwelt besteht vorwiegend aus Kakteen und Trockensträuchern. Kakteen prägen das Bild der meisten amerikanischen Wüsten und Wüstensteppen. Im Inneren speichern sie einen Wasservorrat, so daß sie lange Trockenzeiten überstehen können.

**Eine Dattelpalme** wird von einer Wanderdüne verschüttet. Ihr Stamm steckt schon mehrere Meter tief im Sand. Nur so lange, wie sie schneller wächst, als das Sandmeer steigt, wird sie grünen.



**Tiere der Wüste.** Ganz links hockt ein Fennek, ein Wüstenfuchs. Seine großen Ohren kennzeichnen ihn als ein Nachttier. Überhaupt spielt sich das Leben der Wüstentiere vor allem in der Nacht ab. Tags ruhen sie in kühlen Verstecken unter der Erde. Rechts vom Fennek kriecht eine giftige Hornviper. Auf einem Felsblock sonnt sich ein Schleuderschwanz. Diese Echse ist durch eine derbe, von dicken Schuppen und Platten bedeckte Haut gegen die Austrocknung geschützt. Unter ihr kauern drei Springmäuse. Auf ihren langen Hinterbeinen können sie in weiten Sätzen fliehen. Als Nachttiere besitzen sie große Augen. An Vögeln sind ein Segler (links), auf dem Strauch ein Weißkopfgeier und in der rechten Bildhälfte ganz unten ein Sandflughuhn abgebildet.

**Wie Kieselsteine** sehen manche sukkulente Gewächse aus, die in den Trockengebieten Afrikas vorkommen. Ihr steinähnliches Aussehen macht sie für pflanzenfressende Tiere schwer auffindbar.



kugelig. Blätter fehlen. So besitzen sie nur eine kleine Oberfläche, und die Verdunstung ist stark herabgesetzt. Einen zusätzlichen Schutz bietet die derbe Haut, die manchmal noch mit einem Haarfilz bekleidet ist.

Schwierig war es auch für die Tiere der Wüste, sich dem Wassermangel anzupassen. Die meisten Wüstentiere trinken nie. Sie stillen ihren Durst nur durch den Saft der Pflanzen, die sie fressen, oder durch das Blut ihrer Beute. Leiden die Tiere der Wüste Not? Sicher nicht. Sie sind gerade diesem Dasein angepaßt. Wüstenwesen, auch wenn sie noch so unscheinbar aussehen, sind keine Kümmerformen des Lebens. Der Kaktus, den man zu reichlich gießt, wächst nicht schneller, er stirbt. Würde es in der Wüste mehr regnen, dann wären die Pflanzen, die heute dort leben, zum Tode verurteilt, und andere träten an ihre Stelle.

Das Leben in der Wüste ist keineswegs eintönig. Denn Wüste ist ja nicht gleich Wüste. Auch Wüsten gliedern sich in die mannigfaltigsten Landschaften mit oft schroffen Gegensätzen. Das „Sandmeer" macht nicht einmal ein Zehntel aller Wüsten aus! Und ebenso reich sind auch die Formen, mit denen das Leben sich dem Wüstendasein angepaßt hat. Feste Wohnplätze des Menschen finden sich in der Wüste nur dort, wo es immer Wasser gibt: in den Oasen. Die offene Wüste bietet nur wandernden Hirten einen kärglichen Lebensunterhalt. Heute sind die Wüsten noch immer sehr, sehr dünn besiedelt. Die Sowjetunion hat in den jüngsten Jahrzehnten viele Millionen Hektar der mittelasiatischen Wüsten durch große Stauanlagen und Kanäle mit Wasser versorgt. In den Wüsten der Erde liegen noch große Möglichkeiten der wirtschaftlichen Erschließung.

# Steppen und Savannen

Im Frühling ergrünt die Steppe. Bald darauf wird sie zum Blütenmeer. Im Sommer beginnt sie zu vergilben. Im Herbst sieht sie wie versengt aus. Im Winter ruht sie unter einer dünnen Schneedecke. Steppen sind Grasland. Von der ungarischen Tiefebene über die Ukraine und Kasachstan bis weit nach Sibirien hinein erstreckt sich das größte Steppengebiet der Erde. In Nordamerika werden die Steppen mit hohem Gras Prärien, die mit niederem Gras Plains genannt. Die Steppen Südamerikas heißen Pampas.

Das Klima der Steppen ist trockener als das des Waldlandes, aber feuchter als das der Wüste. Die Sommer sind heiß, die Winter streng und schneearm. Bäume vermögen in diesem Klima nicht mehr zu gedeihen. Aber die Feuchtigkeit reicht noch aus, um eine geschlossene Decke aus Gräsern und Kräutern zu versorgen. Zwischen Steppe und Wald gibt es viele Übergänge. Ist das Grasland von Baumgruppen durchsetzt, dann gleicht es einem Park.

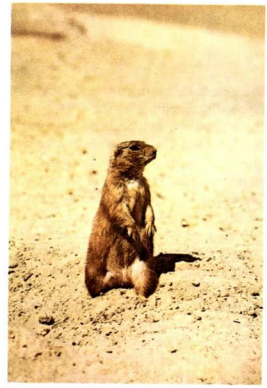
Die Steppe war das Land der großen, schnellfüßigen Huftiere. Sie war es, denn ihre Großtierwelt ist so gut wie ausgerottet. Wildpferde und Ure gibt es in ganz Europa nicht mehr. Der amerikanische Bison hat nur in Naturschutzgebieten überlebt. Mehrere Haustierarten stammen von Steppentieren ab: Pferd, Rind und Schaf. An kleinen Säugetieren kommen in den Steppen vor allem viele Nagetiere vor. Sie hausen in unterirdischen Bauen. Nur in der Dämmerung gehen sie auf Futtersuche aus.

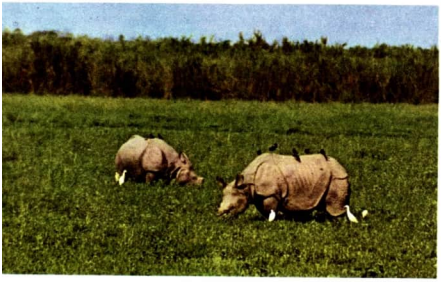
**Afrikanische Savannen** sind offenes Grasland, das von einzelnen Schirmakazien oder kleinen Gehölzgruppen durchsetzt ist. Oft sieht die Savanne wie ein Park aus. Je feuchter sie ist, desto mehr nehmen die Bäume zu und desto höher werden die Gräser. Während der Regenzeit sind die Grasfluren frischgrün, in der langen Trockenzeit verdorrt die Savanne jedoch, und viele Bäume werfen dann das Laub ab. Die Savanne war ursprünglich von riesigen Großtierherden belebt. Heute haben sich nur noch Reste dieser Tierwelt erhalten, denn die Savannen werden weithin als Ackerland oder Viehweiden genutzt.

In der Mitte des Bildes sind vier Zebras zu sehen, gestreifte Wildpferde. Hinter ihnen stehen zwei Strauße. Diese flugunfähigen, schnellfüßigen Großvögel leben nur in sehr trockenen Savannen und in Halbwüsten. Rechts von ihnen sind drei Kuhantilopen abgebildet, vorn rechts zwei Impalas, eine kleinere Antilopenart. Auch die seltsamen Tiere vor den Zebras gehören zu den Antilopen, sehen jedoch halb wie ein Pferd, halb wie ein Büffel aus. Es sind Weißbartgnus. Ganz hinten links ist ein Nashorn zu erkennen. Diese großen, schweren Tiere leben einzeln oder in kleinen Trupps in den feuchteren Savannen. Im Vordergrund sind noch drei Vogelarten dargestellt: ein Sekretär, drei Perlhühner und ein Nashornvogel.

**Alle Getreidearten** stammen von Steppengräsern ab. Sie gedeihen auf Steppenböden vorzüglich. Deshalb sind die Steppen unter den Pflug genommen worden. Der weitaus größte Teil der Weltgetreideernte reift auf Steppenböden heran. Sind die Steppen so trocken, daß der Ackerbau sich nicht mehr lohnt, dann werden sie als Weideland genutzt. Nur wenige Steppen sind noch in ihrem natürlichen Zustand erhalten geblieben.

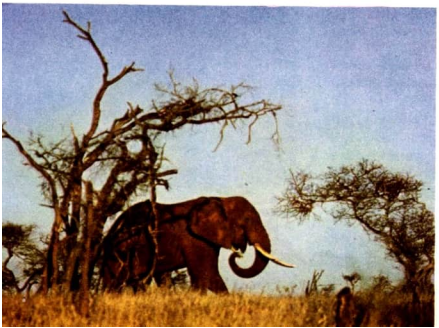
Die Savannen des tropischen Afrikas haben manche Ähnlichkeit mit den Steppen der gemäßigten Zone, denn auch in der Savanne werden weite Flächen von Gräsern eingenommen. Je trockener die Savanne ist, desto mehr überwiegt die Grasflur, je feuchter sie wird, desto stärker setzen sich Bäume und Sträucher durch, bis sie schließlich äquatorwärts in tropischen Regenwald übergeht.
In der Trockensavanne wird die Grasflur nur von einzelnen Bäumen oder Bauminseln durchsetzt. Während der kurzen Regenzeit sind die Gräser grün und saftig, die Bäume tragen Blätter. Die lange, heiße Dürrezeit trocknet das Land jedoch aus, bis es wie verbrannt daliegt. Die Bäume verlieren ihr Laub, das Gras verdorrt. Die Trockensavanne ist das Reich der großen afrikanischen Huftiere. Herden von Antilopen und Zebras leben in ihr. Zahlreich sind Giraffen, Elefanten, Nashörner, Strauße. Und von diesen Pflanzenfressern ernähren sich die Raubtiere: Löwen, Leoparden und andere Großkatzen. Was vom Mahl der Raubtiere übrigbleibt, verschlingen Hyänen, Schakale und Geier. Nirgendwo sonst auf der Erde gibt es eine so reiche Großtierwelt wie in den Savannen.





**Der Präriehund** ist eine Nagetierart der nordamerikanischen Steppen. Mit Hunden hat er nichts zu tun. Vielmehr ist er ein Verwandter der Eichhörnchen. Den irreführenden Namen tragen die Präriehunde, weil ihre bellenden Laute an Hundegekläff erinnern. Wie viele andere kleine Steppentiere suchen auch die Präriehunde Schutz unter der Erde. Sie verbergen sich in selbst gegrabenen Erdbauten. Präriehunde siedeln in Kolonien, die aus zahlreichen, dicht beieinanderliegenden Erdbauten bestehen.

**Vom Panzernashorn** leben heute nur noch etwa 500 Tiere, davon 200 im Kaziranga-Reservat in Assam (Indien). Sie kommen im sumpfigen Dschungel vor, der aber genügend offene Gras- und Schilfflächen aufweisen muß. Solche Übergänge zwischen feuchtem Grasland und Wald treten in vielen geographischen Zonen auf; die Moore unserer Heimat gehören zu ihnen.



**Ein Elefant** zieht durch die Savanne des Tsavo-Nationalparkes im südöstlichen Kenia. Elefanten sind die schwersten heute lebenden Landtiere. Fällt eine Elefantenherde in Plantagen oder Gärten ein, dann richtet sie schlimme Verwüstungen an. Deshalb können Elefanten in der Nähe von Kulturland nicht geduldet werden. Da die Savannen immer stärker als Acker oder Viehweide genutzt werden, wird das Verbreitungsgebiet der Elefanten und anderer Großtiere zunehmend eingeengt. Um Zufluchtstätten für die gefährdete Tierwelt der Savannen zu erhalten, haben Kenia und andere junge Nationalstaaten Afrikas weiträumige Nationalparke eingerichtet. Das Foto ist in der Trockenzeit aufgenommen worden. Die Bäume haben ihr Laub abgeworfen. Erst in der Regenzeit werden sie wieder grünen.

# Im sommergrünen Wald

Die Laubwälder unserer Heimat ergrünen im Frühjahr, stehen im Sommer in der Fülle ihres Blätterdaches, werfen im Herbst das Laub ab, sind im Winter kahl. Mit diesem Werden und Vergehen hat sich der Wald dem schroffen Gegensatz der Jahreszeiten angepaßt. Er wird der sommerlichen Tropenhitze ebenso gerecht wie der winterlichen Eiseskälte. Wie schön ist ein Buchenwald im Frühling! Die Knospen öffnen sich eben erst. Das Sonnenlicht fällt bis zum Boden und weckt die Stauden und die Zwiebelgewächse. Aus der Laubschicht heraus blühen blaue Leberblümchen und weiße Buschwindröschen. Hell und zart ergrünt der Waldmeister. Der Wald ist erfüllt von Vogelsang, ein vielstimmiges Konzert.

Im Sommer wird es dunkel im Wald. Die dichtbelaubten Kronen schirmen das Licht ab. Unter ihrem Dach bleibt es kühl. Heiser keuchend treibt der Bock die Ricke. Die Rehe paaren sich. Von den Vögeln ist wenig zu hören. Nur das Hämmern des Spechts ertönt ab und zu.

Sobald der Herbst anbricht, wird das Grün des Laubes dunkler. Allmählich zeigen sich die ersten vergilbten Blätter. Die Zugvögel ziehen nach Süden davon. Immer stiller wird es im Wald. Auf den Spätherbst zu flammt das Kronendach in einem dunklen Rotbraun auf. Die Brunftzeit der Rothirsche hebt an. Nachts hört man weithin ihr Röhren. Die Eichhörnchen leben jetzt im Überfluß: Die Bucheckern reifen. Eines Nachts setzt der erste Frost ein. Und nun beginnen die Blätter zu fallen.

Der Winter ist für die Bäume die große Zeit der Ruhe. Kahl starren ihre Zweige in den Himmel. Schnee bedeckt den Wald. Für Rehe und Hirsche bricht eine harte Zeit an. Sie finden wenig zu äsen. Wenn es tags etwas taut und nachts wieder gefriert, verharscht der Schnee, und die Tiere reißen sich die Läufe blutig. Die Eichhörnchen machen sich nichts daraus: Bucheckern gibt es noch genug, und der Schnee stört sie hoch oben in den Baumkronen nicht. Mitten im Winter bringen sie im warm gepolsterten Kugelnest ihre Jungen zur Welt. Schon beginnen die Knospen sich bräunlich zu färben und zu schwellen – ein neuer Frühling kündigt sich an.

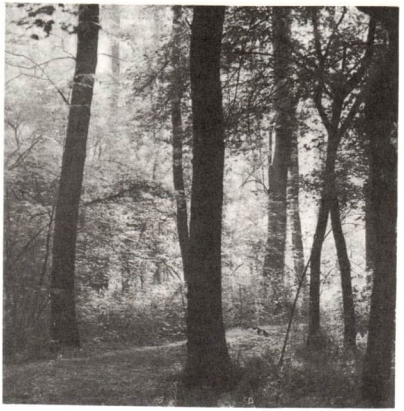
Nun ist nicht jeder Wald ein Buchenwald! Auf armen Sandböden wächst nur Kiefernheide, auf etwas besseren ein Mischwald aus Birken und Eichen. Wo es sehr naß ist, stockt Erlenbruchwald. An warmen Hängen mit besten Böden gedeihen Linden und Hainbuchen. Und jeder Wald beherbergt noch dazu ganz verschiedene Pflanzengesellschaften! Die sommergrünen Wälder unserer Breiten erreichen nicht eine so üppige Lebensfülle wie die Regenwälder der Tropen, und doch sind sie abwechslungsreicher.

**Vorfrühling.** Die ersten Ausflügler fahren in den Spreewald, der eben zu grünen beginnt.

**Frühling.** Die Ricken gebären ihre Jungen. Überall gibt es jetzt frische, zarte Kräuter zu äsen.

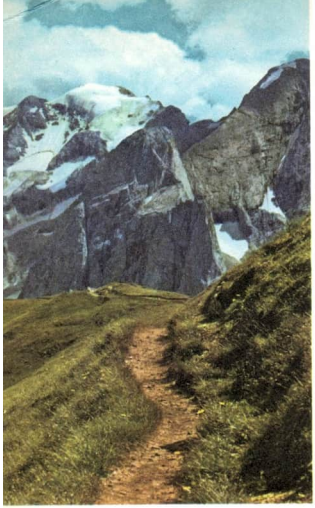
**Frühsommer.** Die Singdrossel füttert unermüdlich ihre Jungen. Sie zieht schon ihre zweite Brut auf. An Fliegen und Gewürm ist kein Mangel.

**Herbst.** Die Zugvögel verlassen das Land. Auch die Graugänse ziehen in ihre Winterquartiere.



**Hochsommer.** Es ist still geworden im Buchenwald. Das Blühen ist vorüber. Die Blätter werfen tiefe Schatten. Die Zeit des Reifens hat begonnen.

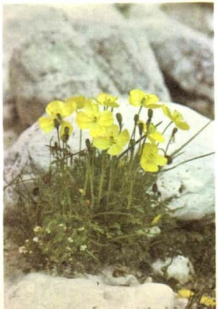
**Winter.** Hier stieß ein Eichelhäher nach einer Maus. Sie tauchte im Schnee unter und entkam.

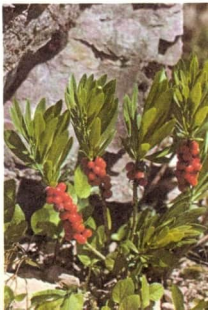


# Blütenwelt im Hochgebirge . . .

Zwischen der Baumgrenze und dem ewigen Schnee der höchsten Gipfel dehnen sich in den Hochgebirgen die Matten aus. Oft nehmen sie nur einen schmalen Gürtel ein, manchmal überziehen sie aber auch weite Hochebenen. Der Winter ist hier oben so rauh, die Schneedecke bleibt so lange liegen, die Winde wehen so heftig, die Sonne strahlt so stark, daß kein Baum sich halten kann. Nur Gräser und winterharte Stauden gedeihen hier. Sobald der Schnee getaut ist, ergrünen die Matten, und aus den Polstern und Rosetten, mit denen die Stauden Gesteinsschutt und Fels überziehen, platzen die Blüten auf. Sie leuchten aus jeder Felsritze hervor oder überziehen als Farbteppiche ganze Geröllhalden. Nur wenige Wochen bleiben den Alpenpflanzen, um zu blühen, Früchte zu tragen und in Zwiebeln, Knollen oder Wurzelstöcken Vorräte für den langen Schneewinter zu speichern, Vorräte, die es ihnen ermöglichen, im nächsten Frühjahr wieder mit gleicher Gewalt zu erblühen. Die Matten lassen sich nur als Weideland nutzen; zwei, drei Monate geben sie den Herden Futter, länger nicht.

**In den Alpen** wächst eine Pflanzenwelt, die reich an Farben und Formen ist. Mit zunehmender Höhe wird das Klima rauher, hält die winterliche Schneebedeckung länger an. Aber gerade dort oben, im Bereich zwischen Baum- und Schneegrenze, blühen im kurzen Hochgebirgssommer viele bunte Blumen. Die Matten verwandeln sich in einen Blütenteppich, und selbst das hochalpine Geröll wird von prächtigen Polsterstauden überzogen. Rechts: Das Alpenglöckchen trägt zierliche Blüten über dem Polster runder Blätter. Unten: Die Hauswurz bildet eine dichte fleischige Rosette – das ist ein Schutz gegen Trockenheit und starke Sonnenstrahlung. Leuchtend gelb ist der Alpenmohn. Der Seidelbast, ein niedriger Strauch, erblüht zeitig im Frühjahr, noch ehe der letzte Schnee geschmolzen ist. Im Sommer trägt er rote Beeren.





## . . . und in der Tundra

Rauh und langdauernd sind die Winter auch in der Tundra. Die Sommerwärme reicht zwar aus, um die Schneedecke zu schmelzen, aber der Boden taut nur oberflächlich auf. Schon in geringer Tiefe bleibt er dauernd gefroren. Bäume fehlen in der Tundra. An den besten Stellen wachsen Zwergsträucher, kaum kniehoch, dazu Gräser und Stauden, an weniger begünstigten Stellen gedeihen nur Flechten und Moose. Sobald die Pflanzen ergrünen, erwacht das Leben der Tiere. Tausende von Wasservögeln treffen ein, um in den Mooren und an der Küste zu nisten. Die Rentierherden wandern in die Tundra hinaus, nach Norden, bis zum Strand des Polarmeeres. Der Tundrafrühling ist kurz. Bald reifen die Beeren, bald ziehen Lemminge und Eisfüchse ihre Jungen auf, bald verlassen die Küken der Enten und Gänse die Nester, bald sirren Myriaden von Mücken in der Luft – auch der Sommer vergeht nur zu schnell. Jäh bricht der Winter herein; für neun Monate fällt die Tundra in Froststarre zurück. Die meisten Vögel und die Rentiere sind in ihre Überwinterungsgebiete gezogen, aber einige Tierarten halten aus. Die Entwicklung des Lebens hat auch den weiten Raum der Tundra mit Pflanzen und Tieren erfüllt, die ihm angepaßt sind.

**Tiere der Tundra.** Wenn der kurze Sommer anbricht, ziehen die Rentiere von ihren Überwinterungsplätzen im Nadelwald der Taiga nach Norden in die Tundra hinaus. Gräser und Kräuter blühen – Futter im Überfluß! Der Schneehase hat sein graubraunes Sommerkleid angelegt. Im Winter war er schlohweiß, nur die Ohrspitzen glänzten schwarz. Dieser Wechsel des Haarkleides gibt dem Schneehasen zu jeder Jahreszeit eine Schutzfärbung, die ihn fast unsichtbar macht. Der Eisfuchs zeigt den gleichen Farbwechsel. Manche Eisfüchse sind im Sommer schwarzgrau gefärbt. So ein Schwärzling lauert links im Bild. Im Winter wird sein seidenweiches Fell wunderbar graublau aussehen. „Blaufüchse" sind sehr selten, ihr Pelz wird hoch bezahlt. Das wichtigste Beutetier des Eisfuchses ist der Lemming (rechts unten). Dieser kleine Nager bringt es fertig, im Winter ausgedehnte Gangsysteme tief unter dem Schnee anzulegen und dort seine Nahrung zu suchen. Auch die Schnee-Eule stellt dem Lemming nach. Sie ist so groß wie ein Uhu. Über ihr fliegt eine Kette Schneegänse; an ihren schwarzen Handschwingen sind sie zu erkennen. Links schwirrt ein Samtentenpaar ab; das Männchen ist tiefschwarz gefärbt. Auf dem Moortümpel schwimmen zwei Eisenten mit langem Schwanzspieß. Beide Entenarten brüten in der Tundra; außerhalb der Brutzeit halten sie sich auf dem Meer auf. Der Vogel mit dem langen roten Schnabel und dem doppelten Federschopf ist ein Mittelsäger. Ganz links sucht ein Meerstrandläufer nach Futter. Das Moorschneehuhn, ein hühnergroßer Bodenvogel, zeigt im Sommer ein rotbraunes, im Winter ein weißes Gefieder. Es verbringt den langen Tundrawinter in Gängen unter dem Schnee.

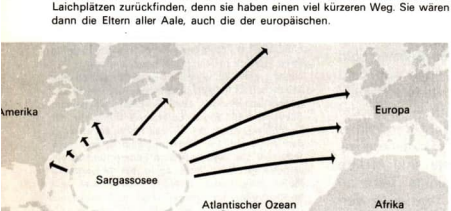
# WELTWEITE WANDERER

## Unsichtbare Straßen

Sobald im Frühjahr die Sonne zu wärmen beginnt, verlassen die Karibus, die wilden Rentiere Nordamerikas, ihre Winterquartiere in den Nadelwäldern. Sie ziehen in die Barren Grounds hinaus, in die Tundra, nach Norden. Noch toben späte Schneestürme, noch sind die Seen zugefroren. Die Karibus nehmen unbeirrt ihren Weg. Mehrere hundert Kilometer weit wandern die Tiere, stetig, ohne Hast. Die Kühe sind hochtragend. Wenn sie die Küste des Polarmeeres erreichen, brechen die ersten Blüten durch den schmelzenden Schnee. Nun bringen die Kühe ihre Jungen zur Welt.

Zu Tausenden sind die Rentiere an der Küste vereint. Zwei, drei Wochen nur halten sie sich auf, dann beginnt in kleineren Trupps die Rückwanderung. Jetzt lassen sich die Karibus Zeit. Im gemächlichen Weidegang geht es durch die grünende Tundra wieder nach Süden. Erst Anfang Oktober, wenn der Schnee schon wieder das Land verhüllt, treffen die Karibus in den Wäldern ein. Jahr für Jahr unternehmen die Rentiere ihre Wanderung, immer zur gleichen Zeit, immer auf den gleichen Wegen. Im Som-

**Wanderwege des Flußaals.** Schon die alten Griechen zerbrachen sich den Kopf darüber, woher die jungen Aale kommen. Erst in der Gegenwart gelang es dem dänischen Zoologen Johannes Schmidt, das Rätsel zu lösen. 18 Jahre lang – von 1904 bis 1922 – suchte er nach den Laichplätzen der Flußaale. Er fand sie in der Sargassosee, mehrere Tausend Kilometer von der Küste Europas entfernt. Sie liegen dort in 400 Meter Tiefe. Die Aallarven haben die Gestalt eines Weidenblattes. Sie werden von den Meeresströmungen an die Küsten Amerikas und Europas getrieben. Vor den europäischen Flußmündungen treffen sie nach drei Jahren ein. Dort angekommen, sind sie schon zu kleinen, durchsichtigen Glasaalen herangewachsen. Nun steigen sie in die Flüsse auf. Neun Jahre bleiben die Männchen, zwölf Jahre die Weibchen in den Flüssen und wachsen zu geschlechtsreifen Aalen heran. Dann wandern sie in das Meer zurück. Wie sie den weiten Weg in die Sargassosee finden, ist noch nicht bekannt. Der Zoologe Tucker nimmt an, daß nur die amerikanischen Flußaale zu den Laichplätzen zurückfinden, denn sie haben einen viel kürzeren Weg. Sie wären dann die Eltern aller Aale, auch die der europäischen.



**Lachse** laichen in den Quellgewässern der Flüsse. Aus den Gebirgsbächen wandert der Jungfisch flußab ins Meer. Dort verweilt er – je nach Art – zwei bis sieben Jahre, ehe er laichreif wird. Dann wandert er aus dem Meer wieder in den Fluß zurück. Jeder erwachsene Lachs findet das Gewässer wieder, in dem er aus dem Ei geschlüpft ist, und nur dort laicht er, nirgendwo sonst.

**Bisons** haben noch vor hundert Jahren die amerikanischen Prärien in riesigen Herden beweidet. Auch die Bisons unternahmen jahreszeitliche Wanderungen. Die erste transkontinentale Eisenbahnlinie durchschnitt seit 1869 wie eine Barriere von Ost nach West ihre Zugwege. Zu Zehntausenden wurden die wandernden Bisons von der Eisenbahnlinie aus abgeschossen.

**Afrikanische Steppenelefanten** wandern auf der Suche nach Nahrung und Wasser weit umher. Sie folgen dem Wechsel von Regen- und Trockenzeiten und kehren immer wieder an die gleichen Orte zurück. Ihre Wanderstraßen werden durch den Acker- und Plantagenbau an immer mehr Stellen unterbrochen. Nur große Nationalparke werden ihnen künftig noch genügend Platz bieten.

**Wale** legen auf ihren Wanderzügen Tausende von Kilometern zurück. Hermann Melville hat in dem Buch „Moby Dick" die Geschichte eines Pottwales beschrieben, der die ganze Erdkugel umschwamm. Pottwale folgen bei ihren Wanderzügen durch die Ozeane immer den gleichen Straßen. Die Zeichnung zeigt einen Grönlandwal; diese Art ist von Walfängern ausgerottet worden.

**Admiral** wird dieser schöne Schmetterling genannt. Er gehört zu den „Wanderfaltern", die selbst Hochgebirge und Meere überwinden. Im Frühsommer ziehen die Admirale nach Norden, im Herbst wandert die folgende Generation wieder zurück. Der Distelfalter wandert in Zügen, die nach Milliarden zählen, von Nordafrika über das Mittelmeer und die Alpen bis nach Mitteleuropa.

**Die Rentiere** im hohen Norden Europas und Asiens sind seit Jahrtausenden gezähmt. Aber auch die zahmen Rentiere wandern noch. Die Rentierhirten leben als Nomaden: Sie begleiten die Herden auf ihren Wanderungen zwischen Taiga und Tundra. Rentiere geben Milch, Fleisch und Felle, sie ziehen Schlitten, tragen Lasten und dienen als Reittiere.

mer nutzen sie das reiche Nahrungsangebot der Tundra, den Winter überstehen sie im Schutz der Wälder.

Wie die Rentiere, so wandern auch zahlreiche andere Tierarten. Bei den Zebras und Antilopen der afrikanischen Savannen ist es der Wechsel von Regen- und Trockenzeiten, der die Wanderungen auslöst. Auch sie ziehen jeweils dorthin, wo das Nahrungsangebot groß und sicher ist. Aus den gleichen Gründen wandern die riesigen Heringsschwärme im Atlantischen Ozean: Sie suchen die „Weidegründe" auf, in denen das Plankton zu bestimmten Jahreszeiten üppig gedeiht. Eine ganze Reihe von Tierarten wandern immer wieder dorthin, wo „ihre Wiege stand", um sich fortzupflanzen. Die meisten Robbenarten halten sich das Jahr über in der offenen See auf. Aber sie kehren regelmäßig zu ihren Stammplätzen an der Küste zurück und werfen dort ihre Jungen. Die Lachse verbringen ihr ganzes Leben im offenen Meer, nur wenn ihre Laichzeit naht, wandern sie wieder die Flüsse aufwärts.

Lachse und Aale wandern als Jungfische mehrere tausend Kilometer weit durch die offene See. Jahre später finden sie den Weg zu ihrem Ursprungsort zurück. Welchen unsichtbaren Straßen folgen sie? Wie orientieren sie sich? Auf diese Fragen ist bei vielen wandernden Tierarten noch keine zuverlässige Antwort gefunden worden. Manche Arten richten sich nach ihrem erstaunlich genauen Zeitsinn und nach dem Stand der Sonne, andere wahrscheinlich nach dem Magnetfeld der Erde oder sogar nach elektromagnetischen Strahlungen aus dem Kosmos, wieder andere tragen einen „Geruchsfahrplan" in sich, nach dem sie ihren Heimweg „erriechen".

Die Rentierkälber folgen auf ihrer ersten Wanderung den Kühen; vermutlich erlernen sie dabei den Weg. Doch die meisten wandernden Tierarten kennen keinen Lehrmeister. Sie haben ihr Verhalten ererbt, bis in die kleinste Einzelheit hinein: Die Route, den Zeitplan und die Art, sich zu orientieren, tragen sie von Geburt an in sich.

# Wohin die Zugvögel ziehen

Wenn die ersten Mauersegler mit schrillen Schreien am Himmel fliegen, hat der Mai begonnen. Frühmorgens schon jagen die schnellen Flieger, um Futter herbeizuschaffen, in der Abenddämmerung sind sie immer noch unterwegs. Drei Monate bleibt der Mauersegler bei uns, um zu brüten und seine Jungen aufzuziehen. Anfang August ist er schon wieder verschwunden. Wo ist er geblieben?

Im Mittelalter nahmen sogar die Gelehrten an, die Zugvögel würden sich im Schlamm der Teiche verbergen, um den Winter in Totenstarre zu verbringen. Heute wissen wir es besser: Der Mauersegler zum Beispiel übersteht die Jahreszeit, in der es bei uns für ihn zu kalt ist, in Südafrika oder in Südindien. Da diese Länder südlich des Äquators liegen, herrscht dort zur gleichen Zeit Sommer.

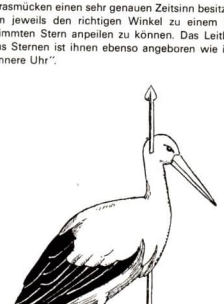
Seit dem Ende des vergangenen Jahrhunderts haben Wissenschaftler begonnen, Zugvögel mit kleinen Beinringen zu zeichnen, in die eingearbeitet ist, welche Vogelwarte den Vogel beringt hat. Viele Vögel kommen auf dem Zug oder in ihren Überwinterungsgebieten um, und manchmal wird ein Ring gefunden und an die Vogelwarten zurückgesandt. So konnte man durch die Vogelberingung erkennen, auf welchen Wegen die Zugvögel wandern und wo ihre Überwinterungsgebiete liegen.

Die Wanderungen ermöglichen es den Zugvögeln, eine Lücke, eine Nische im Haushalt der Natur auszunutzen. Vögel haben von allen Tieren die höchste Körpertemperatur, sie vollbringen beim Fliegen die größten Muskel-

**Kraniche sammeln sich** im Herbst an Übernachtungsplätzen. Frühmorgens fliegen sie auf die Felder, um Futter zu suchen, gegen Abend treffen sie wieder auf dem Rastplatz ein. Eines Tages brechen sie dann zum Flug nach Afrika auf. In keilförmigen Ketten ziehen sie dahin, ihre Trompetenrufe schallen vom Oktoberhimmel herab.

**Um die halbe Erde** ziehen manche Vogelarten. Rauchschwalben brüten in Europa und überwintern im südlichen Afrika. Auf zwei Hauptzugwegen überqueren sie das Mittelmeer und die Sahara. Den weitesten Weg legen die Küstenseeschwalben zurück: Sie brüten im hohen Norden Amerikas, wandern über den Atlantischen Ozean nach Europa und folgen dann der Küste bis zur Südspitze Afrikas, ja manche gelangen sogar bis in die Nähe der Antarktis. Die meisten Zugvögel wandern ungefähr in nordsüdlicher Richtung, manche weichen jedoch stark davon ab. Das Brutgebiet des Nordischen Laubsängers liegt zum Beispiel in Nordeuropa, sein Winterquartier aber in Südostasien.

**Grasmücken** brüten in Europa, den Winter verbringen sie in Afrika. Wie finden sie den weiten Weg? Sie fliegen nachts. Aber nur, wenn die Sterne zu sehen sind. Bei bedecktem Himmel rasten sie. Zoologen haben Klappergrasmücken zur Zugzeit in ein Planetarium gesetzt. Sobald die Vögel den künstlichen Himmel sahen, flatterten sie in die Richtung, die ihnen die Sterne wiesen. Wenn aber der Himmel des Planetariums so verdreht wurde, daß er nicht mit den natürlichen Sternen übereinstimmte, dann wurden die Grasmücken in die Irre geleitet. Sie richteten sich weiter nach den künstlichen Sternen, auch wenn sie dabei in Wirklichkeit nach Norden statt nach Süden geflogen wären. Der natürliche Himmel dreht sich im Laufe der Nacht um den Himmelspol. Deshalb müssen die Grasmücken einen sehr genauen Zeitsinn besitzen, um jeweils den richtigen Winkel zu einem bestimmten Stern anpeilen zu können. Das Leitbild aus Sternen ist ihnen ebenso angeboren wie ihre „innere Uhr".



**Der Storch mit dem Pfeil** ist 1822 in Mecklenburg erlegt worden. Der Pfeil, der nur durch die Haut gedrungen war, stammte aus Afrika. Das war einer der ersten Beweise dafür, daß unsere Störche den Winter im tropischen Afrika verbringen. Heute werden Hunderte von Störchen mit einem schmalen Beinring gekennzeichnet, und es liegen schon zahlreiche Meldungen darüber vor, daß bei uns beringte Störche in Südeuropa oder Afrika aufgetaucht sind. So lassen sich ihre Zugstraßen deutlich verfolgen.

leistungen. Deshalb brauchen sie jahraus, jahrein viel Futter. Ganz besonders hoch steigt ihr Nahrungsbedarf während der Brutzeit. Im Frühling und Sommer sind die gemäßigten Zonen reich an Futter: Insekten fliegen, Samen und Früchte reifen. Jetzt können die großen Landmassen des Nordens weit mehr Vögel ernähren als die längst nicht so ausgedehnten der ständig warmen Zonen. Dieses Angebot der Natur nutzen die Zugvögel für die Aufzucht ihrer Jungen aus. Sie bringen das Kunststück fertig, nacheinander zwei ganz verschiedenen Lebensgemeinschaften anzugehören: einer nördlichen, in der sie brüten, einer südlichen, in der sie den Winter überstehen. Manche Zugvögel legen zu diesem Zweck ganz erstaunliche Flugstrecken zurück. Die Küstenseeschwalbe fliegt von ihrem Brutgebiet im hohen Norden des amerikanischen Kontinents bis weit südlich des Äquators, ja bis zu Inseln in der Nähe der Antarktis – das sind zweimal im Jahr 17000 Kilometer! Noch bewundernswerter ist, wie sicher sich die Zugvögel zurechtfinden. Der Pazifische Goldregenpfeifer fliegt von Alaska oder Ostsibirien über den Stillen Ozean und findet so winzige Inseln wie die der Tonga-Gruppe.

# Gestalter der Erde

Das Tier blieb ein Teil der Natur, der Mensch ging bewußt darauf aus, sie zu beherrschen. Im Laufe der Jahrtausende haben werktätige Menschen durch ihre Arbeit die Erde tiefgreifend umgestaltet. Sie erfanden immer bessere Geräte, Werkzeuge und Maschinen, mit denen sie auf die Natur einwirkten, um Güter für ihren Bedarf herzustellen. Die Art und Weise, wie sie die Naturschätze ausnutzten, hing wesentlich davon ab, in welchen Beziehungen die Menschen zueinander im Produktionsprozeß standen.

In der Urgesellschaft herrschte Gemeineigentum an allen Werkzeugen und Geräten, die nicht nur dem persönlichen Gebrauch dienten, und an allen Naturschätzen. Als die Menschen im Laufe von Jahrtausenden zu Ackerbau und Viehzucht übergingen, zerfiel das Gemeineigentum an den Produktionsmitteln, und die erste Klassengesellschaft entstand. Die herrschenden Klassen eigneten sich im Laufe der Geschichte einen wachsenden Anteil an den Maschinen und Werkstätten an, aber auch am Boden, an den Wäldern und allen anderen Naturreichtümern. Als Eigentümer der Produktionsmittel beuteten sie die werktätigen Klassen aus, und in gleichem Maße die Naturreichtümer. So ist das Verhältnis des Menschen zu den natürlichen Grundlagen seines Daseins in der Klassengesellschaft voller Widersprüche geblieben: Auf der einen Seite haben die Werktätigen die Natur zum Vorteil des Menschen umgestaltet, auf der anderen Seite sind die Naturschätze vergeudet worden, um die Macht und den Luxus der Herrschenden zu vermehren.

In unseren Tagen sind die Produktivkräfte so hoch entwickelt, daß der Einfluß des Menschen fast alle anderen Vorgänge zu übertreffen beginnt, die das äußere Bild der Erde formen. Der Mensch wird zum Gestalter der Erde.

Ob das Menschengeschlecht dieser großen Verantwortung gerecht werden kann, hängt in erster Linie von der gesellschaftlichen Ordnung ab, die es sich gibt. Solange noch kapitalistische Ausbeutung der Werktätigen und der Naturschätze getrieben wird, solange Unterdrückung herrscht, Kriege wüten, kann die ungeheure technische Überlegenheit des Menschen gegenüber der Natur nicht mit voller Umsicht genutzt werden. Ja, es droht die Gefahr, daß sie zur Vernichtung der natürlichen Grundlagen des Lebens mißbraucht wird. Wir erleben die Jahrzehnte mit, in denen über die Zukunft der Erde entschieden wird – es muß eine sozialistische Zukunft sein.

**Als Sammler und Jäger** lebten die Menschen während des Eiszeitalters. Im Laufe von Jahrhunderttausenden erwarben sie den Gebrauch von Werkzeugen, Waffen und Geräten. Sie nutzten die Natur aus, veränderten ihre Umwelt aber kaum.

**Zu Ackerbau und Viehzucht** gingen Menschen zuerst vor rund 12000 Jahren in den Bergländern Vorderasiens über. Als Bauern wurden sie seßhaft, rodeten das natürliche Pflanzenkleid und legten Äcker an. Als Hirten trieben sie ihr Vieh in die Steppe und nutzten sie als Weideland. Durch ihre Arbeit veränderten Bauern und Hirten die Natur allmählich immer stärker.

**Das Feuer** war die erste Naturkraft, die der Mensch sich unterwarf. Feuer gab Schutz und Wärme, über dem Feuer röstete und dünstete man Speisen. Vermutlich brannten schon die Jäger der Altsteinzeit Wälder und dürres Steppengras nieder, um das Land offener zu machen. In stärkerem Maße legten später die Viehzüchter gelenkte Steppenbrände an. Nach den Bränden trieb junger Graswuchs aus, das Weidevieh fand reicheres Futter. Wahrscheinlich waren die afrikanischen Savannen einst dicht bewaldet; erst das regelmäßige Abbrennen hat sie weithin in Grasland verwandelt. Auch die Steppen Nordamerikas und Asiens haben sich durch das Feuerlegen in ursprüngliches Waldland hinein ausgedehnt. Die Ackerbauer der Jungsteinzeit rodeten mit Feuer ihre Felder aus Wald und Busch. Feuer diente zum Brennen von Ton, zum Schmelzen von Metallen.

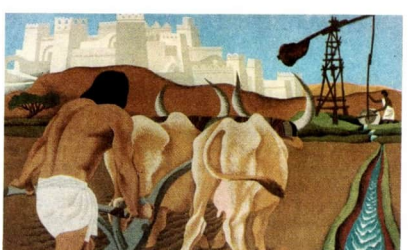
# AUFSTIEG DES MENSCHEN

## Macht euch die Erde untertan!

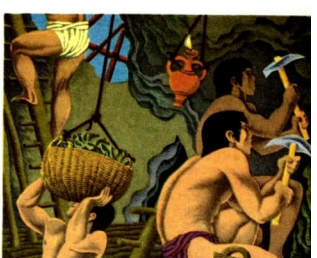
In der Altsteinzeit waren behauene Steine die am höchsten entwickelten Werkzeuge und Geräte. In kleinen Horden schweiften die Urmenschen als Sammler und Jäger umher, immer auf der Suche nach Nahrung. Die Neumenschen, die vor 40000 Jahren auftraten, besaßen schon höher entwickelte Waffen, mit denen sie auch auf Großtiere Jagd machten. Die Produktivkräfte reichten jedoch nicht aus, um die natürliche Umwelt nach dem Willen der Menschen umzugestalten.

Vor ungefähr 12000 Jahren begann sich in den Bergländern Vorderasiens eine tiefgreifende Wandlung im Verhältnis des Menschen zur Natur zu vollziehen: Er zähmte Gazellen, Ziegen und Schafe und hielt sie als Haustiere, um sich mit Milch und Fleisch zu versorgen. Aus Wildpflanzen züchtete er Kulturpflanzen, um sie anzubauen und ihre Früchte zu ernten. Wo Viehherden grasten, veränderten sie die Pflanzendecke. Wo Menschen säen und ernten wollten, mußten sie zuvor roden. Aus Wald und Busch wurde Acker.

Ein neuer Sieg über die Natur gelang den Menschen, als sie das Wasser bezwangen. In den Flußebenen großer Ströme Asiens und Afrikas legten sie Bewässerungssysteme an. Bewässertes Land gab vielfach höhere Ernten.



**Mit der Bewässerung** entstanden vor über 6000 Jahren die ersten Zentren der Kultur. In Vorderasien, in Ägypten und Indien gelang es, den Abfluß der Ströme durch Deiche, Kanäle und Stauanlagen zu lenken. Ein ausgedehntes Grabensystem führte das Wasser den Feldern zu. Boden, Gewässer und Pflanzendecke waren zugunsten des Menschen umgestaltet worden.



**Der Bergbau** setzte in der Jungsteinzeit ein; er förderte Steine für die Herstellung von Werkzeugen. Im 4. Jahrtausend v.u.Z. begann der Abbau von Erzen. Der Bergbau erschloß die Gesteinsschicht für die Produktion materieller Güter.

Ein einzelnes Dorf war nicht imstande, das Netz der Deiche, Kanäle und Gräben anzulegen und zu erhalten. Dazu war der Zusammenschluß vieler zerstreuter Gemeinden erforderlich. Die ersten Staaten der Erde bildeten sich dort, wo das Land bewässert wurde: an Euphrat und Tigris, am Nil und am Indus, später auch am Hwangho und am Amu-Darja. Pächter und Sklaven bearbeiteten die Felder und unterhielten die Kanäle. Priester, Beamte, Sklavenhalter herrschten über sie. In den Städten lebten Handwerker, Kaufleute, Soldaten. Sie wurden von dem Überschuß an Nahrungsgütern ernährt, den die bewässerten Felder abwarfen. Nie zuvor hatten Menschen ihre natürliche Umwelt so vollständig umgestaltet wie in den Bewässerungsgebieten.

Der Übergang von der Jagd- und Sammelwirtschaft zu Ackerbau und Viehhaltung war eine Revolution im Dasein der Menschen. Diese „agrarische Revolution" hat aus umherschweifenden Nomaden seßhafte Dorf- und Stadtbewohner werden lassen. Sie war von einem gewaltigen Anwachsen der Produktivkräfte begleitet und führte zum Übergang von der Urgemeinschaft zur Klassengesellschaft. In Vorderasien begann die „agrarische Revolution" schon im 10. Jahrtausend v. u. Z., abgeschlossen war sie dort gegen Ende des 4. Jahrtausends v. u. Z. In Europa und Amerika setzte sie erst Jahrtausende später ein.

Der Aufstieg des Menschen war nur dadurch möglich, daß er sich die Natur dienstbar machte: Feuer, Wasser und Boden, Tiere und Pflanzen, Steine und Erze. In dem Maß, wie er sie nutzte, schuf er sich eine neue Umwelt, Wildnis verwandelte er in Kulturland.

**Die Ruinen von Babylon** liegen in nahezu unbewohnbarer Wüste. Mehr als ein Jahrtausend lang war Babylon die prächtigste und volkreichste Stadt des Altertums. Seine Umgebung war fruchtbarer als irgendein anderer Landstrich der Erde. Die Reste uralter Bewässerungskanäle sind im Wüstensand zwischen Euphrat und Tigris noch zu erkennen. Ähnlich wie Babylon ist es in Vorderasien fast allen Städten des Altertums ergangen. Die ehemals blühenden Landschaften ihrer Umgebung sind verwüstet. Jericho, in der Bibel als Stadt der Palmen und Rosen besungen, ist heute ein elendes Nest inmitten nackter Berge, von denen der Regen den Boden heruntergewaschen hat. Nur in Spuren sind noch die Reste von Terrassen zu erkennen, auf denen einst bis hoch an die Hänge hinauf Ernten reiften. Mohendscho-Daro, die glanzvolle Stadt der Induskultur, ging vor mehr als 3000 Jahren unter, und rings um ihre Ruinen breitete sich die Halbwüste des Sindh aus. Nur selten hat eine unberechenbare Naturgewalt diese Verheerungen angerichtet. Meist trug die Nutzung der Natur durch den Menschen die Schuld – weil zuwenig getan worden ist, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu erneuern, weil Raubbau an den Naturschätzen getrieben worden ist. Oft haben auch Kriege und gesellschaftliche Erschütterungen den jähen Verfall von Bewässerungsgebieten ausgelöst. Die Bauern wurden ausgeraubt, zu Soldaten gepreßt, getötet. Die Felder konnten nicht mehr bestellt, die Bewässerungssysteme nicht mehr unterhalten werden. Das Land verdorrte zur Wüste. Die Abtragung durch Regen und Wind vernichtete den Boden. Karl Marx hat einmal gesagt, „daß die Kultur, wenn naturwüchsig fortschreitend und nicht bewußt beherrscht, Wüsten hinter sich zurückläßt". So stolz die Siege des Menschen über die Natur sind, so sehr mahnen uns seine Niederlagen, mit den Naturschätzen sorgsam umzugehen.

**Die Zahl der Menschen** wuchs im gleichen Maße wie ihre Fähigkeit, den Boden und andere natürliche Hilfsquellen durch Arbeit zu nutzen. Sie verdoppelte sich in immer kürzeren Zeitabständen. (Jeder Kreis bedeutet 50 Millionen Menschen.)

4. Jahrtausend v.u.Z.: 50 Millionen ●

Auf der ganzen Erde leben weniger als 50 Millionen Menschen. Sie ernähren sich als Sammler und Jäger. In Vorderasien, in Ägypten und am Indus ist der Übergang zu Ackerbau und Viehzucht schon vollzogen; dort nimmt die Bevölkerungszahl zu.

1. Jahrhundert u.Z.: 250 Mill. ●●●●●

Die Erdbevölkerung ist auf 250 Millionen angewachsen. Am dichtesten sind die Provinzen des Römischen Reiches rings um das Mittelmeer besiedelt. Die Felder der römischen Landbesitzer werden von Sklaven bearbeitet. Auch in den Sklavenhalterstaaten Chinas, Indiens und Mittelasiens ist die Bevölkerungsdichte schon recht hoch.

Um 1600: 500 Mill. ●●●●●●●●●●

Nach anderthalb Jahrtausenden hat sich die Bevölkerungszahl verdoppelt. Am höchsten liegt sie in Europa, China und Indien. Dort sind Feudalstaaten entstanden. Hörige und leibeigene Bauern bestellen die Felder. Die Technik des Ackerbaus verbessert sich nur schleppend.

Um 1830: 1000 Mill. ●●●●●●●●●●●●
●●●●●●●●

Für die nächste Verdopplung der Menschenzahl sind nur 230 Jahre benötigt worden. Am schnellsten nimmt die Bevölkerungsdichte während der nächsten Jahrzehnte in Europa zu. Die kapitalistische Industrialisierung und technische Fortschritte in der Landwirtschaft machen es möglich, die Naturbedingungen intensiver auszunutzen.

1930: 2000 Mill. ●●●●●●●●●●●●●●●
●●●●●●●●●●●●●●●
●●●●●●●●●

Nach 100 Jahren ist wiederum eine Verdopplung eingetreten. Besonders rasch ist die Bevölkerungsdichte in Nordamerika gestiegen. Die Steppen sind zu Weizenkammern geworden. Die Einwohnerzahl hat sich verzehnfacht. In Europa nimmt die Bevölkerung nur noch langsam zu. Die Hälfte der Menschheit unterliegt in kolonialen oder halbkolonialen Gebieten der Ausbeutung durch imperialistische Staaten. Im ersten sozialistischen Staat, der Sowjetunion, lebt ein Zehntel der Erdbevölkerung.

1970: 3600 Mill. ●●●●●●●●●●●●●●●
●●●●●●●●●●●●●●●
●●●●●●●●●●●●●●●
●●●●●●●●●●●●●●●
●●●●●●●●●●●

Die Erdbevölkerung ist auf 3,6 Milliarden gestiegen. Ein Drittel der Menschheit lebt in sozialistischen Staaten. Die meisten ehemaligen Kolonien haben ihre nationale Unabhängigkeit errungen, sind jedoch wirtschaftlich noch schwach entwickelt. In diesen Gebieten wächst die Bevölkerungszahl rasch, jedoch die Erträge der Landwirtschaft steigen dort zu langsam. In der Sowjetunion und anderen hochentwickelten Industriestaaten nimmt die Produktion dagegen schneller zu als die Bevölkerungszahl.

# Die Macht der Technik

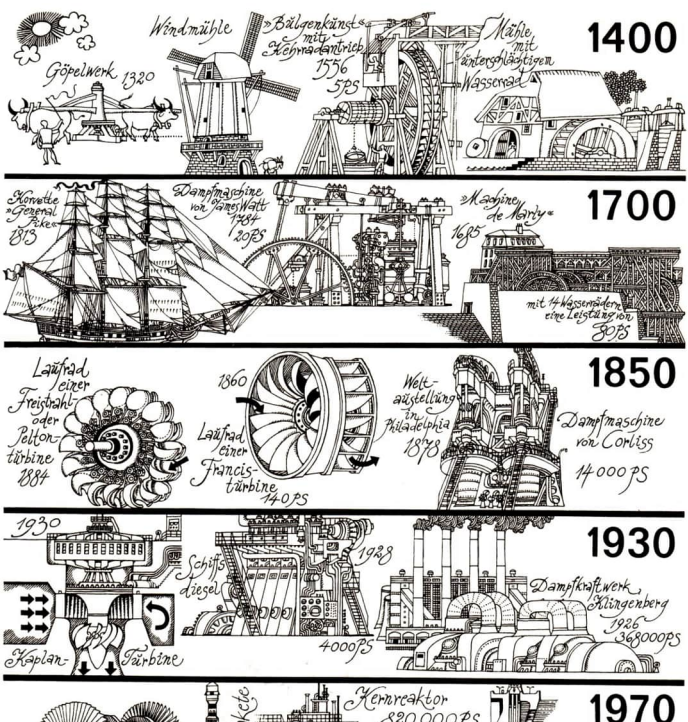
Der römische Techniker Vitruv – er lebte im 1. Jahrhundert unserer Zeitrechnung – hat die erste Wassermühle beschrieben, von der wir wissen. Für die Römer war diese erste Energiemaschine etwas Neues, aber es ist unbekannt, wann und wo sie erfunden worden ist. Vorher war der Mensch nur auf die eigene Körperkraft oder auf die von Pferden, Rindern, Eseln angewiesen. Jetzt trieb zum ersten Mal eine unbelebte Naturkraft eine von Menschen ersonnene Maschinerie. Mit der Erfindung der Wassermühle begann der Weg, der zum Atomkraftwerk und zur Weltraumrakete führen sollte.

Auch die Entwicklung der Energiemaschinen verlief zuerst nur langsam. Tausend Jahre nach Vitruv waren die Wassermühlen kaum leistungsfähiger als die von ihm beschriebene. Erst um das Jahr 1500, in der Zeit der Renaissance, kam es in rascher Folge zu vielen technischen Fortschritten: Neue, verbesserte Wasserräder trieben bald eine Vielzahl von Mühlen. Diese Maschinerien mahlten nicht mehr nur Korn, nein, sie bohrten, pumpten Wasser, schliffen Steine, zerkleinerten Erze, schmiedeten Metalle, trieben Gebläse. Fließendes Wasser war nicht die einzige Antriebskraft geblieben: Tausende von Windmühlen drehten ihre Flügel im Wind.

Bis zur nächsten großen Neuerung vergingen nur noch zweieinhalb Jahrhunderte: Gegen Ende des 18. Jahrhunderts begann der Siegeszug der Dampfmaschine. Bald darauf wurden die ersten mechanischen Webstühle und Spinnmaschinen erfunden. Diese neue Art von Maschinenarbeit war um ein Vielfaches leistungsfähiger als jede Handarbeit. Sie löste die industrielle Revolution aus, die zum kapitalistischen Fabriksystem führte.

Von nun an folgten wesentliche technische Neuerungen in immer kürzeren Abständen aufeinander, und mit jeder von ihnen wuchs die Macht der Menschen gegenüber der Natur. In einem modernen Industriestaat wird heute so viel Energie erzeugt, daß sie die Körperkraft aller Einwohner um ein Vielfaches übertrifft. Anders gesagt: Für jeden von uns arbeiten mehr als hundert „Energiehelfer". Sie helfen, Stahl zu walzen, Mineraldünger zu erzeugen, sie lassen Flugzeuge schneller als den Schall fliegen.

Die Entwicklung der Technik war eine Voraussetzung dafür, daß die Zahl der Menschen zunahm. Denn auch die Landwirtschaft war ja in den Aufschwung der Produktivität eingeschlossen. So wurde es möglich, vom gleichen Stück Erde immer mehr Menschen zu ernähren. Heute verdoppelt sich die Zahl der Erdbevölkerung aller 35 Jahre. Die industrielle Produktion verdoppelt sich in der Hälfte dieser Zeit. Diese Entwicklung hat zu gewaltigen Veränderungen im Bild der Erde geführt.




**Die unsichtbaren Helfer.** Im Laufe der jüngsten 500 Jahre ist es dem Menschen gelungen, Technik und Leistung der Energiemaschinen immer schneller zu verbessern. In der Zeichnung sind jeweils einige der modernsten Energieanlagen ihrer Zeit dargestellt. Bis zum 16. Jahrhundert leisteten die stärksten Energiemaschinen nur wenige Pferdestärken. Im 17. und 18. Jahrhundert wurde vor allem die Leistung der Wasserräder verbessert. Im 19. Jahrhundert revolutionierten Dampfmaschine und Wasserturbine die Technik. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde die Leistung der Dampf- und Wasserkraftwerke auf ein Vielfaches gesteigert, und im Verkehr setzte sich der Verbrennungsmotor durch. Die gegenwärtige Revolution der Energieerzeugung wird durch Kernreaktor, Raketenantrieb und Kraftwerke mit mehreren Millionen Megawatt Leistung gekennzeichnet.

# ACKER, WEIDE UND FORST

## Land unter dem Pflug

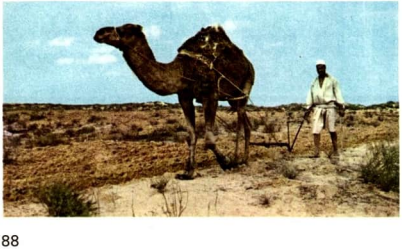
Kein Arbeitsgerät hat die Erde so sehr verändert wie der Pflug, und mit keinem wird alljährlich eine so große Arbeit vollbracht wie mit ihm. Wo Pflüge ihre Furche ziehen, ist die ursprüngliche Pflanzendecke verschwunden. Nutzpflanzen, die alljährlich neu angebaut werden, sind an ihre Stelle getreten. Aus Steppen und Wäldern ist Acker, aus Wildnis ist Kulturland geworden.

Zwei Drittel des Ackerlandes werden mit Getreide bestellt. Alle Getreidearten stammen von Wildgräsern ab. Deshalb ähnelt ein reifendes Kornfeld der Steppe. Aber es ist doch wesentlich verschieden von ihr. Das Kornfeld trägt nur eine einzige Fruchtart. Nach der Reife wird es gemäht, abgeerntet und wieder gepflügt. Dann liegt der Boden ungeschützt und ist stärker der Abtragung durch Wind und Wasser ausgesetzt. Mit dem Erntegut werden dem Boden Mineralstoffe entzogen. Auch sein Gehalt an Humus sinkt. Um die Fruchtbarkeit des Bodens wiederherzustellen, muß er bearbeitet und gedüngt werden. Gut gepflegter Boden erreicht eine höhere Fruchtbarkeit, als ihm von Natur aus innewohnt, er wird zum Kulturboden. Schlecht gepflegter Boden büßt seine Fruchtbarkeit ein.

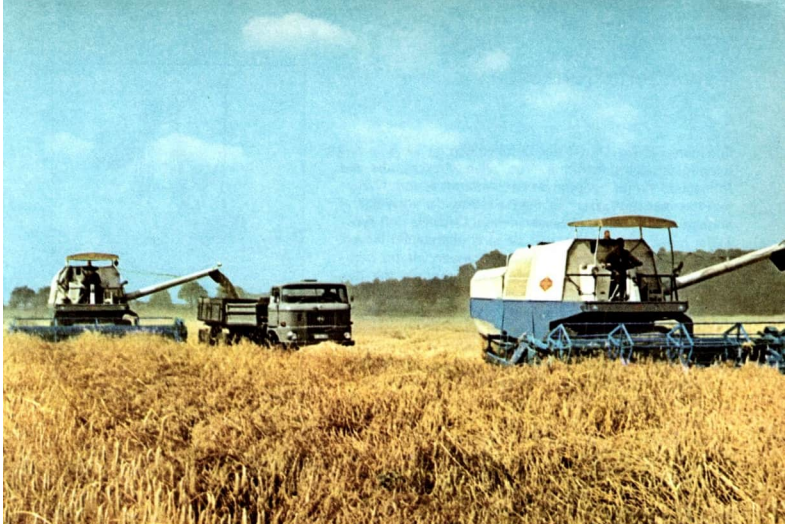
Unter allen Nutzpflanzen nimmt der Weizen den ersten Rang ein, denn er liefert den größten Anteil der Welternte. Sein Anbau erfolgt vor allem auf den Steppenböden gemäßigter Breiten. Die Steppen im Süden der Sowjetunion, von der Ukraine bis weit nach Kasachstan hinein, und die Prärien Nordamerikas sind die wichtigsten Weizenkammern der Welt. Auf unabsehbar großen „Kornfabriken" wird hier oft reiner Weizenanbau getrieben.

In Mitteleuropa, das in grauer Vorzeit vorwiegend von Mischwald bedeckt war, blieben Gerste und Roggen bis in das 19. Jahrhundert hinein die wichtigsten Getreide-

**Eine reiche Weizenernte** ist auf den Schlägen der Kooperationsgemeinschaft „Berliner Norden" herangereift. Eine Kolonne von Mähdreschern E 512 bringt sie ein. Diese Landmaschinen gehören zu den leistungsstärksten der Welt. Sie sind vom volkseigenen Kombinat „Fortschritt" in Neustadt gebaut worden. In der sozialistischen Landwirtschaft werden alle technischen Neuerungen, alle Erkenntnisse der Wissenschaft angewandt, um eine hohe Produktivität zu erzielen.



**Das Kamel vor dem Holzpflug** ist in den Trockengebieten Nordafrikas und Asiens noch immer eine alltägliche Erscheinung. Der Boden wird nur oberflächig geritzt, und die Arbeit ist drückend. Auf Land, das in dieser rückständigen Weise bearbeitet wird, liegen die Weizenerträge nur zwischen 5 und 10 Dezitonnen je Hektar. Allein durch eine bessere Bodenbearbeitung ließen sie sich stark erhöhen. In großen Teilen Afrikas, Lateinamerikas und Asiens pflügen die meisten Bauern noch immer in dieser Art. Die technische Rückständigkeit hat geschichtliche Ursachen: Alle diese Länder sind bis in die jüngste Vergangenheit hinein durch imperialistische Staaten unterdrückt und wirtschaftlich ausgebeutet worden, so daß die nationale Wirtschaft sich nicht entwickeln konnte.



**Mit Traktoren und Mähdreschern** wird der Weizen in den Kornkammern der Ukraine, Südosteuropas, Nordamerikas, Argentiniens und Australiens angebaut. Vom Pflügen bis zur Ernte sind alle Arbeiten mechanisiert. Die Mechanisierung ermöglicht eine bessere Bodenbearbeitung und eine verlustlose Ernte. Da alle Arbeiten viel weniger Zeit in Anspruch nehmen, können sie zu den günstigsten Terminen vorgenommen werden. Vor allem aber steigt die Arbeitsproduktivität. Dadurch werden in der Landwirtschaft die Arbeitskräfte freigesetzt, die für den Aufbau der Industrie erforderlich sind. Im zaristischen Rußland waren drei Viertel der Bevölkerung Bauern, heute arbeitet nur noch ein Drittel der Werktätigen in der Landwirtschaft. Aus dem rückständigen Agrarland der Zarenzeit ist die Sowjetunion zu einem sozialistischen Industrieland aufgestiegen. Kolchosen und Sowchosen sind zu großen, modernen Landwirtschaftsbetrieben ausgebaut worden, die über eine hochentwickelte Technik verfügen. In den Entwicklungsländern Asiens, Afrikas und Lateinamerikas ist noch immer ein ebenso hoher Bevölkerungsanteil in der Landwirtschaft beschäftigt wie einst im zaristischen Rußland. Seitdem die jungen Nationalstaaten sich vom Kolonialjoch befreit haben, machen sie große Anstrengungen, um ihre Landwirtschaft zu entwickeln.

arten. Inzwischen sind sie jedoch vom Weizen stark zurückgedrängt worden. Heute gibt es sogar Weizensorten, die sich bis weit in die nördliche Nadelwaldzone Europas, Asiens und Amerikas hinein anbauen lassen. Auf den Waldböden der gemäßigten Breiten herrscht der Getreideanbau nicht so stark vor wie auf Steppenböden. Hier gibt es neben dem Getreide viele andere Nutzpflanzen: Kartoffeln, Rüben, Gemüse, Hülsenfrüchte, Ölfrüchte, Grünfutter.

Noch mannigfaltiger sind die Feldfrüchte der tropischen Savannen: Hirse, Mais, Erdnüsse, Maniok, Taro, Bohnen und andere Arten werden angebaut, oft in buntem Wechsel auf dem gleichen Feld. Die Savannen sind nicht so weitgehend in Ackerland umgewandelt worden wie die Steppen und Mischwälder der gemäßigten Breiten. Meist wird das Savannenland noch mit der Hacke bestellt, nicht mit dem Pflug. Das Ackerland der Erde nimmt ein reichliches Zehntel der Festlandfläche ein. Von einem Hektar müssen heute im Durchschnitt 2,5 Menschen ernährt werden, im Jahre 2000 werden es mindestens 4 Menschen sein.

# Bewässerte Terrassen

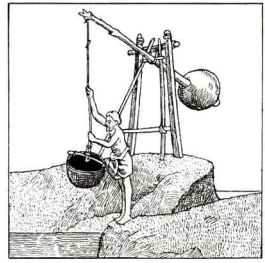
Für mehr als ein Drittel der Erdbevölkerung ist Reis das wichtigste Nahrungsmittel. Von allen Gräsern, die der Mensch in Kultur genommen hat, verlangt er zum Gedeihen das meiste Wasser. Ja, die Reissorte, die vorwiegend angebaut wird, will im Wasser stehen. Deshalb sind Reisfelder meist so angelegt, daß sie sich überstauen lassen. Jedes Feld ist in ein flaches Becken verwandelt. Im Bergland werden die Reisfelder zu Riesentreppen, die den Hang hinaufklettern. Je steiler der Hang, desto schmaler die Stufen. Die Dämme, die Feld von Feld trennen, folgen genau den Höhenlinien. Je ebener das Land wird, desto breiter werden die Felder und desto niedriger die trennenden Dämme. In den Flußebenen Chinas und Indiens überziehen die Reisfelder das Land, so weit das Auge reicht. Ein Netz von Kanälen und Gräben führt ihnen das Wasser zu.

An Berghängen wird das Wasser abgeleiteter Bäche vom obersten Feld bis zum untersten weitergegeben. Durch schmale Durchlässe in den Dämmen fließt es von Stufe zu Stufe. In den Flußebenen gelingt es nicht, das Wasser mit eigenem Gefälle auf hochgelegene Felder zu leiten. Es muß künstlich gehoben werden. Für kaum eine andere Tätigkeit ist eine solche Vielzahl von Geräten erfunden worden wie für das Wasserschöpfen zur Bewässerung.

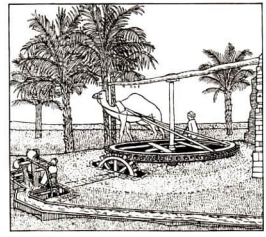
Zwei Drittel aller bewässerten Felder der Erde liegen in den dichtbesiedelten „Reisländern" Asiens: in China, Indien, Indonesien und Japan. Die Bewässerungswirtschaft bringt hohe Erträge. Sie erfordert jedoch so viel Handarbeit, daß fast die gesamte Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig sein muß. Millionen von Bauernfamilien schöpfen das Wasser noch immer mit uralten Handgeräten. Mit Hacken und Tragkörben werfen sie Dämme auf. Mit der Hand pflanzen sie den Reis.

Wird die Bewässerung mit modernen Geräten betrieben, dann kommt sie mit weit weniger Arbeitskräften aus, und die Erträge liegen höher. Die Überschüsse der alten Reisanbaugebiete könnten verdoppelt werden. Voraussetzung dafür ist eine Veränderung der gesellschaftlichen Verhältnisse, wie sie am entschiedensten in den sozialistischen Staaten Asiens erreicht worden ist. Schritt für Schritt ist dort der Reisanbau verbessert und erweitert worden.

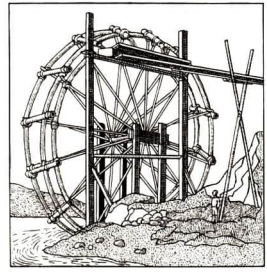
Lenin schrieb 1921 an die Bauern in Transkaukasien: „Die Bewässerung ist dringender als alles andere und wird mehr als alles andere das Gebiet umgestalten, es aufleben lassen, die Vergangenheit begraben und den Übergang zum Sozialismus festigen." Diese Worte gelten heute wie damals. Vor allem in den warmen und regenarmen Zonen der Erde stellt die Bewässerung die größte Reserve der Landwirtschaft dar.



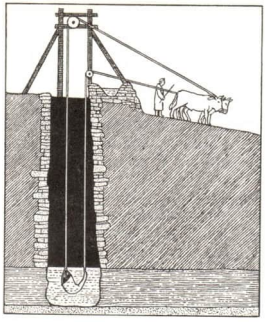
**Der Schaduf,** eins der ältesten Schöpfgeräte, wird am Nil und im Zweistromland seit drei Jahrtausenden zur Feldbewässerung verwendet.



**Das Schöpfrad,** das über ein Göpelwerk mit tierischer Zugkraft angetrieben wird, ist am Nil und an den Flüssen Vorderasiens weit verbreitet.

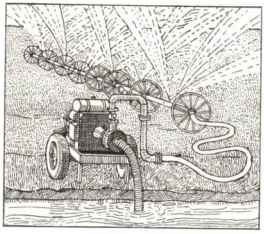


**Das Wasserrad** wird von der Strömungsenergie des Flusses angetrieben. Die Schöpfgefäße füllen sich unten und entleeren sich oben in eine Rinne.

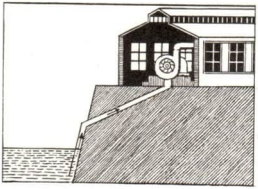


**Den Ziehbrunnen** findet man in Oasen, in denen das Grundwasser sehr tief steht. Ein Gespann zieht den Wassereimer an einem Seil nach oben.

**Als schmale Stufen** klettern die Reisfelder die Hänge hinauf. Mit Hacke und Tragkorb werden die bewässerten Terrassen von den Bauern angelegt und unterhalten. Keine andere Art des Ackerbaues erfordert soviel Handarbeit.



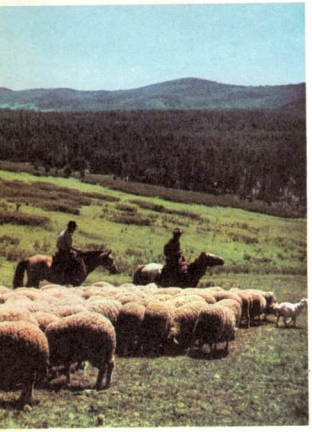
**Dieselpumpen** saugen das Wasser aus dem Graben. Von einem Rohrstrang aus, auf dem Regnerdüsen sitzen, wird es über die Felder verregnet.



**Elektrische Schöpfwerke** fördern große Wassermassen. Über Rohrleitungen und Kanäle wird das Wasser weit entfernten Feldern zugeführt.

**In den Flußebenen** Chinas und Indiens liegen Hauptanbaugebiete des Reises. Ein Netz von Kanälen und Gräben führt den Feldern das Wasser zu. Jedes Feld ist von niedrigen Dämmen umgeben, so daß es überstaut werden kann.

# Der Beitrag des Hirten

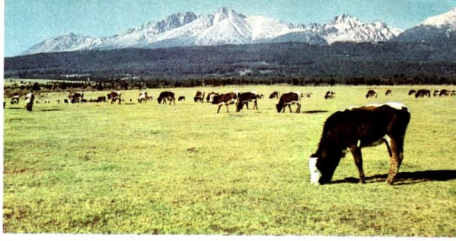


**Die Tuwiner** leben im Gebirgsland an den Quellflüssen des Jenissei. Sie sind vor allem Viehzüchter. Auf den hochgelegenen Steppenweiden halten sie große Schafherden, aber auch Jaks und Kamele. In der Zarenzeit zogen die Tuwiner als Nomaden umher, erst nach Gründung der Sowjetmacht begannen sie, allmählich seßhaft zu werden.

Von den Rentierweiden der Tundra bis zu den Wüstensteppen der Sahara, von den Almen der Alpen bis zu den Hochebenen Tibets, von den Prärien Nordamerikas bis zu den Pampas Argentiniens erstreckt sich das Weideland. Sein Anteil an der Festlandfläche ist doppelt so groß wie der des Ackerlandes.

Die Steppen der gemäßigten Breiten waren im 19. Jahrhundert die wichtigsten Weidegebiete der Erde. In den nordamerikanischen Prärien und in manchen Steppen Europas grasen auch heute noch große Rinderherden, doch ist die Weidewirtschaft hier mehr und mehr vom Getreidebau zurückgedrängt worden. Statt dessen haben die Steppenweiden der Südhalbkugel für die Weltwirtschaft wachsende Bedeutung gewonnen. Australien und Neuseeland, aber auch Argentinien und einige andere Länder Südamerikas exportieren viel Wolle, Fleisch und Leder. Das beste Weideland liegt hier in der Hand der Großgrundbesitzer. Den Hütern der gewaltigen Rinderherden Südamerikas, den Gauchos und Vaqueiros, gehört kein Fußbreit Boden, sie sind ausgebeutete Lohnarbeiter. Eins der größten Weidegebiete erstreckt sich in den Steppen östlich der Wolga. Die Sowjetunion hat hier viele Millionen Hektar Neuland für den Getreideanbau erschlossen, doch die Viehzucht spielt noch immer eine wichtige Rolle. Vor der Oktoberrevolution waren diese Steppen nahezu reines Hirtenland. Die Hirtenstämme der Kasachen und Kirgisen zogen als Nomaden umher, unstet, arm und ungebildet. Jetzt sind sie längst zur Seßhaftigkeit übergegangen. Zumindest während des Winters wohnen sie in festen Wohnsitzen. Ihre Kinder besuchen Schulen. Aus Nomadengruppen sind wohlhabende sozialistische Genossenschaften hervorgegangen.

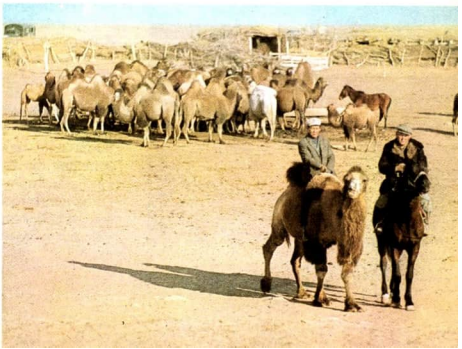
In den trockenheißen Zonen großer Teile Afrikas und Asiens leben dagegen die meisten Hirtenstämme nach wie vor in erdrückender sozialer und wirtschaftlicher Rückständigkeit. Ihre Weidegebiete sind in der Regel so trocken und karg, daß die Herden auf der Suche nach Futter ständig von Weideplatz zu Weideplatz getrieben werden müssen. Doch die Ungunst der Natur ist nicht die Hauptursache für die Verelendung der Hirten. Die Sowjetunion hat in den Halbwüsten Mittelasiens bewiesen, daß sich die Viehzucht auch in Gebieten, die von Natur aus ebenso benachteiligt sind, von Grund auf verbessern läßt. Der erste Schritt auf diesem Weg war die Umgestaltung der gesellschaftlichen Verhältnisse. Erst als sich die Nomadenstämme von der zweifachen Unterdrückung durch ihre Stammeshäuptlinge und durch die großen Feudalherren befreit hatten, war der Weg zu sozialem und wirtschaftlichem Aufschwung freigekämpft.



**Auf den Almen** der Hochgebirge Europas weiden im Sommer Rinderherden. Den Winter verbringen sie in den Ställen der Dörfer, die tief unten in den Tälern liegen. Im Mai wird das Vieh wieder ausgetrieben. Das Hochgebirge ist dann noch von Schnee bedeckt, doch die Weiden an seinem Fuß tragen schon frisches Gras. So, wie der Frühling in die Berge vorrückt, wandern die Hirten mit ihren Herden von Alm zu Alm immer höher hinauf. Gegen Ende September beginnt schon wieder der Abstieg. Das Foto ist Anfang Oktober in der Hohen Tatra aufgenommen worden, als die Herden bereits auf den untersten Weiden angelangt waren.

**Die Hochebenen Tibets** und anderer Gebirge Zentralasiens sind das Weideland des Jak. Schon vor 4000 oder 5000 Jahren ist der Jak zum Haustier gemacht worden. In Höhen zwischen 4000 und 6000 Metern kamen in Tibet früher auch große Herden von wilden Jaks vor, doch sind sie inzwischen nahezu ausgerottet. Der Hausjak hat die von seinem Stammvater erworbene Widerstandsfähigkeit gegen die eisige Winterkälte und die Schneestürme geerbt. Er trägt ein dickes, zottiges Fell, sein Körperbau ist gedrungen. In Höhen über 2000 Metern ist er das am besten geeignete Haustier Asiens. Dort weidet er auf den Gebirgssteppen oft in Herden von mehreren hundert Tieren. Der Jak gibt gute, fettreiche Milch. Er wird als Trag- und Reittier benutzt.

**In Eichen- und Buchenwäldern** werden in Südosteuropa und im nordamerikanischen Appalachengebirge noch heute Schweine geweidet. Das Weideschwein trägt ein dichtes Borstenkleid und sieht auch sonst dem Wildschwein ähnlich. Bis ins 18. Jahrhundert war es allgemein üblich, Schweine in die Laubwälder zur Weide zu treiben. Nur Jahre, in denen es viel Eicheln gab, waren gute Mastjahre. Die Wälder wurden so gehegt, daß sie einen hohen Anteil an alten Eichen enthielten. Die Weidewälder waren lichter als die heutigen Wälder. Die Waldweide war so lange das beste Verfahren, Schweine zu mästen, wie es an Futter fehlte. Weideschweine werden erst im Alter von drei bis vier Jahren schlachtreif, gut gefütterte „Stallschweine" sind es schon im ersten Jahr.



**In den Wüsten** Afrikas und Asiens ist das Kamel zu Hause. Es ist besser als alle anderen Haustiere dem Dasein in trockenen und heißen Gebieten angepaßt. In den Trockengebieten Afrikas und Vorderasiens lebt das Dromedar, das einhöckrige Kamel. Es ist das wertvollste Haustier der Beduinen, die als Nomaden die Wüsten und Wüstensteppen durchziehen. Von den Steppen östlich der Wolga und des Kaspischen Meeres bis in die Gobi ist das zweihöckrige Trampeltier verbreitet. Beide Kamelarten dienen als Reit- und Tragtiere, sie geben Milch, Wolle und Fleisch. Ihr Mist dient als Brennmaterial. Das Foto zeigt eine Herde des Kamelkolchos Turkestan in der Kasachischen SSR. Die Viehzüchter der mittelasiatischen Wüstensteppen halten vor allem Schafe, doch das Kamel bleibt für sie ein unentbehrliches Tier. Es ersetzt ihnen das Pferd und das Rind.

**Die Ziege** ist – vom Hund abgesehen – das älteste Haustier. Schon im 8. Jahrtausend v.u.Z. ist sie gehalten worden. Wildziegen leben in kleinen Rudeln in felsigen Gebirgen. Sie sind sehr genügsam und fressen alles, was grün ist. Im Gegensatz zum Schaf, das sich nur an Gräser und Kräuter hält, weidet die Ziege auch das Laub und die Zweige der Bäume ab. Burchardt Brentjes schreibt in dem Buch „Wildtier und Haustier" über die Ziege: „Sie fraß Wälder und Steppen kahl, zerstörte die Vegetationsdecke, ließ dadurch den Grundwasserspiegel fallen und verhalf der Wüste zum Vormarsch. Die Gebirge, ihrer Wälder entblößt, verloren durch die Regenfälle ihre Humusschichten und wurden kahle Steinöden. Die Ziege fraß gewissermaßen unbemerkt der Zivilisation ihre Pflanzendecke weg, und damit fraß sie diese selbst auf, denn in der Wüste gab es keine andere Lebensbasis für die Kultur, nur der unstete Ziegennomade konnte sich halten."

**Das Weideland** nimmt mit 2,9 Milliarden Hektar ungefähr ein Fünftel der Festlandfläche ein, das Acker- und Gartenland dagegen mit 1,4 Milliarden Hektar nur ein knappes Zehntel. Der weitaus überwiegende Teil des Weidelandes liegt in den Trockengebieten der Erde und wirft nur sehr geringe oder gar keine Überschüsse ab. Dort ist der Pflanzenwuchs oft so spärlich, daß nicht mehr als zwei, drei Schafe auf einem Quadratkilometer gehalten werden können. (Auf bestem Weideland sind es 1 200 Schafe!) Die kargen Weiden machen ein Achtel der Festlandfläche aus. Sie sind also ausgedehnter als das gesamte Ackerland der Erde, aber sie ernähren gegenwärtig nicht einmal ein Hundertstel der Erdbevölkerung. Riesige Weidegebiete des Wüstengürtels werden in manchen Jahren von Dürreperioden heimgesucht. Dann sterben die Schafe zu Tausenden, ja, in Australien sogar zu Millionen.

**Die Waldweide** war in vergangenen Jahrhunderten in Deutschland allgemein üblich. Sie hat dem Wald sehr geschadet. Mit moderner Forstwirtschaft ist sie nicht vereinbar, und die Milchleistung des Viehs bleibt gering. Nur in wenigen Orten des Harzes und des Thüringer Waldes hat sich die Waldweide bis in die jüngste Zeit hinein erhalten. Bald wird es diese veraltete Form der Viehwirtschaft nicht mehr geben.

## Herden entwalden Gebirge

Eine Schafherde, die über die Steppe wandert, hinterläßt keine so deutliche Spur wie der Pflug. Doch über Jahre und Jahrtausende hinweg haben Rinder und Schweine, Schafe und Ziegen die Weidelandschaften stark verändert – im Guten wie im Bösen. Alle ertragreichen Weiden sind längst zu Kulturland geworden. Selbst in den ärmsten Weidegebieten, den Wüstensteppen und Hochgebirgsmatten, ist der Einfluß des viehzüchtenden Menschen spürbar.

Überall, wo der Mensch Haustiere züchtet, starben deren wilde Vorfahren aus oder wurden zumindest sehr selten. Auch andere grasfressende Säugetiere mußten dem Weidevieh weichen: Bisons und verwilderte Pferde in den nordamerikanischen Prärien, Antilopen, Zebras und Gnus in großen Teilen der afrikanischen Savannen. Die Hirten haben auch die großen Raubtiere bekämpft, vor allem den Wolf, den ärgsten Feind der Schafherden.

Noch stärker als die Tierwelt ist die Pflanzenwelt durch die Weidewirtschaft verändert worden. Viele Pflanzen halten den starken Verbiß nicht aus. Sie gehen zurück. Andere, vor allem kurze Gräser, nehmen statt dessen zu. Auch Unkräuter verbreiten sich auf Weideland: dornige oder holzige Pflanzen, die vom Vieh nicht gefressen werden.

In den wechselfeuchten Tropen ist es üblich, die Weiden alljährlich am Ende der Trockenzeit abzubrennen. Dadurch wird das dürre Gras beseitigt. In der Regenzeit schlagen die Gräser aus den Wurzeln wieder frisch aus. Fast alle Baum- und Straucharten werden dagegen ein Opfer der Brände. Mehrere hundert Millionen Hektar Wald sind durch Abbrennen und Beweiden in Grasland verwandelt worden.

**Gutes Grünland** kann ebenso hohe Erträge geben wie der Acker. Es muß nur richtig gepflegt, gedüngt und genutzt werden. Auf unserem Bild ist ein Verfahren zu sehen, das Streifenweide genannt wird. Jedesmal, wenn die Kühe vom Melken kommen, wird der Elektrozaun ein paar Meter versetzt. Strich für Strich fressen die Milchkühe das Weideland ab. Es wird gleichmäßig abgeweidet und nicht unnötig zertreten. Die Kühe erhalten jedesmal so viel Futter zugeteilt, wie sie benötigen. Milchleistungen von 5000 Litern je Kuh im Jahr sind bei dieser Art der Weidewirtschaft möglich. Sie werden in der DDR von vielen landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften und volkseigenen Gütern schon erreicht. So hohe Erträge werden sich ohne Bewässerung nur auf einem kleinen Teil der Weltweidefläche erzielen lassen, denn neun Zehntel des Weidelandes leiden unter Wassermangel. Werden Trockenweiden bewässert, dann vervielfachen sich die Erträge.

**Ein libyscher Hirt** hat das Lamm, das auf dem Weideland in der Wüste geboren wurde, auf dem Heimweg viele Kilometer weit im Arm getragen. Das Leben der Hirten in der Wüste ist hart. Ihre ganze Sorge gilt ihren Herden: Schafen, Ziegen und Kamelen. Sie sind gezwungen, als Nomaden von Weideplatz zu Weideplatz weiterzuziehen, da der kärgliche Pflanzenwuchs nirgendwo einen längeren Aufenthalt erlaubt. Die Weidewirtschaft ließe sich in der Sahara und ihren Nebenwüsten nur mit einem technischen und finanziellen Aufwand verbessern, der sich unter den gegenwärtigen Verhältnissen kaum lohnt. Es ist günstiger, der Hirtenbevölkerung andere Erwerbsmöglichkeiten zu erschließen. In Libyen hat zum Beispiel die Erdölförderung neue Arbeitsplätze geschaffen. Die Zahl der wandernden Hirten nimmt in den Wüsten des nördlichen Afrikas ständig weiter ab.

Wenn die Herden zu zahlreich werden, bricht die geschlossene Pflanzendecke auf. So werden Steppen durch starkes Beweiden zu Wüstensteppen und Wüstensteppen zu Wüsten. Vor allem in Afrika sind die Grenzen der Landschaftsgürtel durch die Weidewirtschaft weit verschoben worden: Die Sahara hat sich nach Süden ausgedehnt, die Wüstensteppe dringt in altes Savannenland vor, die Savanne wird immer baumärmer und frißt sich in den tropischen Urwald hinein. Verhängnisvoll hat sich die Weidewirtschaft in den Ländern rings um das Mittelmeer ausgewirkt. Den stärksten Schaden richteten die Ziegen an. Wo Ziegen weiden, wird der Wald vernichtet. Wenn der Wald erst einmal verschwunden ist, wäscht der Regen den Boden von den Hängen. Die nackten Berge der Mittelmeerländer sind ein Ergebnis jahrtausendealter übermäßiger Weidewirtschaft.

Wenn auf einem Stück Land mehr Weidetiere grasen sollen, als dort vorher pflanzenfressende Wildtiere gelebt haben, dann muß der Mensch durch seine Arbeit die natürliche Fruchtbarkeit dieser Weiden entsprechend steigern. Geschieht das nicht, so gerät die Natur aus dem Gleichgewicht, und das Land wird unfruchtbar. Dem überwiegenden Teil des Weidelandes der Erde droht diese Gefahr. Wo die Weiden jedoch gut gepflegt werden, dort lassen sich erstaunliche Verbesserungen erzielen. Oft genügt es schon, das Weideland durch Zäune in Koppeln einzuteilen, um dem Gras, sobald es abgeweidet ist, wieder eine längere Erholungspause zu gönnen. Die Technik erlaubt es heute, Weiden aus der Luft zu düngen und mit chemischen Mitteln zur Unkrautbekämpfung zu besprühen, Weiden zu ent- oder zu bewässern, Weiden umzupflügen und mit besseren Grassorten anzusähen. Noch lohnt sich dieser hohe Aufwand nur auf Weideland, das von Natur aus eine geschlossene Grasnarbe trägt. Doch selbst in sehr kargen und trockenen Gebieten läßt sich schon manches tun, um die Weidewirtschaft zu verbessern.

# Vom Urwald zum Forst

Vor anderthalb Jahrtausenden war unsere Heimat zu neun Zehnteln mit Urwäldern bedeckt. Es war die größte Kulturtat der Bauern des frühen Mittelalters, die Wälder zu roden, um für die zunehmende Bevölkerung neue Felder und Weiden zu schaffen. Die großen Rodungen hielten bis ins 14. Jahrhundert an. Schließlich war nur noch ein reichliches Viertel des Landes mit Wald bedeckt. So groß ist der Waldanteil bis heute geblieben.

Der Ackerbau ist gut 10000 Jahre alt, der Waldbau nicht einmal 200 Jahre. Seit uralter Zeit nahm sich der Mensch aus dem Wald, was er brauchte: Wild, Beeren, Pilze, Streu, Brenn- und Bauholz. Er nahm es so, wie es gerade kam. Ob der Wald sich wieder verjüngte oder nicht, kümmerte niemanden. Zuerst wurde das Wild knapp. Könige und Fürsten richteten deshalb Bannwälder ein, in denen nur sie jagen durften. Das Volk war von der Jagd ausgeschlossen. Als immer mehr Holz gebraucht wurde, Holz für den Bau von Häusern und Schiffen, Holz für Berg-, Hütten- und Hammerwerke, für Salinen und Glashütten, wurden auch die hiebreifen Bäume knapp. Da die Wälder außerdem als Viehweide genutzt wurden, kam kaum Jungwuchs auf.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts waren nahezu alle Wälder unserer Heimat in einem trostlosen Zustand, mehr Busch als Wald. Jetzt erst machten sich Forstleute Gedanken darüber, wie dem Wald zu helfen sei. Sie begannen dort, wo der Wald verwüstet war, neue Bäume zu säen und zu pflanzen. Die Geburtsstunde der Forstwirtschaft hatte geschlagen. Der Forst ist ein künstlich angelegter Wald. Er soll die höchsten Holzerträge bringen, die sich erzielen lassen, wenn irgend möglich, Jahr für Jahr gleich viel. Seine Bäume wachsen nicht wild heran, sie werden gepflanzt, gepflegt und in einem ganz bestimmten Alter gefällt.

Forstwirtschaft wird bisher nur auf einem sehr kleinen Teil der Weltwaldfläche getrieben, vor allem in der Mischwaldzone der gemäßigten Breiten. In weit mehr als neun Zehnteln aller genutzten Wälder der Erde wird nur Holz geschlagen, ohne irgend etwas für die Walderneuerung zu tun. Meist wird mehr Holz entnommen als nachwächst. Unermeßlichen Waldgebieten droht die gleiche Gefahr wie den Wäldern Mitteleuropas im 18. Jahrhundert: Sie werden ausgeraubt, bis nur Busch übrigbleibt.

Die nördliche Nadelwaldzone liefert heute ungefähr die Hälfte der Holzproduktion der Welt. Den größten Anteil an dieser Zone nimmt die sibirische Taiga ein. Die Sowjetunion hat mit der geregelten Nutzung dieser unermeßlichen Waldwildnis begonnen. Zunächst ging es darum, die Taiga dem Verkehr zu erschließen, um das Holz abtrans-

**Im tropischen Regenwald** Ghanas werden meist nur die wirtschaftlich wertvollen Holzarten genutzt. Dadurch verarmen die Wälder allmählich.

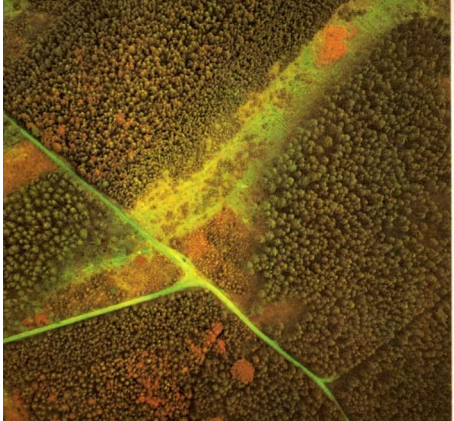
**Starke Viehweide** und ungeregelte Holznutzung haben dieses Waldgebiet in Nordindien verwüstet. Das Regenwasser hat den Boden von den ungeschützten Hängen herabgespült. Es ist sehr schwierig, sie wieder mit jungen Wäldern zu begrünen.

portieren zu können. Die Flüsse wurden für die Flößerei hergerichtet – sie sind immer der erste und wichtigste Weg aus den Urwäldern. An Fluß- und Seehäfen des hohen Nordens und längs der transsibirischen Eisenbahn sind große Kombinate zur Holzverarbeitung gebaut worden. Die Sowjetunion allein stellt heute fast ein Viertel der Weltholzerzeugung, und zum überwiegenden Teil stammt es aus der Taiga.

Den größten Anteil an der Weltwaldfläche nehmen die tropischen Laubwälder ein. Allein die Regenwälder im Amazonasbecken sind so groß wie ganz Europa. Der Beitrag dieser Wälder zur Weltwirtschaft ist bisher nur gering – etwa ein Zehntel der Holzerzeugung. Die Regenwälder sind zum größten Teil für den Verkehr noch unerschlossen, ohne Straßen, ohne Eisenbahnen. Nur dort, wo das Holz geflößt werden kann, läßt es sich abtransportieren. Während die Taiga fast ausschließlich aus wenigen Arten von Nadelhölzern besteht, gibt es in den tropischen Urwäldern eine riesige Artenfülle. Allein in Indonesien wachsen fast 4000 Baumarten mit starken Stämmen! Von diesen vielen Hölzern hatte bisher nur ein kleiner Teil wirtschaftlichen Wert. Einige wenige aber sind so hochbegehrt wie Teakholz, Ebenholz und Mahagoni.

Die Holznutzung erfolgt in den Tropenurwäldern fast überall als reiner Raubbau. In vielen Ländern Lateinamerikas erkaufen sich reiche Holzhändler die Berechtigung, die Wälder abzuholzen, meist mit Kapital aus den USA. In der Regel werden nur die wertvollsten Hölzer herausgeschlagen, dann überläßt man die verarmten Wälder sich selbst. Die starken Tropenregen laugen oft in kurzer Zeit den ungeschützten Boden aus oder waschen ihn hinweg, und das Land verödet zu wertlosem Busch. Die Entwicklungsländer, die den kapitalistischen Weg ablehnen, bemühen sich darum, ihre Wälder sinnvoll zu nutzen. Ihnen fehlen jedoch noch die technischen und finanziellen Mittel, die für eine gute Waldpflege erforderlich sind. Die Tropenwälder sind ein kostbarer Schatz der Erde, doch ihre Nutzung ist mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Die Waldfläche der Welt nimmt fast 4 Milliarden Hektar ein. Darunter ist alles mitgerechnet, was irgendwie von Baum und Strauch bewachsen ist: der dürre Dornbusch trockenheißer Länder, die Krüppelbäume der ausgelichteten Waldsavanne, die undurchdringlichen Mangrovesümpfe an tropischen Meeresküsten, das Knieholz der Hochgebirge. Wirklich genutzt wird bisher nur ein knappes Drittel der Weltwaldfläche. Ein weiteres Drittel ist nutzbar, aber noch unerschlossen. Das restliche Drittel ist von Natur aus ohne jeden wirtschaftlichen Wert.

**Die Taiga Sibiriens** ist das größte Nadelwaldgebiet der Erde. Um die unermeßlichen Vorräte an Fichten, Tannen und Kiefern zu bewirtschaften, sind vor allem Transportwege erforderlich. Meist bieten die Flüsse den ersten Zugang. Sobald im Frühjahr das Eis bricht, setzt auf den Strömen Sibiriens die Flößerei ein. Sie führt das Holz den großen Verarbeitungszentren zu.

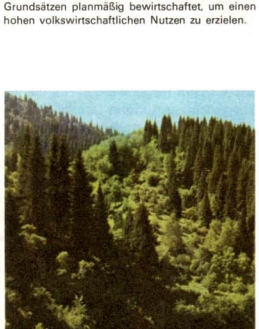


**Der Forst** hat die Urwälder abgelöst, die einst unsere Heimat bedeckten. Ein Netz von Straßen, Wegen und Schneisen gliedert ihn in Abteilungen, die meist die strenge Form eines Rechteckes aufweisen. Die Luftaufnahme läßt diese geradlinigen Grenzen gut erkennen. Das Foto dient der Forstvermessung. Es ist auf „Spektrozonalfilm SN-2" aufgenommen worden. Dieser Film, der in der Sowjetunion hergestellt wird, gibt die natürlichen Farben absichtlich falsch wieder. Die Grüntöne des Waldes werden so verfälscht, daß eine stärkere Farbtrennung eintritt. Die Kronen von Laubbäumen werden zum Beispiel leuchtend rot abgebildet, die von Nadelbäumen dagegen dunkel braungrün. Dadurch ist leicht zu erkennen, daß es sich links unten um einen Mischwald aus Nadel- und Laubbäumen handelt. Der Fichtenaltbestand rechts im Bild erscheint statt dessen in einem einheitlichen Braungrün. Weiter oben schließt sich ein breiter Streifen mit helleren Farben an, die zwischen gelb, rot und lindgrün wechseln. Hier handelt es sich um Kahlschläge, die größtenteils wieder aufgeforstet wurden. Der Forstingenieur kann aus einer solchen falschfarbigen Luftaufnahme viele Einzelheiten über den Zustand des Waldes ablesen: die Holzarten, das Alter der Bäume, die Verbreitung von Kahlschlagkräutern. Abgestorbene oder geschädigte Baumkronen lassen sich unterscheiden. Die Aufnahme zeigt, daß der Forst künstlich angelegt ist. Forsten werden nach wissenschaftlichen Grundsätzen planmäßig bewirtschaftet, um einen hohen volkswirtschaftlichen Nutzen zu erzielen.

## Pflanzt neue Wälder!

Rings um das Mittelmeer macht sich die Macchie breit. Sie wird zum Wald gerechnet. Aber sie ist kein Wald in unserem Sinne. Sie ist ein Gestrüpp aus immergrünen Sträuchern mit hartem, lederartigem Laub. In alter Zeit grünten dort, wo heute die Macchie kümmert, wirkliche Wälder. Ihre Bäume sind zu Brennholz, Bauholz, Schiffsholz oder Holzkohle verarbeitet worden. Schaf- und Ziegenherden ließen keinen Baumwuchs mehr aufkommen. Was blieb, ist die Macchie, ein wertloses Gestrüpp. Das ist nur ein Beispiel von vielen! In den warmen und trockenen Ländern der Erde ist der größere Teil aller Wälder schon zu Busch und Ödland herabgewirtschaftet worden.

Wer einen Wald pflanzt, erntet nicht das Holz. Erst seine Kindeskinder haben den Nutzen, denn viele Baumarten müssen 80, ja mehr als 100 Jahre wachsen, ehe sie hiebreif werden. Wenn die wirtschaftliche Kraft eines Landes erst schwach entwickelt ist, kann man deshalb kaum verlangen, daß es etwas für seine Wälder tut. Um so bewundernswerter ist, mit welcher Tatkraft viele Entwicklungsländer in jüngster Zeit an die Aufforstung von Busch und Ödland gegangen sind. Kenia hat Forstschutzgebiete ein-



**Die Bergwälder** in den südlichen Gebirgen des asiatischen Teils der Sowjetunion mußten zuerst durch Straßen erschlossen werden, ehe sie für Holzproduktion und Erholung genutzt werden konnten.

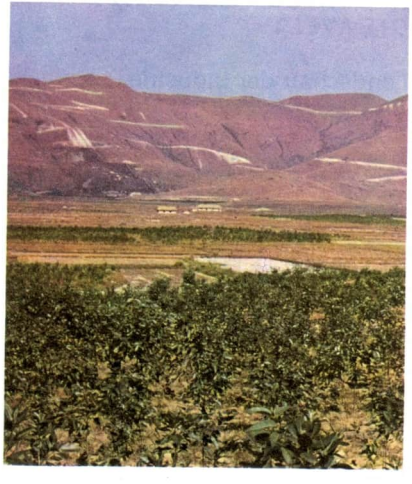
gerichtet und mehr als 100000 Hektar Wald aufgeforstet. Die Republik Tschad hat im heißen Inneren Afrikas damit begonnen, in der Umgebung der Städte Wälder zu pflanzen. Tunesien forstet die Dünen am Rande der Wüste, Algerien die nackten Hänge der Gebirge auf.

Meist geht es dabei gar nicht um das Holz, sondern um den Schutz, den die Wälder bieten. Wo Waldstreifen wachsen, wird die Macht der ausdörrenden Winde gebrochen oder doch gemildert. Bäume und Sträucher schützen den Boden, gleichen den Abfluß des Wassers aus. Dieser Nutzen der Wälder für die Landeskultur ist oft weit wichtiger als ihre Holzproduktion!

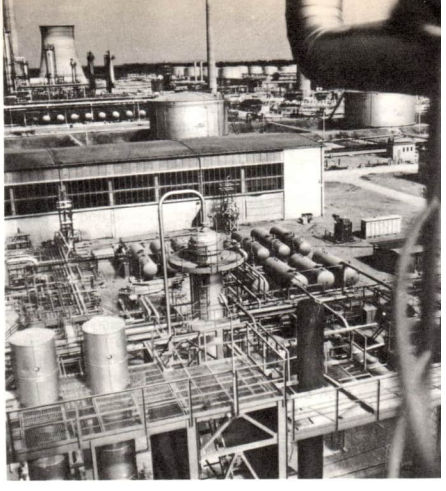
In allen hochindustrialisierten Ländern kommt dem Wald noch eine dritte Aufgabe zu: Er dient der Volkserholung. Im Umkreis von Berlin, Moskau und anderen Großstädten werden die Wälder seit einigen Jahren als Erholungswälder gepflegt, denn das ist ihre wichtigste Aufgabe geworden. Diese Wälder sollen nicht nur ertragreich, sie sollen auch mannigfaltig und schön sein.

Und in Zukunft? Der grüne Waldpelz der Erde muß so gepflegt werden, daß er allen drei Aufgaben gleichzeitig gerecht wird: der Holzerzeugung, der Landeskultur und der Erholung. Allmählich wird man überall von der reinen Holznutzung zur geregelten Forstwirtschaft übergehen.

**Gut gepflegte Wälder** sind der Stolz eines jeden Forstmannes. Dieser Wald im Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Haldensleben (DDR) ist mit Eichen, Rotbuchen und Hainbuchen bestockt. Da der Standort für diese Baumarten gut geeignet ist, bringen sie einen hohen Zuwachs an wirtschaftlich wertvollem Holz. Solche Leistungen kann die Forstwirtschaft nur erzielen, wenn schon vor der Aufforstung mit wissenschaftlichen Methoden erkundet wird, welche natürlichen Bedingungen an einem Standort herrschen. Sind sie ungünstig, dann lassen sie sich durch Bodenbearbeitung, Düngung oder Entwässerung verbessern. Das Saatgut soll nur von Bäumen genommen werden, die sich unter diesen Standortbedingungen bewährt haben. Sechs bis zwölf Jahrzehnte lang muß ein Forst gepflegt werden, ehe die Bäume hiebreif sind.

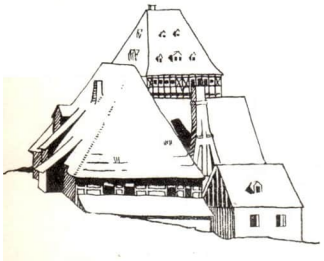


**Großflächige Aufforstungen** erneuern die Wälder Nordvietnams. Das Bild zeigt eine einjährige Aufforstung mit Eukalyptus. Die verschiedenen Arten des Eukalyptus gehören zu den raschwüchsigsten und höchsten Bäumen. Sie stammen vorwiegend aus Australien, werden aber wegen ihrer guten Eigenschaften auch in anderen warmen Ländern angepflanzt. Ihr Holz ist wertvoll, auch ihr Harz und ihr Öl werden gewonnen. Die Tropenwälder werden nur dann ihren wirtschaftlichen Wert behalten, wenn sie gut gepflegt werden. Der Holznutzung muß die Aufforstung mit wertvollen Baumarten folgen.



**Das Petrolchemische Kombinat** hat das Städtchen Schwedt an der Oder zu einer sozialistischen Industriestadt aufblühen lassen. 1964 hat das Werk seine Produktion aufgenommen. Heute verarbeitet es jährlich rund 8 Millionen Tonnen Erdöl. Den größten Teil des Rohöls erhält das Werk über die internationale Erdölfernleitung „Freundschaft". Die Fördergebiete liegen östlich der Wolga in der Baschkirischen ASSR. 21 Tage braucht das Öl, ehe es in Schwedt anlangt. Eine andere Leitung führt Erdöl aus dem Ölhafen Rostock nach Schwedt, eine dritte Verbindung besteht zu den Erdölfeldern der DDR bei Stralsund. Das Erdöl wird in Schwedt zu Vergaser- und Dieselkraftstoff, zu Turbinentreibstoff, zu Heizölen und Straßenbitumen verarbeitet. In Zukunft sollen auch Ausgangsstoffe für die Erzeugung von synthetischen Fasern und Plasten erzeugt werden. Eine Stickstoffdüngemittelfabrik hat 1967 ihre Produktion aufgenommen. Das Petrolchemische Kombinat nimmt die Fläche einer mittleren Stadt ein. Ein großer Teil der in Schwedt erzeugten flüssigen Abkömmlinge des Erdöls wird über eine Leitung in die Industriegebiete bei Halle und Leipzig transportiert. Dort werden sie von den Leunawerken und anderen Großbetrieben verarbeitet.
Das alte Städtchen Schwedt ist um eine sozialistische Wohnstadt erweitert worden. Seine Einwohnerzahl hat sich verdoppelt. Dies ist nur ein Beispiel dafür, wie stark die Industrie die Umgebung verändert.

**Der Frohnauer Hammer** ist im 14. Jahrhundert als Mühle angelegt worden. Sie nutzte die Wasserkraft eines der gefällereichen Bäche des Erzgebirges. 1621 nahm an ihrer Stelle das Hammerwerk seinen Betrieb auf. Zwei Wasserräder trieben drei schwere Fallhämmer an, mit denen das Metall zu Blechen, Stäben und Drähten geschmiedet wurde. Die Bergwerke des Erzgebirges förderten das Erz. Seine dichten Wälder lieferten die Holzkohle, mit der die Metalle aus dem Erz geschmolzen wurden. Seine Bäche und Flüsse gaben die Wasserkraft, mit der die Anlagen der Berg-, Hütten- und Hammerwerke betrieben wurden. Wo Erz, Holz und Wasserkraft zusammentrafen, entstand die metallverarbeitende Industrie des Mittelalters. Die Hammerwerke waren die Vorläufer unserer Walzwerke.



# INGENIEURE BAUEN DIE WELT

## Landschaft der Industrie

Nichts verändert eine Landschaft so stark wie die große Industrie. Sie schafft sich ihr eigenes Gesicht. Schornsteine und Kühltürme, Bürohäuser und Werkhallen gehören zu ihrem Bild. Doch jeder Industriezweig hat auch seine Besonderheiten: denken wir nur an die Hochöfen und Walzstraßen der Stahlindustrie, die Brikettfabriken, Schwelereien und Gaswerke der Braunkohlenindustrie, die Rohrbrücken und Generatoren der Chemieindustrie oder an die Destillierkolonnen und Tanks der erdölverarbeitenden Betriebe. Ingenieure haben diese Werke entworfen, stets darauf bedacht, technische Prozesse so zweckmäßig wie möglich ablaufen zu lassen.
Wie groß die Fläche ist, die von der Industrie eingenommen wird, ist nicht genau bekannt. Sie liegt weit unter einem Tausendstel der Festlandfläche und wird auch in den am höchsten industrialisierten Ländern ein Hundertstel nicht überschreiten. Werke, in denen Tausende von Arbeitern beschäftigt sind, nehmen nur wenige Hektar ein. Die Großindustrie ist die am stärksten konzentrierte Pro-

duktion. Die Leunawerke „Walter Ulbricht", der größte Betrieb der DDR, produzieren allein einen höheren materiellen Reichtum als vor 150 Jahren alle Gewerbebetriebe unseres Gebietes zusammengenommen.

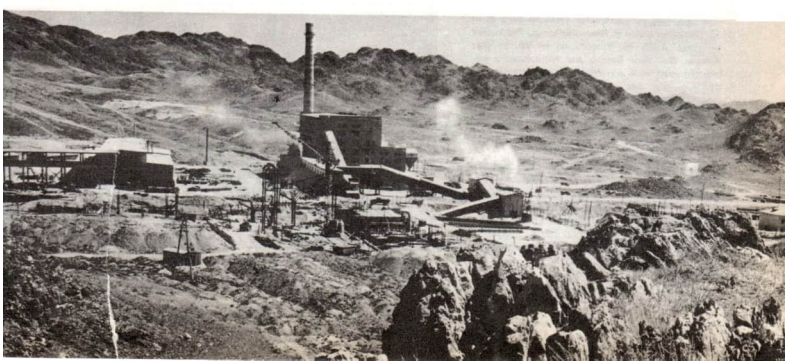
Viele große Industriewerke sind ursprünglich dort entstanden, wo es Bodenschätze gab. Die Vorkommen von Eisen- und Nichteisenmetallerzen, von Kalk und Salz sind zu Standorten mächtiger Industrien geworden. Auch dort, wo Energiequellen erschlossen wurden, siedelten sich Fabriken an: in der Nähe von Kohlenlagerstätten, Erdölfeldern und Wasserkraftwerken. Jede Großindustrie braucht täglich ganze Güterzüge voll von Rohstoffen und gibt sie als Halbfabrikate oder Fertigwaren wieder zurück. Dieser „Stoffumtausch" reicht heute über Tausende von Kilometern hinweg. Deshalb hat die Industrie sich auch an Seehäfen, Binnenwasserstraßen und Eisenbahnknotenpunkten niedergelassen.

Große Industriewerke beschäftigen Tausende von Arbeitern. Die Konzentration der Produktion, der Bevölkerung und des Verkehrs hat Ballungsgebiete entstehen lassen. In der DDR ist es vor allem das Gebiet der Chemieindustrie rings um Halle, Merseburg, Leipzig und Bitterfeld. Im Kapitalismus sind diese Ballungsgebiete ungezügelt gewuchert, mit all den Nachteilen für die Bevölkerung: Mietskasernen, enge Straßen, Rauch, Lärm, Unruhe . . . Die sozialistische Territorialplanung wird auch in die Ballungsgebiete Ordnung bringen. Die alten Industriezentren werden planvoll erweitert, und für junge Industrien werden neue Standorte erschlossen.

Immer enger wird der Austausch von Rohstoffen und Industriegütern, der weit entfernte Wirtschaftsgebiete miteinander verbindet. In den sozialistischen Ländern, die im Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe zusammengeschlossen sind, wächst er von Jahr zu Jahr. Es gibt kein einziges Industriewerk mehr, das nicht auf ihn angewiesen wäre. Die Früchte der wirtschaftlichen Zusammenarbeit kommen allen Bruderländern zugute: wachsender Wohlstand der sozialistischen Gesellschaft.

**Die Alexandria-Petrol-Company** ist eins der größten Erdölwerke der Vereinigten Arabischen Republik. Bei Montagearbeiten für den Erweiterungsbau ist ein fahrbarer Drehkran aus Leipzig eingesetzt. Die DDR hilft vielen Ländern Afrikas, Asiens und Lateinamerikas beim Aufbau einer eigenen Industrie, indem sie ihnen Maschinen und Ausrüstungen liefert.

**Ein Asbestwerk** ist in der unwirtlichen Bergwelt im Quellgebiet des Jenissei errichtet worden. Es gehört zu den Tausenden von Industriebetrieben, mit denen die Sowjetunion die reichen Naturschätze Sibiriens erschließt und verarbeitet. Für die Industrie gibt es heute kaum noch natürliche Grenzen. Selbst im Gebiet des Dauerfrostbodens des hohen Nordens arbeiten Diamantengruben und Wasserkraftwerke. Ob Kälte, Hitze oder Trockenheit, ob Sumpf- oder Gebirgswildnis, überallhin dringen Ingenieure vor. Sibirien war vor fünfzig Jahren so gut wie ohne Industrie. Jetzt besitzt es einige der größten Industriezentren der Welt. Ein Ende seines wirtschaftlichen Aufstiegs ist noch längst nicht abzusehen.



# Bergwerke und Bohrtürme

Ohne Bergbau müßten wir auf alle Stoffe verzichten, die dem Schoße der Erde entstammen: kein Metall und keine Maschinen oder Geräte, die aus Metall gefertigt sind, keine Kohle, kein Kalk und kein Zement – ein solches Dasein wäre undenkbar. In tausendfältiger Gestalt gehen die Bodenschätze, die Mineralien und Gesteine in die materiellen Güter ein, die wir zum Leben benötigen. Oft erkennen wir das gar nicht mehr, weil die ursprünglichen Naturstoffe so stark umgewandelt worden sind. Niemand sieht den Metallen, aus denen ein Auto gebaut ist, mehr an, aus welchen Erzen sie stammen. Und selbst der Fachmann vermag bei einem Kleid aus Kunstfasern nicht zu sagen, ob Kohle oder Erdöl der Rohstoff war.
Der Bergbau dringt tief in die Gesteinshülle ein, um die Bodenschätze zu erschließen und zu gewinnen. Bergleute teufen Schächte viele hundert Meter senkrecht hinab.

**Den Silberbergbau** im Erzgebirge zeigt ein Gemälde, das Hans Hesse 1521 auf die Rückwand des Altars der Annaberger Bergknappschaft gemalt hat. Es stellt dar, wie der Silberbergbau um 1190 bei Freiberg begonnen hat. Eine Menge kleiner Schächte ist dicht nebeneinander abgeteuft, ein jeder überdacht von einer Kaue. Unter Tage bauen die Bergleute das Erz mit Schlegel und Eisen ab, Haspelknechte ziehen es im Kübel hoch.

**Kupferbergbau in Chile.** Die Atacama, das wüstenhafte Hochland von Chile, ist reich an Erzen. Hier liegen die Kupferbergwerke von Chuquicamata (unser Bild) und von Potrerillos. Das Erz wird im Tagebau gewonnen. Stufenweise steigen die Abbauterrassen an. Mit Eisenbahnwaggons wird das Erz aus den Tagebauen abtransportiert. In der Atacama regnet es so gut wie nie. Die Sonne brennt unerträglich heiß. Die Arbeit der Bergleute ist sehr schwer, doch sie erhalten nur einen geringen Lohn. Da das chilenische Erz einen niedrigen Metallgehalt besitzt, wäre ein weiter Transport über See zu kostspielig. Deshalb wird es in der Nähe der Küste in Riesenhütten zu Rohkupfer verhüttet. Auch die Küstenzone ist Wüste. Das Wasser, das zum Betrieb der Hüttenwerke gebraucht wird, muß aus den Gebirgstälern der Anden zugeleitet werden. Die Kohle wird sogar aus Übersee eingeführt. Alleinige Beherrscher der Kupferwirtschaft Chiles sind die Anaconda Copper Mining Co und die Bradan Copper Corporation. Beide Unternehmen befinden sich in den Händen von Kapitalgesellschaften der USA. Wenn der Weltmarktpreis des Kupfers sinkt, drosseln die amerikanischen Firmen zuerst die Produktion des chilenischen Kupfers, und erst später die im eigenen Land. So wie die Kupfererze Chiles werden auch die Rohstoffe vieler anderer Länder Lateinamerikas, Afrikas und Asiens durch Kapitalgesellschaften imperialistischer Staaten ausgebeutet.

Von ihnen aus treiben sie Stollen und Strecken in das Gestein vor. Die Sohle der Goldmine von Robinson Deep in Südafrika, des tiefsten Schachtes der Erde, liegt 3000 Meter unter der Erdoberfläche!

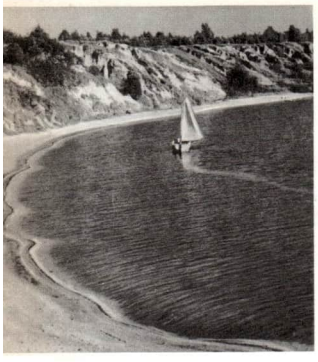
Nicht alle Bodenschätze ruhen so tief im Schoße der Erde. Manche Lagerstätten sind nur von einer dünnen Gesteinsschicht verhüllt. Räumt man dieses „Deckgebirge" weg, dann ist der Zugang zu den Bodenschätzen frei, und sie können im Tagebau gewonnen werden. Ein Beispiel dafür ist die Braunkohle unserer Heimat. Sie lagert gewöhnlich unter Sand- und Kiesschichten, die nur 20 bis 50 Meter stark sind. Die Bagger und Förderbrücken, mit denen der Braunkohlentagebau betrieben wird, gehören zu den größten Geräten, die je gebaut worden sind.

Aber auch Gesteine und Mineralien, die unmittelbar an der Erdoberfläche liegen, nutzt der Mensch. Sie werden in Granit- und Sandsteinbrüchen, in Sand- und Kiesgruben, in Torfstichen und Tongruben gewonnen. Ganze Berge sind durch Tief- und Tagebaue, durch Steinbrüche und Gruben schon abgebaut worden.

Neben den vielen festen Bodenschätzen gibt es einige wenige, die flüssig oder gasförmig sind. Erdöl und Erdgas stehen unter ihnen an erster Stelle. Ihre Lagerstätten werden durch Bohrlöcher angezapft. Da Erdöl und Erdgas gewöhnlich unter hohem Druck stehen, strömen sie von selbst durch die Bohrlöcher an die Erdoberfläche. Wenn Erdöl nicht ganz so hoch steigt, muß es mit Pumpen gefördert werden. Die Bohrtechnik wird Jahr für Jahr verbessert, so daß eine immer dickere Schicht der Erdkruste für die Erdölförderung zugänglich wird.

**Braunkohlentagebau.** Die Schichten, die über dem Kohlenflöz lagern, werden mit Eimerkettenbaggern abgebaut. Als Abraum werden sie über die Förderbrücke zur ausgekohlten Seite transportiert und dort verkippt. Die freigelegte Kohle wird mit Schaufelradbaggern gewonnen und in Kohlenzüge verladen.

**Bohrtürme** brauchen die Geologen, um Tiefbohrungen niederbringen zu können und Lagerstätten von Mineralien zu erkunden. Sie werden auch zur Erschließung von Erdöl und Erdgas eingesetzt.



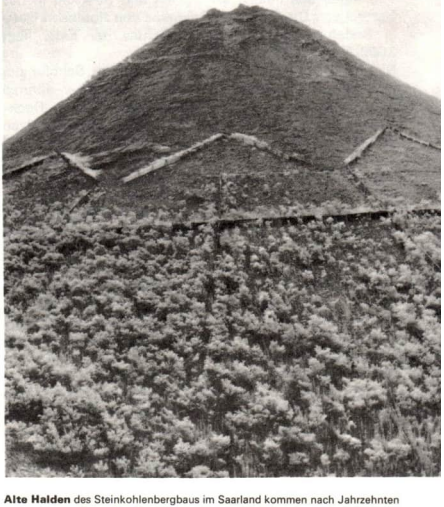
# Kohlen, Kippen – und was dann?

Der Bergbau schlägt der Erde tiefe Wunden. Dort, wo die Bodenschätze unter Tage abgebaut werden, sind die Wunden über der Erde kaum zu sehen. Aber das taube Gestein, das zwangsläufig mit gefördert wird, muß ja irgendwo bleiben. Es wird zu hohen Halden aufgeschüttet. In jedem alten Bergbaugebiet sind diese steilen künstlichen Berge zu sehen, neue Wahrzeichen ihrer Umgebung. Meist dauert es Jahrzehnte, ehe sich Bäume auf den Halden ansiedeln lassen.

Weit mehr als der Tiefbau schädigt der Tagebau die Landschaft. Die Braunkohlen der DDR, unser wichtigster Bodenschatz, werden im Tagebau gewonnen. Der Tagebau reißt die Erde auf, überrollt die Landschaft, wühlt sie 40 bis 70 Meter tief um, zerstört sie und alles, was auf und in ihr war. Wald, Feld, Dorf, Fluß, Straße löscht er aus. Was er zurückgibt, sind leblose Kippen, eine Wüste aus

**Der Knappensee** im Kreis Hoyerswerda ist ein Tagebaurestloch des Braunkohlenbergbaus. Die Hochkippe erhebt sich wie eine Steilküste über die Wasserfläche. An schönen Sommersonntagen zählt der Knappensee zehntausend und mehr Besucher. Inzwischen merkt man es ihm kaum noch an, daß er aus einer gewaltigen Wunde hervorgegangen ist, die Bergbaugeräte der Landschaft geschlagen haben. Seine Ufer sind begrünt, die Hochkippe trägt Wald. Ein Spazierweg führt rings um den See. Verkaufsstellen, Bootshäuser, Gaststätten sind gebaut worden. Auf einer ehemaligen Spülkippe, die einen breiten Sandstrand bildet, liegt ein Zeltplatz. Die Schönheit des Knappensees ist noch halb zufällig entstanden. In Zukunft muß die „Bergbaufolgelandschaft" schon vor dem Neuaufschluß eines Tagebaus in großen Zügen projektiert werden. Der Abbauprozeß selbst muß so gelenkt werden, daß er günstige Ansätze für die Gestaltung einer neuen Landschaft schafft, einer Landschaft, in der noch viele Generationen von Menschen arbeiten, wohnen und sich erholen können.

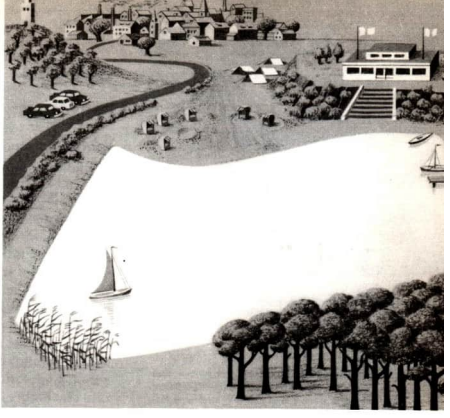
**Kohle, Erze, Erdöl** und andere Bergbauprodukte werden oft über weite Strecken transportiert. Die DDR erhält Erdöl und Erze aus Lagerstätten, die östlich der Wolga liegen. Das sind Transportwege von 3000 bis 5000 Kilometern. Manche Erze werden fast um die halbe Erde verfrachtet. Kanada verarbeitet zum Beispiel in Aluminiumhütten an der Westküste Bauxit aus Westafrika. Chilesalpeter ist schon vor mehr als 100 Jahren mit Segelschiffen bis nach Europa befördert worden. Die transportierten Mengen an Bergbauerzeugnissen wachsen immer stärker an. In der Seeschiffahrt der DDR machen sie mehr als ein Drittel des Umschlages aus. Der Stoffaustausch zwischen Mensch und Natur geht also nicht nur an Ort und Stelle vor sich, nein, es kommt zu immer größeren Stoffumlagerungen von Land zu Land, von Erdteil zu Erdteil.



**Alte Halden** des Steinkohlenbergbaus im Saarland kommen nach Jahrzehnten noch nicht zur Ruhe. Nur ihr Fuß läßt sich notdürftig begrünen. An den oberen Hängen dringen giftige Gase aus dem Gesteinsschutt, weil im Inneren der Halde Kohlenreste schwelen, die sich immer wieder selbst entzünden.

**Die Braunkohlenförderung** der DDR beträgt fast 240 Millionen Tonnen im Jahr. Das ist ein Drittel der Weltförderung. Braunkohlen sind der wertvollste Rohstoff unseres Staates. Gegenwärtig werden in der DDR noch acht Zehntel aller Energie aus Braunkohlen gewonnen. Um die Kohle freizulegen, müssen täglich 2 Millionen Tonnen Abraum über Bagger, Förderbrücken und Absetzer auf Kippen gefördert werden. Jährlich gibt der Bergbau rund 2000 Hektar Kippen zurück, die wieder urbar gemacht werden müssen.

**Bergbau und Erholung.** Die Zeichnung stellt ein Tagebaurestloch dar, das zu einem Badesee gestaltet worden ist. Ganz vorn grünt noch alter Wald, denn hier war die Grenze des Abbaugebietes. Hinten rechts ist über dem Steilhang einer Halde eine Gaststätte gebaut worden. Links davon, wo die Strandkörbe stehen, hat eine ehemalige Spülkippe einen flachen Sandstrand hinterlassen. Jenseits der Straße trägt eine Hochhalde einen Aussichtsturm. So hat die Stadt im Hintergrund, die einst ringsum von Tagebauen umgeben war, wieder ein Erholungsgebiet erhalten. In Wirklichkeit muß man sich den See und die Halden viel größer vorstellen, als die Zeichnung es andeutet.



**Tote Kippen** hat dieser Tagebau aus dem zweiten Weltkrieg hinterlassen. Sie sind weder eingeebnet noch kultiviert worden. Versuche, sie zu begrünen, waren noch zwanzig Jahre später gescheitert.

Sand, Steinen, Ton. Diese Ödnis wieder in eine neue Kulturlandschaft zu verwandeln ist die schwierigste Aufgabe, die der Braunkohlenbergbau nach sich zieht.

Der kapitalistische Bergbau hat auf dem Gebiet der heutigen DDR viele tausend Hektar Kippen und Halden als Mondgebirge hinterlassen. Der Profit ging vor, die Landschaft als Wohngebiet des Menschen kam zuletzt. Riesige Mittel sind erforderlich, um diese Wunden zu heilen.

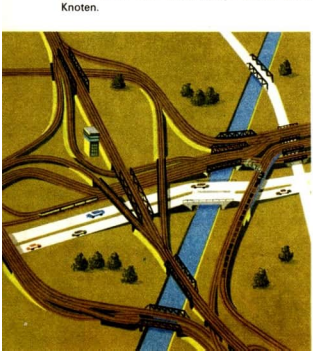
Für den Bergbau in der DDR ist es Gesetz, daß jede Kippe sofort wieder begrünt werden muß. Der Kippenförster folgt dem Bergmann auf dem Fuße. Unfruchtbare Kippen lassen sich wieder zu Wäldern, ja sogar zu Ackerland kultivieren, aber nur, wenn die Wiederurbarmachung mit einer ebenso modernen Technik erfolgt, wie sie im Bergbau üblich ist. Gewaltige Mengen an Asche, Müll, Klärschlamm und Mineraldünger müssen auf die Kippen gebracht werden, um die toten Böden fruchtbar zu machen. Kippen bleiben eintönig, auch wenn sie wieder aufgeforstet sind. Jeder Tagebau hinterläßt jedoch für die kommende Landschaft auch zwei „Rosinen im Kippenkuchen": beim Neuaufschluß eine Hochhalde und dort, wo er ausläuft, ein Restloch. Über die flachen Kippen ragt die Hochhalde als weithin sichtbarer Berg auf. Das Tagebaurestloch aber füllt sich allmählich mit Wasser, ein großer See entsteht. Aus diesen beiden Elementen kann – wenn Bergbau und Landschaftsgestaltung Hand in Hand arbeiten – eine Erholungslandschaft geschaffen werden.

In der DDR ist in den jüngsten Jahren mehr als je zuvor getan worden, um tote Kippen wieder in Landschaften zu verwandeln, die sich vielseitig nutzen lassen.

**Im Überseehafen** werden Frachtgüter von Eisenbahnlinien, Fernverkehrsstraßen oder Binnenkanälen auf den Seeweg umgeschlagen.

**Flugplätze** gehören zu den größten Knotenpunkten des modernen Weltverkehrs. Die Startbahnen der Düsenflugzeuge sind mehrere Kilometer lang.

**Eisenbahnlinien** kreuzen sich in der Nähe einer Stadt. Sie überqueren die Stadtautobahn und einen Kanal. Die Verkehrswege bilden einen Knoten.



# Das Netz der Straßen

Kein Dorf, keine Stadt, kein Land vermag für sich allein zu bestehen. Sie brauchen den Austausch von Personen, Gütern und Nachrichten mit anderen Wirtschaftsgebieten. Diesem Austausch dient das Netz der Straßen und Eisenbahnen, der Wasser- und Luftfahrtwege, der Telefon- und Funkverbindungen. Je dichter ein Gebiet besiedelt ist, je höher seine Produktivkräfte entwickelt sind, desto leistungsfähiger muß sein Verkehrsnetz sein.

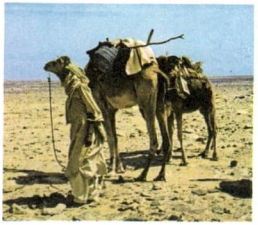
Der Verkehr ist so alt wie die Menschheit. Aber erst vor gut hundert Jahren hat die Entwicklung eingesetzt, die zum Verkehrsnetz unserer Tage geführt hat. Bis zu dieser Zeit waren das Pferd und das Segelschiff die schnellsten Verkehrsmittel gewesen. Die Eisenbahn und das Dampfschiff sind Erfindungen des 19. Jahrhunderts, das Auto und das Flugzeug haben ihren Siegeszug erst im 20. Jahrhundert angetreten. Geschwindigkeit und Leistungsfähigkeit der Verkehrsmittel sind seitdem sprunghaft gestiegen. Heute gibt es für den Verkehr kaum noch technische Grenzen. Jeder praktisch auftretende Güterstrom kann bewältigt, jede Entfernung überbrückt werden.

Autobahnen, Eisenbahnstrecken, Kanäle durchschneiden die Landschaft als schmale Bänder, Luftstraßen führen hoch über sie hin. Zu ihrer nächsten Umgebung haben die Fernverkehrswege oft kaum eine Beziehung. Aber dort, wo mehrere Verkehrswege einen Knoten bilden, wo die transportierten Güter von einem Verkehrsmittel auf ein anderes „umgeschlagen" werden, wo Tausende von Personen umsteigen – dort wird der Verkehr zum beherrschenden Element. Autobahnkreuzungen, Bahnhöfe, Häfen, Flugplätze nehmen oft Flächen ein, die mehrere Hektar, ja einige Quadratkilometer umfassen.

Der Verkehr verbindet weit voneinander entfernt liegende Wirtschaftsgebiete der Erde miteinander. Er ermöglicht den Güteraustausch, den Handel zum gegenseitigen Vorteil. Ein Land wie die DDR, das nicht sehr groß, arm an Rohstoffen, aber hochindustrialisiert ist, könnte ohne diesen wirtschaftlichen Austausch nicht bestehen. Die Eisenbahnlinie von Berlin nach Moskau gehört zu den am dichtesten befahrenen Fernstrecken der Welt, weil ein ständiger Strom von Rohstoffen und Industriegütern, von Geschäftsreisenden und Touristen zwischen der Sowjetunion und der DDR hin- und herfließt.

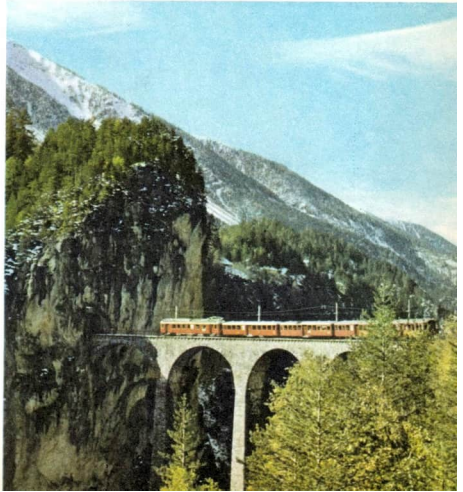
Handel und Verkehr gedeihen nur im Frieden. Enge Zusammenarbeit der sozialistischen Staaten, wirtschaftliche Hilfe für die Entwicklungsländer, friedliche Koexistenz mit den Ländern der kapitalistischen Welt – auf diesen Voraussetzungen beruht der Austausch von Gütern, Personen und Nachrichten, der unsere Heimat mit allen Teilen der Erde verbindet.

**Der Rostocker Überseehafen** hat im Frühjahr 1960 seinen Betrieb aufgenommen. Vorher besaß die DDR keinen modernen, leistungsfähigen Hafen. Die Seetransporte mußten zum guten Teil über den westdeutschen Hafen Hamburg geleitet werden. Heute verkehren vom Rostocker Überseehafen aus Hochseeschiffe in alle Erdteile. Sein jährlicher Umschlag hat fast 7 Millionen Tonnen erreicht.



**Ein Beduine** ist allein mit seinem Kamel 500 Kilometer weit durch die Wüste gewandert. In großen Teilen der Erde, die sozial und wirtschaftlich zurückgeblieben sind, spielt sich der Verkehr noch immer mit uralten Mitteln ab.

**Die Pan-Kanadische Eisenbahn** ist eine der Eisenbahnlinien, die den amerikanischen Kontinent durchqueren. In der Felsenwelt der Rocky Mountains mußten zahlreiche Tunnel und Brükken gebaut werden.

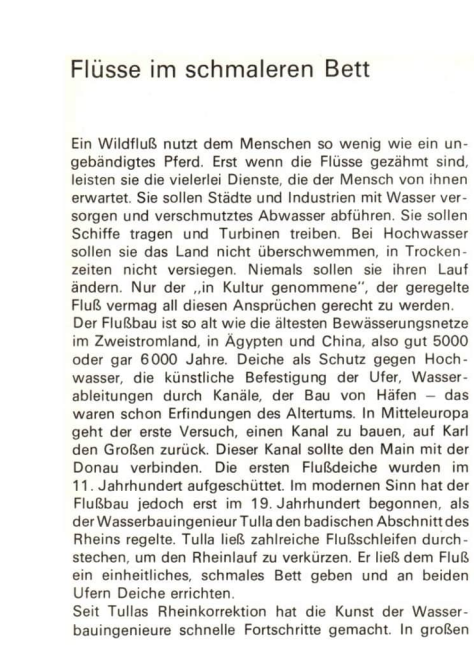


# Flüsse im schmaleren Bett

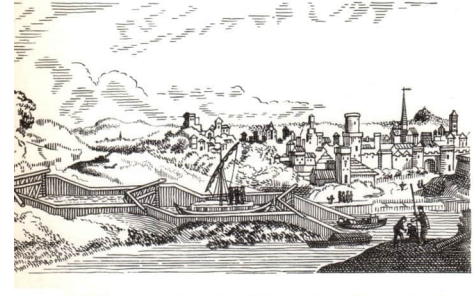
Ein Wildfluß nutzt dem Menschen so wenig wie ein ungebändigtes Pferd. Erst wenn die Flüsse gezähmt sind, leisten sie die vielerlei Dienste, die der Mensch von ihnen erwartet. Sie sollen Städte und Industrien mit Wasser versorgen und verschmutztes Abwasser abführen. Sie sollen Schiffe tragen und Turbinen treiben. Bei Hochwasser sollen sie das Land nicht überschwemmen, in Trockenzeiten nicht versiegen. Niemals sollen sie ihren Lauf ändern. Nur der „in Kultur genommene", der geregelte Fluß vermag all diesen Ansprüchen gerecht zu werden.

Der Flußbau ist so alt wie die ältesten Bewässerungsnetze im Zweistromland, in Ägypten und China, also gut 5000 oder gar 6000 Jahre. Deiche als Schutz gegen Hochwasser, die künstliche Befestigung der Ufer, Wasserableitungen durch Kanäle, der Bau von Häfen – das waren schon Erfindungen des Altertums. In Mitteleuropa geht der erste Versuch, einen Kanal zu bauen, auf Karl den Großen zurück. Dieser Kanal sollte den Main mit der Donau verbinden. Die ersten Flußdeiche wurden im 11. Jahrhundert aufgeschüttet. Im modernen Sinn hat der Flußbau jedoch erst im 19. Jahrhundert begonnen, als der Wasserbauingenieur Tulla den badischen Abschnitt des Rheins regelte. Tulla ließ zahlreiche Flußschleifen durchstechen, um den Rheinlauf zu verkürzen. Er ließ dem Fluß ein einheitliches, schmales Bett geben und an beiden Ufern Deiche errichten.

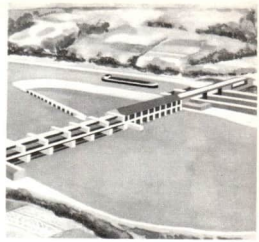
Seit Tullas Rheinkorrektion hat die Kunst der Wasserbauingenieure schnelle Fortschritte gemacht. In großen



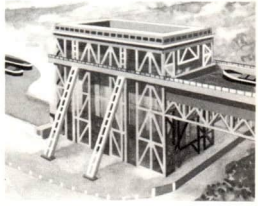
**Fluß und Kanal.** In weiten Windungen fließt der Fluß durch die Talaue. Als er noch ein Wildfluß war, hat er seinen Lauf häufig geändert. Mehrere ehemalige Schleifen kann man in der Feldflur noch erkennen. Bei Hochwasser überschwemmte der Wildfluß die Aue in ihrer ganzen Breite. Sie konnte nur als Wiese oder Weide genutzt werden. Die Wasserbauer haben den Fluß in ein einheitliches, schmaleres Bett gezwungen. Auf beiden Seiten des Flusses sind Deiche gebaut worden. An dem Flußufer, das im Bild oben liegt, ist die Deichlinie gut zu erkennen. Sie läuft auf der Außenseite einer Windung nahe am Fluß, auf der Innenseite weiter von ihm entfernt. Bei Hochwasser werden nur noch die Wiesen zwischen beiden Deichen überflutet. Das Land hinter den Deichen bleibt hochwasserfrei. Es wird jetzt als Acker genutzt. Für die Schifffahrt war der Fluß bei Niedrigwasser zu seicht, und seine Strömung war zu stark. Deshalb ist später ein Seitenkanal gebaut worden. Er läuft in gerader Linie neben dem Fluß her. Der Kanal hat keine Strömung, denn er wird durch Staustufen in einzelne „Haltungen" mit jeweils gleicher Spiegelhöhe geteilt. Die Schiffe überwinden die Staustufen durch Schleusen.



**Kanäle** verknüpfen die schiffbaren Flüsse zum Netz der Wasserstraßen. Um die Wasserscheiden zu überwinden, sind sie mit Schleusen versehen. In alten Kanälen folgten oft viele kleine Schleusen wie Treppenstufen aufeinander.

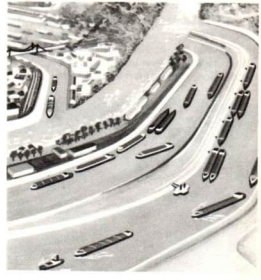


**Staustufe in einem Fluß.** Links liegt das Wehr, in der Mitte das Wasserkraftwerk und ganz rechts die Doppelschleuse für die Schiffahrt.

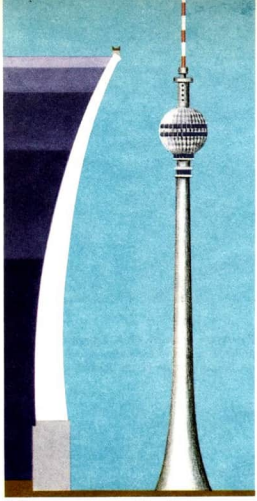


**Das Schiffshebewerk** in Niederfinow hebt Schiffe in einem Trog 34 Meter hoch.

Teilen Europas gibt es keinen einzigen Wildfluß mehr. Alle Flüsse sind durch Wasserbau geregelt. Die größeren von ihnen sind schiffbar gemacht worden. Kanäle verknüpfen sie miteinander zum Netz der Wasserstraßen.
Für den Wasserbauingenieur gibt es heute kaum noch eine Grenze der Technik. Selbst die größten Ströme lassen sich zähmen. Ein bewundernswertes Beispiel dafür ist die Wolga. Seit 1934 verwirklicht die Sowjetunion das Projekt „Große Wolga". Auf fast 3000 Kilometern seines Laufes ist der Strom zu Stauseen ausgebaut worden. Allein der Stausee von Kuibyschew ist 600 Kilometer lang! Durch Kanäle ist die Wolga mit Moskau, der Ostsee, dem Weißen Meer und dem Asowschen Meer verbunden worden.
In der Frühzeit des Flußbaus sind nur einzelne Flußabschnitte geregelt worden. Das genügt längst nicht mehr. Ganze Flußnetze müssen nach einem einheitlichen Plan neu gestaltet werden. Bisher ist nur in wenigen Flußgebieten der Erde damit begonnen worden.

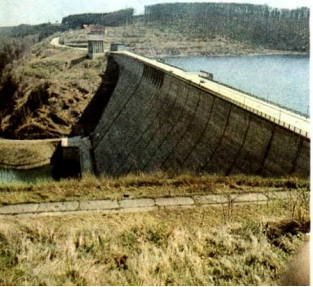


**Ein Binnenkanal** mündet von links oben in einen schiffbaren Fluß. Auf der rechten Seite sind parallel zum Fluß zwei Hafenbecken angelegt.



**Die Bogenstaumauer** am Iguri, einem Fluß im Kaukasus, ist 300 Meter hoch. Hier ist sie im Querschnitt abgebildet. Zum Vergleich ist neben sie der Berliner Fernsehturm gezeichnet. Diese Staumauer in der Sowjetunion ist die höchste der Welt. Bogenstaumauern fangen als Gewölbe den Druck des Wassers auf. Wer an ihren Fuß tritt, befindet sich unter dem Rand des Stausees. Auch den höchsten Staudamm der Welt hat die Sowjetunion aufgeschüttet. Er staut bei Nurek den Pamirfluß Wachsch. Seine Höhe beträgt 307 Meter.

**Die Rappbodetalsperre** ist die größte Staumauer eines Talsperrensystems, das die DDR im Harz errichtet hat. Es dient der Trinkwasserversorgung des Harzvorlandes bis hin zur Großstadt Halle und den Industriegebieten in ihrer Nähe.



# Gestautes Wasser

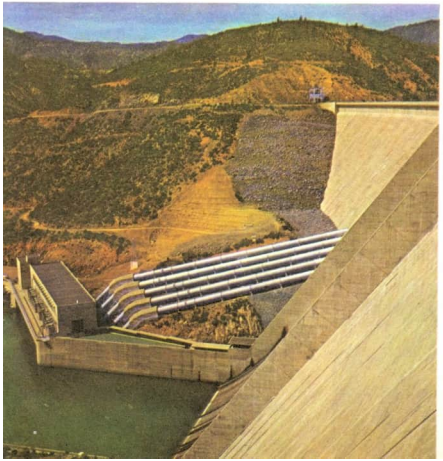
„An deinem Reiche nagt eine Maus", warnte der Hofwahrsager den König von Saba. Bald darauf brach der Staudamm von Marib, dessen gestaute Wasser die Gärten von Saba bewässert hatten. Die entfesselten Wassermassen überfluteten die reiche Oase. Nach dieser Katastrophe folgte eine weit schlimmere: Es gab kein Wasser mehr. Die Oase verdorrte. Der Marib-Damm war schon im 9. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung gebaut, zuletzt aber vernachlässigt worden. Nach der Legende genügte eine Maus, ihn zum Einsturz zu bringen. In Wirklichkeit ist der Damm im 6. Jahrhundert unserer Zeitrechnung sogar dreimal gebrochen. Zweimal konnte er wieder hergerichtet werden. Saba war einst die mächtigste Stadt Südarabiens. 100000 Menschen hatten in der Oase gelebt. Nach dem dritten Dammbruch ist sie verödet. Wie der Marib-Damm Saba fruchtbar gemacht hat, so sind die großen Staudämme unserer Zeit oft das Herzstück der Wirtschaft ganzer Gebiete. Sie speichern das Wasser auf, wenn die Natur es bietet, sie geben es ab, wenn der Mensch es braucht. Verglichen mit den Staudämmen, die heute gebaut werden, war der Marib-Damm nur ein Zwerg. Ungefähr 230 Staudämme sind mehr als 100 Meter hoch. Die höchsten reichen an die 300-Meter-Grenze heran, und der sowjetische Steinschüttdamm bei Nurek überschreitet sie sogar.

Große Staudämme sind wahre Wunderwerke der Technik. „Sadd el-Aali" nennen die Ägypter den neuen Hochdamm von Assuan. Er gehört zu den größten Bauwerken der Welt. Seine Höhe beträgt 110 Meter, seine Länge 3,6 Kilometer. Die Vereinigte Arabische Republik hat den Sadd el-Aali von 1960 bis 1969 mit sowjetischer Hilfe gebaut. Er vermag selbst den größten Hochwasserabfluß des Nils zu speichern. Mit dem gestauten Wasser kann die Bewässerung des Niltals erweitert werden.

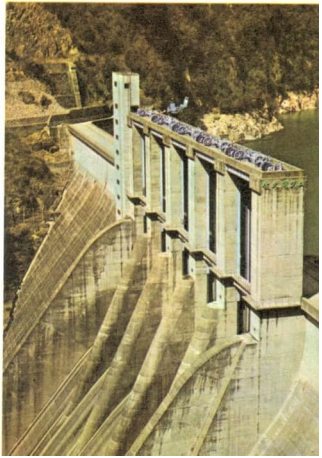
Ein moderner Staudamm dient vielen Zwecken. Das gestaute Wasser treibt die Turbogeneratoren von Wasserkraftwerken. Als Trinkwasser wird es den Städten zugeleitet, als Betriebswasser den Industriewerken – oft über mehrere hundert Kilometer hinweg. Wenn die Flüsse wenig Wasser führen, erhalten sie aus den Stauseen einen Zuschuß. Bei starken Regenfällen aber halten die Staudämme das Wasser zurück, um Hochwasser zu verhüten. In trockenwarmen Ländern werden aus den Stauseen die Bewässerungskanäle gespeist. In den mittelasiatischen Sowjetrepubliken, in den Südstaaten der USA, in den Nilländern, in Indien und China werden schon viele Millionen Hektar Land aus Stauseen bewässert. Steppen und Wüsten sind zu neuen Oasen geworden. Aber noch fließen viele Ströme ungenutzt ins Meer.

**Der Kariba-Damm** ist die erste große Staumauer im Sambesi. Der Stausee bildet die Grenze zwischen Sambia und Rhodesien. Mit einem Inhalt von 166 Milliarden Kubikmetern ist er der zweitgrößte Stausee der Welt, nur vom Bratsker Stausee in der Sowjetunion wird er übertroffen. Der Kariba-Damm dient der Bewässerung und der Energiegewinnung. Das Wasserkraftwerk leistet 1 200 Megawatt.

**Der Shasta-Damm** in Kalifornien staut den Sacramento. Er ist 184 Meter hoch. Das gestaute Wasser treibt die fünf 75-Megawatt-Turbogeneratoren des Kraftwerkes. Der Damm dient außerdem dem Hochwasserschutz, der Bewässerung und der Trinkwasserversorgung. Der 119 Quadratkilometer große Stausee und seine Umgebung sind zu einem Wassersport- und Erholungsgebiet gestaltet worden.



**Der Sakuma-Damm** ist eine der Staumauern, mit denen man in Japan den Abfluß der Flüsse regelt. Die gestauten Wassermassen des Tenryu treiben am Fuße des Dammes die Turbinen eines Kraftwerkes und werden dann zur Bewässerung der Reisfelder genutzt.

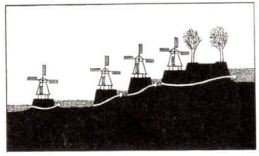


# Die Küste wird verteidigt

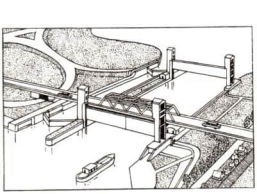
Mehr als die Hälfte der Niederlande liegt unter dem Sturmflutspiegel der Nordsee. Fünf Millionen Menschen leben auf Land, das es einfach nicht gäbe, wenn es nicht tagtäglich gegen das Meer verteidigt würde. 1800 Kilometer Dünen und Deiche schützen die niederländische Küste. Fast 700 Jahre sind es her, seit in den Niederlanden die ersten Seedeiche gebaut, das erste Land dem Meer abgewonnen worden ist. Im Laufe von Jahrhunderten eroberten sich die Niederländer ihren Boden Stück für Stück aus dem Wasser. Die tiefsten Stellen des Landes liegen 6,5 Meter unter dem Meeresspiegel! Bei jeder Sturmflut hängen das Leben und das Glück von Millionen Niederländern nur davon ab, ob die Deiche halten.

Im Nordwesten des Landes bildete die Zuidersee einen seichten Meerbusen. Von 1927 bis 1932 ist an ihrer schmalsten Stelle ein 30 Kilometer langer Abschlußdamm gebaut worden. In dem abgetrennten Meerbusen sind seitdem fünf große Polder trockengelegt worden. Eine ganze Provinz mit 200000 Hektar fruchtbarem Ackerland ist durch die Kunst der Wasserbauer erobert worden. Der Rest der Zuidersee verwandelte sich durch den Zufluß eines Rheinarmes allmählich in ein Süßwasserbecken, den Ijsselsee. Aus ihm werden Nordholland und Friesland mit Wasser versorgt.

„Nordsee – Mordsee", dieses alte Sprichwort der Niederländer ist nur zu oft Wahrheit geworden. Immer wieder durchbrachen Sturmfluten die Deiche, Tod und Verderben bringend. Am 1. Februar 1953 brach die höchste Sturm-



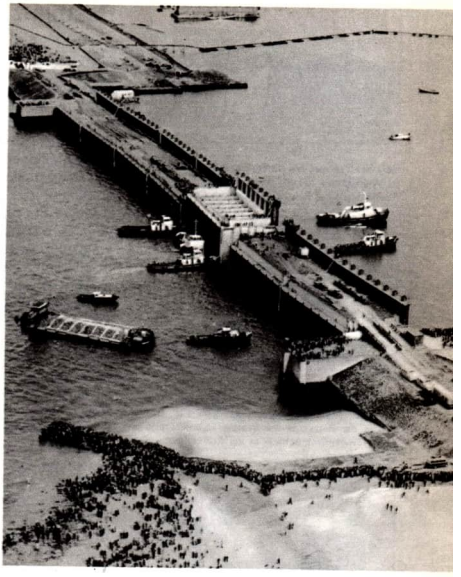
**Polder** sind ringsum von Deichen geschütztes Land. Sie werden in Flußebenen und an flachen Küstenstreifen angelegt. Ungeschütztes Land wird dort jedesmal überflutet, wenn die Flüsse Hochwasser führen oder wenn eine Sturmflut gegen die Küste brandet. Die Deiche sollen den Polder selbst bei der höchsten Flut vor Überschwemmungen bewahren. In jedem Polder muß der Stand des Grundwassers auf einer ganz bestimmten Höhe gehalten werden. Steigt das Wasser zu hoch, so daß der Polder überflutet zu werden droht, dann muß er durch Schöpfwerke entwässert werden. In den Niederlanden liegen viele große Polder unter dem Wasserspiegel des Meeres. Dort sind die Schöpfwerke jahraus, jahrein in Betrieb, um den Polder zu entwässern. „Trockenmahlen" nannte man diese Arbeit in alter Zeit, denn die Pumpen wurden von Windmühlen angetrieben. In tiefgelegenen Poldern arbeiteten mehrere Reihen von Windmühlen hintereinander. Von Stufe zu Stufe hoben sie das Wasser, bis es schließlich durch Schleusen im Deich in das Meer abgeleitet werden konnte. Tausende von Mühlen drehten ununterbrochen ihre Flügel im Wind, um das Polderland, das die Holländer dem Meer abgewonnen hatten, trocken zu halten. Heute sind sie durch moderne Schöpfwerke abgelöst worden, deren Pumpen von starken Elektromotoren angetrieben werden. Das durch Deiche und Schöpfwerke geschützte Polderland umfaßt ganz West- und Nordholland.



**Ein Sturmflutwehr** schützt die Mündung der Hollandsche Ijssel. Es ist als erstes Bauwerk des Deltaplanes errichtet worden.

**Zum Haringvliet-Damm** gehört das 1050 Meter lange Bauwerk der Abzugsschleusen. Die Schleusen enthalten 17 Öffnungen, durch die das Wasser des Rheins abfließt, wenn er Hochwasser führt. Diese Öffnungen können auf der Fluß- und auf der Seeseite durch Tore geschlossen werden. Jedes Tor wiegt 400 Tonnen.

**Die Abschlußdämme** des Deltaplanes sind die größten und schwierigsten Bauvorhaben, die je an Küsten ausgeführt worden sind. Durch die Meeresarme strömen die Wasserfluten der Gezeiten ein und aus, bis zu einer Milliarde Kubikmeter bei jeder Flut! Außerdem fließt durch sie das Wasser der drei Flüsse Rhein, Maas und Schelde ins Meer ab. Die Meeresarme sind stellenweise 40 Meter tief. Ihr Grund besteht aus lockerem Feinsand. Der Dammbau wird jeweils von beiden Seiten her in den Meeresarm vorgetrieben. Je weiter er fortschreitet, desto heftiger wird die Strömung in der noch offen gebliebenen Rinne. Um den letzten Teil so schnell wie irgend möglich abzuriegeln, müssen Schwimmkästen gebaut, in die Öffnung geschleppt und dort versenkt werden. Auf dem Bild ist zu sehen, wie der siebente und letzte Schwimmkasten in die Öffnung eines Meeresarmes bugsiert wird. Die Schwimmkästen haben eine Wasserverdrängung von 7000 Tonnen!



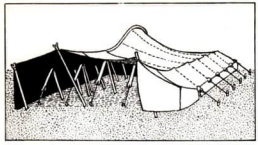
**Landgewinnung** aus dem Meer ist bisher nur an den Küsten der Nordsee und im Mündungsgebiet der chinesischen Ströme betrieben worden. Der niederländische Deltaplan und die Trockenlegung der Zuidersee werden vielleicht einmal Vorbild für weit größere Projekte werden. Kühne Wasserbauingenieure träumen davon, einst den größten Teil der Nordsee trockenzulegen. Unmöglich erscheint das nicht. Die Nordsee ist bis zum nördlichen Rand der Doggerbank ein sehr flaches Meer. An ihrem Grund liegen jungsteinzeitliche Siedlungen, denn vor gut 10000 Jahren, als der Meeresspiegel niedriger lag, war hier noch festes Land. Ob es einst zweckmäßig werden wird, sie durch einen gigantischen Dammbau wieder trockenzulegen, kann heute niemand sagen. Das „Nordseewerk" wird in 100 Jahren sicher technisch ausführbar sein. Ob es verwirklicht wird oder nicht, ist ein Problem des 3. Jahrtausends.

**Der Deltaplan** sieht die Abriegelung der Mündungsarme des Rheins, der Maas und der Schelde vor. Die Dämme verbinden die Inseln miteinander, die im Delta der drei Flüsse liegen. Die neue, kürzere Küstenlinie läßt sich leichter gegen Sturmfluten verteidigen. In die Mündungsarme floß mit jeder Flut salzhaltiges Seewasser ein. Jetzt verwandeln sie sich in Süßwasserseen. Der südliche Mündungsarm der Schelde und der Neue Wasserweg bleiben offen, weil durch sie der Schiffsverkehr zu den Welthäfen Antwerpen und Rotterdam läuft.

flut aller Zeiten über die südwestlichen Niederlande herein. Sie riß 67 tiefe Breschen in die Außendeiche. 150000 Hektar Land wurden überflutet. 1800 Männer, Frauen und Kinder fanden den Tod. Zehntausende Stück Vieh gingen verloren. Blühende Dörfer waren vernichtet.

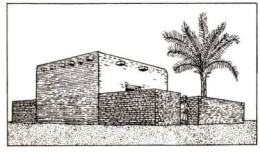
Die Februarflut war in das Delta eingebrochen, das die gemeinsame Mündung des Rheins, der Maas und der Schelde bildet. Dort ist die Küste von breiten, trichterförmigen Meeresarmen aufgerissen. Seit langem waren Pläne erörtert worden, die Meeresarme durch schwere Dämme abzuriegeln. Dadurch sollte eine kürzere Küstenlinie geschaffen werden, die sich leichter verteidigen ließe. Vier Jahre nach der Februarflut erhob das niederländische Parlament den „Deltaplan" zum Gesetz. Im Jahre darauf wurde mit seiner Ausführung begonnen. Die neue, vorgeschobene Küstenlinie wird um 700 Kilometer kürzer sein. Zwei der Hauptabschlußdämme sind inzwischen fertiggestellt, aber schwierige Arbeiten stehen noch bevor. Die Bauzeit des Deltaplanes ist auf 25 Jahre berechnet.

# Rastplatz, Dorf und Stadt

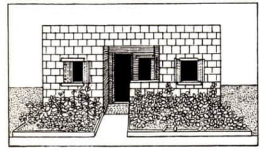


**Zelt der Tuareg.** Als Hirten, die von Weidegrund zu Weidegrund ziehen, leben die Tuareg in den Hochländern der Sahara. Ihr Haus ist das Zelt.

**Rundhütte.** In den Savannen sind Rundhütten weit verbreitet. Ihr dichtes Kegeldach aus Gras läßt in der Regenzeit das Wasser ablaufen, und in der Trockenzeit schützt es vor Sonnenglut.



**Lehmhaus aus Kano.** In den Oasenstädten des Wüstengürtels sind die Häuser aus Lehm gebaut. Ihre dicken, fensterlosen Wände mildern den Temperaturgegensatz zwischen Tag und Nacht.



**Neues Siedlungshaus.** In neuen Bewässerungsgebieten Afrikas werden zu Hunderten moderne Siedlungshäuser gebaut. Sie weisen nicht so starke landschaftliche Eigenarten auf wie die alten Bauweisen.

Stärker als irgendwo sonst verändert der Mensch die Natur dort, wo er wohnt: in Hütte und Haus, in Dorf und Stadt. Sein Heim bietet ihm Schutz gegen Sonne und Wind, Hitze und Kälte, Regen und Schnee. Solange die wirtschaftlichen Kräfte schwach entwickelt waren, blieb das Haus stark vom Klima und den natürlichen Baustoffen abhängig: das Ziegenhaarzelt der arabischen Wüstensteppen, die runde Grasdachhütte der afrikanischen Savannen, das hölzerne Blockhaus der nördlichen Nadelwaldzone, das Schneehaus der Arktis... Die Technik macht den Hausbau unabhängiger von der Natur. Das Hochhaus aus Beton und Stahl kann jeder natürlichen Umwelt angepaßt werden.

Ein Haus steht selten allein. Der Mensch ist ein gesellschaftliches Wesen. Er wohnt in Siedlungen. Das geht auch gar nicht anders, denn kein Mensch kann all das hervorbringen, was er zum zivilisierten Leben braucht. Er ist auf die Güter angewiesen, die Menschen in anderen Berufszweigen erzeugen. Je höher sich die Produktivkräfte entwickeln, desto mehr nimmt die Arbeitsteilung zu, desto größer werden die Produktionsstätten, desto mannigfaltiger die wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Beziehungen. Immer mehr Menschen müssen dicht beieinander wohnen und arbeiten. Dörfer werden zu Städten, Städte zu Großstädten.

Alle Siedlungen in kapitalistischen Staaten sind von sozialen Gegensätzen zerrissen. Die Besitzer der Fabriken, der Banken und der großen Güter ließen sich in anmutiger, schöner Umgebung luxuriöse Villen und Paläste bauen. In den Arbeitervierteln wuchsen dagegen die Mietskasernen, eng, mit dunklen Hinterhöfen. Heute treten an ihre Stelle oft eintönige Ansammlungen von Großblocks.

Sobald sich die gesellschaftlichen Verhältnisse verändern, beginnt sich auch das Bild der Siedlungen zu ändern. Jedes Dorf in der DDR beweist es: Im alten Dorf gab es das Schloß des Gutsherrn, die stattlichen Höfe der Großbauern, die ärmlichen Wirtschaften der Kleinbauern, die elenden Katen der Tagelöhner. Und heute? Das Schloß ist zum Kulturhaus umgewandelt worden. Moderne Wohnblocks, die polytechnische Oberschule, die staatliche Arztpraxis, das Landkaufhaus und zahlreiche Wirtschaftsgebäude der LPG geben dem sozialistischen Dorf ein neues Gesicht.

Die Siedlungen der Erde bieten ein so buntes Bild wie nie zuvor. Das Alte besteht neben dem Neuen, die Klassengesellschaft neben dem Sozialismus, die Armut neben dem Wohlstand, die wirtschaftliche Rückständigkeit neben der hochentwickelten Industrie – alle Widersprüche der Gesellschaft spiegeln sich in den Siedlungen wider.

**In Jurten** leben die Viehzüchter der Mongolischen Volksrepublik, wenn sie mit ihren Herden von Weideplatz zu Weideplatz ziehen. Jurten sind mit Filzmatten verkleidete Rundzelte.

**Seine armselige Hütte** hat ein indianischer Wanderfeldbauer im Bergland Guatemalas errichtet. Mensch und Vieh hausen unter einem Dach.

**Eine neue Siedlung** ist bei Edéa in Kamerun für die Arbeiter einer Aluminiumfabrik gebaut worden. Die Fabrik nutzt die Energie eines Wasserkraftwerkes am Sanaga. Ölpalmen spenden den Häusern Schatten und Kühle.

**Ein Rundhüttendorf** drängt sich am Ufer des Flusses Schari zusammen, kurz vor seiner Mündung in den Tschad. Die Bewohner sind Fischer.

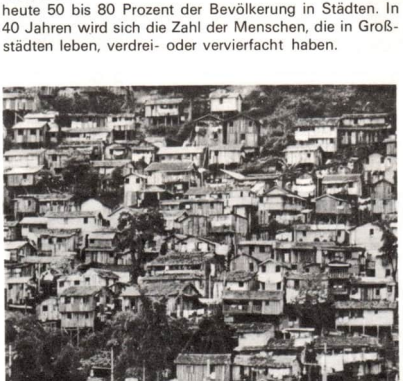
**Das Städtchen Ganges** liegt am Ufer des Hérault in Südfrankreich. Das Flußtal durchbricht hier ein Kalkgebirge; es ist so eng, daß das Städtchen nur wenig über seinen mittelalterlichen Kern hinauswachsen konnte.

**Die Kasbah,** die Altstadt von Algier, zieht sich 400 Meter hoch die Berghänge hinauf. Ihre Häuser stehen eng ineinander verschachtelt.

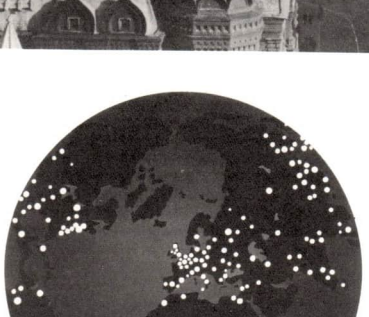
# Die großen Städte

Vor hundert Jahren gab es auf der Erde erst sechs Städte, die mehr als eine Million Einwohner zählten: London, Paris, Peking, Tokio, New York und Wien. 1880 überschritt auch Berlin diese Einwohnerzahl. Heute gibt es 130 Millionenstädte, fast jedes Jahr kommt eine hinzu.
Eine Stadt mit mehr als 100000 Einwohnern wird als Großstadt bezeichnet. Mehr als 1650 Städte haben diese Einwohnerzahl erreicht. Ein Fünftel der Menschheit lebt bereits in Großstädten, ein Zwölftel in Millionenstädten. Rings um die Großstädte legt sich ein Ring von Vor- und Trabantenstädten. Schließlich verschmelzen sie zu einem einzigen städtischen Ballungsgebiet. Die drei größten dieser „Überstädte" zählen schon mehr als 10 Millionen Einwohner: New York–New Jersey (USA) 15 Millionen, Tokio–Yokohama (Japan) 12 Millionen und London (Großbritannien) 11 Millionen.
Die großen Städte sind die Zentren der gewerblichen und industriellen Produktion, des Handels, der Kultur, der politischen Macht. Sie ziehen immer mehr Menschen an sich, überall in der Welt. In Industriestaaten wohnen schon heute 50 bis 80 Prozent der Bevölkerung in Städten. In 40 Jahren wird sich die Zahl der Menschen, die in Großstädten leben, verdrei- oder vervierfacht haben.

**New York** ist die bevölkerungsreichste Stadt der Erde. Auf der Halbinsel Manhattan erheben sich in drangvoller Enge die Wolkenkratzer. Das Empire State Building, lange Zeit das höchste Gebäude der Welt, zählt 102 Stockwerke und ist 381 Meter hoch, den Fernsehturm mitgerechnet sogar 449 Meter. Die Wallstreet in Manhattan mit ihren Banken und Geschäftshäusern ist die Hochburg des Monopolkapitals. Im Norden der Halbinsel liegt Harlem, eins der größten Elendsviertel der Welt. Es wird vor allem von Negern bewohnt.



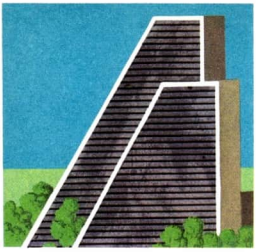
**In der Favela** von Rio de Janeiro, der reichsten Stadt Brasiliens, hausen die Ärmsten der Armen: Gelegenheitsarbeiter und Arbeitslose, unter ihnen viele Neger, Indianer und andere Farbige. Die Elendsviertel nehmen in den Städten Lateinamerikas ein immer größeres Ausmaß an.



**Die größten Städte** sind sehr ungleichmäßig über die Erde verteilt. Wenn sie nachts als Lichter erstrahlten, sähe die Erde so aus, wie das Bild es zeigt. Alle Städte mit mehr als 500 000 Einwohnern sind eingetragen.

**Der Rote Platz** in Moskau ist überall in der Welt bekannt. Auf der einen Seite wird er von der Kremlmauer mit dem Spasskiturm begrenzt. Der Kreml ist das Herz Moskaus und der ganzen Sowjetunion. Hier finden die Parteitage der KPdSU statt, hier tagt der Oberste Sowjet, hier haben die höchsten Partei- und Regierungsstellen ihren Sitz. Auf dem Roten Platz steht das Leninmausoleum. In diesem Bauwerk aus rotem und schwarzem Granit ruht Lenin, der große Vorkämpfer des Sozialismus und Schöpfer des ersten sozialistischen Staates der Welt. Alljährlich am 1. Mai und am Jahrestag der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution finden auf dem Roten Platz Demonstrationen statt. Hunderttausende von Werktätigen Moskaus und Delegationen aus allen Teilen der Sowjetunion ziehen dann an den Führern der Partei und des Staates vorüber. Die eine Schmalseite des Roten Platzes wird von der Basiliuskathedrale eingenommen. Sie ist eines der schönsten Denkmale alter russischer Baukunst. Im Hintergrund aber sind die Bauten des neuen Moskau zu erkennen. Unter den Zaren bestand die Stadt aus engen, krummen Gäßchen mit baufälligen Holzhäusern. Seit 1935 ist die Altstadt planmäßig erneuert worden. Moskau ist einer der größten Bauplätze der Sowjetunion. Breite Hauptstraßen, prächtige Plätze bestimmen das Bild der Stadt, vor allem aber ausgedehnte moderne Wohnviertel. 1921 zählte die Stadt 1,5 Millionen Einwohner. 1968 war ihre Einwohnerzahl auf fast 8 Millionen gestiegen. In Moskau wird nahezu ein Zehntel der industriellen Produktion der Sowjetunion erzeugt.

# Die Stadt von morgen



**Das Wohnhochhaus** wird in immer stärkerem Maße das Bild der Weltstadt von morgen bestimmen. Schon gibt es Entwürfe für Häuser, die bis über die Wolkengrenze hinausreichen. In ihren oberen Geschossen wird ewiger Sonnenschein herrschen. Auch die Form dieser Häuser wird recht ungewöhnlich sein. Architekten haben Wohnberge entworfen, die aus Tausenden von Einfamilienwohnungen zusammengesetzt sind. In ihrem Inneren wird es Kaufhallen, Schulen, Theater, Sporthallen geben. Straßen werden die Wohnberge auf unterschiedlichen Ebenen durchziehen. Ein solcher Berg aus Häusern wird so viele Einwohner zählen wie heute eine mittlere Stadt. Noch bestehen 400 Meter hohe Hochhäuser und Wohnberge nur in den Ideen mancher Architekten, aber die technischen Mittel, sie zu bauen, reifen heran. Die immer dichtere Besiedlung wird vermutlich in wenigen Jahrzehnten dazu zwingen, Wohnkomplexe von dieser Größe zu schaffen. Die Riesenhäuser werden keine namenlosen Mietskasernen sein. Sie werden alle Ansprüche der sozialistischen Gesellschaft erfüllen.

**Stadt im Grünen.** In der Nähe von Millionenstädten entstehen Trabantenstädte. Sie sind durch schnelle Verkehrsmittel mit dem Stadtzentrum verbunden. Ihre Hochhäuser sind Großwohneinheiten, die jeweils Hunderten, ja Tausenden von Einwohnern geräumige Wohnungen bieten. Dadurch wird die schöne Umgebung nicht zersiedelt, sondern bleibt als Erholungsgebiet erhalten.

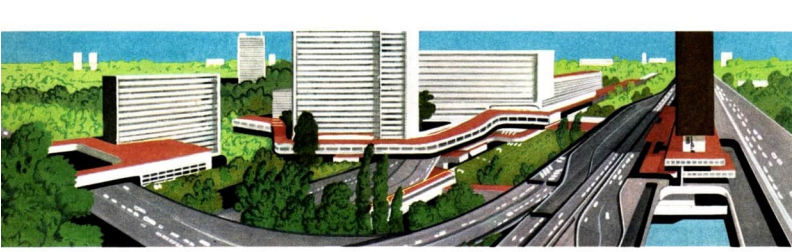
„Die Städte sind unmenschlich", schrieb der große französische Architekt Le Corbusier, „und aus der rücksichtslosen Brutalität einiger Privatinteressen ist das Unglück zahlloser Personen entstanden." Le Corbusier hat Pläne für die Erneuerung vieler Großstädte entworfen, doch seine genialsten Ideen sind nicht verwirklicht worden. Das kapitalistische System stand ihnen entgegen.

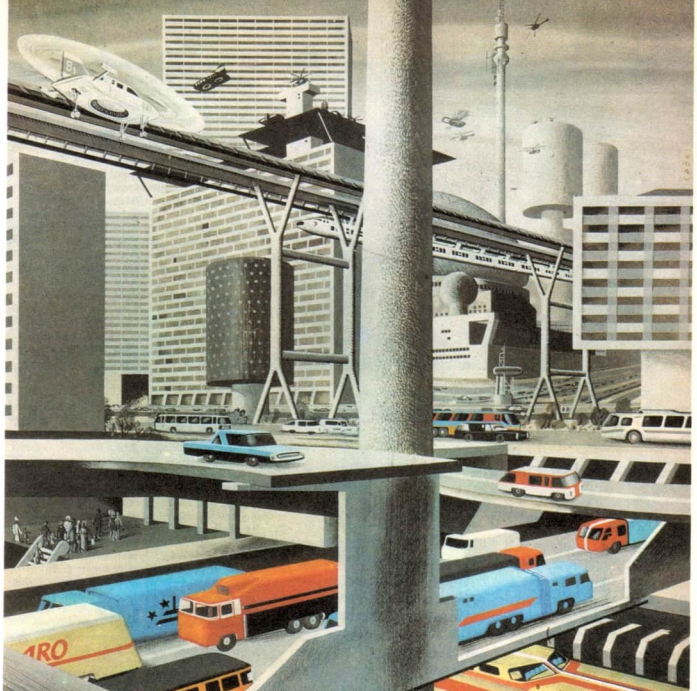
Technisch ist schon heute alles vorhanden, um die Stadt von morgen zu bauen: Vorzügliche neue Baustoffe, leistungsfähige Baumaschinen und großartige Entwürfe. Das alles genügt nicht! Die Stadt von morgen läßt sich nicht in dem Gesellschaftssystem von gestern verwirklichen. Sie ist nur noch als sozialistische Stadt denkbar. Alle Städte sind von Arbeitern gebaut worden. Aber erst im Sozialismus gewinnt die Arbeiterklasse die Macht, zu entscheiden, wie die Städte gebaut werden sollen. Die Stadt von morgen wird planmäßig und großzügig angelegt sein. Jeder technische Fortschritt wird genutzt werden, um das Leben ihrer Bewohner reicher, tätiger, angenehmer und glücklicher zu machen.

Wie werden wir wohnen? Jede Wohnung soll groß genug sein, soll Sonne haben und eine schöne Aussicht, soll frei sein von Lärm und anderen Belästigungen. Sie wird mit Zentralheizung und Bad, mit Kühlschrank und Telefon ausgestattet sein. Es wird sicher einige Jahrzehnte dauern, bis dieses Ziel für alle Wohnviertel erreicht ist, doch es gibt dabei keine unüberwindlichen Schwierigkeiten.

Viel schwerer wird die Neuordnung der Städte sein. Der sozialistische Städtebau wird die mannigfaltigen gesellschaftlichen Beziehungen berücksichtigen, die in einer Stadt wirksam sind. Arbeit und Erholung, Handel und Verkehr, Verwaltung und Kultur, Bildung und Sport – all diesen Ansprüchen soll die Stadt gerecht werden.

Sicher ist, daß die Städte weder ins Uferlose wachsen, noch immer enger werden dürfen. Trotzdem sollen sie






**Die City der Zukunft.** Im Zentrum der Weltstädte drängen sich die Verwaltungen des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebens zusammen. Kaufhäuser, Kulturstätten, Hotels kommen hinzu. Das zwingt zu einer vielgeschossigen Bauweise. Auch der Verkehr wird in mehreren Stockwerken ablaufen: ganz unten elektrisch betriebene U-Bahnen, darüber in zwei oder drei Ebenen Straßen für Lastkraftwagen und Personenwagen und in luftiger Höhe einschienige Hochbahnen. Den Personenverkehr zwischen der City und dem Flughafen oder ihren Trabantenstädten übernehmen auch Hubschrauber als Lufttaxis.

mehr Menschen aufnehmen. Es gibt nur eine Lösung: in die Höhe bauen! Schon im Jahre 2000 werden 50 bis 80 Stock hohe Wohnhäuser nichts Ungewöhnliches mehr sein. Der Verkehr wird ganz anders als heute gelenkt werden. Fußgänger und Fahrzeuge werden nicht mehr die gleiche Straße benutzen. Nah- und Fernverkehr werden getrennt voneinander verlaufen. Und die Stadt von morgen wird grün sein! Parks, Grünanlagen, Sportstätten, Kinderspielplätze, Strandbäder, Wälder werden allen ihren Bewohnern Erholung gewähren.

**Die Bevölkerung der Erde** ist sehr ungleichmäßig verteilt. Sieben Zehntel aller Menschen drängen sich auf 7 Prozent der Festlandfläche zusammen. Auf der Karte sind diese Flächen dunkel gezeichnet. Die restlichen drei Zehntel der Erdbevölkerung leben verstreut auf ungefähr 33 Prozent der Festlandfläche. Die weiß gelassenen Flächen sind so gut wie menschenleer. Sie nehmen 60 Prozent des Festlandes ein! Die große Ungleichmäßigkeit der Bevölkerungsdichte hat natürliche und gesellschaftliche Ursachen. Die eisbedeckten Polarzonen, die Tundra und die Wüsten, die Gipfelregionen der Hochgebirge sind kaum bewohnbar. In vielen sehr dünn besiedelten Gebieten ließe die Natur jedoch eine stärkere Nutzung und dichtere Besiedlung zu. Ihre geringe Bevölkerungszahl ist ein Ergebnis ihrer gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung. Gegenwärtig nimmt die Ungleichmäßigkeit der Bevölkerungsdichte eher zu als ab. Jahr für Jahr verlassen zum Beispiel Millionen von Menschen das Land und ziehen in Städte oder Industriegebiete, weil sie dort bessere Lebensbedingungen finden.

# WIRD DIE ERDE ZU KLEIN?

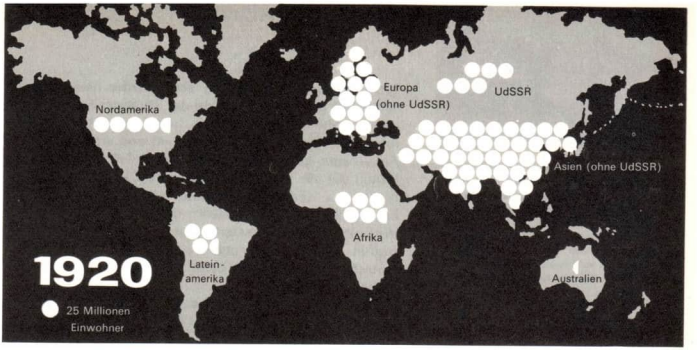
## Die wachsende Menschenzahl

Im Jahre 1970 lebten 3,6 Milliarden Menschen auf der Erde. Im Jahre 2000 werden es voraussichtlich 7 Milliarden sein. Neun Zehntel des Zuwachses entfallen auf die Entwicklungsländer Asiens, Afrikas und Lateinamerikas. Dank besserer medizinischer Betreuung ist dort die Sterblichkeit stark zurückgegangen. Die Geburtenraten sind zunächst noch nicht gesunken. Das hat zum stärksten Bevölkerungswachstum in der Geschichte geführt. Mehr Menschen können mehr Nahrung, mehr Kleidung, einen größeren gesellschaftlichen Reichtum erzeugen. Voraussetzung ist, daß alle Jugendlichen Arbeit finden. In vielen Entwicklungsländern gelingt es noch nicht, schnell genug neue Arbeitsplätze zu schaffen.

In den hochentwickelten Ländern hat sich gezeigt, daß die Geburtenraten zurückgehen, wenn der Lebensstandard steigt. Bildung und Erziehung, Verstädterung, Industrialisierung, die Einbeziehung der Frau in den Arbeitsprozeß führen dazu, daß die Familien sich weniger Kinder anschaffen. Auch in den Entwicklungsländern wird das starke Bevölkerungswachstum nachlassen, sobald ähnliche sozialökonomische Bedingungen erreicht werden.

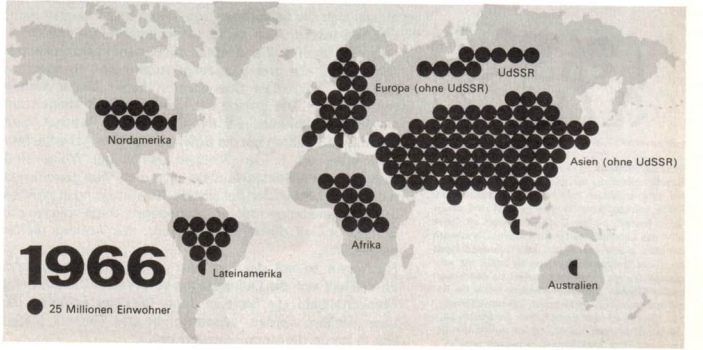
Die gegenwärtige schnelle Zunahme der Bevölkerung bedeutet keine unüberwindliche Gefahr. Die natürlichen Hilfsquellen der Erde sind noch längst nicht voll ausgenutzt. Durch höhere Produktivität der Landwirtschaft, des Bergbaus, der Industrie lassen sich alle Güter erzeugen, die zur Versorgung der wachsenden Bevölkerung erfor-

**Zwei Drittel der Menschheit** sind unzureichend ernährt. Millionen Kinder sterben, weil sie nicht satt zu essen haben. Die großen Mangelgebiete der Erde liegen in Asien, Afrika und Lateinamerika. Alle diese Gebiete haben eines gemeinsam: Sie waren einmal Kolonien oder doch halbe Kolonien imperialistischer Staaten, und einige von ihnen werden noch heute von imperialistischen Mächten ausgebeutet. Die Wirtschaft und die soziale Struktur dieser Länder sind zurückgeblieben. Die Entwicklungsländer müssen die schwierige Aufgabe lösen, ihre Wirtschaft wesentlich schneller auszubauen, als die Bevölkerung zunimmt. Nur dann werden sie den Wettlauf mit dem Hunger gewinnen. Die sozialistischen Länder leisten ihnen dabei uneigennützige Hilfe. Sie gewähren den Entwicklungsländern Kredite, liefern Maschinen, entsenden Fachleute als Berater und schließen günstige Handelsverträge mit ihnen ab.




**Die Zahl der Menschen** hat sich von 1920 bis 1966 nahezu verdoppelt. Aber sie hat nicht überall gleichmäßig zugenommen. Am schnellsten ist sie in Lateinamerika und Afrika, am langsamsten in Europa gestiegen. Die jährliche Zuwachsrate betrug in Lateinamerika 2,5 Prozent, in Afrika 2,2 Prozent, in Asien 1,9 Prozent und in Europa 0,6 Prozent. 1920 machte die Bevölkerung Lateinamerikas nicht einmal ein Fünftel der Bevölkerung Europas aus, 1966 dagegen mehr als die Hälfte. Halten die gegenwärtigen Zuwachsraten an, dann wird Lateinamerika spätestens in 20 Jahren die Bevölkerungszahl Europas überholen. Die Bevölkerung Asiens hat sich von 1920 bis 1966 um doppelt so viele Menschen vermehrt wie in Europa leben.

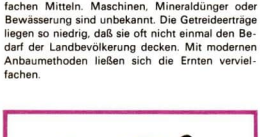
derlich sind. Nicht von der Natur wird das wirtschaftliche Wachstum verzögert, sondern von den rückständigen sozialökonomischen Verhältnissen, die in vielen Entwicklungsländern noch bestehen. Sie zu verändern ist die erste Aufgabe im Kampf gegen Hunger und Armut. Auch in ferner Zukunft wird nicht das Nahrungsproblem die Besiedlungsdichte begrenzen. Jeder Mensch braucht jedoch auch Platz, um zu arbeiten, zu wohnen und sich zu erholen. Die Bevölkerung der Erde wird nicht ins Ungemessene wachsen. Die sozialistische Weltkultur der Zukunft wird die Bevölkerungsfrage mit Vernunft lösen.



# Brot für 7 Milliarden

**Intensiver Anbau.** In diesen Gebieten werden durch gute Bodenbearbeitung, Düngung, Fruchtwechsel und oft auch durch Bewässerung hohe Erträge erzielt. Sie liefern mindestens neun Zehntel aller Nahrungsgüter der Erde, teils für den Eigenverbrauch der Bevölkerung, teils für den Export. Die Erträge lassen sich weiter steigern. Lägen sie bereits überall so hoch wie z. B. in der DDR, dann würde in diesen Gebieten doppelt soviel geerntet.

**Extensiver Anbau.** Die Ungunst der Natur oder wirtschaftliche Rückständigkeit ermöglichen in diesen Gebieten bisher nur einen Anbau mit einfachen Mitteln. Maschinen, Mineraldünger oder Bewässerung sind unbekannt. Die Getreideerträge liegen so niedrig, daß sie oft nicht einmal den Bedarf der Landbevölkerung decken. Mit modernen Anbaumethoden ließen sich die Ernten vervielfachen.



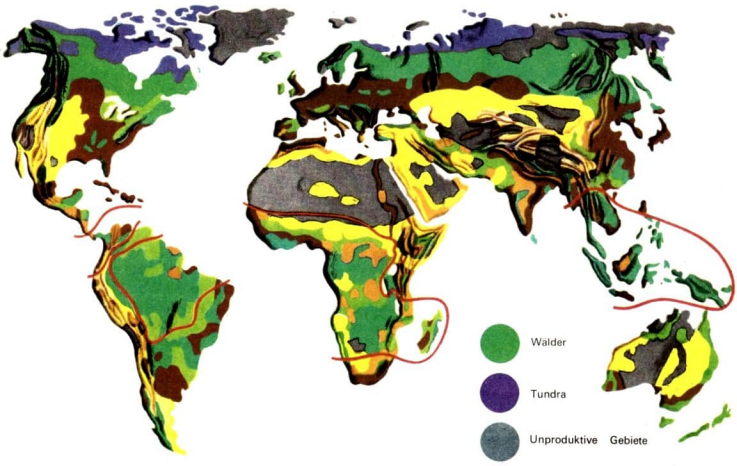
**Wanderfeldbau.** In den Regenwäldern oder den Buschgebieten der warmen Zonen ist noch immer ein sehr primitiver Feldbau weit verbreitet. Die Felder werden durch Brände gerodet und einige Jahre bestellt, bis der Boden erschöpft ist. Dann wird das Land sich selbst überlassen. Die Bauern wandern weiter und legen neue Brandrodungen an. Diese Bewirtschaftungsweise ergibt nur sehr geringe Erträge. Obendrein ruiniert sie den Boden großer Flächen. Der Wanderfeldbau tritt in der Regel neben höher entwickelten Wirtschaftsweisen auf. Um ihn zu überwinden, muß die soziale Lage der Bevölkerungsgruppen, die ihn auszuüben gezwungen sind, entschieden verbessert werden.

Wo in der Urzeit ein Mensch lebte, werden heute tausend satt. Wäre die Menschheit auf der Stufe der Sammler und Jäger stehengeblieben, dann hätte sie sich nicht vermehren können. Aber die Menschen sind Viehzüchter und Ackerbauer geworden. Durch ihre Arbeit haben sie die Ernten auf ein Vielfaches gesteigert. Die heutige Fruchtbarkeit der Böden ist Menschenwerk. Wie weit sich die Ertragsfähigkeit noch steigern läßt, ist nicht abzusehen. Was gestern als Höchstertrag galt, ist heute schon übertroffen. Wissenschaft und Technik eröffnen der Landwirtschaft immer wieder neue Möglichkeiten, die Fruchtbarkeit zu erhöhen.

In Pakistan werden im Durchschnitt 8 Dezitonnen Weizen je Hektar geerntet, in der DDR bis zu 40 Dezitonnen. Das ist das Fünffache! (Und wir sind nicht einmal zufrieden damit, denn die Höchsterträge liegen zwischen 50 und 60 Dezitonnen.) Gewiß leidet die pakistanische Landwirtschaft unter der Wasserarmut des Landes. Doch für so große Unterschiede gibt es keine natürlichen Ursachen. Nur die gesellschaftliche und wirtschaftliche Rückständigkeit des Landes tragen die Schuld an den geringen Ernten. Und nicht allein in Pakistan! Im Weltdurchschnitt liegen die Weizenerträge bei 12 Dezitonnen je Hektar. Die Mittel, sie zu verdoppeln oder zu verdreifachen, sind bekannt: gründliche Bodenbearbeitung mit Maschinen, Bewässerung, mineralische Düngung, Pflanzenschutz mit chemischen und biologischen Mitteln, richtige Fruchtfolge, bessere Sorten durch Pflanzen- und Tierzucht, Bodenschutz, verlustlose Ernten mit modernen Maschinen. Sicher gibt es irgendwo eine natürliche Grenze, über die hinaus sich die Leistungen von Tieren und Pflanzen nicht erhöhen lassen. Aber sie ist bisher nirgendwo erreicht.

Im zaristischen Rußland lebten die Bauern in erdrückender Armut, und alle drei, vier Jahre suchte eine Hungersnot das Land heim. Die Sowjetunion kennt längst keinen Hunger mehr. Die Erträge der Landwirtschaft steigen um ein Viertel schneller, als die Bevölkerung wächst. Seit ungefähr 15 Jahren hat die Sowjetunion ihre Ackerflächen stark erweitert. In den Steppen östlich der Wolga sind viele Millionen Hektar Neuland unter den Pflug genommen worden. In Mittelasien hat sich die Bewässerung in Wüsten und Wüstensteppen hinein ausgedehnt. Jetzt werden die Erträge überall durch Intensivierung des Anbaus weiter gesteigert.

Noch gibt es auf der Erde viel ungenutztes Land, und überall läßt sich die Landnutzung verbessern. Die doppelte Menschenzahl, die bis zum Jahre 2000 zu erwarten ist, kann ernährt werden. Wissenschaft und Technik bieten schon heute die Voraussetzung dafür.



**Ertragreiches Weideland.** In diesen Wiesen- und Weidegebieten sind die Niederschläge so hoch, daß eine geschlossene Grasdecke wächst. Hier können Überschüsse an Fleisch, Milch, Wolle und Leder erzeugt werden. Wo die Weidewirtschaft intensiv betrieben wird, kommen die Erträge denen des besten Ackerlandes gleich. Im Durchschnitt liegen sie jedoch weit darunter. Insgesamt könnten auch die guten Weidegebiete noch wesentlich mehr zur Welternährung beitragen. Ein erheblicher Anteil ließe sich in Ackerland umwandeln.

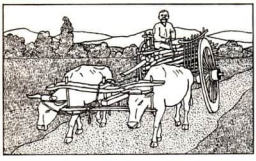
**Ertragarmes Weideland.** Der weitaus größte Teil des Weidelandes liegt in Trockensteppen und Halbwüsten. Er leidet unter Wassermangel. Der Pflanzenwuchs ist gering und unsicher. Die Hirten sind gezwungen, ständig mit ihren Herden umherzuwandern. Obwohl diese Weidegebiete größer als das gesamte Ackerland der Erde sind, leben in ihnen nur wenige Millionen Menschen. Wahrscheinlich bilden diese Gebiete die größte Landreserve der Zukunft: Durch Bewässerung lassen sie sich der intensiven Nutzung erschließen.

**Wälder.** Nur in wenigen Waldgebieten wird geregelte Forstwirtschaft getrieben; sie liegen vor allem in der gemäßigten Zone. In der nördlichen Nadelwaldzone und den tropischen Regenwäldern wird oft mehr Holz geschlagen als nachwächst. Durch diesen Raubbau haben die Holzvorräte der Erde schon stark abgenommen. Andererseits werden große Waldflächen in schwer zugänglichen Gebieten bisher gar nicht genutzt. Ein kleiner Teil des Waldlandes könnte in Zukunft noch gerodet und in Ackerland umgewandelt werden.

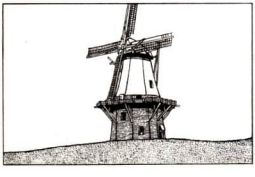
**Tundra.** Neun Monate lang ist die Tundra unter Schnee begraben. Während des Sommers taut der Boden nur oberflächlich auf. Er ist zu kurz, um Kulturpflanzen reifen zu lassen. Rentierhirten und Pelztierjäger gewinnen der Tundra einen geringen Ertrag ab. Auch in Zukunft ist kaum zu erwarten, daß der Pflanzenbau auf großen Flächen in die Tundra vordringen wird. Durch verbesserte Weidewirtschaft und geregelte Jagd lassen sich die natürlichen Hilfsquellen der Tundra günstiger nutzen.

**Unproduktive Gebiete.** Die Eiswüsten der Polarzonen und die vergletscherten Hochgebirge sind landwirtschaftlich nicht nutzbar. Im Wüstengürtel gibt es dagegen ausgedehnte Bodenflächen, denen nur Wasser zur Fruchtbarkeit fehlt. Wo immer sich Süßwasserreserven erschließen lassen, werden neue Bewässerungsoasen grünen. Eines Tages wird auch die Bewässerung von Wüstenland mit entsalztem Meerwasser wirtschaftlich werden.

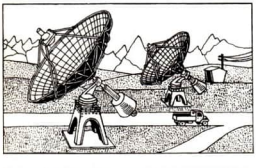
# Die Quellen der Energie



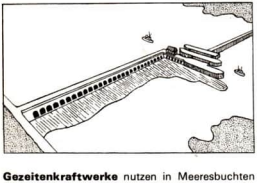
**Tierische Zugkraft** war die erste Naturenergie, die der Mensch in den Dienst seiner Arbeit gestellt hat. Allmählich verliert sie an Bedeutung.



**Windräder** treiben seit 2 Jahrtausenden Mühlen an. Für den hohen Energiebedarf der modernen Technik ist ihre Leistung jedoch zu gering.



**Sonnenkraftwerke** wandeln Sonnenstrahlung in Elektroenergie um. Nur in abgelegenen Wüsten oder Halbwüsten arbeiten sie wirtschaftlich.



**Gezeitenkraftwerke** nutzen in Meeresbuchten das Gefälle zwischen Ebbe und Flut aus.

Ohne Energieerzeugung wäre das Dasein des Menschen undenkbar. Energie heizt unsere Wohnungen, treibt unsere Autos und ist Herz und Blut unserer Industrie. Überall wird Energie gebraucht: Kohle, Öl, Benzin, Gas, Elektroenergie – Jahr für Jahr mehr! Der Energiebedarf steigt dreimal so schnell wie die Erdbevölkerung. Er verdoppelt sich in 10 bis 12 Jahren. Kann diese Steigerung anhalten?

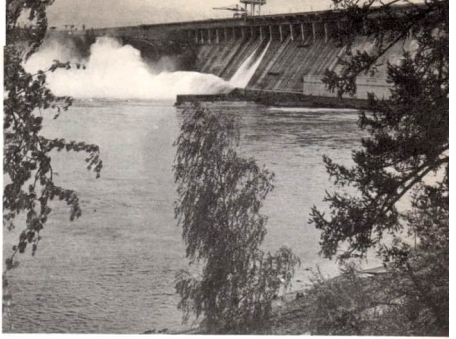
Die oberste Bergbaubehörde der USA erklärte im Jahre 1892, die Erdölvorräte des Landes seien nicht größer als 1 Milliarde Tonnen. Inzwischen haben die USA mehr als 7 Milliarden Tonnen gefördert, und die Vorräte sind noch längst nicht erschöpft. Trotzdem sind die Warnungen, mit dem Erdöl gehe es bald zu Ende, nie verstummt – nicht nur in Amerika. Doch stets ist das Gegenteil eingetreten: So steil die Förderung auch stieg, die erkundeten Vorräte nahmen rascher zu, zuerst doppelt, heute mindestens vierfach so schnell. Geradezu phantastisch ist der Zuwachs in der Sowjetunion: Seit 1955 ist ihre Förderung an Erdöl und Erdgas auf das Achtfache gestiegen. Ihre erkundeten Vorräte haben unterdessen astronomisches Ausmaß angenommen – es sind die größten der Welt.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts war die Förderung von Erdöl noch verschwindend gering. Königin Steinkohle herrschte: Sie lieferte neun Zehntel der Rohenergie. Obwohl die Kohlenförderung seitdem gewaltig angestiegen ist und noch immer weiter steigt, ist ihr Anteil am Energieaufkommen der Welt auf weniger als die Hälfte zurückgegangen. Erdöl und Erdgas haben die Kohle überholt. Auch bei der Kohle haben die erkundeten Vorräte schneller zugenommen als der Abbau. Bis zum Jahre 2000 wird die Weltförderung bei Kohle etwa auf das Doppelte oder Dreifache, bei Erdöl und Erdgas auf das Sechs- bis Achtfache gestiegen sein, ohne daß eine baldige Erschöpfung bevorstünde. Eines Tages werden jedoch auch die größten Vorräte aufgebraucht sein.

Eine Energiequelle ganz anderer Art ist die Wasserkraft. Sie wird aus der Strömungsenergie der Flüsse gewonnen und erneuert sich daher ständig. Am Energieaufkommen der Welt macht die Wasserkraft nicht einmal 2 Prozent aus. Die nutzbaren Wasserkraftreserven sind in Europa zu einem Drittel, in Nordamerika zu einem Viertel erschlossen, in der übrigen Welt nicht einmal zu 3 Prozent. Bis zum Jahr 2000 könnte die Hälfte aller Wasserkraftreserven erschlossen werden, so daß die Energieerzeugung aus Wasserkraft auf das Zehnfache stiege.

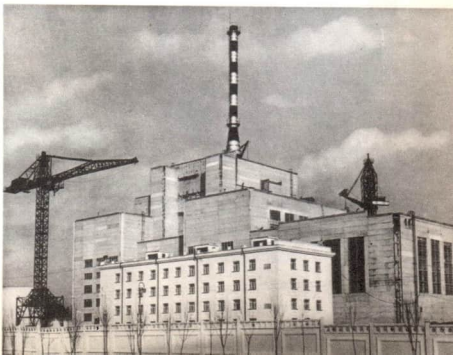
Den geringsten Anteil an der Energieversorgung hat heute noch die Kernenergie. Sie ist die Energie der Zukunft. Im kommenden Jahrtausend wird sie alle herkömmlichen Arten der Energieerzeugung überflügeln.

**Wasserkraftwerke** wandeln die Strömungsenergie der Flüsse in Elektroenergie um. Ihr Bau ist teuer und langwierig. Da sie keinen Brennstoff benötigen, liefern sie jedoch auf die Dauer billige Energie. Das Foto zeigt das sibirische Wasserkraftwerk Bratsk an der Angara. Mit einer Leistung von 4500 Megawatt ist es das zweitgrößte der Welt. Es wird bisher nur vom Wasserkraftwerk Krasnojarsk am Jenissei übertroffen. Die Sowjetunion baut ihre Ströme zu Kraftwerkskaskaden aus, um die Strömungsenergie vollständig zu nutzen. Die Wolga- und die Dneprkaskade sind nahezu fertiggestellt. Sehr große Wasserkraftwerke haben auch die USA am Colorado, am Tennessee und anderen Flüssen gebaut. In den Entwicklungsländern sind erst wenige Prozent der Wasserkräfte nutzbar gemacht worden. Einige der energiereichsten Ströme treiben noch keine einzige Turbine. Nur ein Zwanzigstel der nutzbaren Wasserkraftreserven der Welt ist bisher für die Energieerzeugung erschlossen worden.



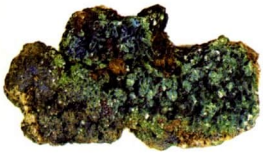
**Wärmekraftwerke** erzeugen heute noch mehr als acht Zehntel des Weltaufkommens an Elektroenergie. Sie werden mit Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, Erdöl oder Ölschiefer beschickt. Die Verbrennungswärme wird auf dem Umweg über Dampferzeuger, Turbine und Generator in Elektroenergie umgewandelt. Dabei gehen noch immer zwei Drittel der Rohenergie verloren. Trotz dieser schlechten Ausnutzung der Brennstoffe werden die Wärmekraftwerke in den nächsten Jahrzehnten ihre vorherrschende Stellung behalten. Später wird es gelingen, sie durch günstigere Formen der Energieumwandlung abzulösen. Das abgebildete Kraftwerk Lübbenau ist mit einer Leistung von 1300 Megawatt das größte der DDR. Es wird mit Braunkohlen aus Tagebauen der Niederlausitz beheizt. Die Braunkohle deckt noch immer acht Zehntel des Energieaufkommens der DDR. Die Braunkohlenvorräte werden bis über das Jahr 2000 hinaus reichen, aber die Förderung kann schon jetzt nicht mehr gesteigert werden. Allmählich werden Importe von Brennstoffen, vor allem von Erdöl und Erdgas aus der Sowjetunion, die eigene Braunkohlenförderung ablösen. Den weiteren Zuwachs des Energiebedarfs der DDR werden nach 1980 große Atomkraftwerke decken.

**Atomkraftwerke** nutzen die Energie, die bei der Spaltung schwerer Atomkerne freigesetzt wird. Als Kernbrennstoff wird Uran verwendet. Aber nur das Uran-Isotop $^{235}U$ läßt sich spalten; es macht lediglich 0,7 Prozent des natürlichen Urans aus. 1 Kilogramm bester Kohle erzeugt beim Verbrennen 11 Kilowattstunden, die gleiche Menge $^{235}U$ ergibt bei der Kernspaltung 22000000 Kilowattstunden! Das erste Atomkraftwerk hat 1954 in der Sowjetunion seinen Betrieb aufgenommen. Das Foto zeigt das sowjetische Atomkraftwerk Nowo-Woronesh am Don. In der Sowjetunion, den USA und Großbritannien sind schon Atomkraftwerke mit mehreren tausend Megawatt Leistung im Bau. Bisher arbeiteten Atomkraftwerke noch mit hohen Kosten. In naher Zukunft werden sie jedoch technisch so weit verbessert sein, daß sie die billigste Elektroenergie liefern.



# Wie lange reichen die Erze?

**Bauxit** ist der Ausgangsstoff für die Gewinnung von Aluminium. Dieses wichtigste Leichtmetall hat zuerst im Flugzeugbau seinen Siegeszug angetreten. Die Weltförderung von Bauxit hat sich von 1950 bis 1965 vervierfacht.



**Tobernit** ist ein Uranmineral. 1939 entdeckten die Physiker O. Hahn und F. Straßmann, daß Uranatome sich spalten lassen, wobei Energie freigesetzt wird. Diese Entdeckung machte das Uran zu einem der begehrtesten Metalle der Welt, weil es unter anderem den „Brennstoff" für Kernkraftwerke liefert.

**Rutil,** ein Titanmineral, war vor 50 Jahren noch ohne jeden Nutzen. Heute gehört es zu den wertvollsten Erzen, denn Legierungen von Titan werden für den Bau von Weltraumraketen, Strahltriebwerken und Kernreaktoren gebraucht.

Eisen und Stahl haben seit dem Aufkommen der modernen Industrie eine größere Rolle gespielt als jeder andere Werkstoff. Maschinen, Eisenbahnen, Schiffe und Autos, Stahlbeton – die neue Technik war eine Technik aus Eisen und Stahl. Im Jahre 1900 war die Welterzeugung an Stahl auf 28 Millionen Tonnen gestiegen. 1950 hatte sie 190 Millionen Tonnen erreicht, und heute liegt sie über 500 Millionen Tonnen. Kann das immer so weitergehen?

In der Frühzeit des Bergbaus war dem Menschen nur ein winziger Teil der Erdrinde zugänglich. Die Bergwerke erreichten eine geringe Teufe, und nur an wenigen Stellen der Erde wurde Bergbau getrieben. Die tiefsten Schächte haben heute eine Teufe von 3000 Metern, Erdölbohrungen werden 6000 Meter und mehr vorgetrieben, und eine Grenze ist noch nicht abzusehen. Sogar im flachen Meer können Bodenschätze abgebaut werden.

Die Zahl der Metalle, die gewonnen werden, hat sich stark erhöht. Aluminium ließ sich lange Zeit nicht wirtschaftlich nutzen, weil der Aufwand an Anlagen und Energie zu kostspielig war. Erst als Großkraftwerke billige Elektroenergie lieferten, begann die Aluminiumerzeugung sich zu lohnen. Heute übertrifft sie die aller anderen Nichteisenmetalle. Noch steiler verlief der Aufstieg des Urans. Erst vor drei Jahrzehnten hat es als Grundstoff der Kerntechnik Bedeutung erlangt. Sein Wert ist heute so groß, daß noch Erze ausgebeutet werden, die nur ein halbes Tausendstel an Uran enthalten. Einige Metalle, die vor

**In den Wüsten Mittelasiens** haben sowjetische Geologen Lagerstätten von Schwefel, Erzen, Erdgas und Erdöl entdeckt. Für die geologische Erkundung von Gebieten, die vom Landverkehr noch unerschlossen sind, werden Hubschrauber eingesetzt. Die erkundeten Vorräte an Bodenschätzen sind in der Sowjetunion weit schneller gestiegen, als es der Abbau erfordert.

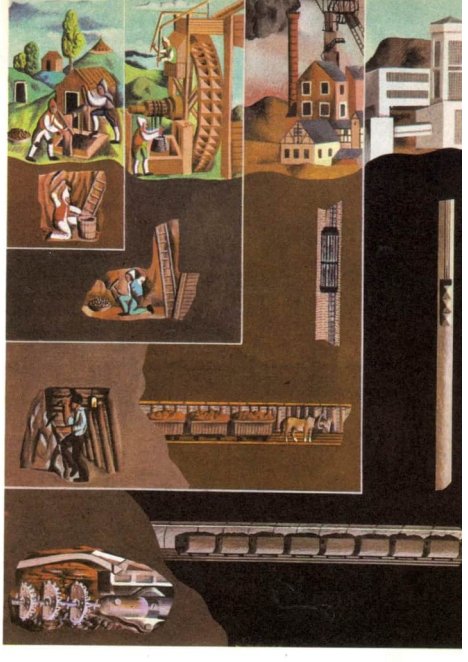
**Der Bergbau** ist in immer größere Teufen vorgedrungen. Dadurch sind auch tiefer liegende Bodenschätze für die Nutzung erschlossen worden. Die Abbauleistungen sind gewaltig angestiegen.

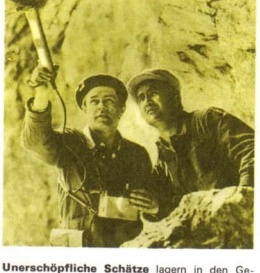
**Um 1250:** Das Erz wird mit der Handhaspel gefördert. Der Bergmann arbeitet nur mit Schlegel und Eisen. Die Schächte lassen sich kaum tiefer als 40 Meter niederbringen. Zufließendes Grubenwasser setzt dem Abbau oft schon in geringerer Teufe ein Halt.

**Um 1550:** Fördermaschinen, die mit Wasserkraft angetrieben werden, ermöglichen es, die Erze aus größeren Teufen zu fördern. Wasserräder dienen auch zum Antrieb der Pumpen, die das Grubenwasser aus dem Bergwerk heben. Jetzt gelingt es, den Abbau bis in Teufen von 200 Metern vorzutreiben, aber nur dort, wo Wasserkraft zur Verfügung steht.

**Um 1870:** In der Dampfmaschine hat der Bergbau einen leistungsfähigen Antrieb für Förderanlagen erhalten. Sie kann überall eingesetzt werden. 800 Meter tiefe Schächte sind schon abgeteuft worden. Vor Ort werden Sprengstoffe verwandt, um das Gestein zu lösen. Überwiegend muß aber noch schwere Handarbeit geleistet werden. Für den Transport der Erze zum Förderschacht werden Grubenpferde eingesetzt.

**1970:** Alle Anlagen eines modernen Bergwerkes werden elektrisch betrieben. Die Förderung der Bodenschätze und des Grubenwassers ist praktisch aus jeder beliebigen Teufe möglich geworden. Den Abbau haben Schrämmaschinen und andere Geräte übernommen. Über Bandförderer wird das Erz vom Abbauort aus in die Förderwagen der Grubenbahnen transportiert. Viele Kilometer lange Gleisanlagen ziehen sich durch das Streckensystem hin. Die Förderung ist weitgehend automatisiert. In einzelnen Bergwerken werden bereits Teufen von 2500 Metern erreicht.





**Unerschöpfliche Schätze** lagern in den Gebirgen der Tadshikischen SSR. 250 Vorkommen verschiedener Erze sind bisher bekannt geworden. Die beiden Geologen untersuchen das Gestein mit einem Radiometer auf radioaktive Bestandteile.

100 Jahren kaum beachtet wurden, gehören heute als Stahlveredler zu den begehrtesten Rohstoffen der Welt: Mangan, Wolfram, Vanadium, Titan und Tantal.

So wird die Gesteinsschicht immer stärker und vielseitiger ausgenutzt. Die Förderung nimmt bei den einzelnen Bodenschätzen recht unterschiedlich zu. Die Steigerung liegt zwischen 2 und 10 Prozent im Jahr. Schon vor 50 Jahren hatte man behauptet, die Kupfervorkommen würden in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein. Dabei wurde nur eines übersehen: Die geologische Erkundung hatte sich erst auf kleine Gebiete der Erde erstreckt. Die meisten Lagerstätten waren überhaupt noch nicht bekannt. So steil der Abbau auch angestiegen ist, heute sind die Erzvorkommen, von denen wir sichere Kenntnis haben, weit, weit größer als vor 50 Jahren, und die erkundeten Vorräte wachsen im Weltmaßstab schneller an als die Förderung. Zukunftsprojekte rechnen damit, daß Metalle einst aus dem Meer oder auch aus dem glutflüssigen Magma tieferer Gesteinsschichten gewonnen werden können.

# HÜTER DER ERDE

## Erhaltet den Boden!

**Streifenweiser Anbau** von zwei Fruchtarten soll in Texas die Abtragung und die Austrocknung des Bodens durch den Wind verhindern.

**In den Mittelmeerländern** sind die Berghänge oft von starker Erosion zerschluchtet. Die Hänge waren ursprünglich bewaldet. Durch Holznutzung, starken Viehauftrieb und Ackerbau ist das Land seiner schützenden Pflanzendecke beraubt worden. Wenn nichts gegen die Erosion unternommen wird, fressen sich die Schluchten immer weiter in das Ackerland hinein.

**Die Hamada el-Homra** im nördlichen Libyen ist heute eine Wüste. Die Regenfälle haben tiefe Rinnen in die Hügel geschnitten. Durch den Wüstenboden schimmern noch die Umrisse uralter Acker hindurch. Das Land war einst fruchtbar. Im 2. und 3. Jahrhundert galt Nordafrika als Kornkammer Roms. Das Vordringen der Wüste hat vielfach keine natürlichen Ursachen, es ist erst durch den Menschen ausgelöst worden.

Der Boden ist auf dem Festland der große Vermittler zwischen der toten Welt der Gesteine und dem Leben. Auch der Mensch gewinnt nahezu seine gesamte Nahrung aus dem Boden. Wie eine hauchdünne, leicht verletzliche Haut überzieht der Boden die Gesteine. Im Gleichgewicht der bodenzerstörenden und bodenerneuernden Kräfte unterliegt er einem ständigen Werden und Vergehen.
Der Mensch greift durch Weidewirtschaft und Ackerbau in dieses Gleichgewicht ein. Die Nutzung des Bodens vermindert oder zerstört den wichtigsten Schutz, den er besitzt: seine natürliche Pflanzendecke. Nur unter diesem Schutz konnten die Böden jene eigenartige Struktur gewinnen, die sie – vom Wasser abgesehen – zum Träger des Lebens werden ließ. Ihres Pflanzenschutzes beraubt, bieten die Böden den zerstörenden Kräften keinen Widerstand mehr. Sie zerfallen zu einer strukturlosen Masse, werden vom Wind verweht, vom Wasser verschwemmt.
Waldboden besitzt von Natur aus nur eine sehr lockere Struktur, der Wald bietet einen vollkommenen Schutz gegen Erosion. Daher beginnt auf ehemaligem Waldland die Erosion unmittelbar nach dem Abholzen. Besonders gefährdet sind die Waldböden der regenreichen Tropen; in Acker verwandelt, werden sie – wenn nichts für ihre

Erhaltung geschieht – oft schon innerhalb weniger Jahre zerstört.

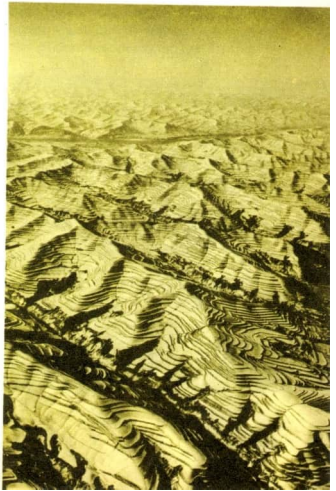
Beim Steppenland weist der Boden als zusätzlichen natürlichen Schutz gegen die Erosion eine stabile Krümelstruktur auf. Unter den Pflug genommen, behält der Boden diese Struktur noch einige Zeit bei. Daher tritt die Erosion erst Jahre oder Jahrzehnte nach der Kultivierung auf, dann aber oft in katastrophalem Ausmaß. Die Gefährdung der Steppenböden ist eine ernste Sorge, weil sie den größten Anteil der Welternte an Brotgetreide bringen.

Die Erosion hat ihre Ursachen immer in Acker- oder Weidepraktiken, die für den jeweiligen Boden oder das Klima ungeeignet sind. Auslösend wirken meist die Entwaldung von Hängen, das Überbeweiden von Steppen, der extensive Anbau von Monokulturen und – in technisch rückständigen Ländern – der Wanderfeldbau. Der beste Schutz gegen die Erosion ist die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit; sie läßt sich nur durch intensive Anbauweisen erreichen. Richtige Bodenbearbeitung, Düngung und Fruchtwechsel erhalten und verbessern die Bodenstruktur und wirken der Erosion entgegen.

Die technisch rückständigen Gebiete der Erde, vor allem die Mehrzahl der Entwicklungsländer Asiens, Afrikas und Lateinamerikas, sind noch nicht in der Lage, die enormen Mittel aufzubringen, die zur Bekämpfung der Erosion erforderlich sind. Sie benötigen wissenschaftliche, technische und finanzielle Hilfe. An der Bodenerhaltung arbeiten heute unvergleichlich mehr Menschen als etwa an der Weltraumforschung. Trotzdem greift die Bodenzerstörung im Weltmaßstab gesehen immer noch weiter um sich. Das Problem, dem Boden höhere Erträge abzugewinnen und ihn gleichzeitig zu schützen, um die sich rasch vermehrende Erdbevölkerung heute und in Zukunft ernähren zu können, ist eines der schwierigsten, vor die sich die Menschheit gestellt sieht.

**Verheerende Staubstürme** suchten in den dreißiger Jahren Weizengebiete der USA heim. Das war eine Warnung! Viele Farmer sind zu Anbauweisen übergegangen, die der Bodenabtragung durch Wasser und Wind entgegenwirken.

**Das chinesische Lößgebiet** am mittleren Hwangho gehört zu den Landstrichen, die sehr starker Erosion ausgesetzt sind. Schon vor Jahrtausenden nahmen Entwaldung und übermäßige Viehhutung dem feinkörnigen Lößboden seine schützende Pflanzendecke. Dadurch ist die Zerschluchtung beschleunigt worden. Um die Erosion einzudämmen, werden die Hänge jetzt terrassiert und bepflanzt.



# Zerstören oder gestalten?

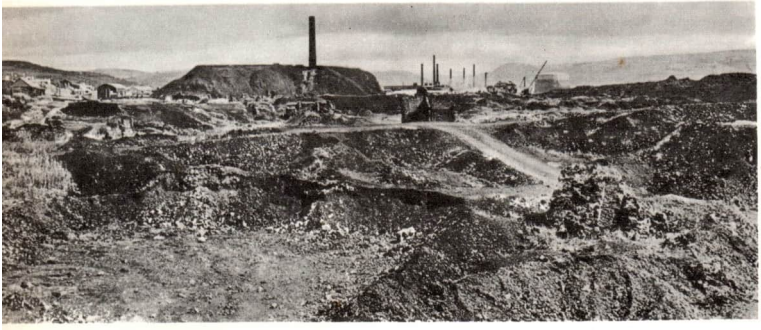
Wie der Körper eines Menschen aus Herz, Magen und Lunge, aus Haut, Knochen und Blut besteht, aus vielerlei Organen also, so ist auch die Landschaft ein kompliziertes Gefüge: Boden, Luft und Wasser, Ebenen, Täler und Berge, Flüsse und Seen, mannigfaltige Tier- und Pflanzengemeinschaften – eine ungemeine Vielfalt von Erscheinungen bilden das, was wir Landschaft nennen.

Arbeitet auch nur ein einziges Organ eines Menschen nicht mehr richtig, dann wird er krank, ja, sein Leben kann bedroht sein. Auch bei Landschaften genügt oft schon ein einziger falscher Eingriff, um ihren Wert für den Menschen, ihren natürlichen Reichtum, ihre Schönheit zu zerstören. Übermäßige Weidewirtschaft hat viele Gebirge des Mittelmeergebietes veröden lassen, extensiver Getreideanbau hat die Trockensteppen Nordamerikas zu „Staubhöllen" gemacht, fehlerhafte Bewässerung hat Oasen in Salzwüsten verwandelt, rücksichtsloser Bergbau hat blühende Landschaften als „Mondgebirge" hinterlassen . . .

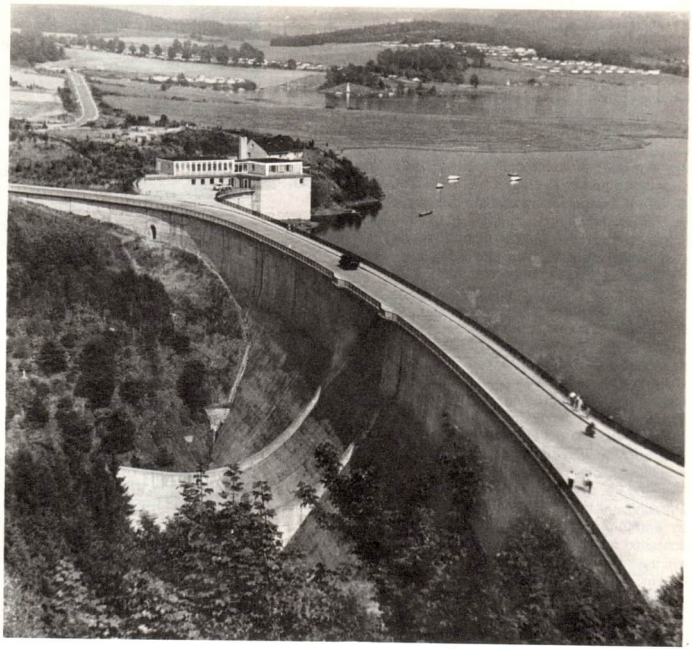
In dichtbesiedelten, hochentwickelten Gebieten dient jede Landschaft vielerlei Zwecken. Entsprechend zahlreich sind die Eingriffe: Flüsse werden begradigt, Böden gepflügt, Wälder abgeholzt und wieder aufgeforstet, Straßen und Siedlungen gebaut, Bergwerke und Steinbrüche angelegt – das alles dicht beieinander. Ein und dieselbe Landschaft wird dem Ackerbau und der Viehzucht, dem Bergbau und der Industrie, der Siedlung, dem Verkehr und der Erholung nutzbar gemacht.

Kann schon ein einziger unbedachter Eingriff einer Landschaft schweren Schaden zufügen, um wieviel schwieriger ist es dann, so zahlreiche, oft gegensätzliche An-

**Flugzeuge versprühen Herbizide** über Feldern und Wäldern, um Unkraut oder andere unerwünschte Pflanzen zu bekämpfen. Herbizide gehören zur großen Gruppe der Biozide. Das sind chemische Giftstoffe, mit denen Tiere oder Pflanzen vernichtet werden können, die für den Menschen oder seine Nutzpflanzen und Haustiere schädlich sind. Diese Stoffe bringen Nutzen, solange sie mit guter Absicht und verantwortungsbewußt eingesetzt werden. Ihr Mißbrauch aber hat furchtbare Folgen. Militärflugzeuge der USA haben im Krieg gegen das Volk Vietnams Herbizide über den befreiten Dörfern versprüht. Die Reispflanzen auf den Feldern starben ab, die Ernte war verloren. Der Hunger sollte die Bauern zur Unterwerfung zwingen.



**Zerstörte Bergbaulandschaft.** Stärker, als Worte es vermögen, zeugt dieses Foto aus Wales (Großbritannien) davon, daß der Kapitalismus das „Menschenmaterial" und die natürlichen Hilfsquellen gleich rücksichtslos ausbeutet. Arbeits- und Wohnplätze sind miteinander vermischt. Die Landschaft, in der die Bergleute wohnen und arbeiten, ist ihrer Fruchtbarkeit, ihrer Naturschätze und ihrer Schönheit beraubt.



**An der Talsperre Pöhl** ist ein neues Erholungsgebiet gestaltet worden. Die Staumauer, von 1958 bis 1964 erbaut, hat das Flüßchen Trieb zu einem sieben Kilometer langen See angestaut. Er liegt in der reizvollen Landschaft des mittleren Vogtlandes. Wälder wechseln mit offenen Fluren, Wiesen mit Feldern ab. Der Rat des Kreises Plauen hat die Umgebung der Talsperre unter Landschaftsschutz gestellt. Schon während des Baues der Staumauer wurden Entwürfe für die Gestaltung des Talsperrengebietes ausgearbeitet. Für die Erholungsuchenden sind Bungalowsiedlungen, Zelt- und Campingplätze, Parkplätze, ein Netz von Wanderwegen angelegt worden. An einem Wochenende in der warmen Jahreszeit werden heute bis zu 40000 Besucher an der Talsperre Pöhl gezählt. Hier ist ein gutes Beispiel dafür geschaffen worden, wie ein großes technisches Bauwerk so in eine Landschaft eingefügt werden kann, daß es ihre Schönheit und ihren Wert als Erholungsgebiet steigert.

sprüche aufeinander abzustimmen. Nur dadurch, daß wir unsere natürliche Umgebung bewußt gestalten, vermögen wir ihre Zerstörung zu verhindern. Alle Aufgaben, die diesen Zweck verfolgen, fassen wir unter dem Begriff „Landeskultur" zusammen. Im Sozialismus verstehen wir darunter ein System gesellschaftlicher Maßnahmen, das dazu dient, die natürlichen Lebens- und Produktionsgrundlagen – Boden, Wasser, Luft, Pflanzen- und Tierwelt – sinnvoll zu nutzen und planmäßig zu verbessern. Sozialistische Landeskultur will Landschaftsschäden verhüten und geschädigte Landschaften wiederherstellen. Sie strebt danach, die Landschaft als Ganzes zu pflegen und gesund zu erhalten. Unsere natürliche Umgebung soll für alle Arten der Nutzung so ertrags- und leistungsfähig wie möglich gemacht werden und zugleich ihre Schönheit behalten.

# Erholen – aber wo?

Mit den Ferien beginnt die Zeit des Reisens. Millionen von Menschen verlassen die Städte. Wohin fahren sie? An das Meer, an die Binnenseen, in die Waldgebirge. Sie vertauschen ihre gewohnte Umgebung gegen schöne, naturnahe Landschaften. Sie suchen Berge und Wälder, suchen reine Luft und klares Wasser, suchen Sonne und Stille. In den Verfassungen der sozialistischen Länder ist der Anspruch auf Erholung vom Staat garantiert. Die sommerlichen Reiseströme werden nicht abnehmen, sie werden anschwellen. Erholungslandschaften werden in Zukunft kostbarer als Diamantengruben sein.

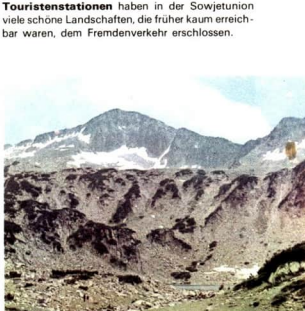
Kein dichtbesiedeltes Land besitzt heute noch Erholungsgebiete im Überfluß, ja, der Mangel an geeigneten Landschaften wird immer spürbarer. Hier liegen die wirklichen Grenzen der Besiedlungsdichte unserer Erde: Es mag gelingen, einen Menschen von wenigen Quadratmetern Bodenfläche zu ernähren, erholen kann er sich darauf nicht. Jede Nation, die noch reich an Erholungsgebieten ist, darf sich glücklich schätzen.

Mannigfaltigkeit und Eigenart der Natur sind heute überall gefährdet, auch in den Erholungsgebieten. Nur selten wird es gelingen, diese Landschaften von jeder wirtschaftlichen Nutzung frei zu halten. Um so wichtiger ist es, die Art ihrer Nutzung auf lange Sicht zu lenken.

In Erholungsgebieten dürfen die Gewässer nicht verschmutzt, die Wälder nicht kahlgeschlagen, darf die Luft nicht verunreinigt werden. Hier darf es keine Industrie geben, die durch Rauch, Abwasser, Lärm ihre Umgebung schädigt. Die Ufer der Seen dürfen nicht durch Wochenendgrundstücke und Zäune verbaut, die Wanderwege nicht abgesperrt werden. Das alles läßt sich heute nur noch durch Territorialplanung erreichen. So, wie das Zentrum einer Stadt von Architekten und Städtebauern geplant wird, muß auch ein Erholungsgebiet mit aller erdenklichen Obhut erschlossen, gepflegt und geschützt werden. Für dichtbesiedelte Städte und Industriegebiete sind naturnahe Erholungslandschaften ebenso notwendig wie das tägliche Brot.

In der DDR stehen 11 Prozent der Landesfläche unter Landschaftsschutz. Sie sollen auf alle Zeit für die Erholung der Bevölkerung erhalten bleiben. In unserem sozialistischen Nachbarland, der Volksrepublik Polen, sind zwölf große Nationalparks geschaffen worden, die dem gleichen Zweck dienen. Es gibt heute in Europa kaum noch einen Staat, der seine wertvollsten Erholungslandschaften nicht unter Schutz gestellt hätte. Jedes Volk, das sich seiner nationalen Eigenart und Würde bewußt ist, liebt auch die Natur seiner Heimat, es ist stolz auf seine schönsten Landschaften und wird sie als nationale Kostbarkeit hüten.

**Touristenstationen** haben in der Sowjetunion viele schöne Landschaften, die früher kaum erreichbar waren, dem Fremdenverkehr erschlossen.



**Der Wichren-Nationalpark** in Bulgarien ist ein beliebtes Ausflugsziel. Die Hochgebirge gehören zu den eindrucksvollsten Naturlandschaften.

**Schöne Landschaften** in der Nähe großer Städte werden in mannigfaltiger Weise als Erholungsgebiete genutzt. Durch Schnellbahnen und Autostraßen werden sie dem Ausflugsverkehr erschlossen. Auf Flüssen und Seen fahren die Schiffe der „Weißen Flotte" und Tausende von Sportbooten. Zeltplätze und Gaststätten, Freibäder und Sportplätze, Aussichtstürme und markierte Wanderwege erschließen den Erholungsuchenden die Landschaft. In den meisten Staaten der Erde sind die schönsten Erholungsgebiete als Natur- oder Nationalparke unter Schutz gestellt worden.

**Die Meeresküsten** ziehen von Jahr zu Jahr mehr Erholungsuchende an. Die Volksrepublik Bulgarien hat an der Küste des Schwarzen Meeres eine Kette von Seebädern geschaffen. Das Bild zeigt den „Sonnenstrand" bei Nessebar.

**Der Baikalsee** ist der tiefste Süßwassersee der Welt. Die Sowjetunion hat seine schöne Umgebung zum Nationalpark erklärt.

**Qualmende Schlote** gelten als Wahrzeichen der Industrie. In Wirklichkeit zeugen sie nur davon, daß die Abgase schlecht gereinigt werden. Mit dem Rauch fertig zu werden ist ein schwieriges Problem. Allein in der DDR werden jährlich 300 Millionen Tonnen Kohle und andere Brennstoffe verbrannt. 10 Millionen Tonnen Flugasche rieseln auf unser Staatsgebiet herab, 2,5 Millionen Tonnen Schwefel werden aus den Schornsteinen als giftiges Schwefeldioxid ausgeworfen. Hinzu kommen Stäube aus Zementwerken, Abgase aus Chemiebetrieben, die Auspuffgase der Autos . . . Mehrere hundert Millionen Mark sind schon aufgewendet worden, um die Abgase zu reinigen. Trotzdem ist es noch nicht gelungen, allen Städten gesunde Luft zu sichern und die forstlichen Rauchschäden abzuwenden, unter denen viele tausend Hektar Nadelwald in der Dübener Heide und im Erzgebirge dahinsiechen.

**Brennende Müllhalde.** Je höher der Lebensstandard steigt, je mehr Waren erzeugt und verbraucht werden, desto schneller wachsen die Müllberge. In den Großstädten der DDR müssen heute je Einwohner 0,6 bis 1 Kubikmeter Müll im Jahr beseitigt werden. In vielen Städten werden mit dem Müll abgebaute Sandgruben zugefüllt, oder er wird zu Bergen aufgeschüttet. In Kleinstädten und Dörfern läßt die Müllabfuhr oft noch zu wünschen übrig, so daß „wilde" Müll- und Schuttabladeplätze die Landschaft verschandeln. In Zukunft wird man mehr und mehr dazu übergehen, den Müll zu verbrennen oder nutzbringend zu verwerten. Zusammen mit Mist, Straßenkehricht, Schlachthausabfällen und Klärschlamm läßt Müll sich zu Komposterde verarbeiten. Leichte Böden kann man mit aufbereitetem Müll physikalisch verbessern, so daß sie fruchtbarer werden.

# Wohin mit den Abfällen?

In Vorderasien gibt es eine sonderbare Art von Hügeln. Sie werden Tells genannt. Es sind Schuttberge versunkener Städte. Als Archäologen die Tells ausgruben, entdeckten sie Trümmerschicht über Trümmerschicht. Jede Schicht ist in einer anderen Zeit entstanden. Je tiefer sie liegt, desto älter ist sie. Bauschutt, Asche, Abfälle – alle nur erdenklichen Reste untergegangener Kulturen haben den Tell über seine Umgebung hinauswachsen lassen.

Solange es Menschen gibt, hinterlassen sie auch Abfälle. Im Laufe der Jahrtausende haben die Abfälle allmählich zugenommen. Seit gut hundert Jahren sind sie immer lästiger geworden. In unseren Tagen werden sie zu einer großen Sorge. Alle Stoffe, die wir für unser Dasein benötigen, entnehmen wir der Natur: Kohle, Erz, Kalk, Salze. . . Als Schrott, Müll, Asche, Abfall geben wir sie früher oder später wieder an die Natur zurück. Durch die Nutzung der Bodenschätze werden Stoffe freigesetzt, die ohne unser Wirken noch auf Hunderte von Jahrmillionen in der Gesteinshülle festgelegt geblieben wären. Dieser „Stoffaustausch" zwischen Mensch und Erde hat schon ein größeres Ausmaß angenommen als alle stofflichen Umsetzungen, die in der Gesteinshülle auf natürlichem Wege vor sich gehen.

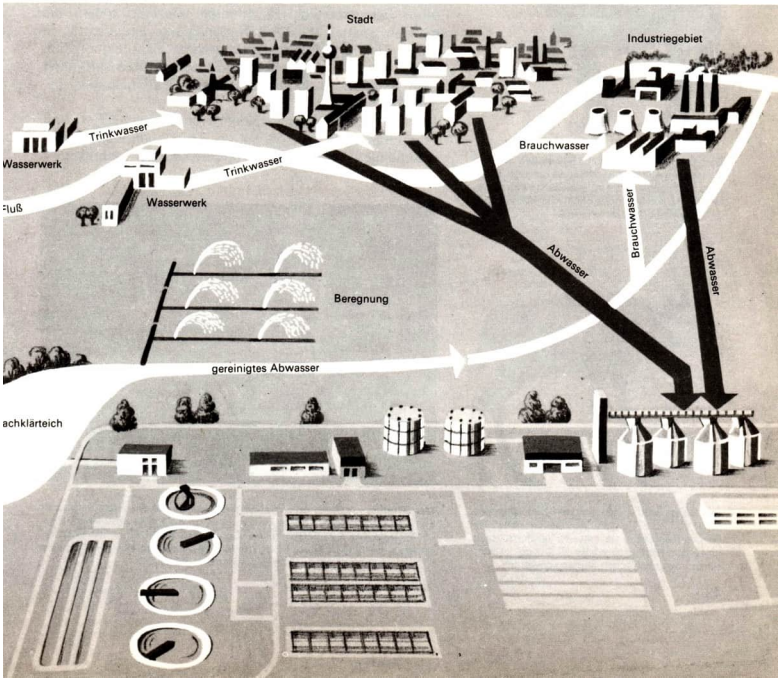
Die höchsten Berge im Inneren unserer Hauptstadt Berlin sind nicht von der Natur geschaffen worden. Sie bestehen aus den abgetragenen und zu Halden aufgeschütteten Ruinen des zweiten Weltkrieges. „Mont Klamott" nennt der Berliner sie, „Trümmerberge". Müll- und Aschehalden wachsen rings um Großstädte und Industriegebiete heran. Aus Zehntausenden von Schornsteinen quillt Rauch. Millionen von Autos puffen Abgase aus. Aus Fabriken, Ställen, Aborten fließen Abwässer. Die Verunreinigung unserer natürlichen Umwelt nimmt von Jahr zu Jahr zu.

Schweren Schaden haben die Gewässer erlitten. Flüsse starben den Abwassertod; Flüsse, in denen kein Fisch, keine Schnecke, keine Alge mehr lebt; Flüsse, in denen das Baden verboten ist; Flüsse, die stinken und von schmutzigen Schaumfladen bedeckt sind. Das muß nicht

sein. Abwasser läßt sich so weit reinigen, bis es kristallklar wie Quellwasser wird. Und das muß geschehen, denn Wasser wird so knapp, daß jeder Tropfen mehrfach genutzt werden muß, ehe er ins Meer zurückfließt. Wenn jede Stadt, jedes Industriewerk das Abwasser gereinigt in den Fluß zurückgibt, dann kann die fließende Welle von allen Städten, allen Werken, die weiter unten am Fluß liegen, erneut verwendet werden.

So wie mit dem Abwasser können wir auch mit allen anderen Abfällen auf vernünftige Weise fertig werden. Ganze Zweige der chemischen Industrie sind schon auf der Verwertung von Stoffen aufgebaut, die ursprünglich nur lästige Abfälle waren. Hausmüll läßt sich zu Kompost oder zu Baustoffen verarbeiten. Aschen können zur Verbesserung unfruchtbarer Böden, Abwässer zur Beregnung von Feldern genutzt werden. Wir müssen die Abfälle wieder so in den großen Kreislauf der natürlichen Stoffumsetzungen einfügen, daß sie unser Dasein, unseren Wohlstand und unsere Gesundheit nicht gefährden, heute und in aller Zukunft nicht.

**Nützliches Abwasser.** Wasserwerke fördern in der Flußaue Grundwasser und uferfiltriertes Flußwasser. Zu Trinkwasser aufbereitet, wird es in Rohrleitungen in die Stadt geleitet. Eine Weltstadt verbraucht täglich mehr als eine Million Kubikmeter Wasser. Noch höher liegt der Bedarf der Industrie. Sie gewinnt ihr Brauchwasser aus eigenen Brunnen oder entnimmt es dem Fluß. Stadt und Industrie geben das genutzte Wasser stark verschmutzt wieder zurück. In unterirdischen Rohrleitungen und Kanälen wird das Abwasser dem Klärwerk zugeleitet. Dort wird es nach mechanischen, chemischen und biologischen Verfahren gereinigt. Ein Großklärwerk hat die Ausmaße eines mittleren Industriebetriebes. Die vier Faulbehälter (rechts), in denen der Klärschlamm ausfault, sind zum Beispiel so hoch wie ein achtgeschossiges Haus. Das gereinigte Abwasser wird in einem Stauteich nachgeklärt. Es kann in den Fluß zurückgeleitet werden, ohne ihn zu verschmutzen. Gereinigtes Abwasser läßt sich jedoch auch erneut verwenden, sei es für die landwirtschaftliche Beregnung, sei es als Brauchwasser für die Industrie. Da der natürliche Wasserschatz oft schon bis zum letzten Tropfen genutzt wird, ist gereinigtes Abwasser die wichtigste Reserve, um den steigenden Bedarf zu decken.



# Platz für wilde Tiere

**Der Ur oder Auerochs** war der Stammvater unserer Hausrinder. Als „königliches Jagdwild" ist er bis zur Ausrottung verfolgt worden. Der letzte Ur Europas fiel 1627 von einer Kugel.

**Das Urwildpferd** ist erst 1880 in den Steppen Innerasiens entdeckt worden. Es gelang, einige Tiere zu fangen und sie in Tierparks weiterzuzüchten. Ob in der Mongolei noch eine kleine Herde in Freiheit lebt, ist sehr ungewiß.

**Die Saiga** lebt in den Steppen Südosteuropas. Um 1930 war sie dem Aussterben nahe. Die Sowjetunion stellte sie unter Naturschutz. Heute ist sie zum häufigsten wilden Huftier der kasachischen und ukrainischen Steppen geworden.

Im Nibelungenlied wird von einer Jagd im Wasgenwald erzählt. Siegfried machte reiche Beute:

Dar nâch sluoc er schiere — einen wisent und einen elch,
starker ûre viere, — und einen grimmen schelch.

Von diesen vier Tierarten sind zwei ausgerottet worden: der Ur und das graue Wildpferd, das hier unter dem Namen „schelch" auftritt. Der Wisent und der Elch starben in weiten Teilen ihres Verbreitungsgebietes aus, als Art blieben sie erhalten. Bär, Wolf und Luchs erging es ebenso. Neben dem Menschen war für die großen, wehrhaften Tiere in Europa kein Platz mehr.

Das gleiche Los droht heute einigen hundert Tierarten der Welt. Besonders stark gefährdet ist die Tierwelt Afrikas. Die Tiere gehen in gleichem Maße zurück, wie Savannen und Steppen, ja selbst Regenwälder und Wüsten in Kulturland verwandelt werden. Eine einzelne Tierart unter Schutz zu stellen nützt nichts, wenn es nicht gelingt, ihren Lebensbereich zu erhalten. Deshalb haben die meisten Staaten der Welt Nationalparke eingerichtet, in denen Tier- und Pflanzenwelt strengen Schutz genießen. Allein von den jungen Nationalstaaten Afrikas sind nach dem zweiten Weltkrieg 130 neue Nationalparke geschaffen worden.

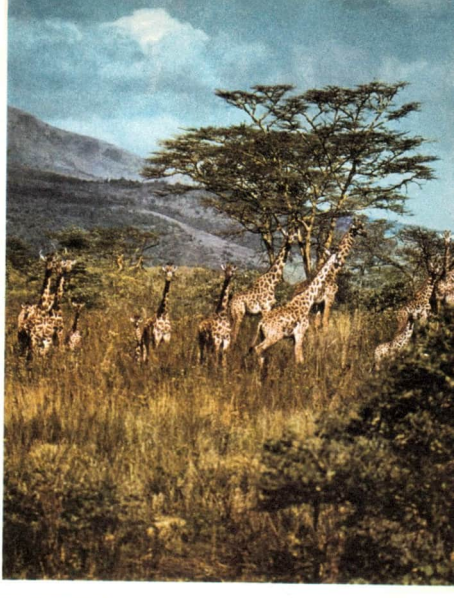
Der Mensch allein entscheidet darüber, welche Tier- und Pflanzenarten in Zukunft auf der Erde leben werden und welche nicht! Wir können Wunderwerke der Technik voll-

**Der Wisent** war nach dem zweiten Weltkrieg bis auf das letzte freilebende Stück gewildert worden. Nur in Zoologischen Gärten gab es noch einige Tiere. Mit ihnen ist von der „Internationalen Gesellschaft zur Erhaltung des Wisents" ein neuer Bestand herangezüchtet worden. Im polnischen Wisentschutzgebiet bei Białowieza lebt wieder eine große Herde in Freiheit.

**Sibirische Tiger** genießen in der Sowjetunion strengen Schutz, denn sie sind sehr selten geworden. Der Bestand an wildlebenden Sibirischen Tigern wird auf zwei Dutzend geschätzt. Eine größere Anzahl wird in zoologischen Gärten gehalten. Von den sieben Unterarten des Tigers sind sechs vom Aussterben bedroht. Nur der Indische Tiger gilt noch nicht als unmittelbar gefährdet.

**Vom Panzernashorn** leben die letzten 500 Tiere in Assam und Nepal. Sie sind durch Wilderer gefährdet, weil ihr Horn als Wundermedizin gehandelt wird. Ihr nächster Verwandter, das kleinere Javanashorn, ist wahrscheinlich schon ausgerottet. Vom Sumatranashorn gibt es nur noch wenige Tiere. Bei den beiden afrikanischen Arten, dem Breitmaul- und dem Spitzmaulnashorn, hat der Schutz größeren Erfolg gehabt. Die Zahl der wildlebenden Tiere dieser Arten hat sich erhöht.

**Der Gorilla,** die größte Menschenaffenart, bewohnt Urwälder West- und Mittelafrikas. Für seinen Schutz ist viel getan worden. Der Berggorilla, eine Unterart, die im Hochgebirge lebt, ist trotzdem noch stark gefährdet.



**Eine Giraffenherde** zieht durch den Arusha-Nationalpark in Tansania. Die gefährdete Tierwelt der Savannen hat hier eine Zufluchtstätte gefunden.

bringen, aber keine einzige ausgestorbene Tierart wieder zum Leben erwecken – das sollten wir nie vergessen! Wer ein wenig Verantwortung gegenüber dem Leben in sich fühlt, wird alles nur Erdenkliche tun, um den vom Aussterben bedrohten Tierarten auf unserer Erde ihr Daseinsrecht zu erhalten. Das muß nicht einmal mit Opfern verbunden sein. Die größten Nationalparke, in denen viele Großwildarten leben, sind zu weltberühmten Touristenzielen geworden. Die Devisen, die sie einbringen, wiegen in der Volkswirtschaft vieler Entwicklungsländer schwer! Wenn heute 3,6 Milliarden und in wenigen Jahrzehnten 7 Milliarden Menschen auf der Erde leben wollen, müssen viele Tiere zurückgedrängt, im größten Teil ihres Verbreitungsgebietes sogar ausgerottet werden. Aber wir wollen nicht von einer Natur umgeben sein, die immer mehr an natürlichem Leben verarmt. Ja, wir verlangen sogar: Keine einzige Tierart darf ganz ausgerottet werden, auch der Wolf nicht, auch der Tiger und das Nashorn nicht, und erst recht nicht die vielen, vielen Tiere, die anmutig, harmlos, schön und liebenswert sind.

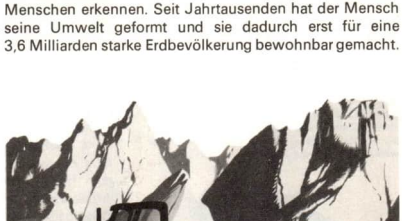
# SCHÖPFER DER ZUKUNFT

## Der Mensch – ein Riese

Das Maß der Erdgeschichte ist die Jahrmillion. Dagegen umfaßt die geschriebene Geschichte nur etwa 5000 Jahre. Tiefgreifende Veränderungen in der menschlichen Gesellschaft vollziehen sich in Jahrhunderten, in Zukunft vielleicht schon in Jahrzehnten. Ein Jahrhundert ist in der Erdgeschichte ein so winziger Augenblick wie eine Sekunde im Leben eines Menschen. Ist das, was Menschen vermögen, überhaupt vergleichbar mit den Vorgängen, die für die Erdgeschichte bestimmend sind? Wer so fragt, übersieht das Wesentliche. Menschliches Tun hat vor jeder Naturkraft eines voraus: Es geschieht bewußt. Der Mensch arbeitet, er produziert. Die Produktivkräfte, über die er heute verfügt, beginnen selbst die größten Naturkräfte zu übertreffen, und der wirtschaftende Mensch setzt sie mit Vorbedacht ein, um die Natur nach seinem Willen zu verändern. Noch nie hat sich das Antlitz der Erde so schnell gewandelt wie unter seinem Einfluß. Die Erdgeschichte wird in Zukunft anders verlaufen als bisher.
Uns umgibt keine Wildnis mehr. Wir leben in der kultivierten Landschaft. Jeder Fußbreit Boden läßt die Spur des Menschen erkennen. Seit Jahrtausenden hat der Mensch seine Umwelt geformt und sie dadurch erst für eine 3,6 Milliarden starke Erdbevölkerung bewohnbar gemacht.

**Die natürliche Pflanzendecke** überzog ursprünglich zwei Drittel des Festlandes. Das sind 9,5 Milliarden Hektar. Auf 1.4 Milliarden Hektar Acker-, Garten- und Plantagenland ist sie durch Kulturpflanzen ersetzt worden. 2,9 Milliarden Hektar werden als Wiesen und Weiden genutzt, und von den 4 Milliarden Hektar Wald sind ein Viertel durch Holzeinschlag beeinflußt. Insgesamt sind drei Fünftel der Pflanzendecke durch wirtschaftliche Nutzung gelichtet oder zerstört worden.

**Alle Vulkane** der Erde werfen jährlich eine Milliarde Kubikmeter Asche und Lava aus. So gewaltig ein Vulkanausbruch auch sein mag, wird er doch durch menschliche Leistungen weit übertroffen. Allein an Beton werden heute jährlich mehr als eine Milliarde Kubikmeter verbaut. Die Förderung an Kohle hat die Leistung der Vulkane längst überschritten. Insgesamt werden durch den Bergbau viermal soviel Gesteinsmassen bewegt.



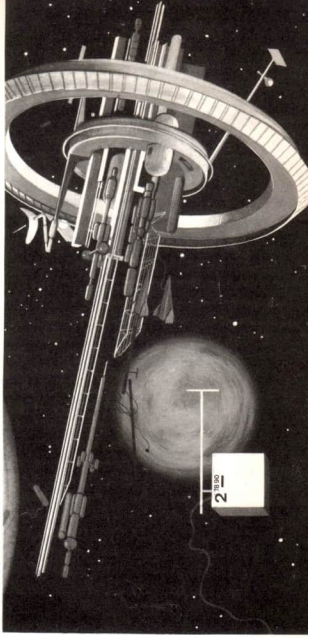
**Die Gebirge** sind durch gewaltige Kräfte der inneren Erdkruste bis zu 9000 Meter hoch emporgepreßt worden. Sie werden durch äußere Kräfte wieder abgetragen, vor allem durch fließendes Wasser. Die Flüsse befördern jährlich 12,4 Milliarden Kubikmeter Gesteinsschutt ins Meer. Auf die Festlandfläche bezogen macht die Abtragung 0,08 Millimeter im Jahr aus. Im Vergleich dazu vollbringt der Mensch eine vielfach größere Leistung: Der Pflug bewegt jährlich 2500 Milliarden Kubikmeter Erdreich. Auf die Festlandfläche umgerechnet sind das 16 Millimeter oder das 200fache der natürlichen Abtragung! Das künftige Bild der Erde wird von der Arbeit des Menschen geprägt werden.

Verändern, umgestalten, neuschaffen – dieser Prozeß beschleunigt sich, weil die Produktivkräfte immer schneller anwachsen. Die Häusermeere der Großstädte, die qualmenden Industrieviertel, die begradigten Flüsse, das intensiv genutzte Ackerland, die Monokulturen der Forsten, Zehntausende von Kilometern an Eisenbahnen und Straßen, die Bergwerke und Erdölfelder – das alles ist das Werk eines Jahrhunderts!

Der Mensch ist zum Riesen geworden. Wir erleben das mit, sind stolz darauf. Trotzdem ist den meisten Menschen längst nicht bewußt, wie groß die menschlichen Eingriffe in das Naturgefüge sind. Im Vergleich mit Gebirgen wie den Alpen, dem Kaukasus, dem Himalaja erscheint alles, was Menschen je geschaffen haben, klein und unbedeutend. Aber dieser Eindruck verbirgt die Wahrheit: Die Gebirge sind in vielen Jahrmillionen entstanden. Die erdverändernden Vorgänge, die der Mensch ausgelöst hat, verlaufen tausendmal so rasch, ja sogar noch schneller!

Ein bösartiger, grober Riese richtet Unheil an. Solch ein Riese ist das kapitalistische System. Jede technische Macht wird in seiner Hand zur tödlichen Gefahr. Ein System, das auf Ausbeutung und Unterdrückung beruht, bedroht die Menschheit mit Krisen und Kriegen, es gefährdet auch die natürlichen Grundlagen des menschlichen Daseins. Nur die sozialistische Ordnung vermag die schöpferischen Riesenkräfte des Menschen der Zukunft freizusetzen und mit jeder erdenklichen Umsicht zu lenken. Eine größere Aufgabe hat es nie gegeben, denn in Zukunft wird alles, was mit der Erde geschieht, das Werk des Menschen sein.

**Die Flüsse der Erde** strömen unablässig vom Gebirge zum Meer. Die Energie, die dabei umgesetzt wird, entspricht einem jährlichen Arbeitsvermögen von 30000 Terawattstunden. Der Weltverbrauch an Energie hat schon 1958 diesen Wert überschritten. Bis zum Jahre 2000 wird er auf 150000 Terawattstunden steigen, also auf das Fünffache der Strömungsenergie aller Flüsse. Einen ebenso hohen Energieumsatz finden wir in den Gezeiten der Meere. Sie werden von den Anziehungskräften ausgelöst, mit denen Mond und Sonne auf die Erde einwirken. So sind die Leistungen, zu denen der Riese Mensch fähig ist, nur noch mit den energiereichsten Vorgängen auf der Erde vergleichbar.




**Der Weltraum** ist seit dem 4. Oktober 1957 nicht mehr unerreichbar. An diesem Tag startete die Sowjetunion mit Sputnik 1 den ersten künstlichen Satelliten. In den erdnahen Weltraum bis zum Mond sind schon Menschen vorgedrungen, unbemannte Raumsonden haben die Planeten Mars und Venus erreicht. In den nächsten Jahren ist mit der Montage von Raumstationen zu rechnen, die ständig die Erde umkreisen. Später werden solche Raumstationen auch die Venus umkreisen und auf dem Mars landen. Unsere Zeichnung zeigt eine bemannte Raumstation, die um den Ariel, einen Mond des Planeten Uranus, kreist, 2700 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Vorläufig existiert dieser irdische Stützpunkt im sonnenfernen Teil unseres Sonnensystems nur in der Phantasie des Zeichners, unzweifelhaft wird aber diese Entfernung für Raumstationen eines Tages überbrückbar werden. Vernunftbegabten Wesen werden die Raumfahrer jedoch nirgendwo in unserem Sonnensystem begegnen, denn die Erde hat als einziger seiner Planeten höheres Leben hervorgebracht, nur sie ist Heimat des Menschen. Sollte es in benachbarten Sonnensystemen der Milchstraße andere kosmische Kulturen geben, dann müßte es im nächsten Jahrhundert möglich werden, Funkverbindung mit ihnen aufzunehmen.

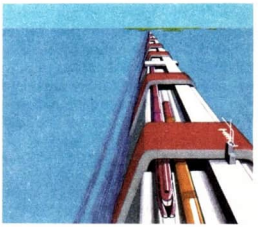
# Projekte von morgen

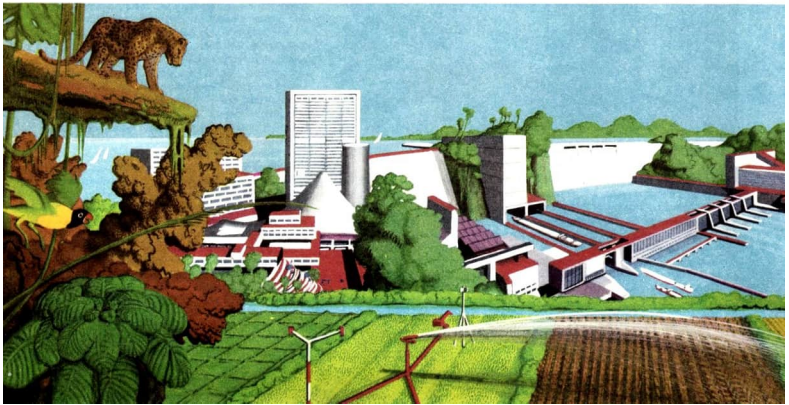
Heute können wir noch keine Städte im Meer bauen, keine Erze vom Grunde der Tiefsee fördern, keine grüne Sahara schaffen. Aber als Traum, als Idee, als Zukunftsprojekt gibt es das alles schon. Wenn die wissenschaftlich-technische Revolution weiter so stürmisch fortschreitet, wird es in ein oder zwei Jahrhunderten möglich werden, die Natur in einem Ausmaß umzugestalten, wie es sich heute niemand vorzustellen vermag.

Wir ärgern uns über das Wetter. Meistens ist es nicht so, wie es sein sollte. Die Meteorologen rechnen fest damit, daß es am Ende unseres Jahrtausends möglich sein wird, langfristige Wettervorhersagen zu machen, sagen wir auf einen Monat im voraus. Die Meteorologen des 3. Jahrtausends werden sich damit nicht begnügen. Sie werden nach Wegen suchen, das Wetter nach dem Willen des Menschen zu lenken.

Was jetzt noch phantastisch erscheint, wird morgen ausführbar sein. Ein Projekt wie die Abdämmung der Ostsee könnte schon mit der Wasserbautechnik von heute bewältigt werden. Selbst der Damm durch die Beringstraße, der das kalte Klima Sibiriens erwärmen soll, wird in zwei, drei Jahrzehnten gebaut werden können. Viel schwieriger wird es sein, zuverlässig vorherzusagen, wie die Natur auf so gigantische Eingriffe antworten wird. Friedrich Engels hat schon vor hundert Jahren gewarnt: „Schmeicheln wir uns indeß nicht zu sehr mit unseren menschlichen Siegen über die Natur. Für jeden solchen Sieg rächt sie sich an uns. Jeder hat zwar in erster Linie die Folgen, auf die wir gerechnet, aber in zweiter und dritter Linie hat er ganz andere, unvorhergesehene Wirkungen,

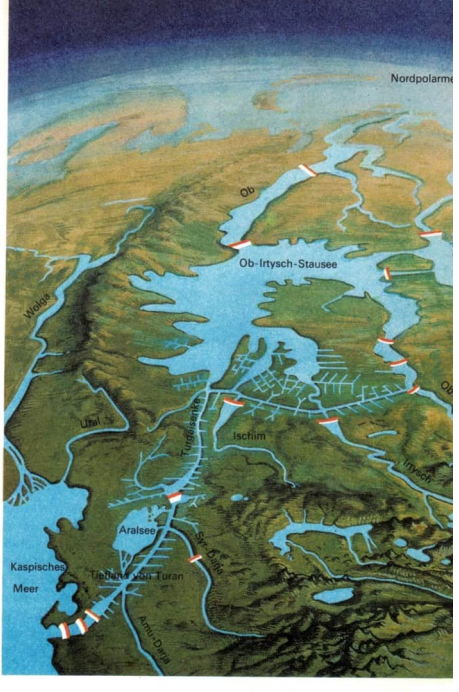
**Die Ostsee** ist salzig, weil Salzwasser aus der Nordsee in sie einströmt. Der Zustrom von Nordseewasser ließe sich unterbinden, wenn die drei schmalen Verbindungswege zwischen beiden Meeren durch Dämme abgeriegelt würden. Die Flüsse, die in die Ostsee münden, würden ihr Wasser allmählich aussüßen. Aus der Ostsee entstünde der größte Süßwasserspeicher Europas.





**Das Dawydow-Projekt.** Die großen Ströme Sibiriens fließen nach Norden ins Polarmeer. In Kasachstan und im Tiefland von Turan aber mangelt es an Wasser. Der Moskauer Ingenieur M. M. Dawydow hat 1949 vorgeschlagen, den Ob und seinen linken Nebenfluß Irtysch durch Dämme so hoch anzustauen, daß sich ihr Wasser durch die Turgaisenke nach Süden ergießt. Um den Wassermassen den Weg nach Süden zu eröffnen, müßte die Turgaisenke um 75 Meter vertieft werden. In einem Kanal, der den salzigen Aralsee im Osten umgeht, soll das Wasser dann bis in das Kaspische Meer geleitet werden. Ziel des Projektes ist es, im Südwesten Sibiriens, in Kasachstan und im Tiefland von Turan 30 bis 40 Millionen Hektar Steppen und Wüsten zu bewässern. Ungefähr 50 Millionen Menschen könnten dort neu angesiedelt werden; sie würden einen gewaltigen Überschuß an Nahrungsgütern erzeugen. Als das Projekt veröffentlicht wurde, war es nur eine Utopie. In naher Zukunft wird es technisch ausführbar werden. Dann wird sein Für und Wider neu zu überprüfen sein. Selbst wenn es in dieser Form nie verwirklicht werden sollte, war Dawydows Projekt doch eine große Idee.

**Die Beringstraße** verbindet das Polarmeer mit dem Stillen Ozean und trennt zugleich Asien von Amerika. Sowjetische Ingenieure haben vorgeschlagen, sie durch einen Damm zu schließen. Dann wären Asien und Amerika über einen Landweg miteinander verbunden. In den Damm sollen Tausende von Pumpen eingebaut werden, um kaltes Wasser aus dem Polarmeer nach Süden in den Stillen Ozean zu fördern. Zwangsläufig müßte dann das wärmere Wasser des Golfstroms aus dem Atlantik in das Polarmeer nachströmen. Die großen Treibeisfelder rings um den Pol würden schmelzen, und das Klima im Norden Europas, Asiens und Amerikas müßte sich erwärmen. Technisch wird ein solches Projekt in naher Zukunft ausführbar werden. Vorläufig vermag jedoch niemand zu gewährleisten, daß die erhofften Vorteile nicht von nachteiligen Folgen aufgehoben werden.




**In den Tropen Afrikas** entspringen wasserreiche Flüsse. An einigen von ihnen sind in den jüngsten Jahrzehnten die ersten großen Stauanlagen errichtet worden. Das von einer Staumauer gestaute Wasser treibt die Turbogeneratoren eines Kraftwerkes. Mit der gewonnenen Elektroenergie werden Aluminiumhütten, Chemiebetriebe, Düngemittelfabriken und andere Industriewerke betrieben. Außerdem werden Städte und Dörfer, Schulen, Krankenhäuser, die Landwirtschaft und die Kleinindustrie mit Elektroenergie versorgt. Nachdem das Wasser über die Turbinen geströmt ist, wird es in Kanälen den Ackerbaugebieten zugeführt. Steppen und Halbwüsten, die bisher für den Ackerbau zu trocken waren, lassen sich durch Bewässerung als Neuland erschließen. Die steigende Produktion führt zu einem allgemeinen Aufschwung des Landes. Neue Siedlungen und Städte entstehen; sie liegen manchmal hart am Rande des Urwaldes oder auch der Wüste. Viele Projekte dieser Art harren im tropischen Afrika noch der Ausführung.

die nur zu oft jene ersten Folgen wieder aufheben." Diese Warnung gilt in Zukunft erst recht. Je größer die Projekte zur Umgestaltung der Natur werden, desto gründlicher müssen die unbeabsichtigten Folgen vorherbedacht sein. Wir kennen unsere Erde noch zu wenig, um alle Folgen vorherzusehen, die ein so erdveränderndes Projekt wie der Damm durch die Beringstraße nach sich zöge. Wir müssen mehr wissen über die Vorgänge, die das Wetter bestimmen, mehr wissen über den Wasserhaushalt, über die Gesteinshülle, über die Tier- und Pflanzenwelt und die mannigfaltigen Formen ihres Zusammenlebens.
Das Wetter und das Klima verbessern, Meeresströmungen lenken – solche Projekte führen über die Grenzen von Ländern und Erdteilen hinaus. Sie gehen die Welt des 3. Jahrtausends an. Nur ein weltumspannender kommunistischer Bruderbund aller Nationen wird sie ausführen können.

**Der Acker** hat auf einem Zehntel der Landfläche das natürliche Pflanzenkleid verdrängt. Sein „Gesicht" ist stark vom Klima abhängig.

**Die Industrie** zeugt von den wachsenden Produktivkräften, die zu einem gewaltigen „Stoffwechsel" zwischen Mensch und Natur führen.

# Der Menschenstern

Als die Erde sich von einem Glutball in einen Wasserstern verwandelte, geschah das nach den starren Gesetzen der Physik und der Chemie. Energie- und Stoffumwandlungen vollzogen sich, die gar nicht anders ablaufen konnten.

Mit dem ersten Leben begann der zweite Abschnitt der Erdgeschichte. Fortan entwickelte sich die Erde nach einem höheren Gesetz weiter. Lebewesen besitzen die Fähigkeit, sich ihrer Umwelt anzupassen. Durch immer neue Anpassung und Auslese des Tauglichsten breitete sich das Leben zu einer kaum glaublichen Fülle von Arten aus. Das geschah unbewußt. Millionen von winzigen, zufälligen Erbänderungen waren erforderlich, ehe eine neue Art entstand. Nach 3 Milliarden Jahren der Entwicklung hat das Leben die Erde zum Lebensstern gemacht. Abgeschlossen ist dieser Vorgang noch immer nicht, denn Wüsten und Eiswüsten sind bisher erst sehr dünn von Lebewesen besiedelt.

Der Mensch leitete den dritten großen Abschnitt der Erdgeschichte ein. Als bewußter Gestalter seiner Umwelt macht er die Erde zum Menschenstern. In den jüngsten zwei Jahrhunderten hat er sie stärker verändert, als das vorher in einem Dutzend Jahrmillionen geschah.

Nach einer altgriechischen Sage gebar Gäa, die Erde, den Riesen Antaios. Seine Kraft erneuerte sich nur so lange, wie er die Erde berührte. Dem Helden Herakles gelang es, Antaios im Zweikampf von der Erde hochzuheben. Da verlor Antaios alle Kraft, und Herakles erwürgte ihn. Ein Riese wie Antaios ist auch der Mensch. Er bleibt ein Sohn der Erde. Auf Gedeih und Verderb ist er mit ihr verbunden. Seine Zukunft und die der Erde sind eins. Deshalb muß er die künftige Entwicklung der Erde führen und lenken.

Das Menschengeschlecht befindet sich in der größten Umwälzung, die es je durchgemacht hat. In der Erdgeschichte sind die Jahrzehnte, die wir miterleben, nur mit dem Augenblick vergleichbar, in dem die ersten Lebewesen den Schritt aus dem Wasser an das feste Land getan haben. Die wissenschaftlich-technische Revolution bringt einen gewaltigen Anstieg der Produktivkräfte mit sich. Gleichzeitig schafft der revolutionäre Übergang vom Kapitalismus zum Sozialismus eine neue Gesellschaft. Ihr allein kann es gelingen, diese Produktivkräfte so zu beherrschen, daß sie den größten Nutzen für die Menschheit bringen, und sie allein vermag die hohe sittliche Reife zu erlangen, ohne die das Fortleben der Menschheit unmöglich wäre. Denn wenn die Kräfte, über die wir jetzt verfügen, mißbraucht oder auch nur fahrlässig verwendet würden, wären die Erde und alles Leben auf ihr vom Untergang bedroht. Dabei muß man nicht einmal an die Vernichtungskraft der Atombombe denken! Die Erosion

des Bodens hat sich ständig verstärkt, die Verseuchung unserer Umgebung mit Abfällen und Giftstoffen nimmt bedrohliche Ausmaße an, in vielen Ländern wächst das Nahrungsangebot langsamer als die Bevölkerung – wenn wir diese Entwicklungen nicht schnell und endgültig aufhalten, werden sie zu einer ebenso großen Bedrohung für die Menschheit, wie ein Atomkrieg es wäre.

Ist die Technik der große Zerstörer der Erde? Nein, sie ist es nicht. Wo immer die Technik schädigt oder zerstört, wo immer sie zur Verarmung der Erde führt, geschieht das, weil sie unvollkommen beherrscht, fahrlässig angewendet oder bewußt mißbraucht wird. Kein gesellschaftliches System hat so verhängnisvollen Mißbrauch mit der Technik getrieben wie das kapitalistische: Versprach der Raubbau an den Naturschätzen einen höheren Profit als ihre schonende Nutzung, dann wurde er ohne Rücksicht auf die Zukunft der Erde und der Menschheit betrieben.

Der Boden, die Gewässer, die Luft, die Tier- und Pflanzenwelt sind die natürlichen Grundlagen des menschlichen Daseins. Nur wenn wir diese Naturschätze erhalten und vermehren, wird die Menschheit in Zukunft bestehen können. Die sozialistische Gesellschaft erkennt die Verpflichtung an, die Erde den kommenden Generationen in einem guten Zustand zu übergeben. Es lohnt sich, für die Schönheit, die Mannigfaltigkeit, den natürlichen Reichtum der Erde zu streiten!

Die gestaltete Landschaft legt stärker als alles andere davon Zeugnis ab, was Menschen vor uns geschaffen haben. Wenn wir sie verbessern, dann errichten wir das schönste Denkmal, das unsere Generation sich selbst setzen kann. Die Landschaft der Zukunft muß sich planmäßig und geordnet entwickeln. Nur dann kann sie all den Ansprüchen genügen, die der Mensch an sie stellt. Der Sozialismus, der alle Naturschätze feierlich zum gesellschaftlichen Eigentum erklärt, bietet ungleich günstigere Voraussetzungen für die planmäßige Entwicklung der Landschaften als jedes vorhergehende gesellschaftliche System. Es liegt an uns, diese Möglichkeit zu nutzen. Wenn die menschlichen Einflüsse in einem ausgewogenen Verhältnis zu den natürlichen Bedingungen stehen, werden die Kräfte der Natur sich zugunsten des Menschen auswirken, und das Wort von Karl Marx, „die Erde dagegen, richtig behandelt, verbessert sich ständig", wird in Erfüllung gehen.

Wir sagen oft, der Mensch beherrsche die Erde, er besiege die Natur. Ist das nicht gedankenlos? Ist der Planet, auf dem wir leben, denn unser Feind? Nein, wir wollen die Erde nicht niederzwingen. Wir wollen sie wie den besten Freund, wie unser eigenes Leben behandeln. Die Menschheit ist noch sehr jung, sie kann sich unerhört verbessern, sich und ihre Welt. Hüter und Gestalter der Erde muß der Mensch sein, dann – und nur dann! – wird die Erde ganz zum Menschenstern werden.

**Die Städte** nehmen in Industrieländern immer größeres Ausmaß an. Die Hälfte der Menschheit wird einst in Millionenstädten wohnen.

**Der Verkehr** ist ein Ausdruck der immer engeren wirtschaftlichen Beziehungen, die sich von Land zu Land, von Erdteil zu Erdteil knüpfen.

# INHALTSVERZEICHNIS


5 WUNDERBARE ERDE

6 **Stern unter Sternen**
Trabanten der Sonne – Die Bahnen der Planeten – Vom Feuerball zum Wasserstern – Die Erde im Strahlenstrom

14 **Ruheloses Festland**
Die steinerne Chronik – Wie die Gebirge wachsen – Vulkane und heiße Quellen – Flüsse tragen Gebirge ab – Höhlen und Karstgewässer – Der Wind zerstört und baut auf – Der Hobel aus Eis

26 **Das Meer**
Sieben Zehntel sind Wasser – Der Golfstrom und seine Brüder – Gebirge unter dem Ozean

32 **Lufthülle und Klima**
Im Ozean aus Luft – Die Wege der Winde – Zauberreich der Wolken – Wetterwendisch - oder nicht? – Klima und Landschaft

43 STERN DES LEBENS

44 **Versunkene Welten**
Zwei Milliarden Jahre Leben – Hohe Zeit der Gepanzerten – Pflanzen erobern das Land – Riesenechsen der Kreidezeit – Der Sieg der Säugetiere – Tierwelt am Rande des Eises

56 **Leben im Meer**
Blaue Wüsten, trübe Dschungel – Das Reich der Fische – In ewiger Nacht der Tiefe – Zauber der Korallenriffe – An Meeresgrund und Küste

66 **Leben auf dem Land**
Die Erde ist grün – Tropischer Regenwald – Unter sengender Sonne – Steppen und Savannen – Im sommergrünen Wald – Blütenwelt im Hochgebirge . . . – . . . und in der Tundra

78 **Weltweite Wanderer**
Unsichtbare Straßen – Wohin die Zugvögel ziehen

83 GESTALTER DER ERDE

84 **Aufstieg des Menschen**
Macht euch die Erde untertan! – Die Macht der Technik

88 **Acker, Weide und Forst**
Land unter dem Pflug – Bewässerte Terrassen – Der Beitrag des Hirten – Herden entwalden Gebirge – Vom Urwald zum Forst – Pflanzt neue Wälder!

100 **Ingenieure bauen die Welt**
Landschaft der Industrie – Bergwerke und Bohrtürme – Kohlen, Kippen - und was dann? – Das Netz der Straßen – Flüsse im schmaleren Bett – Gestautes Wasser – Die Küste wird verteidigt – Rastplatz, Dorf und Stadt – Die großen Städte – Die Stadt von morgen

120 **Wird die Erde zu klein?**
Die wachsende Menschenzahl – Brot für 7 Milliarden – Die Quellen der Energie – Wie lange reichen die Erze?

128 **Hüter der Erde**
Erhaltet den Boden! – Zerstören oder gestalten? – Erholen - aber wo? – Wohin mit den Abfällen? – Platz für wilde Tiere

138 **Schöpfer der Zukunft**
Der Mensch - ein Riese – Projekte von morgen – Der Menschenstern


# FOTOVERZEICHNIS


Almenna Bókafélagid, Reykjavik 19
Prof. Hans Baltzer 115
Karl Behrend 93, 115 (2), 136
Konrad Braune 14/15 (5), 126 (3)
Gerhard Budich 63, 73
Dr. Jan Cerovský, Prag 25 (2)
Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin – Institut für Forstwirtschaftswissenschaften Eberswalde (zur Veröffentlichung freigegeben von HVZL der DDR unter Nr. ZLB 33/65) 98
Deutsche Fotothek, Dresden 56, 102, 109
Diemut Falke 131
Wolfgang Fischer 93
Horst Gäbler 33, 37 (4)
Reimar Gilsenbach 22, 93, 104 (2), 105, 132, 134
K. H. Großer 133
Rafn Hafnjörd, Reykjavik 18
Harro Hess 18, 26, 103
K. G. Heckel 64 (3)
Max Ittenbach 74
Kurt Leifheit 75
Horst Lippmann 75
Prof. Dr. Löschau 96, 99 (2)
M. L. Maylin, Paris 63
K. H. Moll 75
Novosti 2, 125, 143
Günter Olberg 75
Lotti Ortner 79, 92 (2), 93, 94, 97, 98, 100, 101, 132, 133
Peri 74
Lore Richter 24 (3), 66, 70, 88, 95, 107, 128
Peter Steffen 4, 14, 70, 82, 102, 107, 115, 116, 143
Horst E. Schulze 107, 110
Prof. Dr. Ullrich 73
Joachim Wagner 62 (2), 63
Zdzislaw Wdowinski, Warschau 42
Helmut Wegener, Pforzheim 23, 24, 44 (2), 48, 52, 67, 76 (5), 80, 115
Hein Wenzel 27, 29 (2), 33, 66
World Wildlife Fund, Morges 73, 137
Zentralbild 8, 12, 25, 67, 89, 94, 95, 101, 112, 113, 115, 116, 117, 120, 125 (2), 126, 127, 142
Dr. Werner Zentsch 96
Z F A, Düsseldorf 111 (3)
Archiv 20 (2), 34 (3), 71, 91, 128 (2), 129 (2), 130 (2)



Alle Rechte vorbehalten · Printed in the German Democratic Republic · Lizenz-Nr. 304–270/93/70–(40)


Typographische Gestaltung: Klaus Hennig
Lithographie: Leipziger Druckhaus · Satz, Druck und buchbinderische Verarbeitung: Interdruck, Leipzig
1. Auflage · ES 9 F Preis 12,80
Für Leser von 12 Jahren an

Die Erde kreist durch das Weltall, ein dunkler Himmelskörper von Kugelgestalt. Wechselvoll und lebendig ist ihr Bild. Hell wirft die Tagseite das Sonnenlicht zurück. Weiß glänzen die Wolken, tiefblau leuchten die Ozeane, gelb schimmern die Wüsten, grün die Wälder, Steppen und Felder. Winde und Stürme wirbeln die Wolkenfelder der Lufthülle umher, mächtige Strömungen durchziehen die Ozeane, Vulkane brechen aus der Gesteinshülle hervor. Die Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt hat die Erde zum Lebensstern werden lassen. Mit einem grünen Pelz überzieht das Leben die Festländer, bis in die Eiswüsten der Polarzonen dringt es vor, bis in die Tiefe des Meeres. Der Mensch leitet ein neues Kapitel der Erdgeschichte ein: Durch bewußte Arbeit gestaltet er die Erde nach seinen Bedürfnissen und Hoffnungen um. Als Forscher und Entdecker enträtselt er ihre letzten Geheimnisse.

DER KINDERBUCHVERLAG