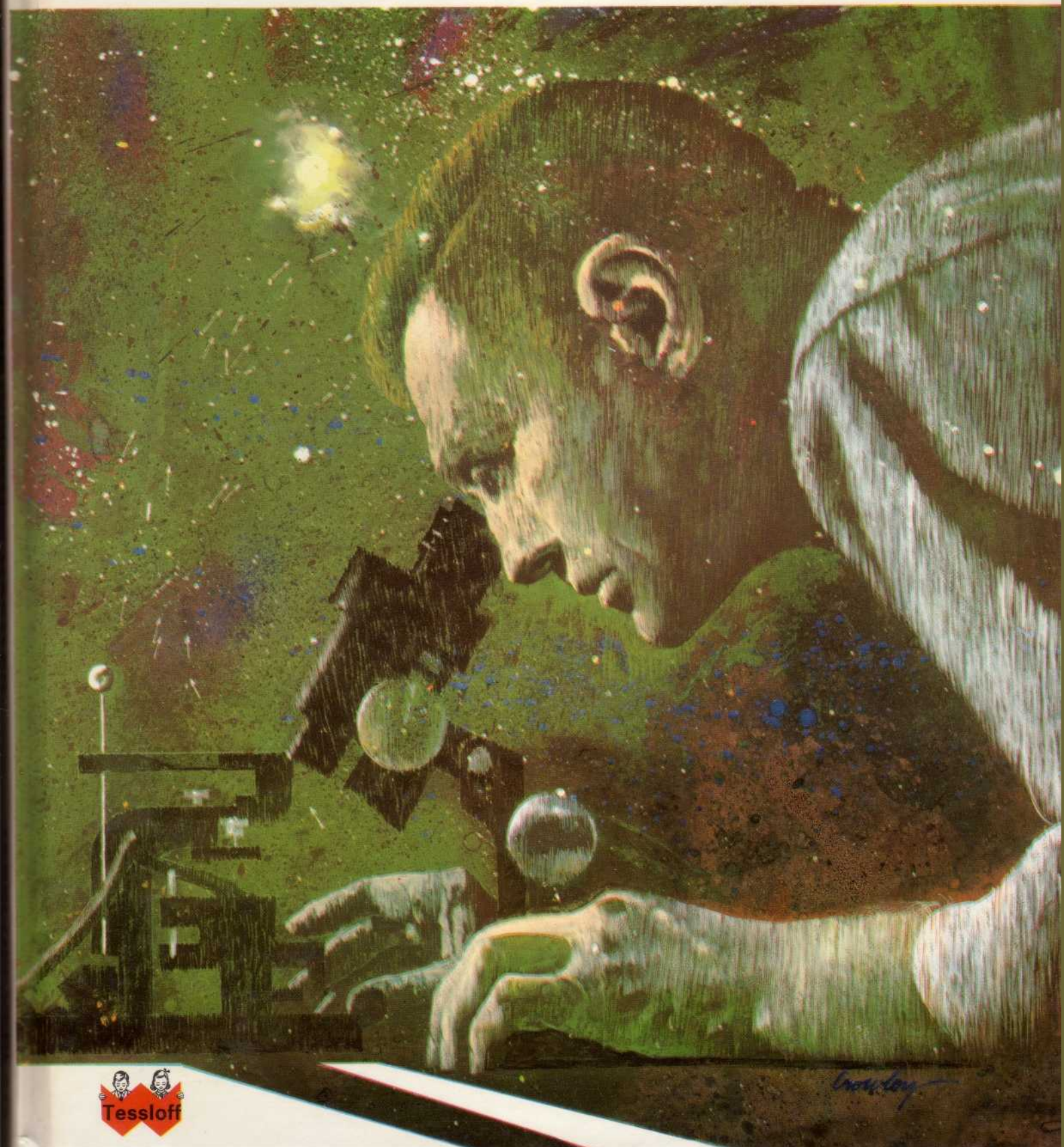


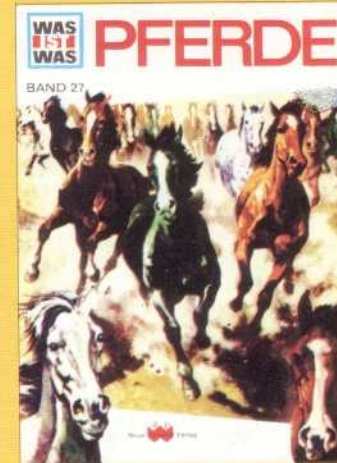
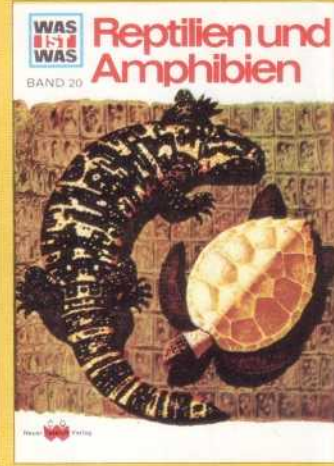
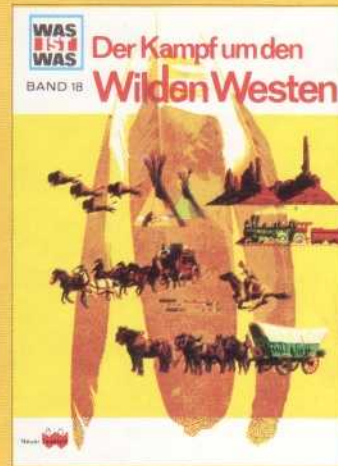
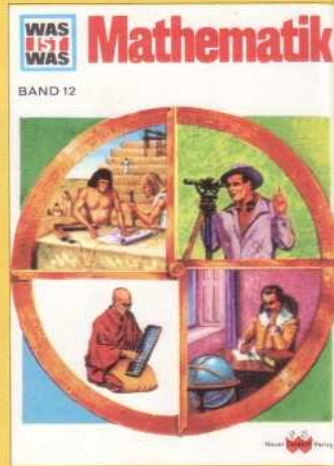
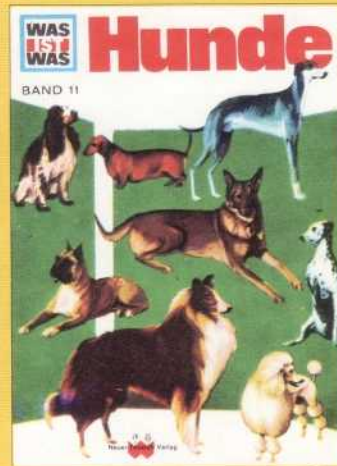
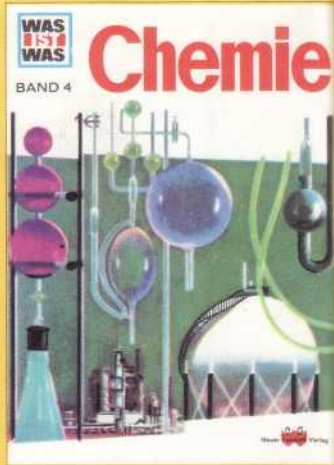
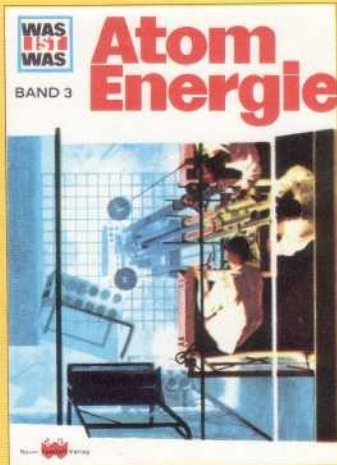
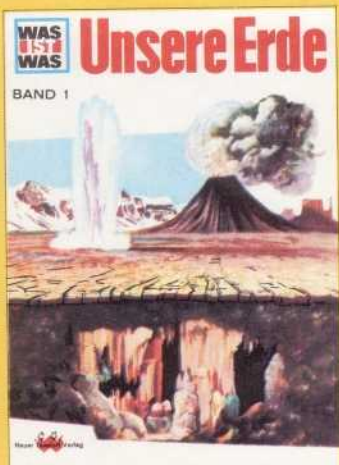


BAND 29

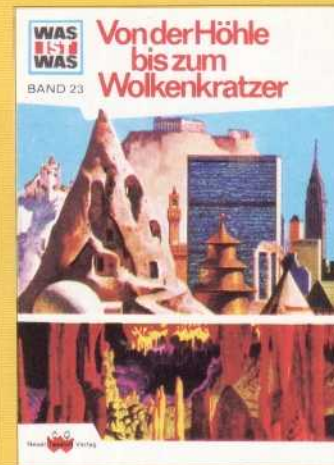
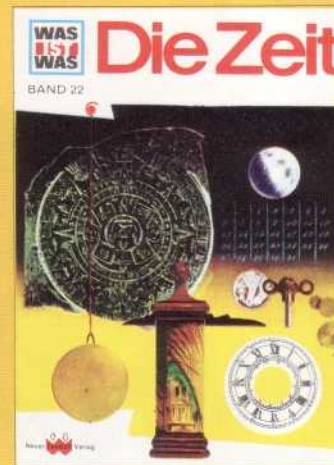
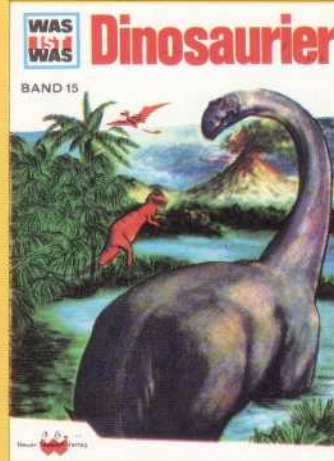
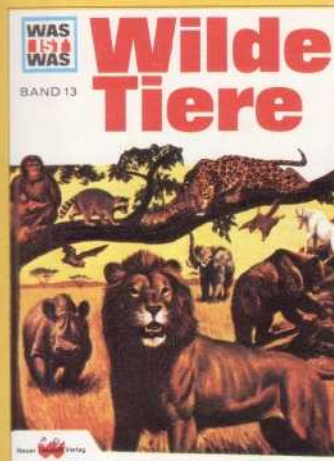
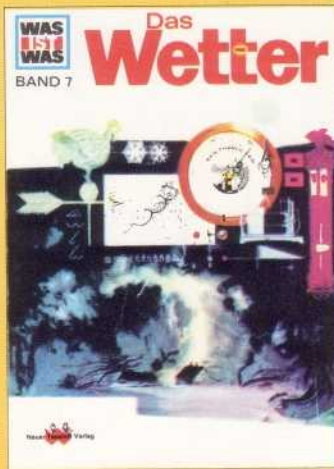
# Berühmte Wissenschaftler













Ein WAS IST WAS Buch

# Wissenschaftler

von Jean Bethell

Illustriert von Jo Kotula



Deutsche Ausgabe von Otto Ehlert  
Wissenschaftliche Überwachung durch  
Dr. Paul E. Blackwood  
vom U. S. Gesundheits- und Erziehungsministerium  
Washington, D. C.



**NEUER TESSLOFF VERLAG · HAMBURG**



## Vorwort

In einem Zeitalter, in dem das Leben eines jeden durch die ständige Ausweitung der Wissenschaften beeinflusst wird, ist es erstaunlich, daß viele Leute keine Ahnung davon haben, was eigentlich Wissenschaft ist.

Um das deutlich zu machen, soll dieses WAS-IST-WAS-Buch zeigen, wie Wissenschaftler lebten, die die Natur erforschten, wie sie dachten und was sie erreichten.

Naturforscher sind oft Zweifler, die überlieferte Meinungen, Lehrsätze und Glaubensinhalte anzweifeln und sie erproben möchten. Sie verlassen sich nicht auf Autoritäten, die irgendwann einmal etwas behauptet haben. Sie sind wißbegierige Forscher, die nicht so leicht die Suche nach einer Antwort auf eine schwierige Frage aufgeben. Vor allem aber sind sie „Kopfarbeiter“, sie denken nach, zergliedern und kombinieren, suchen Beweise, überprüfen sie sorgfältig und bauen eine Theorie darauf auf, mit der sie die Zusammenhänge der Erscheinungen erklären können.

Manchmal müssen sie lange suchen, überlegen, kombinieren, um die Lösung eines Problems zu finden. Manchmal sind es aber auch plötzliche Eingebungen, geniale Einsichten, aus denen sie schlagartig die Zusammenhänge erkennen. Solche Eingebungen prüfen sie besonders nach und lassen sie auch durch andere Forscher überprüfen. Sie entwerfen oft die Lösung eines Problems als Hypothese, als Annahme, und untersuchen dann, ob alle Tatsachen dazu passen. Passen sie nicht, so muß die Hypothese geändert oder eine neue gefunden werden. Wissenschaftler dürfen nicht voreingenommen sein; sie müssen im Gegenteil stets bereit sein, neue oder genauere Erkenntnisse aufzunehmen und ihre eigenen Ergebnisse zu überprüfen. Daraus erwachsen dann genauere Darstellungen und treffendere Erklärungen der Vorgänge in unserer Welt. So nimmt die wissenschaftliche Erkenntnis ständig an Umfang und Genauigkeit zu.

Dies WAS-IST-WAS-Buch macht klar, was Wissenschaft bedeutet, indem es zeigt, wie Wissenschaftler arbeiten.

© Copyright 1966, by Wonder Books, Inc. All rights reserved under International and Pan-American Copyright Conventions.  
Alle deutschen Rechte bei  
NEUER TESSLOFF PERLAG, HAMBURG

ISBN 3 7886 0269 4

## Inhalt

WAS IST EIN WISSENSCHAFTLER	3
ARCHIMEDES	4
Warum nennt man ihn einen der ersten „wahren Wissenschaftler“?	
NIKOLAUS KOPERNIKUS	8
Was fand er über unser Sonnensystem heraus?	
GALILEO GALILEI	11
Wie gab er der Welt ein Beispiel, daß ein Forscher nicht durch Glaubenssätze gebunden werden darf?	
WILLIAM HARVEY	14
Warum gilt sein Werk als Durchbruch der Wissenschaft in der Medizin?	
ANTON VAN LEEUWENHOEK	17
Wie konnte ein Drogist Mitglied der „Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften“ werden?	
ISAAC NEWTON	21
Warum wurde er einst „der größte Genius aller Zeiten“ genannt?	
MICHAEL FARADAY	23
Wodurch wurde er zum Pionier des „Zeitalters der Elektrizität“?	
CHARLES LYELL	26
Wie wurde er zum „Vater der Geologie“?	
CHARLES DARWIN	28
Was bedeutet „Überleben der Tüchtigsten“?	
LOUIS PASTEUR	32
Wie wurde der Sohn eines Soldaten Napoleons einer der gefeiertsten Wissenschaftler Frankreichs?	
JOHANN GREGOR MENDEL	35
Wie legte er die Grundlage für die moderne Vererbungslehre?	
MARIE CURIE	38
Wie brachte ihre rastlose Arbeit ihr zwei Nobelpreise und die erste Professur für eine Frau ein?	
ALBERT EINSTEIN	42
Wie führte seine Formel aus dem Jahre 1905 zur Atombombe von 1945?	
ALEXANDER FLEMING	45
Warum nannte er seine Entdeckung einen glücklichen Zufall?	





## Was ist ein Wissenschaftler?

Am Kap Kennedy in Florida sitzen zwei Männer in einem Kontrollturm; sie beobachten angespannt, wie sich eine riesige Rakete in die Luft erhebt.

In Süd-Amerika kniet in einer dunklen Höhle eine junge Dame; sie entfernt vorsichtig die Ablagerungen der Jahrtausende von den ausgebleichten Resten eines menschlichen Schädels.

In einem Laboratorium in New York hält ein Mann in weißem Kittel mit festem Griff eine Giftschlange; geschickt fängt er ihr Gift in einem Gefäß auf.

Sind dies nun die Phantasiehelden eines aufregenden Abenteuerromans? Nein, es sind Menschen aus dem täglichen Leben – Forscher.

Jeder von ihnen ist auf der Suche nach Tatsachen, durch die bisher undurchsichtige Zusammenhänge geklärt, bestimmte Fragen beantwortet werden.

Wissenschaftliche Forschung ist sorgfältige und systematische Suche nach Tatsachen und ihre wohldurchdachte Einordnung in den Gesamtzusammenhang der Dinge.

Durch Experimente und Beobachtungen versuchen sie, Antworten auf ihre Fragen zu finden, das „Problem“ zu lösen. Selten werden große Entdeckun-

gen zufällig gemacht. Fast immer sind sie das Ergebnis gezielter Fragestellung, geduldigen Experimentierens.

Zwar hat jeder Forscher seine besondere Arbeitsweise, aber fast immer folgt er dabei der „wissenschaftlichen Methode“, einem allgemeinen Muster, das vorgefaßte Meinungen und Vorurteile ausschließt und lückenlose Beweisketten ermöglicht. Sie beginnt mit dem Studium etwa schon vorliegender Forschungsergebnisse und ihrer Nachprüfung am „Objekt“, am Gegenstand der Forschung selber.

Aus den so gesammelten Tatsachen entwickelt er dann eine „Hypothese“, eine Vorstellung über ihren Zusammenhang untereinander, von der er hofft, daß sie das Problem lösen oder erklären werde. Darauf werden Experimente angestellt, d. h. ausgeklügelte Versuche, um herauszufinden, ob die Hypothese richtig ist oder nicht. Häufig stellt sich dann heraus, daß sie nicht alle herausgefundene Eigenschaften des Objektes einordnen kann und also falsch ist. Gelingt es jedoch, genügend Beweise für die Richtigkeit der Hypothese zu erbringen, so muß sie noch von vielen anderen Forschern nachgeprüft und als zuverlässig befunden wer-



den, damit sie als „Prinzip“, d. h. Grundsatz oder Gesetz, formuliert und zur „Theorie“ ausgebaut werden kann.

Keinem Forscher ist es heute noch möglich, in allen Wissenschaften zu Hause zu sein. Dazu ist ihr Umfang viel zu groß geworden, und von Jahr zu Jahr wird er noch größer. Ein Wissenschaftler arbeitet deshalb meist nur auf einem besonderen Gebiet, dessen Probleme er genau studiert.

Die Wissenschaften sind in eine Reihe von Hauptdisziplinen oder Abteilungen gegliedert.

Die Wissenschaft vom Aufbau und vom Werden unserer Erde ist die Geologie. Die Biologie befaßt sich mit allem Lebendigen und umfaßt auch die Zoologie, die Wissenschaft von den Tieren, die Botanik, die Wissenschaft von den Pflanzen, und die Physiologie, die Wissenschaft vom inneren Bau der Lebewesen, mit ihren Unterabteilungen: der Medizinischen Forschung und der Bakteriologie. Der Astronom studiert die Bewegungen von Sonne, Mond und Sternen, der Chemiker studiert die Stoffe, aus denen unsere Welt sich aufbaut, und die mannigfachen Veränderungen, die mit ihnen vorgehen; der Physiker untersucht die Zusammenhänge zwischen

Kraft und Stoff und die damit verbundenen Erscheinungen wie Wärme, Licht, Schall und Elektrizität. Die Mathematik endlich ist die Wissenschaft von den Zahlen, die in fast allen Wissenschaften angewandt wird, um zu messen, zu wägen, zu zählen und bei der Lösung von vielerlei Problemen zu helfen.

Ein Forscher kann sich z. B. der Erforschung des Alters unserer Erde widmen. Er wäre dann ein Geophysiker. Oder ein anderer würde sich ausschließlich mit den Problemen der Raumfahrt befassen, mit der sogenannten Weltraummechanik. Einen Wissenschaftler, der sich auf das Studium der Viren spezialisiert, einer Art von Krankheitserregern, nennt man Virologen.

So gibt es Dutzende von Spezialwissenschaften, und fast täglich werden weitere begründet. Auf jedem Wissenschaftsgebiet gibt es Forscher, deren Werk alle anderen überragt. In diesem Buch nun soll über einige der berühmtesten Forscher der Welt berichtet werden. Natürlich gäbe es noch viele weitere, deren Werk ebenso interessant und bedeutend wäre. Vielleicht wird dies Buch den Wunsch wecken, mehr über solche Forscher zu erfahren.



## Archimedes

(um 285—212 v. Chr.)

Warum nennt man ihn einen der ersten „wahren Wissenschaftler“?

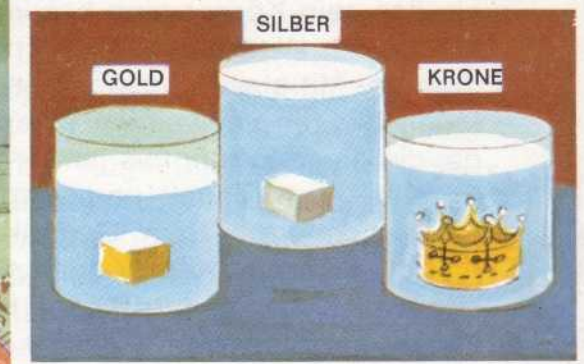
Hier ist von dem bedeutendsten Bad die Rede, das je ein Mann genommen hat. Die Sage berichtet nämlich, daß vor

mehr als zweitausend Jahren in der antiken Griechenstadt Syrakus Archimedes, Erfinder und Ratgeber am Hofe des Königs Hieron, eine seiner bekanntesten Entdeckungen in der Badewanne machte. Als er nämlich eines Tages im öffentlichen Badehause sich in einer



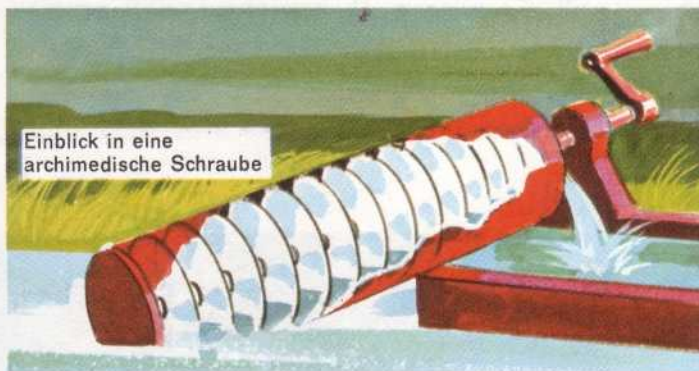


wie Archimedes König Hierons Problem löste und dabei das Gesetz von den spezifischen Gewichten entdeckte.



Das Prinzip der Wasserschraube, von Archimedes vor mehr als 2000 Jahren erfunden, wird noch heute angewendet.

Nach einer Legende „angelte“ eine von Archimedes erfundene Maschine bei der Belagerung von Syrakus römische Kriegsschiffe aus dem Wasser.



Einblick in eine archimedische Schraube




Moderne Ausführung einer archimedischen Schraube, die Getreide in ein Silo befördert

Wanne niederließ und dabei das Wasser steigen sah, überkam ihn plötzlich eine Erleuchtung. Er hüllte sich in ein Handtuch und eilte in diesem Aufzug nach Hause. „Eureka! Eureka! Ich hab's gefunden!“ rief er.

Von seinem König hatte er den Auftrag erhalten, den betrügerischen Hofjuwelier zu entlarven. Der König hatte diesen nämlich im Verdacht, einen Teil des Goldes, das er für die Anfertigung einer Krone bekommen hatte, für sich behalten und dafür das weit billigere Silber eingeschmolzen zu haben. Nun wußte

Archimedes zwar, daß Metalle unterschiedliche Gewichte haben. Er hätte also die Krone einschmelzen, in Würfel-form gießen und dann dessen Gewicht mit einem gleichgroßen Goldwürfel vergleichen können. Aber damit wäre auch die Krone zerstört gewesen. Er mußte einen anderen Weg finden. Es wird berichtet, daß er gerade über dieses Problem nachdachte, als er an jenem Tage das Badehaus betrat. Als er sich in die Badewanne setzte und bemerkte, daß das Wasser höher stieg, erkannte er plötzlich: das hieß nichts anderes,





als das sein Körper eine bestimmbare Menge des Wassers in der Wanne verdrängte! Mit einem Schlage sah er alle Möglichkeiten vor seinem inneren Auge, die diese Erkenntnis ihm eröffnete. Er eilte nach Hause und begann zu experimentieren. Sein Gedanke war, daß gleich große Körper auch die gleiche Wassermenge verdrängen müßten. Ginge man aber vom Gewicht aus, so war ja ein Würfel von einem Pfund Gold kleiner als ein gleich schwerer Silberwürfel (Gold ist schwerer als Silber) und mußte also auch weniger Wasser verdrängen! Dies war seine Hypothese – und seine Versuche bestätigten sie. Dieses Prinzip benutzte er nun, um herauszufinden, ob in der Krone Silber enthalten sei. Drei gleiche Wasserbehälter benötigte er dazu, und drei gleich schwere metallene Gewichte, nämlich die Krone selber, ihr Gegengewicht in reinem Gold und dasselbe in reinem Silber. Er stellte fest, daß die Krone mehr Wasser verdrängte als der gleich schwere Goldblock, aber weniger als der Silberblock. Damit war bewiesen, daß die Krone nicht aus reinem Gold bestehen konnte – sonst hätte sie ebensoviel Wasser verdrängen müssen wie der Goldblock – sondern daß sie aus einer Mischung von Gold und Silber hergestellt war.

Aber Archimedes hatte weit mehr geleistet – er hatte eines der bedeutendsten Geheimnisse der Natur entdeckt: daß man feste Körper mit Hilfe der Wassermenge, die sie verdrängen, messen kann. Dies Gesetz der spezifischen Gewichte nennt man das „Archimedische Prinzip“. Und noch heute, mehr als zwanzig Jahrhunderte später, sind viele Wissenschaftler bei ihren Berechnungen darauf angewiesen.

Archimedes war einer der wenigen Wissenschaftler seiner Zeit, die Experimente erdachten und ausführten, um ihre Hypothesen zu beweisen. Die mei-

sten Philosophen und Mathematiker jener Zeit begnügten sich damit, großartige Gedankengebäude zur Erklärung der Welt und ihrer Erscheinungen zu ersinnen.

Archimedes aber war nicht eher zufrieden, bis er einen Beweis dafür hatte, daß seine Ideen wirklich ausführbar waren. Seine Experimente gipfelten in mehreren bedeutenden Erfindungen. Eine davon war die nach ihm benannte „Archimedische Schraube“. Eine korkzieherartige riesige Schraube steckt in einer genau passenden schrägliegenden Röhre, deren unteres Ende in einen tiefliegenden Graben reicht. Dreht man nun diese Schraube, so zieht sie Wasser hinauf und befördert es auf eine höhere Ebene. Verbesserte Ausführungen dieser Maschine werden heute noch benutzt. Abenteuerliche Geschichten werden berichtet von anderen Maschinen, die Archimedes erdacht haben soll. Es wird z. B. berichtet, daß er eine Maschine gebaut hatte, die mit geringstem Kraftaufwand riesige Lasten heben konnte. Um sie vorzuführen,





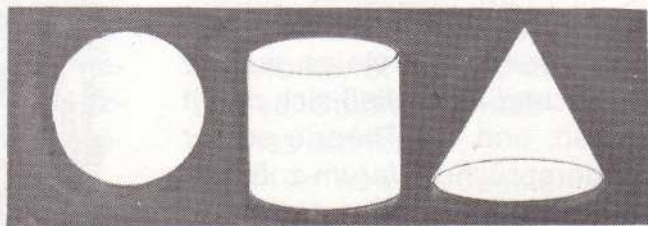
hatte er das Ende einer Kette am Steven eines schwerbeladenen Schiffes befestigt. Er führte die Kette über mehrere Kerbrollen seiner Maschine und gab das Ende dem König Hieron in die Hand. Der König zog nun an der Kette, und zu seiner größten Verwunderung konnte er, wenn auch langsam, so doch mit Leichtigkeit das Schiff aus dem Wasser ziehen.

Diese Vorrichtung kennen wir heute als „Flaschenzug“.

Eine andere Legende berichtet davon, daß, als die Römer die Stadt Syrakus von der See her belagerten, die Griechen diese Maschine mit großem Erfolg benutzten. Sie ließen von der Hafenumauer an langen Ketten riesige Haken ins Wasser hinunter und angelten damit sozusagen die angreifenden römischen Schiffe.

Die bedeutendste Leistung des Archimedes lag jedoch auf dem Felde der Mathematik. Damals war noch niemand imstande gewesen, die Fläche eines Kreises genau zu berechnen. Archimedes fand eine erstaunlich treffende Lö-

sung. Er schrieb auch ausgezeichnete Bücher über die Eigenschaften und Berechnung geometrischer Figuren – des Kegels, der Spirale, der Parabel, der Ebene, der Kugel und des Zylinders – deren Erkenntnisse heute Gegenstand der Raumlehre in der Schule sind. Sein Buch über die Berechnung von Fläche und Inhalt von Kugeln und Zylindern war meisterhaft; er hat es selbst für sein bestes Werk gehalten. Er war so stolz darauf, daß er seine Freunde bat, ihm später einmal einen Grabstein zu setzen, der als Zeichen das Bild eines Zylinders mit einer Kugel darin tragen sollte. Als es im Jahre 212 den Römern endlich gelang, die Stadt Syrakus zu überwältigen, die Archimedes so wirksam mit seinen Kriegsmaschinen hatte verteidigen helfen, gab der römische Feldherr Marcellus den Befehl, daß der berühmte Denker weder verletzt noch gekränkt werden dürfe. Aber dennoch wurde er ein Opfer der römischen Eroberung. Er wurde von einem betrunkenen römischen Soldaten getötet, als er auf dem Marktplatz gerade über ein mathematisches Problem nachsann. So endete das lange Leben des Archimedes, der einer der größten Wissenschaftler war, die die Welt hervorgebracht hat.



*Wahrheit oder Legende? Es wird berichtet, das Archimedes auf dem Marktplatz von Syrakus saß, vertieft in ein mathematisches Problem, das er in den Sand gezeichnet hatte. Da belästigte ihn ein römischer Soldat, und ärgerlich sagte Archimedes: „Störe meine Kreise nicht!“ Darüber geriet der Soldat in Wut und stach ihn nieder.*





# Nikolaus Kopernikus

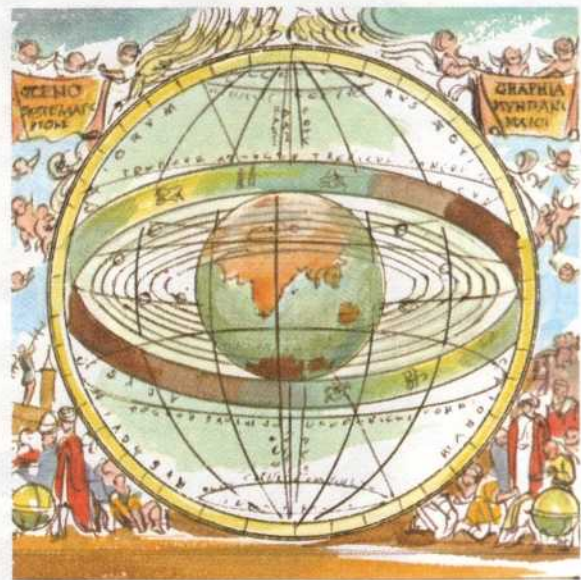
(1473—1543)

Was fand er über  
unser Sonnensystem  
heraus?

Am frühen Morgen scheint die Sonne im Osten aufzusteigen, am Abend scheint sie im Westen hinter dem Horizont zu versinken. Ist nun die Sonne wirklich von Ost nach West über den Himmel gewandert? Dem Augenschein nach ist es so, und die Menschen sahen viele Jahrhunderte hindurch keinen Anlaß, daran zu zweifeln. Sie glaubten, was sie sahen, und hielten die Erde für die Mitte des Weltalls, wie es auch die Bibel lehrte. Da kam im Jahre 1499 ein junger Mann, 26 Jahre alt, aus der deutschen Stadt Thorn im damals königlich polnischen Westpreußen nach Rom. Er hatte an mehreren Universitäten Mathematik und Astronomie, aber auch Rechtswissenschaften und Medizin studiert. Jetzt wurde er Professor für Astronomie an der römischen Universität und lehrte seine Schüler die überlieferte Himmelskunde, die der griechische Astronom Ptolemäus vor fast 1350 Jahren begründet hatte. „Das ganze Weltall dreht sich um die Erde“ — das war der Kernsatz seiner Theorie. Aber Kopernikus war unzufrieden mit dem, was er selbst lehrte. Zu vieles, was er selber beobachtet hatte, ließ sich damit nicht erklären, und die Theorie selber enthielt Widersprüche. Warum z. B. bewegten sich die Sterne im Vergleich zum Mond schneller als im Vergleich zur Sonne? Warum wanderten einige Sterne offenbar rund um den Himmel? Kopernikus fand heraus, daß schon vor ihm andere Denker die ptolemäische

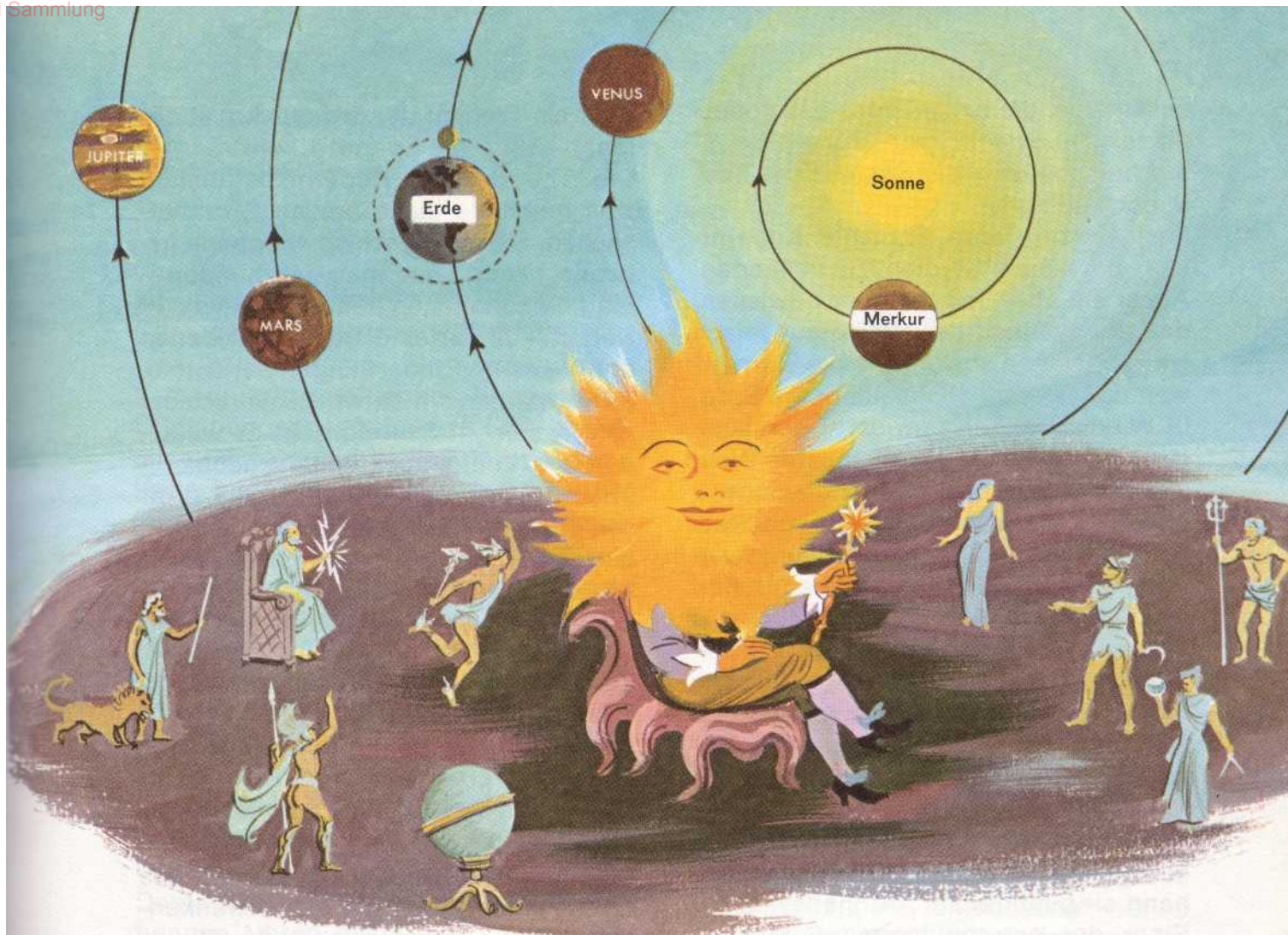
Theorie angezweifelt und daß griechische Philosophen vor Ptolemäus die Sonne und nicht die Erde als Mittelpunkt des Weltalls gedacht hatten. Aber diese hatten keine überzeugenden Beweise für ihre Annahme beigebracht, und infolgedessen und auch weil sie gut zu der biblischen Schöpfungsgeschichte paßte, war die Theorie des Ptolemäus später von der Kirche angenommen und für allein richtig erklärt worden.

Was aber, wenn jene anderen Denker recht hatten? Ließen sich dann nicht alle Fragen beantworten, die Kopernikus bewegten? Er entschloß sich deshalb, sein Lehramt aufzugeben und selber als Suchender und Lernender tiefer in die Wissenschaft der Astronomie einzudringen. Nach einigen weiteren Studienjahren in Italien, in denen er u. a. auch Kirchenrecht und Medizin studierte, ging er in seine Heimat zurück, wo



Um 150 vor Chr. lehrte Ptolemäus, ein berühmter griechischer Astronom, daß die Erde das Zentrum des Weltalls sei.





Das kopernikanische Sonnensystem

er als Domherr zu Frauenburg in Preußen und als Sekretär und Berater des Bischofs von Ermland wirkte.

Als Priester leitete er die Gottesdienste im Dom. Als Arzt sorgte er für die Kranken und Siechen seiner Gemeinde. Als Erfinder ersann er ein Stauwerk mit einer Pumpmühle, durch das aus einem zwei Meilen entfernten Fluß Trinkwasser in die Stadt geleitet wurde. Als Mathematiker arbeitete er ein neues Münzsystem für Westpreußen und das Königreich Polen aus.

Und damit die Kirche für ihre geheiligten Feste auch die richtigen Zeiten innehalten konnte, berechnete er einen sehr genauen neuen Kalender. Alle diese Tätigkeiten hätten bei den meisten Menschen den Einsatz ihrer gan-

zen Arbeitskraft erfordert. Nicht so bei Kopernikus. Dieser erstaunliche Mann fand neben all diesen Aufgaben noch Zeit für seine Lieblingswissenschaft, die Astronomie. Da das Fernrohr erst lange nach seinem Tode erfunden wurde, mußte er sich auf seine eigenen Augen verlassen, wenn er die Bewegungen der Himmelskörper beobachten wollte. Er ließ Schlitz in das Dach seines Studierzimmers im Turm des Domes schneiden.

Wenn er nun im dunklen Zimmer saß, konnte er beobachten, wie die Sterne über die Schlitz hinwegzogen. Er verfolgte ihre Bahn am Himmel und stellte die Geschwindigkeit ihrer scheinbaren Bewegung fest.

Stück um Stück trug er die Tatsachen



zusammen, die eines Tages das kopernikanische System der Astronomie ausmachen sollten – das System, das heute noch gültig ist.

Fast vierzig Jahre brauchte Kopernikus, um seine Studien zu vollenden. Als er sie abschloß, hatte er bewiesen, daß das Weltbild des Ptolemäus falsch war. Die Sonne sowohl wie die Sternenvelt umkreisen nur scheinbar die Erde. In Wirklichkeit, so bewies Kopernikus, ist die Sonne die Mitte unserer Welt, und die Erde umkreist sie ebenso, wie er es bei einigen anderen großen Sternen beobachtet hatte. Er nannte sie Planeten, nach einem lateinischen Wort, das „Wanderer“ bedeutet.

Kopernikus hatte – außer der Erde – fünf solche Wandelsterne gefunden: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Erst viel später wurden noch drei weitere entdeckt: Uranus, Neptun und Pluto.

Die insgesamt neun Planeten stehen mit der Sonne in engstem Zusammenhang, sie bilden unser „Sonnensystem“. Einer der entscheidenden Sätze der Theorie des Kopernikus lautet: Während die Erde einmal im Jahr die Sonne umrundet, dreht sie sich zugleich mit großer Geschwindigkeit um ihre eigene Achse. Wenn nun unsere Erdseite der Sonne zugekehrt ist, haben wir Tag. Ist sie der Sonne abgewandt, haben wir Nacht. Eine ganze Umdrehung dauert 24 Stunden.

Und was hat es mit dem Mond auf sich? In diesem Punkte mußte Kopernikus den Ptolemäus gelten lassen: der Mond kreist wirklich um die Erde, während diese sich um die Sonne dreht;

aber als Trabant der Erde umkreist der Mond mit ihr die Sonne.

Die Theorie des Kopernikus umfaßt weit mehr als diese beiden Grundtatsachen. Sie stellte schwerwiegende Irrtümer richtig, die man jahrhundertlang hingenommen hatte.

Kopernikus verfaßte Bücher, in denen er über seine Entdeckungen berichtete, aber jahrelang hielt er sie verschlossen in seinem Schreibtisch. Er wußte, daß die Leute über seine „neumodischen Ideen“ lachen und ihn selbst für verrückt halten würden. Er wußte auch, daß die Kirche mit der alten ptolemäischen Theorie übereinstimmte, und als Geistlicher wollte er sich nicht mit ihr überwerfen.

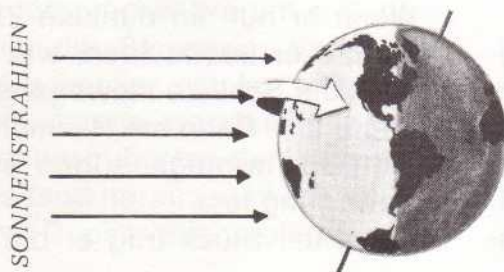
Erst 1543, als er alt und schon dem Tode nahe war, entschloß er sich endlich, sein Werk, 6 Bände, zu veröffentlichen. Er nannte es „De revolutionibus orbium coelestium libri“, d. h. „Die Bücher von den Umläufen der Himmelswelten“.

Eine gedruckte Ausgabe seines Werkes erreichte ihn noch auf dem Krankenlager kurz vor seinem Tode. Da er schon über siebzig Jahre alt war, gelähmt und fast blind, ist es zweifelhaft, ob er das große gedruckte Werk überhaupt noch gesehen hat, für dessen Zustandekommen er sein Leben lang gearbeitet hatte.

Kopernikus starb, ohne zu wissen, welch unschätzbaren Dienst er der Menschheit erwiesen hatte.

Erst 150 Jahre später setzten sich seine Ideen endgültig durch.

Heute, mehr als vier Jahrhunderte nach seinem Tode, gilt er als einer der wahren Größen im Reiche der Wissenschaft.



*Die Erde dreht sich im Laufe eines Jahres einmal um die Sonne und dreht sich in 24 Stunden einmal um ihre eigene Achse. Dadurch entstehen Tag und Nacht.*



Wie gab er der Welt ein Beispiel, daß ein Forscher nicht durch Glaubenssätze gebunden werden darf?

# Galileo Galilei

(1564—1642)



Im Jahre 1583 kniete ein Student im Dom der italienischen Stadt Pisa; er hieß Galileo Galilei. Ein Kirchendiener hatte gerade eine der herabhängenden Öllampen angezündet; Galilei blickte auf und sah, wie sie an ihrer langen Kette hin- und herschwang. Dabei fiel ihm auf, daß, obwohl die Schwingungsbögen von Mal zu Mal kürzer wurden, die Schwingungszeiten sich immer gleich zu bleiben schienen. Die meisten Menschen würden nichts Besonderes daran gefunden haben, aber Galilei besaß den forschenden Geist eines Wissenschaftlers.

Er führte nun eine Reihe von Experimenten aus, indem er Gewichte an einer Leine befestigte und sie dann hin- und herschwingen ließ.

Damals gab es noch keine genau gehenden Uhren mit Sekundenmessern, und so benutzte Galilei den regelmäßigen Pulsschlag, um die Bewegungen der schwingenden Gewichte zu messen. Er fand seine Beobachtung aus dem Dom zu Pisa bestätigt; obwohl die Schwingungsbögen in bestimmten Maßen kürzer wurden, nahm doch jeder die gleiche Zeit in Anspruch. Galilei hatte das Gesetz des Pendels entdeckt, den „Isochronismus“, das heißt „das Gleichmaß der Zeit“ oder „Erscheinen in regelmäßigen Abständen“. Später fanden andere Forscher in wiederholten Experimenten heraus, daß jeder Schwingungsbogen bei genauester Messung tatsächlich etwas weniger Zeit braucht als der vorhergehende, weil durch den kürzeren Weg auch der Luftwiderstand um eine Winzigkeit geringer ist.

Dennoch wird Galileis Pendelgesetz

noch heute auf vielfache Weise benutzt, z. B. um die Bewegungen der Sterne zu messen oder den Gang von Uhren zu kontrollieren. Seine Versuche über das Pendel waren der Anfang der modernen Dynamik, einer Wissenschaft, die sich mit den Gesetzen der Bewegung und der sie verursachenden Kräfte befaßt.

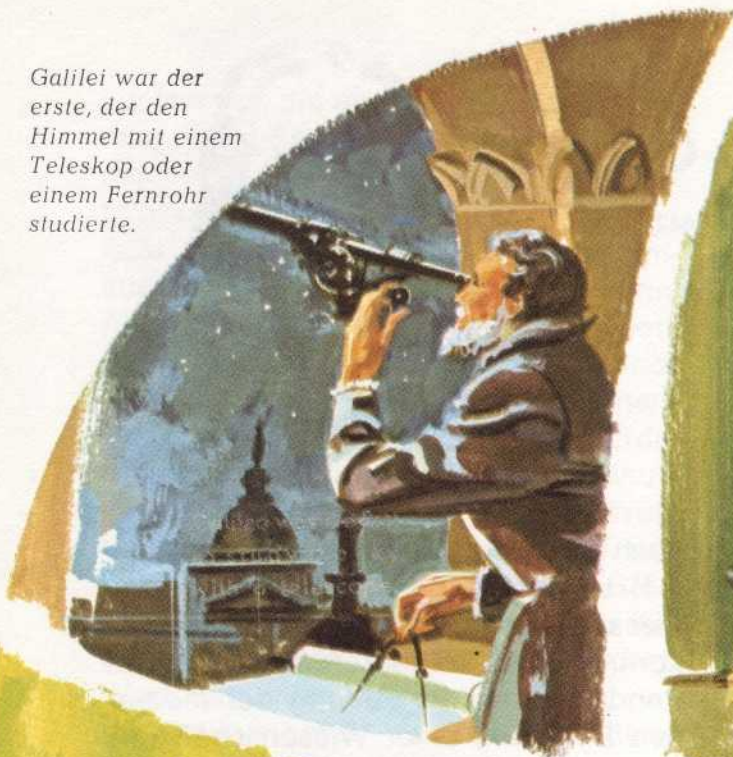
1588 erwarb Galilei an der Universität von Pisa den Doktorgrad und blieb dort, um Mathematik zu lehren. Mit 25 Jahren machte er eine zweite große wissenschaftliche Entdeckung – eine Entdeckung, die eine zweitausendjährige Überlieferung umwarf und ihm viele Feinde einbrachte.

Zu seiner Zeit gründete sich der größte Teil aller sogenannten Wissenschaften auf den Theorien des griechischen Philosophen Aristoteles, der im vierten Jahrhundert vor Christi Geburt, also fast 2000 Jahre früher, gelebt hatte. Sein Werk galt als die Quelle aller Wissenschaft. Jeder, der etwa eine der vielen Regeln des Aristoteles anzweifelte oder gar falsch ansah, wurde nicht mehr für voll genommen. Unter anderem hatte Aristoteles vor 2000 Jahren behauptet, daß schwere Gegenstände schneller fallen als leichte. Galilei behauptete nun, das sei falsch.

Eine berühmte Geschichte wird erzählt von einer öffentlichen Demonstration seiner eigenen Theorie. Er lud seine Kollegen Professoren ein, mit ihm auf



Galilei war der erste, der den Himmel mit einem Teleskop oder einem Fernrohr studierte.



Im Dom zu Pisa fand er den Anstoß zur Entdeckung der Pendelgesetze.



Er beweist mit seinem Experiment auf dem Schiefen Turm, daß Aristoteles irrt.



the course of his experiments to prove that



Im Laufe seiner Experimente, durch die er nachweisen wollte, daß Luft sich ausdehnt, wenn sie erhitzt wird, erfand er das Thermometer.

die oberste Galerie des schiefen Turmes von Pisa zu steigen. Galilei nahm eine Kanonenkugel von 10 Pfund und eine zweite von einem Pfund Gewicht mit hinauf, lehnte sich oben über die Brüstung und ließ beide zu gleicher Zeit fallen. Zu jedermanns größter Überraschung trafen beide Kugeln gleichzeitig unten auf.

Ob nun diese Geschichte wahr ist oder nicht, jedenfalls hat Galilei tatsächlich dieses wichtige physikalische Gesetz gefunden: die Fallgeschwindigkeit fallender Körper ist unabhängig von ihrem Gewicht.

Zweitausend Jahre lang hatten die Menschen die Lehre des Aristoteles über die fallenden Körper geglaubt,



aber niemand außer Galilei war auf die Idee gekommen, sie nachzuprüfen. Aber nun stelle man sich die Enttäu- schung Galileis vor, als seine Kollegen nicht annahmen, was sie mit eigenen Augen gesehen hatten, sondern behaupteten, er sei im Irrtum, und fort- führen, die alte Theorie des Aristoteles zu lehren!

Sie kritisierten Galilei und verlangten, daß er die Universität verlasse.

Glücklicherweise hatte er Freunde, die ihm weiterhalfen, und so bekam er 1592 wieder einen Lehrstuhl an der Univer- sität von Padua. Dort konnte er seine Experimente fortsetzen, ohne belästigt und kritisiert zu werden. In den Jahren seiner Amtszeit in Padua erarbeitete Galilei eine ganze Reihe neuer wissen- schaftlicher Theorien und Erfindungen. Er entdeckte das Thermometer aufs neue, das schon im 3. Jahrhundert von einem griechischen Wissenschaftler er- funden, aber dann in Vergessenheit ge- raten war. Die bedeutendste seiner Er- findungen war ein Fernrohr — zwar nicht das erste überhaupt, aber das weitaus beste, das damals hergestellt

wurde. Es ließ entfernte Gegenstände 33mal größer erscheinen, als sie das unbewaffnete Auge wahrnehmen konn- te. Galilei war der erste Mensch, der den Himmel systematisch mit dem Fernrohr studierte. Er erkannte auf der Mondo-berfläche Gebirge, tiefe Täler und große Ebenen. Er sah auch, daß der Mond und die Planeten nicht selbst leuchteten, sondern nur das Licht der Sonne zurückstrahlten. Er fand, daß die Milchstraße aus Millionen winziger Sterne bestand und entdeckte die vier Monde, die den Jupiter umkreisen. Diese Beobachtungen und Studien brachten ihn dazu, die alten Theorien zu verwerfen, nach denen die Erde Mitte des Weltalls war und Sonne und Sterne sich um sie drehten. Fast ein halbes Jahrhundert vorher hatte Ko- pernikus sein großes Werk veröffent- licht, in dem er bewies, daß in Wirklich- keit die Sonne die Mitte unserer Welt ist, und die Erde und die Planeten sie umkreisen. Diese kopernikanische Theorie war von der Kirche verdammt worden und schon fast vergessen, als Galilei öffentlich erklärte, daß sie rich-



Kirchliche Würden-  
träger verdamnten  
die Theorie, nach  
der die Sonne der  
Mittelpunkt unserer  
Welt ist.





tig sei und er damit übereinstimme. Galileis Erklärung erregte wütenden Protest; erzürnte Würdenträger der katholischen Kirche verdamnten aufs neue die Theorie des Kopernikus. Galilei wurde gezwungen, dem Papst Paul V. zu schwören, daß er die verdamnte Lehre des Kopernikus nicht mehr anerkennen noch lehren oder verteidigen würde. Gegen seine Überzeugung schwor er ab, und als unglücklicher, mit sich selbst zerfallener Mensch kehrte er in sein Haus zurück. Weil er aber doch ein Wissenschaftler war, dem Wahrheit das Wichtigste auf der Welt ist, hielt er das ihm auferlegte Schweigen nicht lange aus. 1632 gab er ein Buch heraus, in dem er die Theorie des Kopernikus im einzelnen erläuterte und wieder erklärte, sie sei richtig. Nun erst geriet er wirklich in schwerste Bedrängnis. Er hatte den Geboten der Kirche getrotzt und sie herausgefordert. Das galt als ein schweres Verbrechen. Schon wegen geringerer Verfehlungen waren Menschen auf dem Scheiterhaufen verbrannt worden. Er mußte nach Rom kommen, um vor der Inquisition, dem höchsten Gericht der Kirche gegen Abtrünnige und Glaubensfeinde, verhört zu werden. Die Inquisition fand ihn schuldig des Ungehorsams gegen die Gebote der Kirche. Sie konnte ihn strafen

mit Gefängnis, mit der Tortur (einer grausamen Folterung) oder mit dem Tode.

Galilei war fast siebzig Jahre alt und bei schlechter Gesundheit, als sein Prozeß begann.

Am Anfang erklärte er sich für unschuldig. Aber unter der Drohung der Tortur gab er bald nach und erklärte, daß er schuldhaft geirrt habe, als er mit Kopernikus erklärte, daß die Erde sich um die Sonne drehe! Er bat um Vergebung für seinen Irrtum. Die Inquisition war milde mit dem großen Wissenschaftler. Anstelle einer Todesstrafe verurteilten sie ihn, den Rest seines Lebens als Gefangener in seinem eigenen Hause zu verbringen. Es wurde ihm verboten, Experimente zu machen oder neue Bücher zu schreiben. Aber Galilei blieb bis an sein Ende ungehorsam gegen die Obrigkeit. Er experimentierte heimlich weiter und schrieb noch zwei bedeutende Bücher, bevor er im Jahre 1642 starb. Heute verehren wir Galilei als glänzenden und mutigen Forscher, dem die Menschheit viel verdankt. Er gab der Welt das Beispiel, daß ein Wissenschaftler die Freiheit haben muß, alte Lehren zu verwerfen und neue anzunehmen, und daß er nicht durch Glaubensgebote oder Überlieferungen gefesselt werden darf.



## William Harvey

(1578—1657)

Warum gilt sein Wirken als Durchbruch der Wissenschaft in das Reich der Medizin?

In mancher Hinsicht gleichen sich Forscher und Detektive. Beide gehen darauf aus, Probleme zu lösen, Geheim-

nisse zu entdecken. Als erstes müssen sie Anhaltspunkte finden, Schlüssel sozusagen, mit deren Hilfe sie soweit in das Problem eindringen können, daß sie eine Hypothese aufstellen können. Dann suchen sie, kombinieren und stellen Fragen, bis sie Gewißheit erlangt





*Anatomie-Klasse der Cambridge-Universität in England, gegen Ende des 16. Jahrhunderts*

haben, daß die Hypothese zutrifft und als Theorie anerkannt werden kann. Dr. William Harvey war sozusagen ein medizinischer Detektiv. Das Problem, dem er nachforschte, war das Geheimnis des Blutkreislaufes im menschlichen Körper. Dreißig Jahre lang verfolgte er jeden Hinweis, den eine Beobachtung erbrachte, stellte sich Fragen und suchte ihnen mit Experimenten auf den Grund zu kommen. Erst als er seiner Ergebnisse absolut sicher war, veröffentlichte er die Lösung des Problems.

1593 trat er in die Universität von Cambridge ein, erst 15 Jahre alt. Eines seiner Lieblingsfächer wurde bald die Anatomie, die Lehre vom Bau des menschlichen Körpers. Besonders interessierten ihn die Schlagadern und Venen, durch die das Blut fließt.

Damals war über das Blut und die Art seiner Fortbewegung im Körper nur wenig bekannt. Manche Leute meinten, das Blut würde in der Leber erzeugt. Andere meinten, es käme vom Magen her. Ein berühmter Arzt meinte, es gäbe zwei Arten von Blut: die eine ströme durch die als „Arterien“ bekannten großen Schlagadern hin und her, die andere durch die nicht so kräftigen

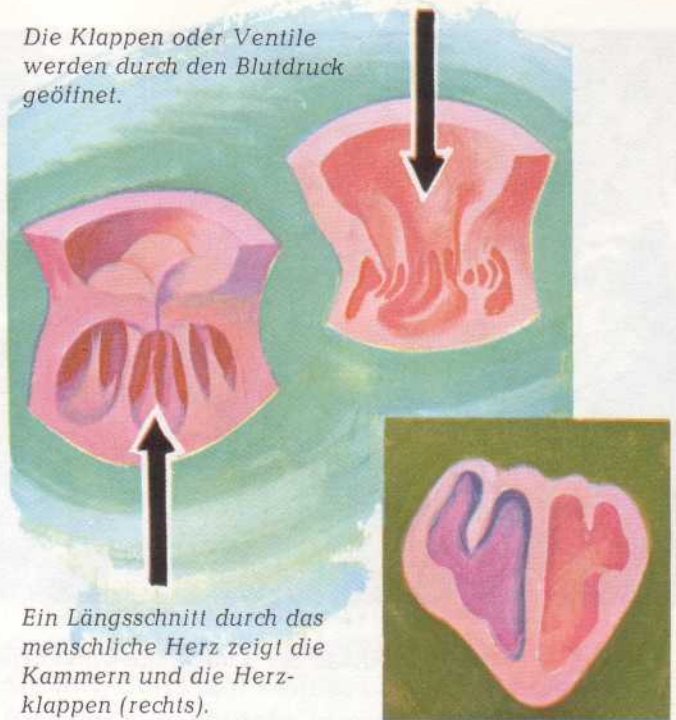
Adern, die man Venen nennt. Fast jeder Lehrer der Anatomie vertrat seine eigene Ansicht darüber. William Harvey hatte seine Prüfungen in Cambridge glänzend bestanden, aber er war nicht zufrieden mit dem, was er gelernt hatte. Welche von all den Meinungen über die Bewegung des Blutes war richtig, welche falsch? Er konnte es nicht entscheiden, aber er hatte die Aufgabe gefunden, an der er von nun ab viele Jahre lang arbeiten sollte: er wollte das Geheimnis der Bewegung des Blutes im Körper lösen. Er ging nach Italien, um dort an der Universität von Padua Medizin zu studieren. Dort lehrte damals der große Galilei Astronomie, und Harvey hatte das Glück, einen ebenfalls hervorragenden Lehrer zu finden in dem Chirurgen Fabricius, der dort Anatomie lehrte. Dieser hatte kürzlich die Entdeckung gemacht, daß die Venen kleine Türchen oder Klappen enthielten. Soweit war Fabricius bei seinen Untersuchungen gekommen; William Harvey erkannte in dieser Entdeckung einen Schlüssel, der ihm das Tor zu weiteren Entdeckungen öffnen konnte. Er entschloß sich, mehr über diese kleinen Klappen herauszufinden und zu untersuchen, welche Aufgabe



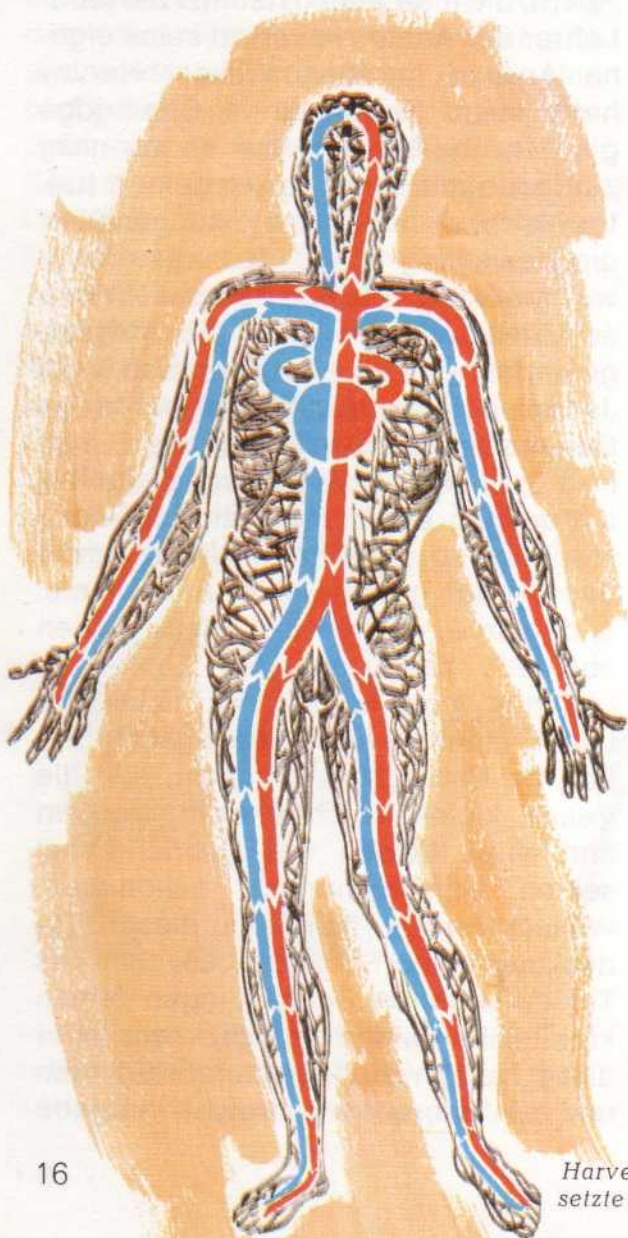
sie erfüllen mochten. Wann immer sich ihm eine Gelegenheit bot, untersuchte er Vögel, Frösche oder Kaninchen, um ihre Blutgefäße zu studieren. Er fand heraus, daß die Klappen in den Venen immer nur in Richtung auf das Herz offen waren, die in den Arterien dagegen immer vom Herzen weg führten.

Die bedeutendste Entdeckung konnte er jedoch erst machen, als er begann, mit lebenden Tieren zu experimentieren: das Blut in den Arterien kam immer vom Herzen her, das der Venen floß immer zum Herzen hin. Die Klappen waren Ventile, sie öffneten sich immer nur nach einer Richtung, sie lie-

Die Klappen oder Ventile werden durch den Blutdruck geöffnet.



Ein Längsschnitt durch das menschliche Herz zeigt die Kammern und die Herzklappen (rechts).



Ben auch den Blutstrom nur in einer Richtung fließen. Harvey erkannte, daß er seinem Ziele näher kam.

Zu dieser Zeit hatte William Harvey die volle Doktorwürde erlangt. Er eröffnete nun in London eine Praxis, und in kurzer Zeit hatte er fast mehr Patienten, als er behandeln konnte. Nun hatte er die Möglichkeit, auch menschliches Blut und menschliche Herzen zu beobachten und zu untersuchen. Dr. Harvey machte sich zu allen Beobachtungen genaue Notizen. In seiner Freizeit setzte er die Experimente mit Tieren fort. Allmählich begann er, seine Erkenntnisse in einer Theorie zusammenzufassen. Aber als echter Forscher verlangte er auch von sich selber für jeden gedachten Zusammenhang Beweise.

Das Herz, so stellte er fest, ist ein Hohlmuskel, etwa so groß wie eine Faust. Es arbeitet wie eine Pumpe. Wenn es sich zusammenzieht, pumpt es etwa 50–60 Gramm Blut in die Arterien. Dann entspannt es sich wieder und erweitert sich, bis zur nächsten Kontraktion.

Wenn der Arzt jemandem den Puls fühlt, zählt er die Stöße, die entstehen, wenn das Herz sich zusammenzieht und

Harveys Theorie des Blutkreislaufes setzte sich nicht ohne Widerstand durch.



das Blut in die Arterien treibt. Der Puls des Erwachsenen schlägt normalerweise 60–90mal je Minute.

William Harvey stellte auch Berechnungen an und errechnete, daß das Herz stündlich etwa 300 Liter Blut pumpen muß! Dies war der letzte Beweis für die Erkenntnis, daß der Körper solche Blutmengen nicht stündlich erzeugen und wieder verschwinden lassen kann. Er wußte, daß ein Mensch durchschnittlich etwa  $4\frac{1}{2}$ – $5\frac{1}{2}$  Liter Blut in seinem Körper hat. Es gab nur eine Lösung: es mußte immer das gleiche Blut sein, das den Körper in einer Art Kreislauf durchströmte.

Damit hatte William Harvey endgültig seine Theorie aufgestellt: die Theorie vom Kreislauf des Blutes. Vom Herzen gelangt es in die Arterien, von dort in die Venen, und von den Venen wieder zurück zum Herzen. Die Klappen oder Ventile in den Adern sorgten dafür, daß das Blut nur in einer Richtung fließen konnte.

Immer wieder untersuchte er Herzen und Arterien, bis kein Zweifel mehr möglich war: seine Theorie mußte richtig sein. Nun begann er, seine Ideen mit anderen Ärzten zu diskutieren. Aber

erst zwölf Jahre später faßte er alle seine Untersuchungen und ihre Ergebnisse zusammen und veröffentlichte sie in einem berühmt gewordenen Buch unter dem Titel: „Abhandlung über die Bewegungen des Herzens und des Blutes“.

Wie er erwartet hatte, erregte es großes Aufsehen in der medizinischen Welt. Man bedenke: es erschien Anfang des 17. Jahrhunderts, als die Menschen noch an Hexen und Dämonen glaubten. Selbst gelehrte Doktoren neigten dazu, am alten Aberglauben festzuhalten. Am Ende setzte sich aber doch die wissenschaftliche Erkenntnis durch, und William Harveys Theorie des Blutkreislaufes wurde allgemein anerkannt.

Heute kann sogar Blut aus den Arterien gesunder Personen entnommen und kranken Menschen übertragen werden, um ihnen neue Kräfte zu verleihen. Es gibt erstaunliche Maschinen, die den Blutkreislauf automatisch aufrechterhalten, während der Arzt das Herz operiert. Keine dieser lebensrettenden Techniken hätte erfunden werden können ohne die großartige Forschungsarbeit William Harveys.

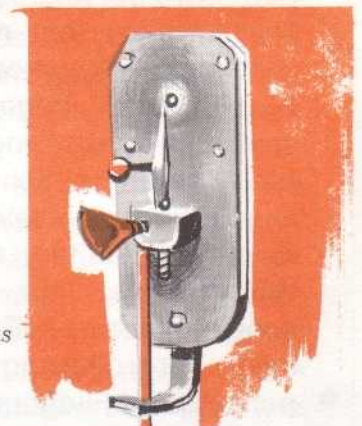
## Anton van Leeuwenhoek

(1632–1723)

Wie konnte ein Drogist Mitglied der „königlichen Gesellschaft der Wissenschaften“ werden?

Anton van Leeuwenhoek war ein bescheidener Bürger, der in der holländischen Stadt Delft eine kleine Drogerie besaß. Das einzige Ungewöhnliche an ihm war seine Liebhaberei: er verbrachte seine ganze Freizeit damit, Vergrößerungsgläser herzustellen. In seiner Zeit

*Eines von Leeuwenhoeks ersten Mikroskopen*



konnten selbst die besten Glaslinsen, die gelernte Glasschleifer herstellen konnten, höchstens eine zehnfache Vergrößerung erreichen. Sie wurden hauptsächlich von Leuten mit kurzsichtigen Augen zum Lesen benutzt.



Aber Leeuwenhoek genügten diese käuflichen Vergrößerungsgläser nicht. Er traute sich zu, selber bessere herzustellen. Tagsüber hatte er alle Hände voll in seinem Geschäft zu tun. Am Abend aber pflegte er sich eiligst nach Hause zu begeben, um dann noch stundenlang winzige Glasscheibchen zu schleifen und polieren, die kaum größer waren als ein Punkt. Er fertigte viele hunderte von diesen Linsen an, seine Geschicklichkeit wuchs mit der ständigen Übung, und schließlich konnte er Linsen herstellen, die eine Fliege 150-mal so groß erscheinen ließ als sie wirklich war. Er fertigte auch goldene oder silberne Rahmen für seine Linsen, und bei manchen brachte er auch Handhaben an, so daß er sie bei sich tragen und alles, was ihm bemerkenswert erschien, damit betrachten konnte. Bald fiel ihm eine Verbesserung ein. Er montierte eine Linse auf einen kleinen Rahmen und brachte darunter einen Spiegel an, der das Licht auf die Linse lenkte. Die Objekte, die er betrachten wollte, setzte er auf einen Streifen aus dünnem Glas zwischen Linse und Spiegel, so daß sie von unten durchleuchtet wurden. Das Vergrößerungsglas war zum Mikroskop geworden. Nachdem es ihm nun gelungen war, das beste Mikroskop im ganzen Lande herzustellen, begann Leeuwenhoek sich auch für die Dinge zu interessieren, die er damit betrachten konnte.

Nie hätte er sich selbst für einen Naturforscher gehalten; aber er besaß den Wissensdurst und die Geduld eines echten Forschers. Er betrachtete durch sein Vergrößerungsglas Fischschuppen, Haare, Fliegenbeine, sogar winzige Staubteilchen. Und nichts entging dabei seinem geübten Blick, denn er untersuchte alles mit größter Genauigkeit. Nicht ein menschliches Haar be-

trachtete er, sondern Hunderte. Nicht eher fertigte er eine Zeichnung mit der Bezeichnung „Menschenhaar“ an, als bis er sich überzeugt hatte, daß alle Haare gleich gebaut waren.

In jeder Zeit hatte sich in England unter dem Namen „Königliche Gesellschaft“ eine Gruppe von Wissenschaftlern zusammengetan. Unter den hervorragenden Mitgliedern dieser Gesellschaft waren der Chemiker Robert Boyle, der Erfinder Robert Hooke und der große Isaac Newton.

Nun hatte Leeuwenhoek in Delft einen Freund, der Ehrenmitglied der „Königlichen Gesellschaft“ war, und dieser schlug ihm vor, den englischen Wissenschaftlern zu schreiben und ihnen von seinen Entdeckungen zu berichten.

Leeuwenhoek war froh, jemanden gefunden zu haben, dem er vertrauen konnte, denn in Delft hielten ihn die meisten Leute einfach für verrückt. Der erste Brief, den er nach London schickte, trug die Überschrift: „Beispiele einiger Beobachtungen durch ein von Herrn Leeuwenhoek ersonnenes Mikroskop, betreffend Schimmel auf Häuten, Fleisch, usw.; Stachel einer Biene, usw.“

Die gelehrten Mitglieder der Gesellschaft waren sehr interessiert und baten ihn, wieder zu berichten, wenn er irgendwelche neuen Entdeckungen machen würde.

Eines Tages nahm sich Leeuwenhoek vor, einen einfachen Wassertropfen aus einer Wassertonne durch das Mikroskop zu betrachten. Er ahnte nicht, daß er daran ging, eine der bedeutendsten Entdeckungen in der Geschichte der Naturforschung zu machen. Denn zu seiner größten Verwunderung sah er zu Dutzenden winzige Lebewesen in dem Wassertröpfchen sich tummeln. Es schienen ihm kleine Tierchen zu sein,

Hefezellen

Bakterien

Infusorien

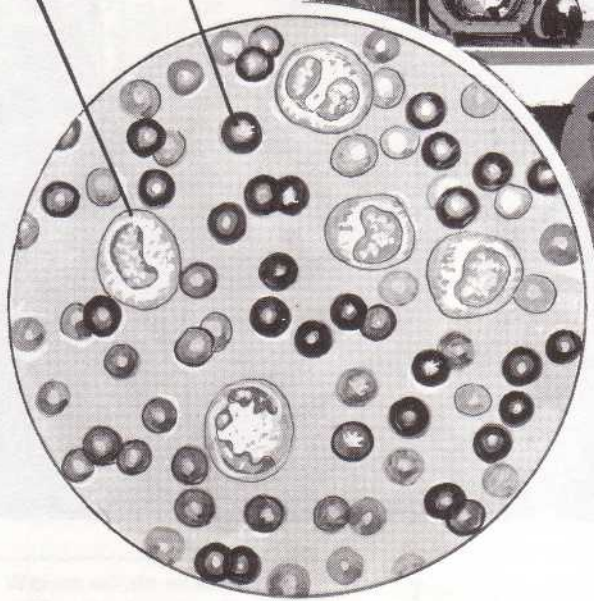
Menschenhaar





Leeuwenhoek in seinem Studierzimmer in Delft; er untersucht mit dem auf S. 17 gezeigten Mikroskop einen Tropfen Blut. Unten: die roten und weißen Blutkörperchen, die er entdeckte.

rotes Blutkörperchen  
weißes Blutkörperchen



aber von seltsamer Gestalt. So winzig wären sie, so berichtete er, daß eine Million davon auf einem einzigen Sandkorn Platz fänden!

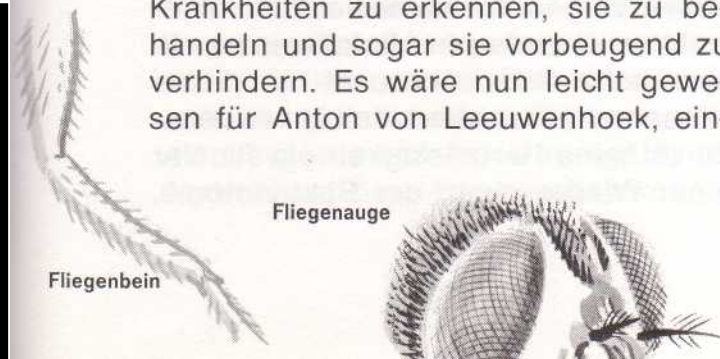
Dieser schlichte Mann war der erste Mensch, der zum ersten Male die winzigen Lebewesen zu Gesicht bekam, die wir heute Mikroben oder Bakterien nennen. Seine Entdeckung sollte eines Tages den Fortschritt der medizinischen Wissenschaft bestimmen und Wissenschaftlern und Ärzten ermöglichen, durch Bakterien verursachte Krankheiten zu erkennen, sie zu behandeln und sogar sie vorbeugend zu verhindern. Es wäre nun leicht gewesen für Anton von Leeuwenhoek, ein-

fach anzunehmen, daß die Mikroben vom Himmel in das Wasser gefallen sein müßten. Aber ein wahrer Forscher verlangt Beweise. Er säuberte also sorgfältig ein Glasschälchen, fing reines Regenwasser damit auf, untersuchte es unter dem Mikroskop – und fand es frei von Lebewesen.

Aber nachdem das gleiche Regenwasser einige Tage gestanden hatte, fand er Tausende der winzigen Tierchen darin. Doch dies Ergebnis genügte ihm nicht. Er untersuchte Wasser aus Pfützen, aus Dachrinnen, aus Seen und Flüssen, aus Brunnen und Behältern – kurz, wo immer es zu finden war. Nach wochenlangem Studium kam er zu dem Schluß, daß die Mikroben mit jedem Luftzug in der Luft, dem Auge unsichtbar, herumgewirbelt werden und wie Staub sich auf allen Dingen absetzen, im Wasser aber zum Leben erwachen. Anton van Leeuwenhoek fuhr fort, durch seine wunderbaren Linsen alles zu betrachten, was ihm in die Hände fiel. Eines Tages stach er sich in den

Fliegenauge

Fliegenbein





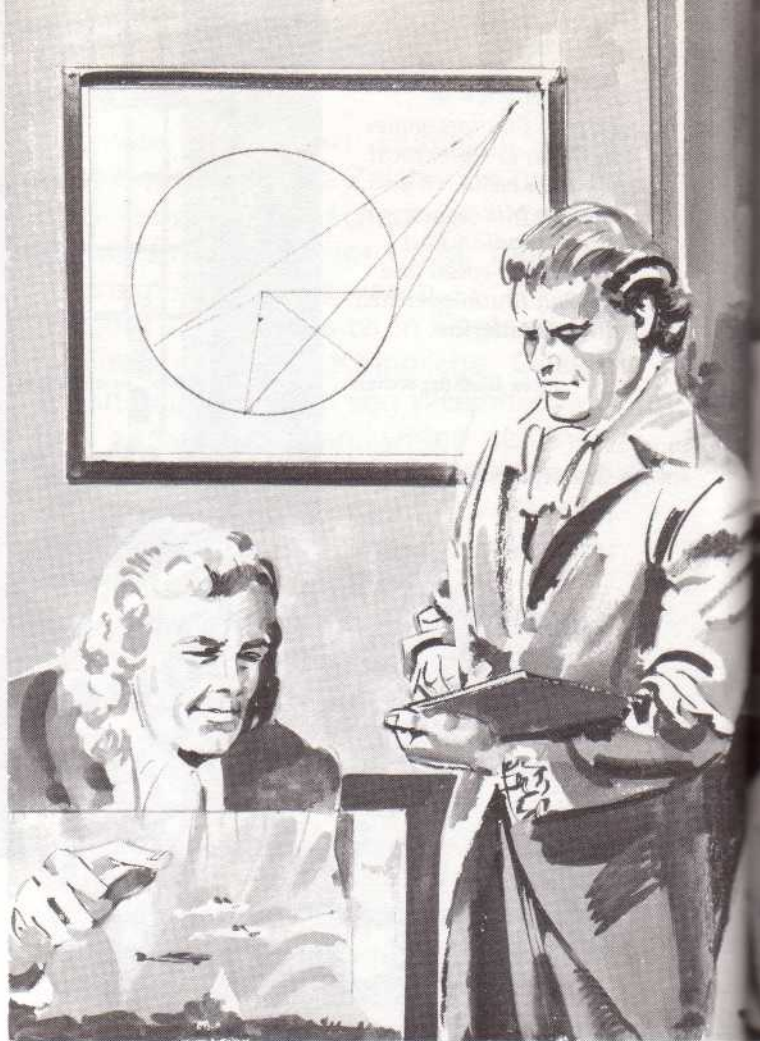
Finger und untersuchte voller Neugier ein Blutströpfchen. So wurde er auch der erste Mensch, der die roten Blutkörperchen sah und beschrieb, die als winzige Zellen millionenweise im Blut treiben.

Er kratzte etwas Belag von seinen Zähnen und fand, daß er ebenfalls voll von Bakterien war. Dann machte er eine interessante Entdeckung: nachdem er einen sehr heißen Kaffee getrunken hatte, waren einige Bakterienarten auf seinen Zähnen abgetötet. Es war der erste Hinweis, daß Hitze Bakterien tötet. Eines Tages betrachtete er die Schwanzflosse eines winzigen Fischchens und sah zum ersten Male die zarten Blutgefäße, die das Blut von den Arterien zu den Venen leiten. Diese Blutäderchen sind so fein, daß man sie „Kapillaren“ nennt, nach dem lateinischen Wort für „haarfein“.

Im vorhergehenden Kapitel wurde berichtet, wie William Harvey den Weg des Blutes vom Herzen in die Arterien und von den Venen zurück ins Herz entdeckte. Aber er wußte nicht, wie eigentlich das Blut aus den Arterien in die Venen gelangt.

Leeuwenhoek konnte nun diese Frage beantworten. All die Jahre hindurch hatte Leeuwenhoek der „Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften“ in England berichtet, und man versuchte dort, seine unglaublichen Experimente zu wiederholen und nachzuprüfen. Endlich, im Jahre 1680, war die Gesellschaft so beeindruckt von seinem Genius, daß sie ihn, den ungelehrten einfachen Mann, zum Ehrenmitglied ernannte. Sehr zu seinem Mißfallen wurde Leeuwenhoek nun ein berühmter Mann. Er empfing so vornehme Besucher wie Peter den Großen, den Kaiser von Rußland, und die Königin von England.

Er war schon fast 80 Jahre alt, als ihm wieder eine wichtige Entdeckung gelang. Er studierte gerade Muscheln aus

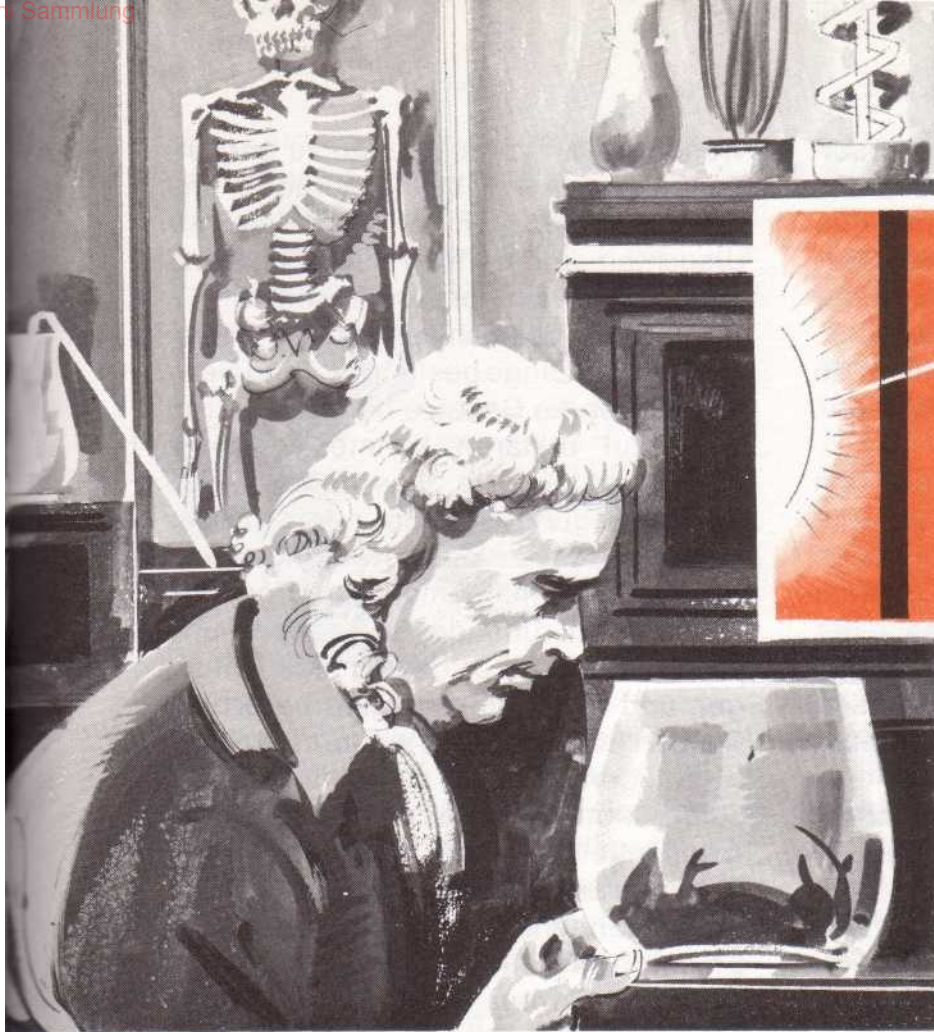


den Delfter Kanälen. Eine davon hatte er tagelang in einem Wasserglas stehenlassen. Als er sie dann untersuchte, stellte er fest, daß Mikroben dabei waren, sie langsam aufzufressen.

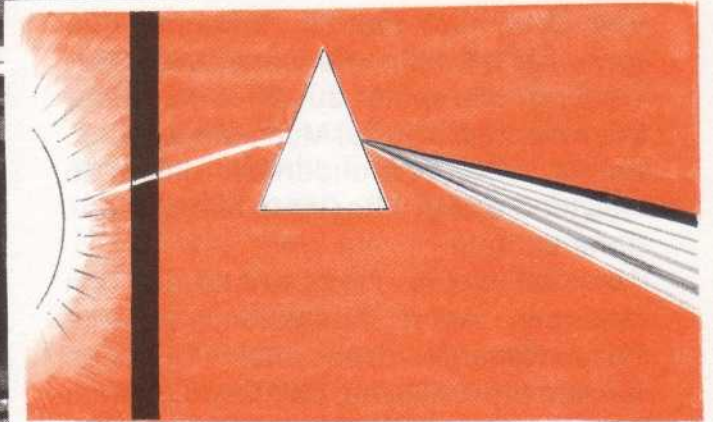
So konnte er der staunenden Mitwelt berichten, daß diese Mikroben Lebewesen töten können, die unendlich viel größer sind als sie selbst. Er konnte auch nachweisen, daß einige Bakterienarten sich nützlich machen, indem sie verwesende Abfälle verzehren.

Einundneunzig Jahre alt war Anton van Leeuwenhoek, als er sein Mikroskop beiseite stellte und seine müde gewordenen Augen für immer schloß. Obwohl er ein einfacher Mann war, der nie eine hohe Schule besucht und keine Wissenschaft studiert hatte, wurde er durch seine Hartnäckigkeit ein Pionier einer Wissenschaft, der Bakteriologie.

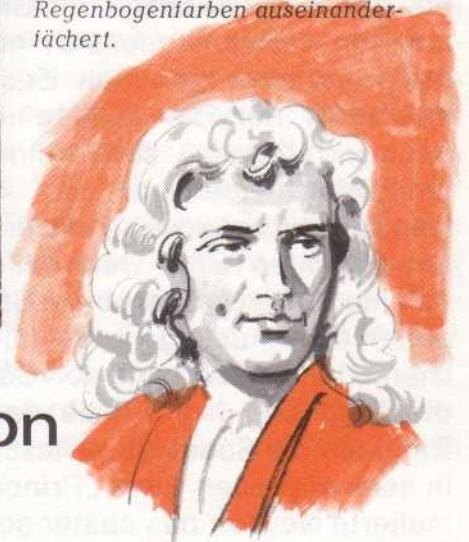




In Newtons wissenschaftlicher Akademie wurden zu gleicher Zeit auf den verschiedensten Gebieten Versuche gemacht.



Newton entdeckte, auf welche Weise ein Prisma das Licht in die Regenbogenfarben auseinanderfächert.



Warum wurde er einst „der größte Genius aller Zeiten“ genannt?

## Isaac Newton

(1642—1727)

Mancher wird vielleicht die berühmte Geschichte gehört haben, wie Newton das Gesetz der Schwerkraft entdeckte, während er unter einem Apfelbaum saß. Anders als die meisten historischen Anekdoten hat diese den Vorzug, wahr zu sein. Ein Apfel fiel vom Baum und hätte ihn fast am Kopf getroffen. Für Newton wurde das zum Anlaß, über dies zufällige Ereignis tiefer nachzudenken. Warum fiel der Apfel nach unten und nicht nach oben? Und wenn Äpfel und andere Dinge nach unten fallen, warum fällt dann nicht auch der Mond herunter?

Als Newton mehrere Jahre später die Antwort auf diese Frage geben konnte,

faßte er sie in die Formel eines physikalischen Gesetzes, das das Weltall regiert: das Gesetz von der Schwerkraft. Dreiundzwanzig Jahre alt war er damals, geboren im Todesjahr Galileis. Er studierte das vierte Jahr an der Cambridge-Universität in England. Aber weil in London die Pest wütete und Tausende dahinraffte, wurden alle Schulen geschlossen, und Newton ging auf das Landgut seiner Mutter. In den nun folgenden 18 Monaten brachte er mehr zustande, als andere Wissenschaftler in ihrem ganzen Leben. Er begann das Gesetz von der Schwerkraft zu untersuchen. Er erfand das Kalkül, ein neues mathematisches System. Er



studierte eingehend das Licht und seine Farben. Er entdeckte die Ursache von Ebbe und Flut. Er erkannte und formulierte bestimmte Gesetze der Bewegung, die später zur Grundlage der Wissenschaft von der Mechanik wurden. Es ist nicht verwunderlich, daß man Newton „das größte Genie aller Zeiten“ genannt hat.

Aber wir wollen noch einmal auf den fallenden Apfel zurückkommen. Die Wissenschaftler der alten Griechen führten die Tatsache, daß Gegenstände zur Erde fallen, auf das Wirken einer geheimnisvollen Kraft der Erde zurück, die sie „Schwerkraft“ oder Gravitation nannten. Newton gab sich mit dieser Erklärung nicht zufrieden. Er stellt fest, daß nicht nur die Erde eine solche Schwerkraft besaß, sondern daß sie allen Körpern eigen ist.

Der Zug der irdischen Schwerkraft läßt uns zu Boden fallen, wenn wir stolpern, und hindert uns daran, beim Spazierengehen etwa Ausflüge in die Luft zu machen. Die Schwerkraft der Sonne hält die Erde und hindert sie daran, ihre Bahn um die Sonne zu verlassen.

In seinem großen Werk „Principia“ formulierte Newton das später so: „Jedes Teilchen Materie im gesamten Welt-raum wird von jedem anderen Teilchen Materie angezogen.“ Er stellte weiter fest, daß die ganze Welt durch diese Kraft zusammengehalten werde und daß die Kraft in ihrem Ausmaß abhängig sei von der Größe der Teile oder Teilchen und von dem Abstand, der sie voneinander trennt. Die Größe dieser Kraft konnte er mit Hilfe seiner mathematischen Formel genau berechnen.

Nachdem diese grundlegenden Tatsachen einmal entdeckt waren, konnten in allen Naturwissenschaften große Fortschritte gemacht werden. Die Astronomen waren nun imstande, das Gewicht der Sonne und der Planeten zu bestimmen und ihre Bahnen und Be-

wegungen im voraus genau zu berechnen. Seit man wußte, daß Mond und Sonne die Gezeiten der Weltmeere verursachten, konnte man auch Ebbe und Flut zeitlich weit vorausberechnen.

Da der Zug der Schwerkraft die Bewegungen der Dinge bestimmte, fand Newton, daß er die Gesetze der Schwerkraft nicht gut erklären konnte, wenn er nicht auch erklärte, was denn eigentlich Bewegung sei. So erforschte er auch die Gesetze der Bewegungen und faßte sie in mathematische Formeln, nach denen ruhende, bewegende und bremsende Kräfte, Bewegungsrichtungen und Bewegungsabläufe berechnet werden können. Noch während des unfreiwilligen Urlaubs auf dem Landgut seiner Mutter wandte er sein Interesse dem Geheimnis des Lichtes zu. Einmal nahm er ein Prisma zur Hand und ließ einen Sonnenstrahl hindurchscheinen. Er entdeckte dabei, daß die normalen Lichtstrahlen bei ihrem Eintritt in das Glas geknickt und in sieben verschiedenfarbige Strahlen gefächert wurden. Es waren die Farben des Regenbogens, die man „Spektrum“ nennt: rot, orange, gelb, grün, blau, dunkelblau und violett.

Alle diese Entdeckungen machte er in einem Zeitraum von 18 Monaten. Zwar veröffentlichte er sie nicht sogleich, denn es waren noch viele Einzelheiten zu überprüfen und zu formulieren. Als endlich die Pest erloschen war, ging er nach London zurück, um sein Studium zu beenden.

Er verbrachte noch drei weitere Jahre damit, die Natur des Lichtes zu untersuchen. Dabei machte er Entdeckungen, die für die Wissenschaft der Optik, die sich mit dem Licht und dem Sehen befaßt, von großer Bedeutung wurden. Die unterschiedlichen Wölbungen der Linsen für Brillen, Fernrohre und Mikroskope konnten von nun an genau berechnet werden. Er führte auch das er-





ste „Teleskop“ oder Fernrohr ein, das Lichtstrahlen mit Hilfe eines Hohlspiegels reflektierte und ein besseres Bild ergab als ein Fernrohr, bei dem die Lichtstrahlen eine Glaslinse passieren.



*Newton erdachte ein Spiegelteleskop, bei dem das Licht des Objektes mit Hilfe eines Metallspiegels gesammelt wurde, wodurch die funkelnden farbigen Ränder der Glaslinse vermieden wurden.*

Newtons Teleskop hatte einen Spiegel von einem Zoll Durchmesser (etwa  $2\frac{1}{2}$  cm). Heute gibt es an der Sternwarte Mount Palomar in Kalifornien ein Spiegelteleskop, dessen Spiegel einen Durchmesser von fünf Metern hat. Es ist nach Newtons Grundsätzen konstruiert.

Später wandte sich der große Forscher wieder seinem Lieblingsgebiet zu, dem Studium und der Erforschung der Schwerkraft und der Bewegung. Fast 20 Jahre lang prüfte, festigte und ver-

besserte er seine Theorien.

Erst 1687, im Alter von 45 Jahren, veröffentlichte er endgültig sein „Gesetz der Gravitation“ und die drei Gesetze der Bewegung in seinem Buch „Principia“. Dieses Buch brachte soviel neue wissenschaftliche Erkenntnisse, daß es die Vorstellungen der Menschen über Natur und Welt auf eine ganz neue Grundlage stellte und das Zeitalter der Wissenschaft heraufführte.

Als öffentliche Würdigung seiner Leistungen betraute ihn die britische Regierung mit einem hohen Staatsamt, und im Jahre 1700 wurde er zum Schatzmeister der Krone ernannt, ein Amt, das er bis an sein Lebensende behielt. Im gleichen Jahre wurde er zum Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften gewählt.

Im Jahre 1703 wurde er Präsident der „British Royal Society“, der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften, und im Jahre 1705 wurde er als erster Wissenschaftler in England in den Adelsstand erhoben.

Newton wurde 85 Jahre alt. Er liegt begraben in der Westminster Abbey in London.

## Michael Faraday

(1791—1867)

Wodurch wurde er zum Pionier des Zeitalters der Elektrizität?

Was wären wir heute ohne die Elektrizität? Wir brauchen uns nur zu Hause umzusehen, um zu erkennen, welche allgegenwärtige Bedeutung sie für uns hat: das elektrische Licht — das Radio — der Kühlschrank — die Waschmaschine — man könnte noch viele Dinge aufzählen, die uns in fast unglaublichem Ausmaß das Leben erleichtern. Alle diese Erfindungen beruhen auf den



Entdeckungen Michael Faradays, des Pioniers der Elektrizität.

Er hat zwar nicht als erster die Elektrizität entdeckt — schon die alten Grie-



*Als der junge Faraday in einer Buchhandlung beschäftigt war, las er jedes wissenschaftliche Buch, das er bekommen konnte.*



chen wußten, daß man rätselhaft knisternde Funken hervorbringen konnte, wenn man ein Stück „Elektron“, d. h. ein Stück Bernstein rieb. Daher auch der Name: Elektrizität. Die alten Griechen haben jedoch dieser Erscheinung keine forschende Aufmerksamkeit geschenkt.

1752 versuchte der amerikanische Erfinder Benjamin Franklin sein berühmtes Experiment mit dem fliegenden Drachen und konnte nachweisen, daß der Blitz eine elektrische Erscheinung ist. Im Jahre 1800 erfand ein italienischer Forscher, Volta, die erste elektrische Batterie, die einen beständig fließenden elektrischen Strom erzeugte. Aber erst Michael Faraday machte die Elektrizität nutzbar, setzte sie sozusagen zur Arbeit an.

Michael Faraday war der Sohn eines Grobschmiedes. Sein Vater war zu arm, als daß er ihn auf die hohe Schule hätte schicken können; mit 13 Jahren wurde er Gehilfe bei einem Buchhändler. Dort begann er alle wissenschaftlichen Bücher zu lesen, die er nur finden konnte.

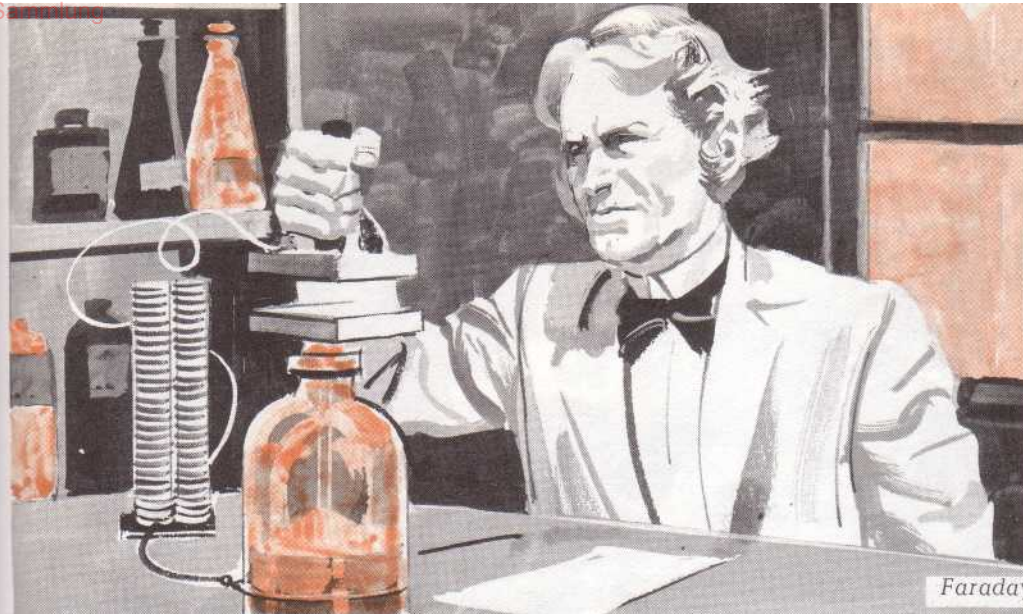
Als er einundzwanzig Jahre alt war, hörte er eine Reihe von Vorlesungen bei einem berühmten Chemiker, Sir Humphry Davy. Er machte sich Notizen

dazu, arbeitete sie sorgfältig aus und schickte sie dann an Sir Humphry.

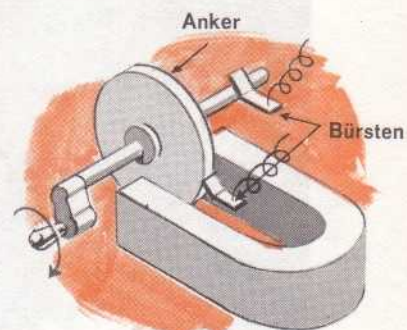
Dem Chemiker gefielen Sauberkeit und Genauigkeit der Ausarbeitungen so gut, daß er dem jungen Mann eine Anstellung als Assistent in seinem Laboratorium anbot.

Zuerst hatte Faraday nur untergeordnete Tätigkeiten auszuführen, wie Flaschen reinigen und das Laboratorium säubern. Aber immer hielt er Augen und Ohren offen, und wenn sich eine Gelegenheit bot, experimentierte er auf eigene Faust. Sein besonderes Interesse galt der Elektrizität. Es war bereits bekannt, daß ein elektrischer Strom, den man durch bestimmte Flüssigkeiten hindurchgehen ließ, diese in die Elemente aufspaltete, aus denen sie zusammengesetzt waren. So konnte ein elektrischer Strom Wasser in zwei gasförmige Stoffe, Sauerstoff und Wasserstoff, zerlegen. Ließ man einen elektrischen Strom durch eine Silbernitrat-Lösung fließen, setzte sich reines Silber ab. Diese Vorgänge nennt man Elektrolyse. Faraday machte viele derartige Experimente. Er entwickelte daraus eine Formel für den Vorgang der Elektrolyse: die Menge des zersetzten Stoffes steht immer in einem bestimmten Verhältnis zur Menge der benutzten Elektrizität. Man nennt die Formel heu-





Faraday experimentiert mit Elektrizität



Faradays elektrischer Generator

te das Faraday'sche Gesetz der Elektrolyse.

1821 baute Faraday den ersten Elektromotor. Es war noch ein sehr einfacher Motor, der zu schwach war, um irgendwelche Arbeit zu leisten; und doch war er eine großartige Erfindung, die eines Tages, verbessert und weiterentwickelt, mächtige Maschinen für alle nur denkbaren Arbeitsvorgänge antreiben sollte. Die wissenschaftliche Welt begann, auf Faraday aufmerksam zu werden, und er gewann großes Ansehen. 1824 wurde er in London zum Professor des königlichen Institutes ernannt. 1831 kehrte Faraday den Vorgang um, durch den er den ersten Elektromotor in Gang gesetzt hatte.

Damals hatte er die Elektrizität benutzt, um Bewegung zu erzeugen, jetzt benutzte er die Bewegung zur Erzeugung von Elektrizität.

Auf diese neue Entdeckung kam er, als er Versuche mit Magneten anstellte. Das sind Metallstücke, die die Eigenschaft haben, bestimmte andere Metalle anzuziehen. Magnete können aus Stahl, Eisen, Kobalt oder Nickel bestehen. Faradays Magnet war aus Eisen. Die magnetische Kraft eines Magneten erstreckt sich unsichtbar auch auf den ihn umgebenden Raum, den man sein „Magnetfeld“ oder „Kraftfeld“ nennt.

Faraday entdeckte, daß er Elektrizität erzeugen konnte, wenn er nur ein Stück Kupfer durch ein Magnetfeld führte.

Mit dieser Entdeckung war er imstande, einen stetig fließenden elektrischen Strom zu erzeugen. Er brauchte nur mit sehr hoher Geschwindigkeit ein Stück Kupfer in ständiger Wiederholung durch ein Kraftfeld zu führen.

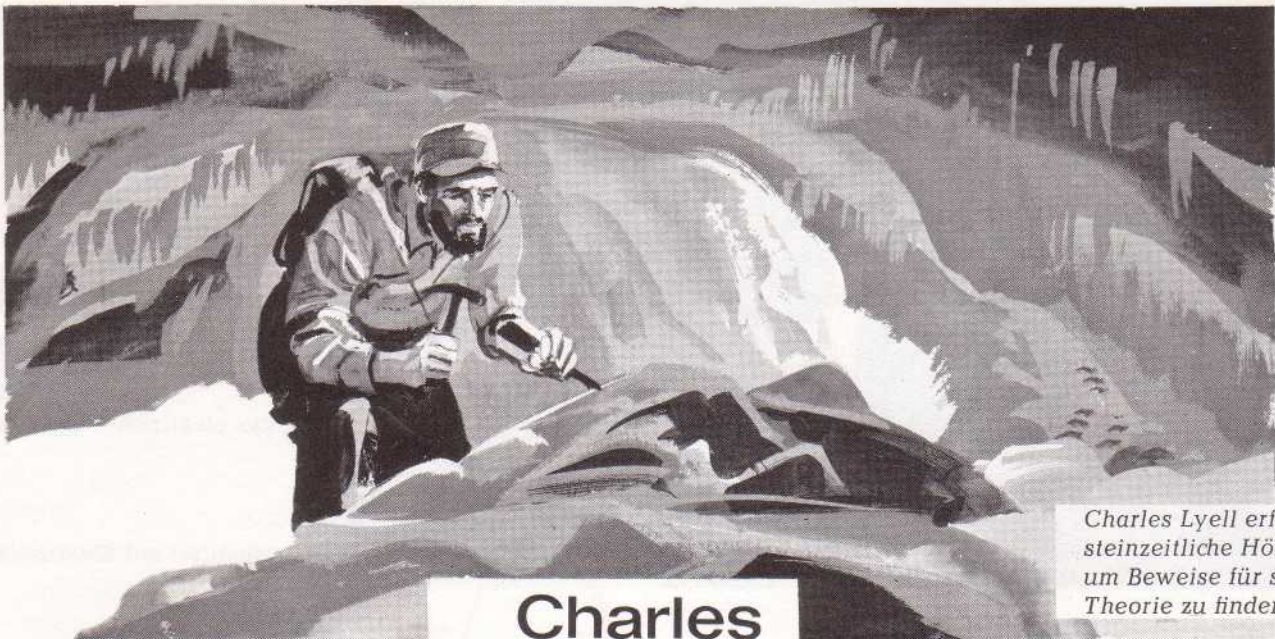
Faradays erster „Generator“, d. h. Stromerzeuger, bestand aus einer kupfernen Scheibe, die zwischen den beiden Enden eines hufeisenförmigen Magneten aufgehängt war.

Mit Hilfe einer Handkurbel war es möglich, die Scheibe zu drehen. Wenn sie nun schnell im Magnetfeld zwischen den beiden Magnetenden rotierte, wurde Elektrizität erzeugt, die auf dem Wege über ein Paar kupferner „Bürsten“ als Abnehmer in kupferne Drähte weitergeleitet wurde, wie die Illustration zeigt.

Nach diesem Prinzip wird heute überall der elektrische Strom erzeugt.

Michael Faraday führte noch viele andere Experimente aus und machte eine Reihe anderer bedeutender Erfindungen. Aber vor allem ist sein Name verbunden mit der Entdeckung der Elektrizität als Energiequelle und der Erfindung des Generators zur Erzeugung elektrischen Stromes.





*Charles Lyell erforscht steinzeitliche Höhlen, um Beweise für seine Theorie zu finden.*

# Charles

# Lyell

(1797—1875)

Wie wurde er zum „Vater der Geologie“?

Als Charles Lyell 1797 in Schottland geboren wurde, waren nur wenige Leute an dieser Wissenschaft interessiert. Den meisten Leuten war wohl bekannt, daß die Erde eine kugelförmige Gestalt hat. Einige glaubten, daß die Erde eine Hohlkugel sei; das war zwar nur eine alte Legende, aber niemand konnte beweisen, daß sie zutraf, noch daß sie falsch war.

Im allgemeinen glaubte man, die Erde sei im Jahre 4004 v. Chr. geschaffen worden, weil das im 17. Jahrhundert ein Erzbischof behauptet hatte.

Charles Lyell stammte aus einer wohlhabenden Familie. Er besuchte die vornehmsten privaten Schulen Schottlands. Sein Vater wünschte, daß er die Rechtswissenschaften studieren und ein Rechtsanwalt werden sollte. Also ging er nach England und studierte an der Oxford-Universität Rechtswissenschaft.

Danach eröffnete er in London ein Anwaltsbüro, aber schon nach zwei Jahren entschloß er sich, etwas ganz anderes zu unternehmen. Seine Leidenschaft galt nämlich den Bergen. Er lieb-

te es, Gipfel zu ersteigen und auffallende Felsenformen zu untersuchen. Manchmal brachte er pflanzliche oder tierische Fossilien nach Hause, die er in Felsstücken eingeschlossen gefunden hatte, Abdrücke oder Versteinerungen von Wesen, die doch einmal lebendig gewesen sein mußten.

Gerne hätte er gewußt, wie sie dahingekommen waren und wie alt sie wohl sein mochten. Rätselhaft erschien ihm auch, warum die Erdoberfläche so unregelmäßig gestaltet war, mit den hochgetürmten Steinhäufen der Gebirge, den tiefeingeschnittenen Tälern und steilen Felsabstürzen.

Die übliche Erklärung besagte, daß irgendwann einmal ein gewaltiges Erdbeben die Erde erschüttert, ihre Oberfläche zerrissen und so alle diese Formen verursacht hätte. Das klang in den Ohren von Charles Lyell nicht sehr überzeugend.

Da stieß er einmal in einer Bücherei auf ein altes vergessenes Buch, das ein gewisser James Hutton 1785 herausgegeben hatte. Dieser Hutton meinte, daß die Erde weit älter sei als sich irgend



jemand vorstellen könne und daß sie zu allen Zeiten sich ständig in unmerklicher Wandlung befunden habe.

Berggipfel und Schluchten, Flüsse und Vulkane seien nicht durch eine einmalige schreckliche Katastrophe entstanden, sondern das Ergebnis von vielen Tausenden oder Millionen Jahren.

Von seinen Zeitgenossen waren Huttons Ideen nicht anerkannt worden, aber Charles Lyell war tief beeindruckt. Viele Jahre verbrachte er nun damit, erloschene Vulkane, Höhlen, Gebirge, trockengelegte Seeböden und Wälder in Europa zu durchforschen. Immer mehr wurde er überzeugt davon, daß Hutton recht hatte: nicht ein einmaliger furchtbarer Krampf, sondern Millionen von Jahren langsamer Einwirkungen hatten die Erdoberfläche geformt.

Lyell hatte beobachtet, welche Kräfte auf die Erde einwirken und die langsame Veränderung aller Formen hervorrufen. Es sind Hitze und Frost, Regen und Eis, Gezeiten und Strömungen, Staubverwehungen und Sandstürme; Flüsse, die Schlamm, Sand und Geröll wegschleppen, transportieren und wieder ablagern; Quellen, mit denen tief aus der Erde Mineralien heraufdringen; und schließlich auch Vulkane und Erdbeben.

Wenn neue Erdablagerungen zu Gebirgen emporwachsen oder alte Gebirge abgetragen werden, geraten Pflanzen und tote Tiere in die Erdschichten hinein, werden konserviert und allmählich im Laufe der Zeiten zu Versteinerungen, die tief im Gestein drinstecken.

Im Jahre 1830 veröffentlichte Lyell den ersten Band seines Werkes über die „Grundlagen der Geologie“. Zwei weitere Bände folgten 1832 und 1833. Sie enthielten überzeugende Beweise seiner Theorien über das Alter der Erde und ihre Wandlungen im Laufe der Zeiten. Seine Bücher wurden sofort ein großer Erfolg und Lyell ein berühmter

Mann. Sein Werk war von nun ab die sichere Grundlage einer neuen Wissenschaft, der Geologie.

Im Jahre 1841 wurde er nach Boston in die USA eingeladen, um dort Vorlesungen zu halten.

Da er nun einmal in Amerika war, besuchte er auch die Niagara-Fälle. Dort errechnete er, mit welcher Geschwindigkeit das strömende Wasser die gewaltigen Felswände abbaute. Er reiste an den Mississippi und errechnete, wieviel Schlamm der „Vater der Ströme“ jährlich in das Delta, sein Mündungsgebiet am Golf von Mexiko, transportierte.

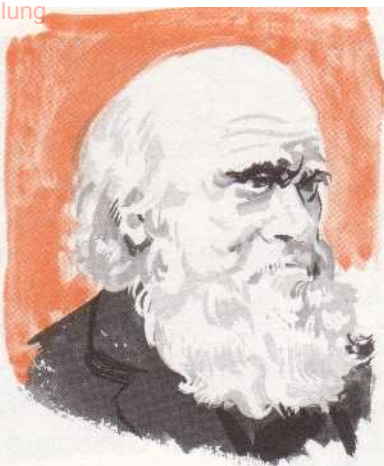
Im Jahre 1848 wurde Lyell von der englischen Königin Viktoria in den Adelsstand erhoben, erhielt den Titel „Sir“ und später noch den eines Baronets.

Lyells Werke über die Grundlagen der Geologie hatten große Bedeutung für einen anderen Naturforscher: Charles Darwin. Er schloß von der Entwicklung der Erde auf eine Entwicklung auch der Lebewesen: Wenn sich die Erdoberfläche in langen Zeiträumen so sehr verändern konnte, dann war vielleicht auch das Menschengeschlecht Veränderungen unterworfen, hatte es eine Entwicklung erlebt. Nachdem er seine berühmte Theorie von der Evolution, der allmählichen Veränderung und Entwicklung der Lebewesen veröffentlicht hatte, wurde er von Lyell begeistert unterstützt.

Eine Zeitlang stellte er sogar seine Geologie zurück, um ein Buch mit dem Titel „Die Vergangenheit des Menschengeschlechts“ zu schreiben, in dem er alle Argumente zusammenstellte, die dafür sprachen, daß der lebende Mensch vor Millionen von Jahren sich ganz wesentlich vom heute lebenden Menschen unterschieden habe. Sein bleibender Ruhm aber beruhte auf seinen geologischen Forschungen, auf die die moderne Geologie sich gründet.







# Charles Darwin

(1809—1882)

Was bedeutet „Überleben der Tüchtigsten“?

An einem kalten, windigen Tage im Dezember des Jahres 1831 verließ ein altes Segelschiff, die „Beagle“, den englischen Hafen Portsmouth. An Bord befand sich in einer winzigen Kabine ein zweiundzwanzigjähriger Student namens Charles Darwin. Die „Beagle“ lief im Auftrage der britischen Regierung zu einer auf fünf Jahre berechneten wissenschaftlichen Expedition aus, mit der Aufgabe, die Küsten und Inseln Südamerikas, Australiens und Neuseelands zu vermessen und neue genaue Seekarten herzustellen. Charles Darwin fuhr als unbezahlter Assistent mit. Er wollte die Pflanzen und Tiere der Gebiete, die sie anlaufen würden, studieren. Das Leben an Bord des überfüllten Segelschiffes war sehr hart, das Essen schrecklich. Darwin war fast ständig seekrank. Richtig wohl fühlte er sich nur, wenn die „Beagle“ irgendwo anlegte und er an Land gehen konnte, um Musterexemplare von Pflanzen, Steinen, Insekten und Kleintieren zu sammeln. Da die „Beagle“ an Bord keinen Platz dafür hatte, mußte er diese in Kisten und Körbe verpacken und nach England zurückschicken.

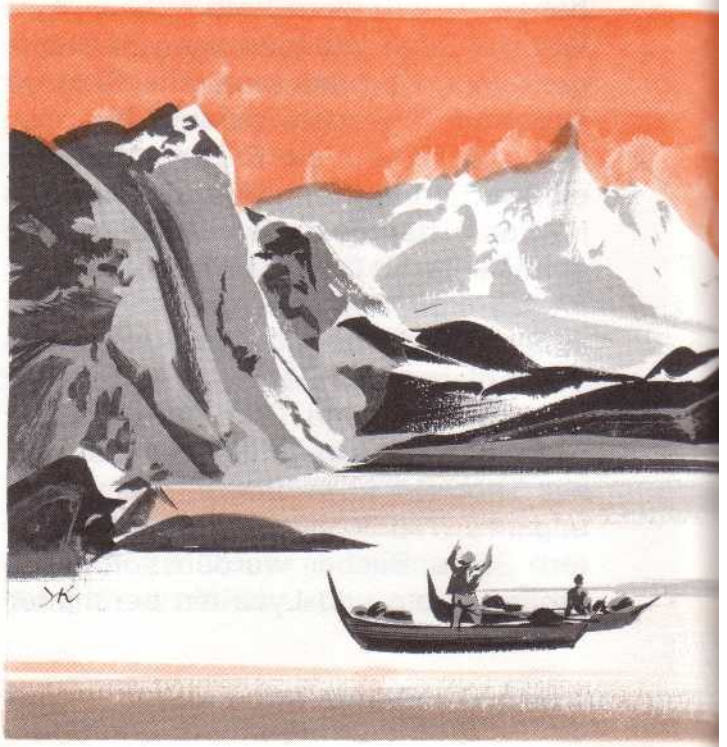
Seine Gesundheit war ständig angegriffen wegen der miserablen Verhältnisse an Bord der „Beagle“, aber er bereute nie, an dieser Reise teilgenommen zu haben.

Charles Darwins Lebenswerk, sein Buch über den Ursprung und die Entwicklung der Lebewesen, wurde zur größten Sensation des 19. Jahrhun-

derts und stellte die biologische Wissenschaft auf völlig neue Grundlagen. Sie hat auch heute noch nichts von ihrer Bedeutung verloren.

Zu Darwins Zeit glaubte man allgemein, daß die Erde mit allem, was darauf lebte, erst vor einigen tausend Jahren erschaffen worden sei. Ebenso hielt man es auch für selbstverständlich, daß sich seit dem Schöpfungstage nichts wesentliches verändert habe.

Doch gab es schon einige Wissenschaftler, die diese „Spezielle Schöpfungstheorie“ für falsch hielten. Charles Lyell, der berühmte Geologe, war einer von ihnen; ein anderer der bekannte französische Biologe Lamarck. Am Anfang, so behaupteten sie, hätten nur einige wenige einfache Formen lebender Wesen existiert, und alle heute lebenden Pflanzen und Tiere stammten von ihnen ab. Im Laufe der undenkbar langen Zeiträume seien sie durch erbli-





che Änderungen und Entwicklungen entstanden. Diesen Vorgang nannten sie „Evolution“, Entwicklung. Charles Darwin war von dieser Theorie beeindruckt. Aber als echter Wissenschaftler konnte er nicht eine Theorie anerkennen, die nicht auf Beweisen aufgebaut war. Und so sammelte er die fehlenden Beweise, 23 Jahre lang. Er studierte Tausende von Pflanzen und Tieren, die er während seiner langen Seereise gesammelt hatte. Wäre es denkbar, daß eine solche endlose Vielfalt von Gestalten und Formen seit dem Schöpfungstage auf der Erde lebte? Warum fand man diese nur in kaltem, jene nur in warmem Klima? Und dann waren da noch die Fossilien, die er ausgegraben oder gefunden hatte, Skelette und Abdrücke seltener Pflanzen und Tiergestalten, die vor Jahrtausenden einmal gelebt haben mußten. Warum lebte heute nichts mehr, das ihnen ähnlich war?

Diese und noch andere Fragen verursachten Darwin Kopfzerbrechen. Darum studierte er die Experimente, die andere vor ihm gemacht hatten, trug alle erreichbaren Informationen über Pflanzen und Tiere zusammen – wo sie

lebten, wie sie sich vermehrten, wie sie sich den Klimazonen und ihren verschiedenen Lebensbedingungen anpaßten. Viele Experimente stellte er auch selber an, züchtete Pinguine, Eidechsen und Bienen.

Er fand, daß gelegentlich einzelne Tiere oder Pflanzen von ihren Artgenossen in dieser oder jener Eigenschaft abwichen und daß man diese Abweichungen durch Auswahl der Zuchttiere festigen und zu einer besonderen Rasse weiterführen konnte. Ähnliche Abweichungen, so vermutete er, könnten auch in der Natur vorkommen und zur Bildung neuer Rassen führen.

1859 war Darwin überzeugt, genügend Beweise für die Evolutionstheorie beigebracht zu haben. Er stellte sie in einem Buch zusammen, unter dem Titel: „Der Ursprung der Arten durch natürliche Auslese“.

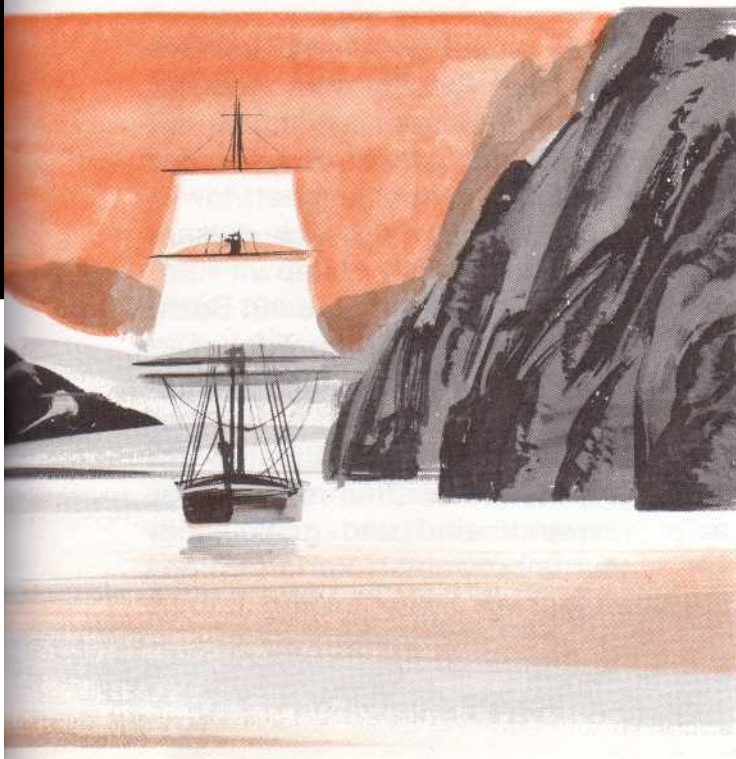
Um es kurz darzustellen, Darwin behauptete in seinem Buch, daß es keine spezielle Schöpfung gegeben habe. Pflanzen, Tiere und Menschen stammten von Vorfahren ab, die ihnen um so weniger glichen oder ähnelten, je weiter sie von der Gegenwart entfernt waren. Durch Millionen von Jahren hatten sich immer aufs neue von vorhandenen Lebewesen Abarten gebildet, aus denen sich in unendlich langen Zeiträumen neue Rassen entwickelten und die alten Formen verdrängten.

Ähnliches hatten zwar schon andere vor ihm behauptet. Aber nun wurden zum ersten Male Tatsachen beigebracht. Darwins Buch wurde all jenen ein Ärgernis, denen die biblische Schöpfungsgeschichte und die Theorie der speziellen göttlichen Schöpfung als unantastbarer Glaubenssatz galt. Dazu kam noch eine These, die vielleicht noch größeres Ärgernis gab: die These vom „Überleben der Tauglichsten“.

*Die „Beagle“ bei Tierra del Fuego (Feuerland) an der Südspitze Südamerikas. Darwins Berichte über die urtümliche Lebensweise der Eingeborenen waren höchst interessant.*



Fossiler Pflanzenabdruck in Stein





Darwin bewies darin, daß alle Lebewesen viel mehr Nachkommenschaft erzeugen, als die Natur ernähren kann. Als Beispiel möge die Nachkommenschaft eines Elefantenpaares dienen, die unter normalen Verhältnissen in 750 Jahren sich auf 19 Millionen Elefanten belaufen würde! Ein anderes Beispiel: ein Bakterium kann an einem einzigen Tage sich auf eine Million Bakterien vermehren, und diese eine Million des ersten Tages würde auf Billionen am zweiten Tage anwachsen. Wenn sie alle am Leben blieben, würde bald alles andere Leben von ihnen erstickt.

Weiter stellte Darwin fest, daß es weder genug Nahrung noch genügend Wasser gibt, um alles am Leben zu erhalten, was zur Welt kommt. Die Natur beschränkt selbst die Zahl der Lebewesen jeder Art, indem sie sie durch Krankheit, Hungersnot, Stürme, Unfälle und natürliche Feinde angreifen und vernichten läßt, so daß nur die Kräftigsten, Tüchtigsten und Anpassungsfähigsten überleben können. Diejenigen, die überleben, zeichnen sich durch irgendeinen Vorzug aus. Vielleicht haben sie bessere Augen, schnellere Bei-

schriftweise bessere Anpassung im Gange. So sind z. B. vor Millionen von Jahren die Zehennägel der Vorfahren unserer Pferde zu Hufen geworden. Einige Fische entwickelten neue Atmungsorgane, die es ihnen ermöglichten, auch außerhalb des Wassers zu atmen: sie erwarben weitere neue Eigenschaften und wurden Vorfahren unserer Molche und Frösche. Auch die Kriechtiere – Eidechsen, Krokodile, Schlangen – haben fischartige Vorfahren.

Einen solchen Aufruhr hatte es nicht mehr gegeben seit Galileis Erklärung, daß die Erde sich um die Sonne drehe.



*Darwin entdeckte, daß manche Tiere verblüffende Ähnlichkeit aufweisen mit anderen Tieren, die von ihren Feinden gefürchtet und gemieden werden.*

*Der Caligo-Falter schreckt seine Feinde durch Augenflecken unter den Flügeln, die an die Augen einer Eule erinnern.*

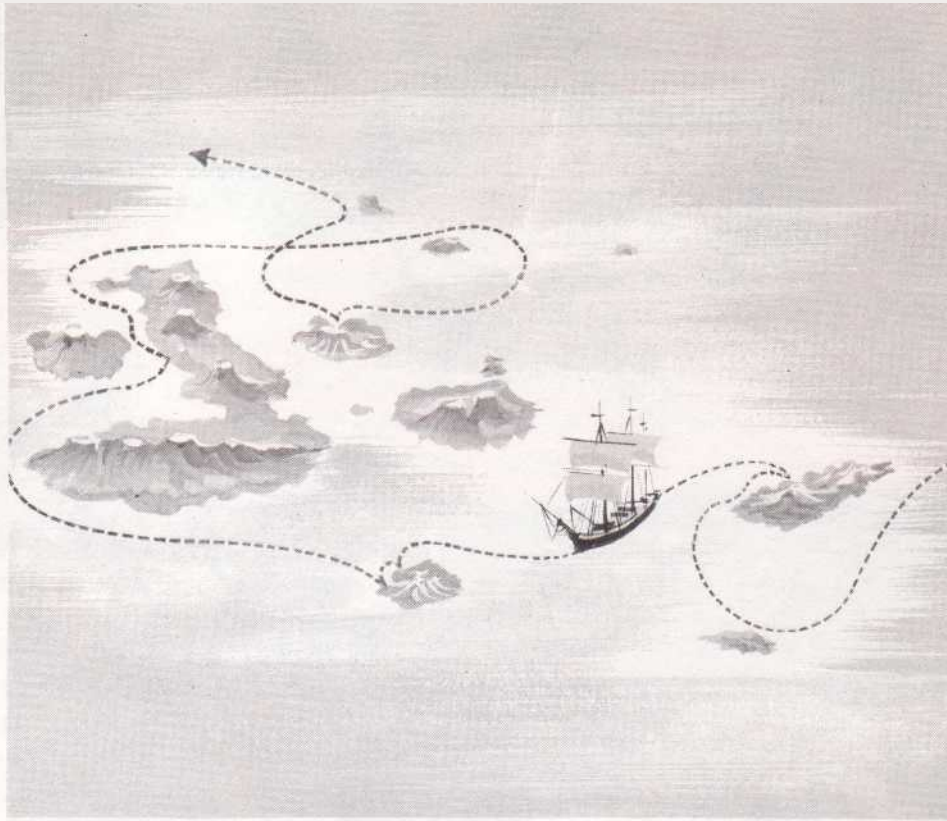


ne oder schärfere Zähne. Diese Vorzüge vererben sie ihren Nachkommen, und so ist ständig eine langsame,

Während die einen Darwin für ein Genie hielten und ihn für den „Newton der Biologie“ erklärten, nannten ihn die anderen einen großen Sünder, der Gottes Wort in der Bibel leugnet.

Darwin war so klug, sich aus diesem Streit herauszuhalten. Er blieb im Hause und arbeitete an einem neuen Buch. Dieses neue Buch mit dem Titel „Die Abstammung des Menschen“ erregte zwölf Jahre später die Welt aufs neue. Diesmal stellte Darwin fest, daß Menschen und Menschenaffen miteinander nahe verwandt sind und gemeinsam von einem unbekannten Vorfahren abstammen, der vor Millionen von Jahren





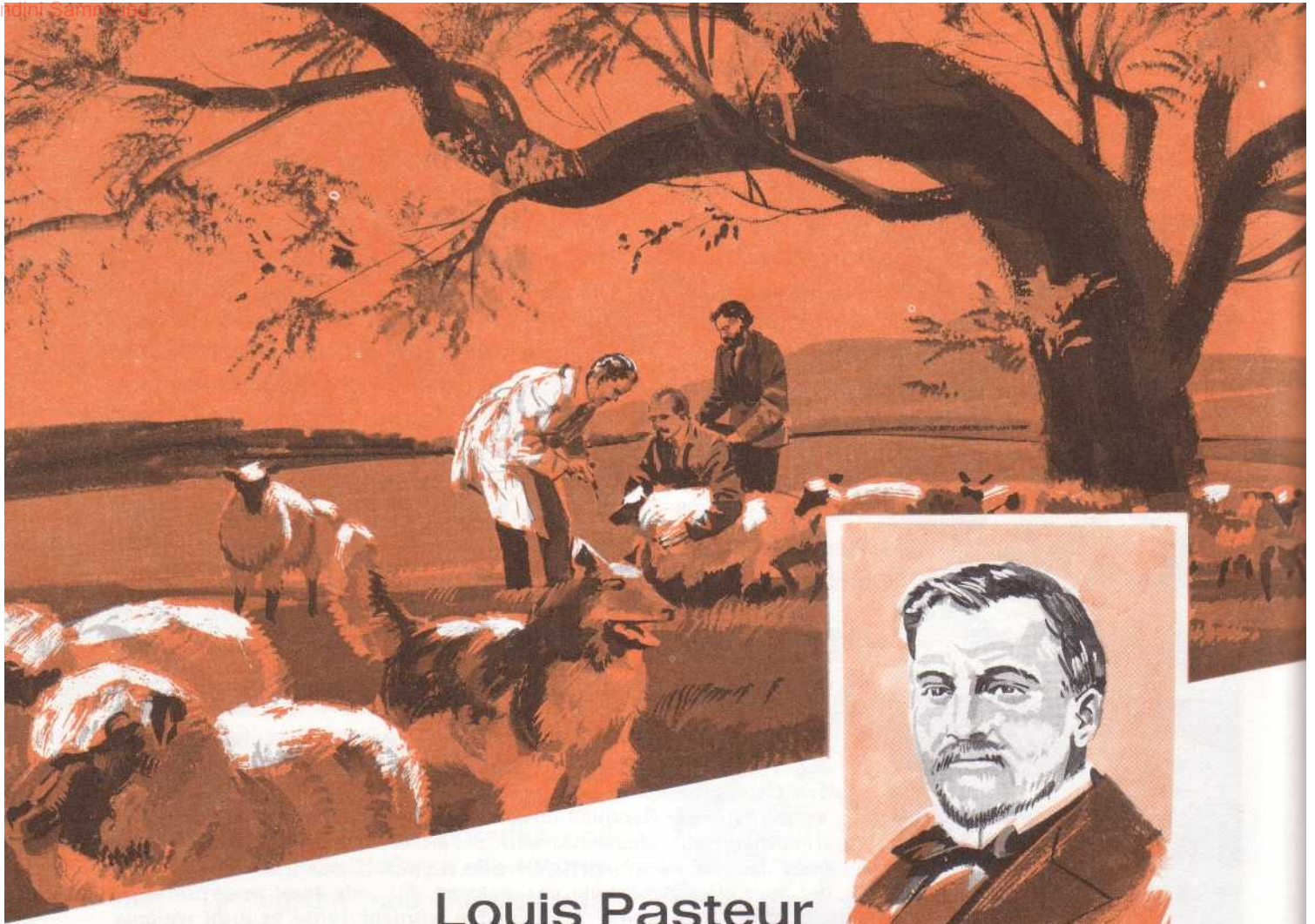
*Darwins Theorien waren auf breit angelegte Untersuchungen gegründet. Während der Beagle-Expedition verbrachte er fünf Wochen auf den Galapagos-Inseln vor der Küste Südamerikas. Er stellte fest, inwieweit sich die Reptilien dieser Inseln glichen. Sie zeigten alle große Ähnlichkeit mit südamerikanischen Formen, waren aber von Insel zu Insel deutlich verschieden. Wäre es da nicht Unsinn, mit der Theorie der speziellen Schöpfung anzunehmen, für jede Insel seien die dort lebenden Tiere besonders erschaffen worden? Wäre es nicht weitaus logischer und verständlicher, so meinte er, die von ihm beobachteten Tiergruppen als Abkömmlinge festländischer Arten anzusehen, die sich in verschiedenen Richtungen weiterentwickelt hatten, nachdem sie auf den Inseln mit unterschiedlichen Lebensbedingungen isoliert worden waren?*

auf der Erde lebte, als es weder Menschen noch Menschenaffen gab. Wieder einmal gab es wilde Proteste und unsinnige Beschuldigungen, in Europa sowohl wie in Amerika. Mancherorts wurden seine Bücher verboten. Der Streit wütete über Jahrzehnte, und noch 1925 wurden in Amerika Menschen beschimpft und sogar eingesperrt, weil sie „Darwinismus“ gelehrt hatten.

Obwohl die Evolutionstheorie unter Wissenschaftlern nicht mehr bestritten wird, gibt es doch noch verschiedene Ansichten über Darwins Erklärungen dafür. Seine Theorie der „natürlichen

Auslese“ wird nicht von allen Wissenschaftlern anerkannt. Die Biologen unserer Zeit ergänzen und berichtigen sie ständig, und mehrere neue Theorien sind entworfen worden. Aber trotz der unterschiedlichen Beurteilung seiner Werke gilt Darwin überall als einer der hervorragendsten Wissenschaftler. Wenn auch viele durch die Evolutionstheorie aufgeworfene Fragen noch nicht geklärt werden konnten, hat Darwin doch der Wissenschaft einen unschätzbaren Dienst erwiesen, als er die Biologie den theologischen Glaubenssätzen entriß und sie auf eine feste wissenschaftliche Grundlage stellte.





## Louis Pasteur

(1822—1895)

Wie wurde der Sohn eines Soldaten Napoleons einer der gefeiertsten Wissenschaftler Frankreichs?

Im Jahre 1885 brachte eines Tages eine verzweifelte Mutter ihren neunjährigen Sohn in das Laboratorium des berühmten französischen Chemikers Pasteur. Zwei Tage vorher war der Junge von einem tollwutkranken Hund gebissen worden. Im Speichel eines tollwutkranken Tieres leben winzige Krankheitserreger, die man Viren nennt.

Durch den Hundebiß werden diese Viren auf den Gebissenen übertragen und rufen eine tödliche Erkrankung hervor, die Wutkrankheit oder Hydrophobie. Der kleine Junge hätte langsam eines qualvollen Todes sterben müssen, wenn nicht etwas gegen den

Ausbruch der Krankheit getan werden konnte.

Louis Pasteur überlegte. Vielleicht gab es noch einen Weg, ihn zu retten! Lange Jahre hatte Pasteur versucht herauszufinden, wie man dem Ausbruch der Wutkrankheit vorbeugen könnte. Auf diese heimtückische Krankheit hatte er einen besonderen Haß, seit er als Knabe erlebt hatte, wie acht Menschen aus seinem Dorf, die von einem wutkranken Wolf gebissen worden waren, einen qualvollen Tod erlitten hatten.

Er versuchte tausenderlei Experimente, darunter manche sehr gefährliche, weil er mit wutkranken Tieren arbeiten mußte, die ihn leicht hätten infizieren können. Nach langen Versuchen mit





*Trotz Hohn und Zweifel seitens seiner Kollegen führte Pasteur seine Impfungen an Schafen durch und rettete damit viele Tiere vor dem Milzbrand.*

Tieren fand er eine Methode, der Erkrankung vorzubeugen. Er schwächte Viren durch eine besondere Behandlung ab und stellte damit eine flüssige Lösung her, die er Vakzine nannte. Diese Flüssigkeit impfte er gesunden Hunden ein. In vielen Versuchen gelang es ihm, Impfstoffe zu gewinnen, mit denen er die Tollwut heilen und Tiere gegen sie immun machen konnte.

Aber Pasteur hatte sie nie an einem Menschen erprobt. Sollte er es wagen, den armen Jungen mit dem Impfstoff Vakzine zu impfen? Er könnte daran sterben! Ohne Impfung würde der Junge aber auch mit Sicherheit sterben müssen. Pasteur zögerte nicht länger: mit der Impfung gab es eine Chance der Rettung, ohne Impfung keine. Zehn Tage lang impfte er dem Jungen täglich stärkere Gaben der Vakzine ein. Und die Hoffnung trog nicht, die Impfung wirkte. Der Junge war gerettet, die Menschheit um eine wunderbare Medizin reicher. In Zukunft würde man der tückischen Krankheit entgegentreten können. Dies war nicht die erste wissenschaftliche Entdeckung, die Pasteur gemacht hatte. In dreißig Jahren hatte er eine ganze Reihe erstaunlicher Erkenntnisse hervorgebracht, durch die er schon zum berühmtesten Wissenschaftler Frankreichs geworden war.

Louis Pasteur wurde 1822 geboren. Er war der Sohn eines Berufssoldaten aus der Armee Napoleons. Als Schüler war er keineswegs hervorragend, aber er besaß zwei Eigenschaften, ohne die es keine wissenschaftlichen Erfolge gibt: Wißbegierde und Geduld.

Nachdem er seine Prüfung bestanden hatte, ging er in ein chemisches Laboratorium, um dort chemische Kristalle zu studieren. Er machte einige bedeu-

tende Entdeckungen und erwarb sich einen sehr guten Ruf als Chemiker. 1849 wurde ihm das Lehramt für Physik am Gymnasium zu Dijon übertragen, und ein Jahr später wurde er zum Professor für Chemie an der Universität Straßburg ernannt. Zufällig hatte der Rektor der Universität eine schöne, dunkelhaarige Tochter mit Namen Marie. Und – schon eine Woche, nachdem er sie zum ersten Male gesehen hatte, fragte Louis Pasteur sie, ob sie seine Frau werden wolle. Sie gab ihm einen Korb. Aber Pasteur war nicht nur als Wissenschaftler beharrlich, er war es auch als Freier. Und nach einem Jahr wurde Marie doch seine Braut.

Der junge Chemieprofessor begann sich mehr und mehr für die Biologie zu interessieren.

Eines Tages erschien eine Gruppe von Weinhändlern bei ihm. Sie fragten ihn, ob er nicht feststellen könnte, warum in einigen ihrer Weinfässer der Wein jedes Jahr sauer wurde.

Stundenlang beobachtete Pasteur nun Weintröpfchen durch das Mikroskop und entdeckte, daß winzige Bakterien den ganzen Ärger verursachten. Dann fand er heraus, daß diese Bakterien im Wein abgetötet wurden, wenn man ihn 20–30 Minuten lang auf 78 Grad Celsius erhitzte. Dabei kochte der Wein noch lange nicht, und der Geschmack wurde nicht beeinträchtigt. Später wandte er dies Verfahren auch bei Milch an, um sie vor Säuerung zu schützen. So behandelte Milch wird heute als „pasteurisierte Milch“ bezeichnet.

Eines Tages ging es Pasteur auf, daß diese winzigen Organismen, die er in der Nahrung und in Flüssigkeiten entdeckt hatte, vielleicht auch im Blut von Tieren und Menschen sich finden und möglicherweise Krankheiten verursachen könnten. Damals wütete in Frankreich eine Seuche unter dem Geflügel, die Hühnercholera. Geflügelzüchter ba-





ten Pasteur, ihnen zu helfen. Er begann nach Bakterien zu suchen, die möglicherweise Urheber dieser Seuche sein konnten. Tatsächlich entdeckte er sie auch im Blut der erkrankten Tiere. Und nun verfuhr er genauso wie bei der Gewinnung der Tollwut-Vakzine: er stellte eine Bakterienkultur her, schwächte dann die Krankheitserreger ab und impfte sie gesunden Tieren ein. Die geimpften Hühner waren dadurch immun geworden, sie konnten nicht mehr an Cholera erkranken.

Der Gedanke der „Schutzimpfung“ stammte jedoch nicht von Pasteur. Etwa dreißig Jahre bevor Pasteur geboren wurde, hatte ein englischer Arzt, Edward Jenner, als erster einen Jungen erfolgreich gegen die Pocken geimpft. Pasteur hat aber als erster die Bakterien entdeckt, die Hühnercholera verursachen.

Als nächstes versuchte Pasteur, Rinder und Schafe gegen Milzbrand zu impfen. War diese Krankheit bereits ausgebrochen, konnte er die Tiere nicht mehr heilen. Aber er konnte sie vorher immunisieren. Er impfte also Schafe mit abgeschwächten Milzbrandbakterien. Tatsächlich bekamen die Tiere eine echte Milzbranderkrankung, aber sie verlief so leicht, daß sie kaum erkennbar war. Danach waren sie gegen jede

weitere Ansteckung immun. Pasteur zog nun mit seinen Gehilfen monatelang durch das Land und impfte tausende von Schafen. So leistete er der französischen Viehwirtschaft und der Schafzucht einen großen Dienst. Nach seinem großen Erfolg bei der Impfung von Tieren gegen seuchenhafte Erkrankungen bemühte er sich, Impfstoffe gegen ansteckende menschliche Krankheiten zu finden. Das hatte ihn auf die Experimente mit wutkranken Hunden gebracht. Er hatte einen Impfstoff gegen die Tollwut oder „Hydrophobie“ gesucht, und zwar mit Erfolg, wie wir bereits wissen. Louis Pasteur empfing alle Ehren und Auszeichnungen, die das dankbare Frankreich zu vergeben hatte. Ihm zu Ehren errichtete man das Pasteur-Institut in Paris.

Ruhm und Ehrungen änderten ihn jedoch nicht. Er blieb seiner selbstgestellten Aufgabe treu, Leiden zu verhindern dadurch, daß Krankheiten vorgebeugt wurde. Er setzte seine Experimente fort, bis seine Kräfte nachließen und die Schwäche des Alters ihn ans Bett fesselte.

1895 starb Louis Pasteur, fast 73 Jahre alt. Der große Forscher hatte seinen Wunsch, „zu dem Fortschritt und den Gütern der Menschheit beizutragen“, wahrhaft erfüllt.



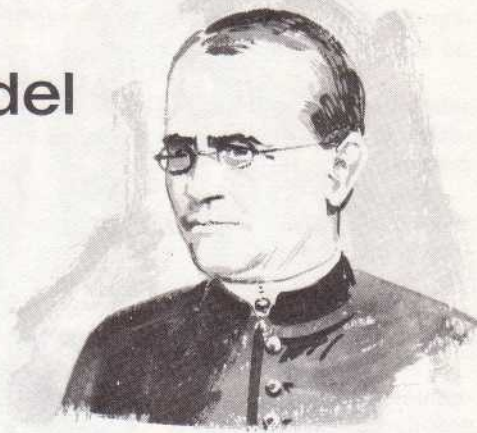
*Der von einem tollwütigen Hund gebissene kleine Junge wird zu Louis Pasteur gebracht.*



# Johann Gregor Mendel

(1822—1884)

Wie legte er die Grundlage  
für die moderne  
Vererbungslehre?



Ein freundlicher, wohlbeleibter Mönch namens Johann Gregor Mendel war es, der zuerst sich nach wissenschaftlichen Grundsätzen mit der Vererbung befaßte. Er war der erste, der zur Erklärung der Vererbung Gesetze aufstellte. Mit diesen Gesetzen entstand eine neue Wissenschaft, die Wissenschaft der Genetik. Bis dahin hatte niemand Genaues darüber gewußt, auf welche Weise Menschen blaue Augen, eine lange Nase oder zierliche Füße ererbten. Merkwürdigerweise war es ein Beet mit blühenden Erbsen, dem „Bruder Gregor“ die erste Anregung verdankte, den Geheimnissen der Vererbung nachzugehen.

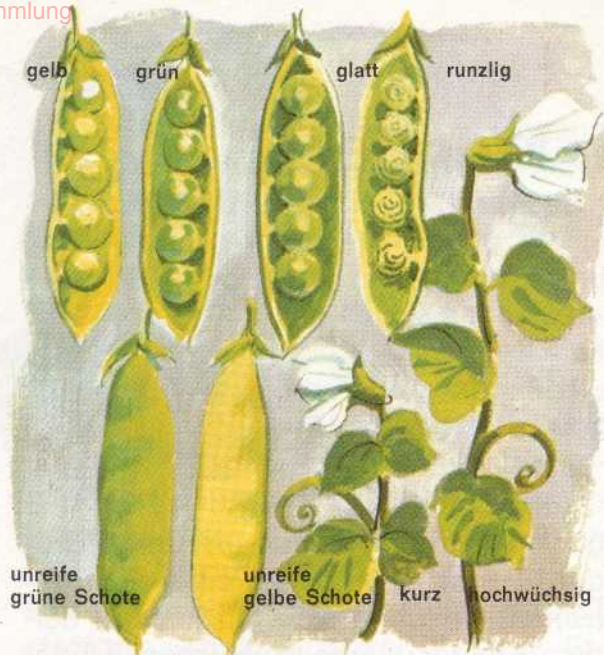
Mendels Vater war ein armer Bauer und Gärtner im Sudetenland, einem Lande, das heute einen Teil der Tschechoslowakei bildet. Der kleine Johann hatte auch zu Hause schon immer gern im Garten geholfen und Blumen besonders geliebt. Schon damals war ihm vieles als merkwürdig erschienen, was anderen keine Frage wert war: „Woher haben die Blumen ihre verschiedenen Farben und Formen?“ „Warum hat dieser Apfelbaum nur rote Äpfel und der andere gelbe?“

Damals gab es übrigens niemanden, der darauf eine Antwort hätte geben können. Die Familie Mendel war sehr arm, und man mußte sich sehr einschränken und lange sparen, damit der kluge Junge vier Jahre lang eine höhere Schule besuchen konnte. Mit einundzwanzig Jahren trat Johann Mendel in das Augustinus-Kloster zu Brunn ein und nahm den geistlichen Namen Gre-

gor an, den er von nun an führte. Bruder Gregor hatte eine weise Wahl getroffen. Er fühlte sich glücklich in seinem Kloster. Seine geistlichen Brüder waren freundliche, kluge Leute, die es liebten, über alles Mögliche, von der Religion bis zur Literatur, Kunst und Wissenschaft, lebhaft Diskussionen zu führen. Es gab auch einen schönen, wohlbestellten Garten, und da Bruder Gregor die Gärtnerarbeit liebte, wurde er in seine Obhut gegeben. Dabei setzte er auch sein Studium der Theologie fort und wurde 1847 zum Priester geweiht.

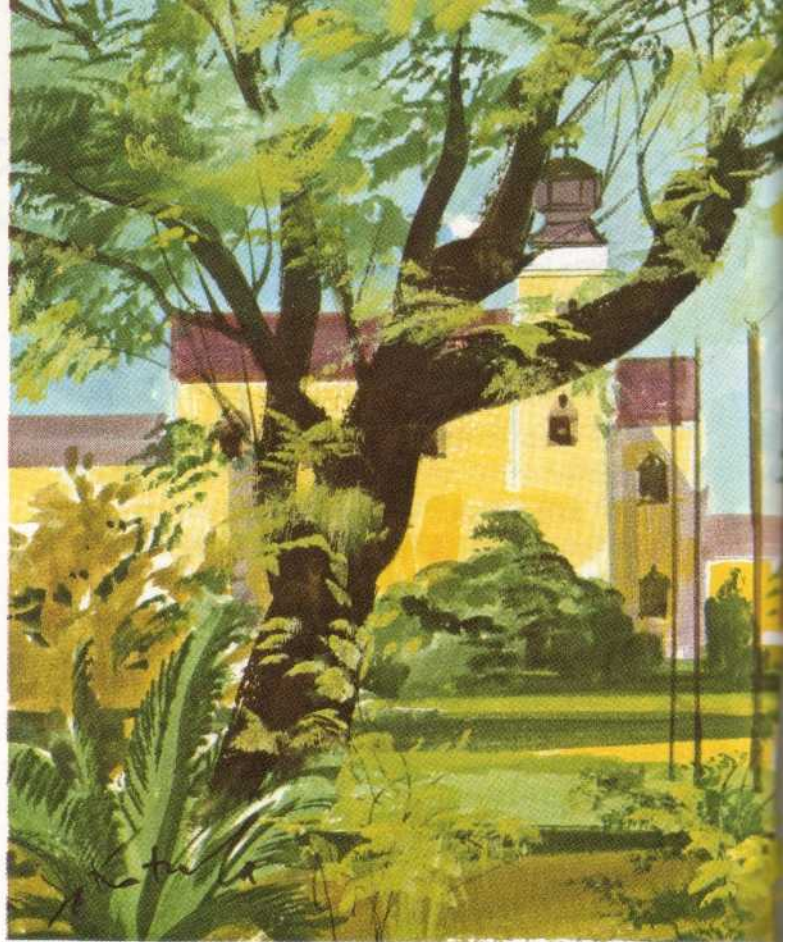
Da sich Bruder Gregor für die Naturwissenschaften interessierte, schickten ihn seine Oberen für zwei Jahre an die Universität von Wien, damit er dort Physik studiere. Nach seiner Rückkehr wurde er Physiklehrer an der Oberrealschule in Brunn, der Hauptstadt der Landschaft Mähren. Sein Lehramt ließ sich gut mit seinen Klosterpflichten vereinbaren. Er lebte auch weiterhin bei seinen Klosterbrüdern und kümmerte sich täglich um seinen Garten. Dort ging es ihm ähnlich wie einst im Garten seines Vaters, er begann Fragen zu stellen. Warum z. B. waren manche Erbsen glatt, andere wieder runzlig? Wie konnte er es erreichen, daß er nur glatte Erbsen erntete? Manchmal fand er, wenn er Samen zur Aussaat von rotblühenden Pflanzen genommen hatte, unter der Nachzucht auch solche mit weißen Blüten. Wie kam das? Endlich





Bei seinen Kreuzungsversuchen mit Erbsenpflanzen entdeckte Mendel, daß bei Pflanzen mit einem unterschiedlichen Merkmal die eine Ausprägung dominant, die andere rezessiv ist.

Der Klostergarten wurde dem Bruder Gregor zur Betreuung überlassen, weil er gerne im Garten arbeitete.



brachte ihn die Wißbegierde dahin, solchen Fragen durch überlegte wissenschaftliche Experimente nachzuspüren. Er wollte nicht mehr nur vermuten, sondern genau beobachten und alle Beobachtungen schriftlich festhalten. Zum Gegenstand seiner Experimente wählte er Erbsen, weil er bei diesen einjährigen Pflanzen in jedem Jahre eine neue Generation, in wenigen Jahren also mehrere Generationen beobachten konnte. In den acht Jahren von 1856 bis 1864 zog er mehr als 10 000 Erbsenpflanzen auf.

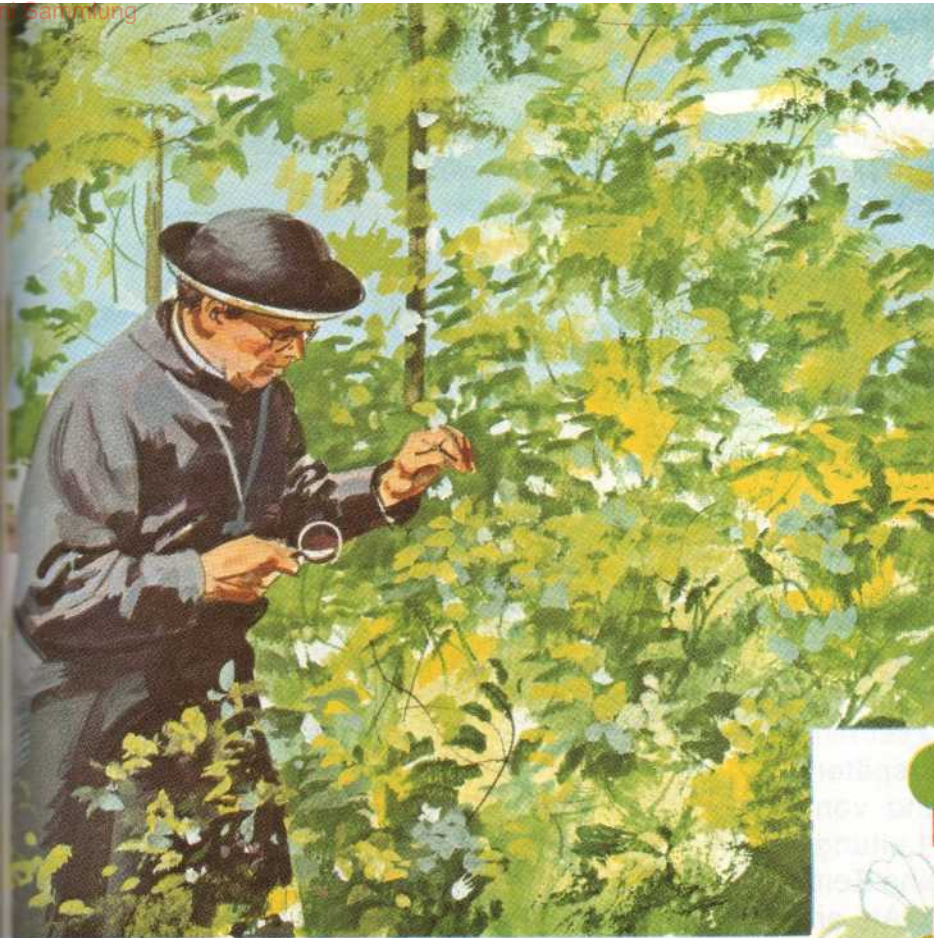
Er fragte sich z. B., ob die Nachkommenschaft („die Kinder“) einer hoch- und einer kurzwüchsigen Erbse hoch- oder kurzwüchsig ausfallen würde.

Um gewiß zu sein, daß auch wirklich nur diese beiden Pflanzen Eltern der Samen sein würden, nahm er mit einem Pinsel etwas von dem goldgelben Blütenstaub oder „Pollen“ von einer hochwüchsigen Pflanze und brachte ihn auf

die Narbe des Fruchtknotens einer kurzwüchsigen Pflanze. Die daraus erwachsenen Samen säte er im nächsten Jahr aus, und sie erbrachten lauter hochwüchsige Pflanzen. Mendel erkannte: die Eigenschaften der Hochwüchsigkeit ist „dominant“, sie setzt sich bei allen „Kindern“ dieses ungleichen Paares durch.

Diese hochwüchsige Nachkommenschaft brachte nun ihrerseits Samen, die aus der regellosen Befruchtung untereinander durch Insekten hervorgegangen waren. Als Gregor Mendel sie im folgenden Jahre aussäte, zeigte sich, daß unter den Pflanzen dieser 2. Generation wieder kurzwüchsige sich fanden, und zwar auf etwa drei hochwüchsige eine kurzwüchsige. Diese mußten ihre Kurzwüchsigkeit von der „Großmutter“ ererbt haben. Diese Eigenschaft mußte also von der 1. Generation, den nur hochwüchsigen „Kindern“, an die „Enkel“ weitergegeben



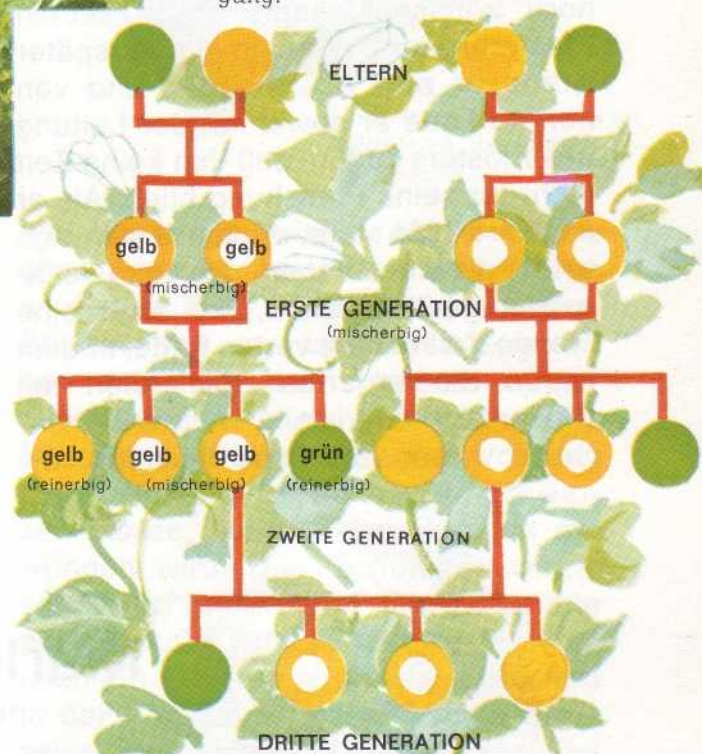


Bruder Gregor entwickelte die später nach ihm benannten Mendelschen Vererbungslehren. Mit seinen Experimenten bewies er, daß

1. Einzelne Merkmale, wie die Farbe der Samenkörner oder die Größe der Pflanzen (bei Erbsen) von einer Generation an die nächste weitergegeben werden.
2. Wenn zwei Pflanzen mit verschiedener Ausprägung eines Merkmals miteinander gekreuzt werden, bekommen die „Kinder“ die Ausprägungen beider Elternteile mit. Eine der Ausprägungen ist dominant, die andere rezessiv.
3. Werden diese Nachkommen untereinander gekreuzt, treten die ursprünglichen Ausprägungen im Verhältnis 3:1 wieder auf. Das bedeutet, daß die 1 die reine rezessive Ausprägung zeigt, während die 3 äußerlich die dominante Ausprägung aufweisen; es ist jedoch nur eine davon rein dominant, die anderen beiden sind gemischterbig mit dominanter Ausprägung.

worden, also auch, äußerlich unsichtbar, vorhanden gewesen sein. Diese „unterdrückte“ oder „versteckte“ Eigenschaft nannte Mendel „rezessiv“. In der gleichen Weise kreuzte Gregor Mendel gelbkörnige Erbsen mit grünkörnigen und fand, daß alle „Kinder“ der ungleichartigen Eltern generation gelbe Samen erbrachten, während in der 2. Generation, unter den „Enkeln“ also, drei Viertel aller Samen gelb, ein Viertel aber wieder grün ausfielen. Gelb war also grün gegenüber die dominante Anlage, grün dagegen rezessiv. Diese Experimente führte er mehr als hundertmal durch und fand jedesmal das gleiche Ergebnis.

Nach acht Jahren sorgfältiger, geduldiger Arbeit war er seiner Sache sicher: die Vererbung besonderer Eigenschaften bei Pflanzen folgt gewissen festen, unveränderlichen Gesetzen. Es lag nahe, anzunehmen, daß die Vererbung auch bei Tieren und selbst beim Men-



schen nach den gleichen Regeln sich vollzog; aber mit den letzteren konnte man natürlich nicht experimentieren. Johann Gregor Mendel hielt nun die Zeit für gekommen, seine neuen Theorien der wissenschaftlichen Welt vorzulegen. Im Jahre 1865 arbeitete er einen Bericht aus und las ihn auf einer Zusammenkunft der Brünner wissenschaftlichen Gesellschaft vor. Aber kei-



ner der Zuhörer schien die Bedeutung seiner Forschungen zu verstehen. Man spendete höflich Beifall und vergaß bald, was man gehört hatte.

Einige Wochen später trug er seinen Bericht einer anderen Versammlung vor, aber wieder schien sich niemand dafür zu interessieren.

Der Bericht wurde gedruckt in einer kleinen wissenschaftlichen Zeitschrift, die aber bald ungelesen, ohne Würdigung in den Regalen der Büchereien verstaubte.

Gregor Mendel war enttäuscht. Aber er besaß ein fröhliches Gemüt und ließ sich nicht entmutigen. „Meine Zeit wird noch kommen“, sagte er zu seinen Klosterbrüdern. Wenige Jahre später wurde er zum Abt gewählt, und von nun an hatte er soviel mit der Leitung des Klosters zu tun, daß ihm keine Zeit mehr für seine Forschung blieb. Als er im Jahre 1884 starb, erinnerte man sich seiner als eines freundlichen und fleißigen Augustinerpaters, der einst eine Menge Zeit unnütz vertan hatte, in dem er im Klostergarten Spielereien mit Erbsenzüchten trieb.

Seine wissenschaftliche Leistung, die

Mendelschen Vererbungsregeln, waren unbekannt geblieben.

Sie wurde sechzehn Jahre später wiederentdeckt. Im Jahre 1900 fanden durch einen Zufall drei europäische Wissenschaftler fast gleichzeitig den verschollenen Bericht, den Johann Gregor Mendel 30 Jahre vorher in der kleinen wissenschaftlichen Zeitschrift veröffentlicht hatte. Jetzt war seine Zeit gekommen. Die drei Entdecker erkannten sofort, wie bedeutend dieser Bericht war, und machten ihn überall bekannt. Bald konnte man nachweisen, daß die Mendelschen Regeln auch für Tiere und Menschen zuträfen. Spätere Experimente ergaben, daß es Ausnahmen gab und daß die Gesetze der Vererbung wesentlich vielfältiger waren, als Mendel hatte ahnen können.

Aus den einfachen Regeln, die Mendel entdeckt hatte, ist heute eine umfangreiche Theorie erwachsen, die für Tier- und Pflanzenzüchter von größter praktischer Bedeutung ist. Mit ihrer Hilfe hat man Weizen, Mais und andere Nutzpflanzen erheblich verbessern, kräftigere und gesündere Kühe und Schafe züchten können.



## Marie Curie

(1867—1934)

Wie brachte ihre rastlose Arbeit ihr zwei Nobelpreise und die erste Professur für eine Frau ein?

Eine der größten und aufregendsten Entdeckungen wurde von einer kleinen, zierlichen Frau gemacht, die in einer

alten Baracke mit schmutzigem Fußboden, gesprungenen Fenstern und undichtem Dach arbeitete.

Es handelt sich um die Geschichte von Marie Curie und ihrer langen, anstrengenden Arbeit, die in der Entdeckung eines wunderbaren neuen Stoffes gipfelte, in der Entdeckung des Radiums. Radium ist ein seltenes metallisches Element, das heute auch benutzt wird





Zufällig hatte Becquerel entdeckt, daß Uranium — und noch stärker Pechblende — photographische Platten selbst durch lichtundurchlässige Verpackung schwärzt. Becquerel erhielt zusammen mit Pierre und Marie Curie den Nobelpreis für Physik für die Entdeckung der Radioaktivität.



Uran-Erz auf einer noch unbelichteten, verpackten Photoplatte

zur Behandlung des Krebses, einer gefürchteten Krankheit. Um die winzige Menge von 1 g Radium zu kaufen, würde man etwa 120 000 DM aufbringen müssen.

Marie Curie war 1867 als Marja Skłodowska in Warschau, der Hauptstadt Polens, geboren worden. Als sie 1895 in ihrem rohen Holzschuppen-„Laboratorium“ zu arbeiten begann, wußten weder sie noch andere etwas vom Radium. Sie war eine junge Chemikerin, die gerade den hervorragenden, aber leider armen französischen Wissenschaftler Pierre Curie geheiratet hatte. Sie hatten eine kleine Wohnung in Paris. Marie arbeitete mit ihrem Mann in seinem Laboratorium. Sie half ihm bei Experimenten mit der Elektrizität.

Ein Forscher-Kollege namens Henri Becquerel hatte kürzlich eine aufregende Entdeckung an dem Metall Uranium gemacht. Er hatte festgestellt, daß es geheimnisvolle unsichtbare Strahlen aussenden mußte. Zufällig hatte er nämlich ein Uraniumstückchen auf einer mit schwarzem Papier umhüllten, noch nicht belichteten Photoplatte liegenlassen. Am nächsten Mor-

gen stellte sich heraus, daß die Platte geschwärzt war, als wenn sie belichtet worden wäre! Offensichtlich mußten Strahlen von dem Uranium ausgegangen sein, die das schwarze Papier durchdrungen hatten.

Becquerel wiederholte den Vorgang mit Pechblende, einer harten, schwarzen Masse, aus der das Uranium gewonnen wird. Die Pechblende wirkte sogar noch stärker auf die Photoplatte ein. Es mußte wohl außer dem Uranium noch ein weiteres strahlendes Element in der Pechblende sein. Er diskutierte seine Hypothese mit den Curies, mit denen er befreundet war. Auch sie fanden das Geheimnis aufregend. Was waren das für seltsame Strahlen, die Gegenstände durchdrangen, durch die normale Lichtstrahlen nicht hindurchgingen?

Marie Curie prüfte alle bekannten Elemente und fand, daß nur Uranium und Thorium diese durchdringende Strahlungsaktivität besaßen, der sie den Namen „Radioaktivität“ gab. Becquerel



glaubte nun, daß die Pechblende noch ein Element enthielt, das stärker radioaktiv war als das Uranium. Marie Curie wollte versuchen, es zu finden.

Pierre Curie lehrte damals an der Schule für Physik, benutzte aber seine ganze Freizeit, um seiner Frau bei ihren Untersuchungen zu helfen.

Der Leiter der Physikschele stellte ihnen einen baufälligen Lagerraum neben dem Schulhof zur Verfügung. Er war feucht und zugig, aber es war der einzige Raum, den sie kostenlos haben konnten, und sie nahmen ihn. Als nächstes mußten sie Pechblende herbeschaffen, aber woher? Sie zu kaufen wäre viel zu teuer gewesen. Da erfuhren sie zufällig, daß die österreichische Regierung Pechblende tonnenweise besaß, die sie für wertlos hielt, weil das Uranium bereits herausgeholt war. Da sie ja nicht Uranium, sondern ein noch unbekanntes neues Element suchten, war dieser „Abfall“ gerade das, was sie brauchten. Sie mußten nur die Transportkosten zahlen, um es zu erwerben. Nun kamen Wagenladungen

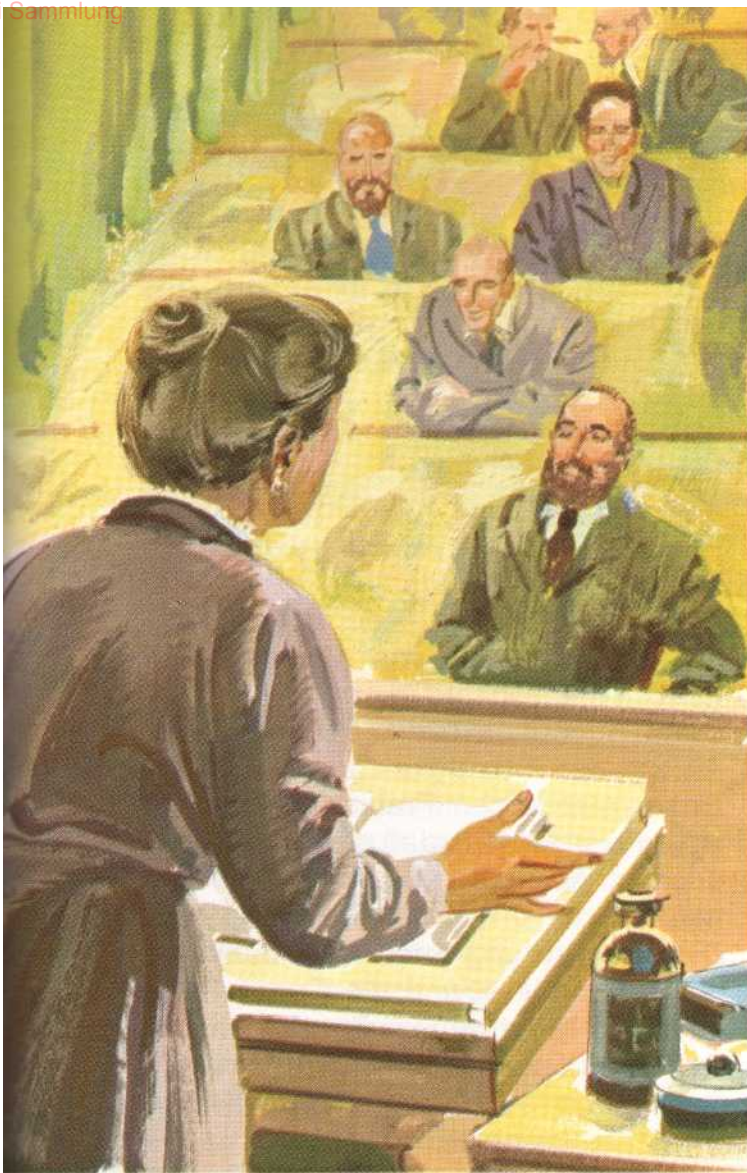
voll von einer schwarzen Masse, die fast wie gewöhnlicher Straßenschmutz aussah.

Diese Rückstände der Uraniumgewinnung mußten nun zuerst einmal gereinigt werden. Marie und Pierre Curie schaufelten die schmutzige Masse in riesige Töpfe, mischten sie mit Chemikalien und erhitzen sie auf einem alten gußeisernen Herd. Dann mußte stundenlang gerührt werden. Stinkende, dunkle Rauchwolken quollen aus den Töpfen, nahmen ihnen fast den Atem und trieben ihnen das Wasser aus den Augen. Wenn die Pechblende lange genug gekocht hatte, mußte sie vorsichtig durch Siebe und Filter gegossen und weiter gereinigt und geprüft werden. Wenige Tröpfchen eines bisher unbekannten Stoffes waren das kostbare Ergebnis ihrer ungeheueren Anstrengung. Sie wurden in sorgfältig verschlossenen Reagenzgläsern aufbewahrt. Im ersten Winter holte sich Marie Curie eine Lungenentzündung und war fast ein viertel Jahr lang sehr krank. Aber sobald sie wieder kräftig genug

*Pierre Curie (1859—1900) versucht zusammen mit seiner Frau in seinem Laboratoriumsschuppen das „strahlende“ Element aus der Pechblende zu isolieren. Für die erfolgreiche Darstellung des Elements Radium erhielt Marie Curie einen zweiten Nobelpreis, diesmal für Chemie.*







Marie Curie war die erste Frau, die an der Sorbonne, der berühmten Universität von Paris, lehrte. Sie begann ihre erste Vorlesung genau an der Stelle, an der Pierre Curie stehen geblieben war.

ein, sondern zwei radioaktive Elemente enthielt.

Marie Curie nannte das erste „Polonium“, nach ihrem Heimatland Polen. Das zweite, weitaus bedeutendere wurde „Radium“ genannt, nach einem lateinischen Wort, das soviel heißt wie „ausstrahlen“. Es hat eine mehr als millionenmal stärkere Strahlung als das Uranium! Mit Becquerel zusammen erhielten die Curies für ihre nach so viel mühseliger Forschungsarbeit gelangene großartige Entdeckung den Nobelpreis – und so konnten sie die Schulden abtragen, die sie für ihre lange Forschungsarbeit hatten aufnehmen müssen.

Obwohl sie nun wußten, daß ein Element Radium existierte, dauerte es noch vier Jahre, bis es endlich gelang, einige Körnchen reiner Radiumsalze zu

war, nahm sie ihre Arbeit an den kochenden Kesseln in dem verräucherten Laboratorium wieder auf. Im Jahre darauf wurde ihre erste Tochter, Irene, geboren; aber schon eine Woche darauf war Marie wieder im Laboratorium an der Arbeit. Glücklicherweise zog damals gerade der Großvater Curie zu ihnen. Gerne versorgte er das Baby, wenn Marie bei ihrer Arbeit war.

1898 gab Pierre Curie sein Lehramt auf und arbeitete acht Jahre lang mit seiner Frau zusammen weiter. Sie hatten sich eine sehr schwere Aufgabe gestellt, aber sie waren entschlossen, sie bis zum Erfolg zu Ende zu führen. Im Juli dieses Jahres konnten sie bekanntgeben, daß die Pechblende nicht nur



Ohne die Curies würde heute die Radiumbehandlung mancher Krankheit wahrscheinlich nicht möglich sein.

gewinnen. Bis dahin hatten die Curies acht Tonnenschmutziger Pechblende geschaufelt, geschmolzen, gekocht und filtriert! Diese Radiumsalze waren winzige weiße Kristalle, die im Dunkeln



leuchteten. Die Curies entdeckten auch, daß es nicht ungefährlich war, damit zu arbeiten. So ein kleiner Kristall konnte noch durch einen geschlossenen Metallbehälter hindurch die Haut verbrennen und eine große Wundstelle verursachen. Beide hatten, nachdem sie kurze Zeit mit den Radiumsalzen gearbeitet hatten, wund, rissige und schmerzende Hände. Die Tatsache, daß Radiumstrahlen lebendiges Körpergewebe abtöten kann, erwies sich als höchst bedeutsame Entdeckung. Ärzte und medizinische Forscher fanden bald heraus, daß man damit Tumore und Gewächse zerstören konnte, die bei der Krebskrankheit auftraten.

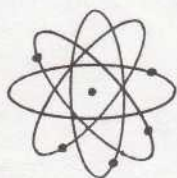
Nun bemühten sich die Curies noch mehr als vorher darum, Radium in reiner Form herzustellen. Aber Pierre Curie sollte diese letzte Vollendung der gemeinsamen Arbeit nicht mehr erleben. Er starb 1906 nach einem Verkehrsunfall. Nachdem sich Marie Curie vom Schmerz dieses schweren Verlustes erholt hatte, wandte sie sich wieder ihrer Forschungsarbeit zu. Das französische Schulamts brach mit allen

Traditionen und bot ihr die Nachfolge ihres Mannes als Professor für Physik an, so daß sie als erste Frau in Frankreich eine solche Stellung erhielt. Zwei Jahre später gelang es ihr endlich, insgesamt ein Gramm reinen Radiums herzustellen. Nun hatte sie ihr Ziel endlich ganz erreicht. Für diese wissenschaftliche Leistung erhielt sie ein zweites Mal den Nobelpreis.

Marie Curie hätte nun dieses Gramm Radium für 150 000 Dollar verkaufen können, aber sie lehnte das ab. „Radium ist ein Hilfsmittel der Barmherzigkeit“, meinte sie, „und es gehört der ganzen Menschheit“.

Der hingebungsvollen, unermüdlichen Arbeit, der Tüchtigkeit und dem Mut dieser einmaligen Frau verdanken es viele Krebskranke, daß sie geheilt oder doch mit Erfolg behandelt werden können.

Die Entdeckung der Radioaktivität durch Becquerel und die Curies hatte aber noch eine weitere Entwicklung im Gefolge: die Atomforschung und die Gewinnung von Atomenergie wären ohne ihre Arbeit nicht denkbar.



## Albert Einstein

(1879—1955)

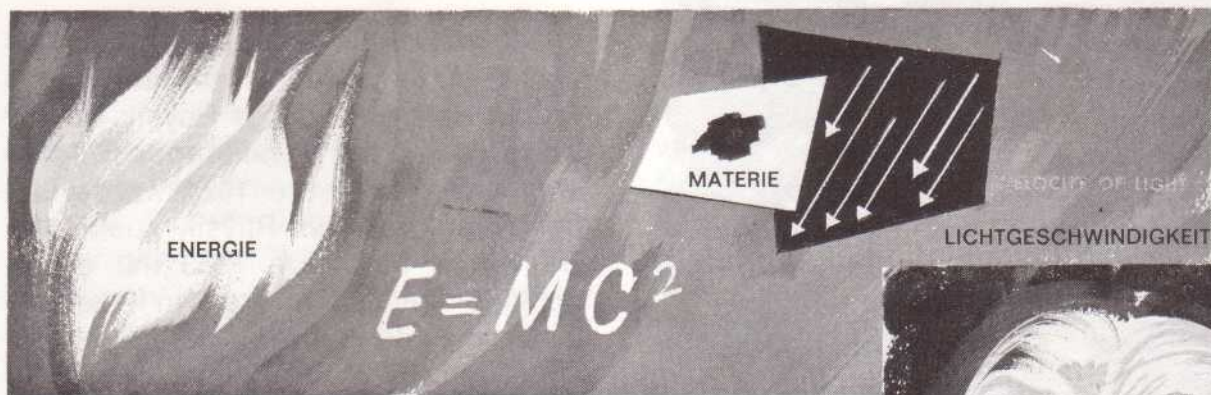
Wie führte seine Formel aus dem Jahre 1905 zur Atom-bombe des Jahres 1945?

Die meisten Forscher, mit denen wir es in diesem Buch zu tun hatten, arbeiteten mit Mikroskopen, Teleskopen oder irgendwelchen verschiedenartig ausgestatteten Laboratorien.

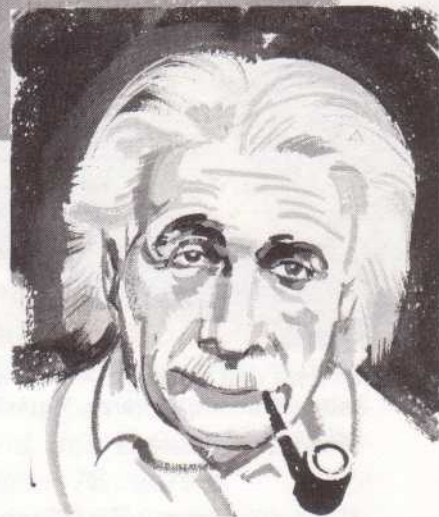
Albert Einstein gehörte zu einer anderen Art von Wissenschaftlern. Er war ein theoretischer Physiker, der seine Entdeckungen nicht im Laboratorium, sondern in seinem Geiste produzierte. Er benutzte auch keine Experimente, um seine Theorien zu beweisen. Er verwandte alle seine Fähigkeiten

darauf, Ideen zu ersinnen, zu durchdenken und in mathematische Formeln zu fassen. Einige seiner Theorien waren seiner Zeit so weit voraus, daß sie erst viele Jahre später nachgeprüft werden konnten, als man ein besseres wissenschaftliches Instrumentarium dafür erfunden hatte. So errechnete Einstein aus seinen Theorien z. B. die Existenz eines Sternes, den noch niemand je gesehen hatte. Eine andere Berechnung führte ihn zu der Voraussage, daß sich das Atom, das bisher als





Der Entwicklung der Atombombe während des 2. Weltkrieges liegt ein Schluß zugrunde, den Einstein schon 1905 erreicht hatte. Während bis dahin die wissenschaftliche Theorie angenommen hatte, daß Materie weder erzeugt noch zerstört werden könne, schloß Einstein aus mathematischen Berechnungen, daß Materie in Energie umgewandelt werden könnte, und umgekehrt. Er drückte das durch die einfach aussehende Formel  $E = mc^2$  aus, wobei E für Energie, m für Masse (Materie) und c für Lichtgeschwindigkeit steht.



kleinster unteilbarer Grundstein der Materie galt, aus mehreren noch viel winzigeren Teilchen zusammensetzt. Albert Einstein stellte eine ganze Reihe mathematischer Formeln auf, mit deren Hilfe die Gesetze des Weltalls entschleiert werden konnten. Niemand vor Einstein hatte soviel beigetragen zum Verständnis so geheimnisvoller Dinge wie Licht, Energie, Bewegung, Schwerkraft, Raum und Zeit.

Er wurde in der kleinen Stadt Ulm an der Donau geboren und wuchs auf in einer Vorstadt Münchens, in der sein Vater eine kleine Fabrik für Elektrogeräte besaß. Als kleines Kind ließ Albert Einstein nicht ahnen, daß aus ihm einst ein wissenschaftliches Genie werden würde. Er lernte erst spät sprechen, und in der Schule leistete er so wenig, daß seine Lehrer ihn für dumm und zurückgeblieben hielten. Aber das ist ein Beispiel dafür, wie sehr auch Lehrer irren können! In Wirklichkeit war Albert Einstein hochbegabt. Im Alter von 12 Jahren hatte er sich schon selbst Geometrie und mathematische Logik beigebracht.

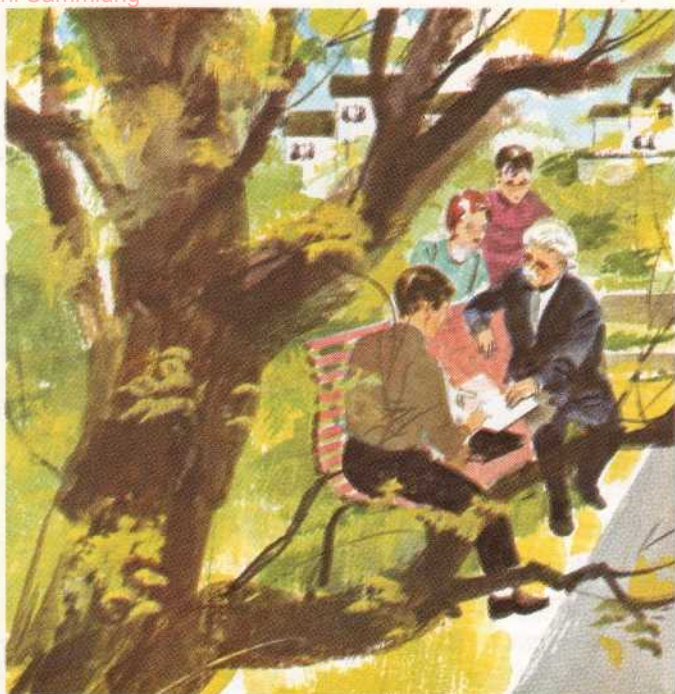
Als er 16 Jahre alt war, wollte sein Vater, daß er im Elektrogeschäft der Fa-

milie mitarbeiten sollte. Aber Einstein wünschte, Mathematik und Physik zu studieren und dachte daran, Physiklehrer zu werden. Er ging nach Zürich in die Schweiz und ließ sich dort in der Politechnischen Akademie einschreiben. Dort legte er auch seine Prüfung mit gutem Ergebnis ab und erhielt die Lehrbefähigung für Physik und Mathematik. Sicher war es ihm ebenso wichtig, daß er dabei die Studentin Mileva Marec kennen lernte, die später seine Frau wurde.

Zunächst jedoch gelang es ihm nach seiner Abschlußprüfung nicht, eine Anstellung als Lehrer zu finden. Zwar konnte er Privatunterricht erteilen, aber das brachte nur wenig ein. Monatelang hatte er kaum satt zu essen. Endlich fand er eine Anstellung beim Schweizerischen Patentamt, die zwar auch schlecht bezahlt, ihm aber doch gerade recht war. Seine Tätigkeit war leicht und ließ ihm viel Zeit zum Studieren.

In den folgenden drei Jahren verbrachte er jede freie Minute mit der





*Im Park von Princeton konnte man Einstein nicht selten Kindern bei ihren Mathematikaufgaben helfen sehen.*

Ausarbeitung von Formeln, die eine neue mathematische Betrachtung des Raumes und der Zeit ermöglichen sollten. 1905, erst 26 Jahre alt, veröffentlichte er die Theorie, die ihn berühmt machen sollte. Er nannte sie die „Spezielle Relativitätstheorie“.

Doch nahmen seine Kollegen diese neue Relativitätstheorie nicht mit ungeteilter Begeisterung auf. Sie stellte viele Irrtümer und falsche Ansätze in ihren eigenen Arbeiten bloß und zwang sie, ihre Berechnungen neu zu durchdenken. Um 1912 herum waren aber Zurückhaltung und Feindseligkeit verschwunden, und man begann zu ihm als einem Wegbereiter aufzusehen.

Seine Theorie war sehr kompliziert, beantwortete aber viele Fragen, die Mathematiker und Physiker schon seit Jahren beschäftigt hatten. Und vielen aufregenden neuen Versuchen und Entdeckungen diente sie als Sprungbrett. Einstein wurde bald weltbekannt. Er wurde von führenden europäischen Universitäten eingeladen, Vorlesungen zu halten. „Wir haben einen neuen Kopernikus“, sagte ein Professor. Lehr-

stühle an berühmten Universitäten wurden ihm angeboten. Im Jahre 1914 wurde er Professor für Physik an der Universität in Berlin, bei der er 19 Jahre lang blieb. Im Jahre 1921 wurde ihm der Nobelpreis für Physik zuerkannt. Da wurde im Jahre 1933 mit einem Schlage seiner Tätigkeit in Deutschland ein Ende gesetzt. Adolf Hitler war als Diktator zur Macht gekommen. Er und seine Parteigänger beschimpften und verfolgten die Juden und wollten sie vertreiben oder vernichten.

Albert Einstein war mutig an die Seite der Gegner Hitlers getreten und wandte sich öffentlich gegen die falschen Behauptungen und die brutalen Gewalttätigkeiten der Nazis. Dafür zerstörten diese sein Haus, beschlagnahmten sein Eigentum und setzten eine große Belohnung für seine Ergreifung aus. Albert Einstein, einer der hervorragendsten Wissenschaftler der Welt, der bedeutendste Physiker Deutschlands, verehrt und bewundert von Millionen – er war nun ein Flüchtling und Vertriebener ohne Heimstatt. Da erhielt er eine Einladung nach Amerika: die Universität von Princeton rechnete es sich zur Ehre an, ihn als tätiges Mitglied aufzunehmen. So kam er 1933 nach Princeton, das ihm zur neuen Hei-





mat wurde. Er wurde im Wohnviertel der Universität zu einer stadtbekannten Gestalt, ein kleiner Mann mit buschigem weißen Haar, der bei jedem Wetter täglich seinen Weg zwischen Heim und Amt zu Fuß zurücklegte. Er mochte Kinder gern und half oft einer kleinen Nachbarin bei ihren arithmetischen Hausaufgaben. Der berühmte Mann lebte still und zurückgezogen. Abends unterhielt er sich gern mit Freunden oder spielte seine Violine. In diesem Lande, in der er Frieden und Freiheit wiedergefunden hatte, fühlte er sich bald ganz zu Hause, und 1940 erwarb er die amerikanische Staatsangehörigkeit.

Im Jahre 1945 explodierten zwei amerikanische Atombomben in Japan und setzten die ganze Welt in Angst und Schrecken. Die Wirkung dieser Superwaffen beruhte auf einer der frühesten Erkenntnisse Einsteins, die er schon 1905 ausgesprochen hatte: Masse, d. h. Materie, konnte in Energie verwandelt werden, und Energie wiederum konnte sich in Masse verwandeln. Dies widersprach allen bisherigen Theorien, die

behaupteten, daß Masse weder geschaffen noch vernichtet werden könnte. Einstein hatte 1939 Präsident Roosevelt auf die Experimente von Fermi und Szilard aufmerksam gemacht, die auf dieser Formel beruhten. Aber er hatte nicht beabsichtigt, daß seine Arbeit Zerstörung und Tod im Gefolge haben sollte. Er hat es später beklagt, daß die Wissenschaft die Atomenergie als Waffe verwendet hatte, anstatt sie für das Wohl der Menschheit im friedlichen Aufbau anzuwenden.

Albert Einstein hörte jedoch nicht auf mit seinen Versuchen, in die Geheimnisse des Weltalls einzudringen. Zu seinen späteren Theorien gehören mathematische Erklärungen der Gesetze der Schwerkraft und des Elektromagnetismus. 1955 starb er, 76 Jahre alt.

Er wird lange in der Erinnerung derer leben, die ihn kannten: als vornehmer, bescheidener Mann, dessen wissenschaftliches Genie eine ganze Welt neuer Erkenntnisse eröffnete.

Und in der Geschichte wird er als einer der größten Denker gelten, die je gelebt haben.



## Alexander Fleming

(1881—1955)

Warum nannte er seine Entdeckung einen glücklichen Zufall?



Laboranten bei der Arbeit: Sie stellen Kulturen für Versuche mit bakterientötenden (antibiotischen) Mitteln her, von denen Penicillin als erstes entdeckt wurde.

Kann eine große wissenschaftliche Entdeckung das Ergebnis eines „glücklichen Zufalls“ sein? So nämlich bezeichnete Alexander Fleming seine Entdeckung des Penicillins.

Aber Dr. Fleming war nur bescheiden. Es gehört mehr als nur Glück dazu, eine solche Wundermedizin zu entdecken und zu entwickeln. Dazu braucht man Wißbegierde, Einbildungskraft und jahrelange wissenschaftliche Übung. Alexander Fleming besaß diese Eigenschaften. Er war in Schottland geboren,



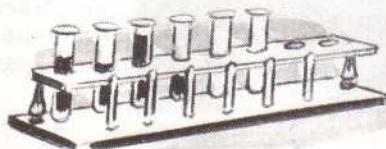
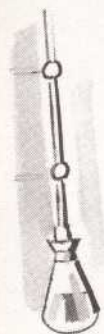
und nachdem er die Prüfungen am Gymnasium bestanden hatte, ging er nach England, um Heilkunde zu studieren. 1906 erwarb er an der Londoner Universität den Doktorgrad, dann entschloß er sich, die medizinische Forschung als sein Spezialgebiet zu wählen. Besonders interessierte ihn das Studium der Bakterien. Das sind winzige einzellige Pflanzen, so klein, daß man sie nur durch ein Mikroskop sehen kann. Ein einziger Wassertropfen kann Tausende davon enthalten. Es gibt viele nützliche, ja lebensnotwendige Bakterienarten, aber auch solche, die höchst gefährlich werden können. Diese winzigen Mikroben sind überall zu finden – in der Luft, die wir atmen, im Wasser, im Essen, das wir verspeisen, auf unserer Haut, in unserem Mund und selbst in unserem Blut. In jedem Augenblick tragen wir Bakterien mit uns herum. Aber keine Sorge deswegen! Unser Körper kann sich selbst verteidigen. Die wirksamsten Bakterienbekämpfer sind kleine weiße Zellen, die sich frei in unserem Blut bewegen: die weißen Blutkörperchen.

Alexander Fleming studierte nun jahrelang die Krankheit erregenden Bakterien. Er arbeitete im St. Marien Hospital in London, wo es Patienten mit allen möglichen Krankheiten gab.

Als 1914 der erste Weltkrieg ausbrach, wurde er als Sanitätsoffizier nach Frankreich entsandt. Bei der Behandlung verwundeter Soldaten sah er, daß scharfe entzündungshemmende Mittel, sogenannte Antiseptika, oft mehr Schaden als Nutzen stifteten. Gewiß, sie töteten krankheitserregende Bakterien ab. Aber sie zerstörten auch die weißen Blutkörperchen, die den Körper am besten gegen „angreifende“ Bakterien verteidigen. Fleming gelobte sich selbst, daß er alles daransetzen würde, weniger gefährliche Antiseptika zu entdecken.

1922 machte er die bemerkenswerte Entdeckung, daß Tränen einen chemischen Stoff enthalten, der bestimmte Bakterien abtöten kann. Er nannte diesen Stoff Lysozym und fand ihn außer in Tränen auch noch im Schweiß, im Speichel und in den Verdauungssäften des Magens. Dieses Lysozym und die weißen Blutkörperchen sind in unserem Körper ständig am Werk, eingedrungene Bakterien zu vernichten. Die Wissenschaftler züchten die Bakterien, die sie untersuchen wollen, in kleinen flachen Schüsseln auf Gelatine. Diese gläsernen Schüsselchen mit Gelatine werden mit einem fest schließenden, ebenfalls gläsernen Deckel abgedeckt, so daß keine anderen Bakterien hineingeraten können. Wenn sich nun die angesetzten Bakterien vermehren, bilden sie bald einen auch ohne Mikroskop erkennbaren winzigen Fleck auf der Gelatine – eine Bakterienkolonie. 1928 studierte Fleming gewisse Bakterien, die Furunkel und andere Hautentzündungen hervorrufen. Er hatte über hundert Gelatineschüsseln in seinem Laboratorium und beobachtete sie täglich. Und dabei kam es eines Tages zu dem anfangs erwähnten „glücklichen Zufall“. Er bemerkte nämlich, daß eine Kolonie blaugrüner Schimmelpilze in einer der Schüsseln wuchs. Der Schimmel mußte unbemerkt hineingeraten sein, als er einmal den Deckel gelüftet hatte, um näher nachzusehen. Nun, das kommt in bakteriologischen Laboratorien häufiger vor. Üblicherweise heißt es dann: „Wieder eins ruiniert – weg damit!“

Aber Alexander Fleming verhielt sich hier anders. Er wollte sich die Sache näher ansehen. Deshalb nahm er die „verdorbene“ Gelatine unter das Mikroskop. Gewöhnlicher Schimmel war es, der da eingedrungen war, das sah er gleich. Er gehörte zu der Schimmelart *Penicillium* (das Wort ist latei-





nisch und heißt „Pinzel“ und so sieht dieser Schimmel auch aus). Er ist übrigens nahe verwandt mit dem grünen Edelpilz-Schimmel im Roquefort-Käse. Mit dieser speziellen Schimmelkolonie fiel ihm noch etwas als ungewöhnlich auf: sie hatte die zur Kultur angesetzten gefährlichen bakteriellen Krankheitserreger in ihrer Umgebung offenbar abgetötet! Da dies Dr. Flemings Spezialität war, begann er sich für diesen Pinselschimmel lebhaft zu interessieren und stellte Versuche damit an. Er verpflanzte Teile seiner Schimmelkolonie in saubere, sterile Gelatine-Schüsselchen. Dann begann er jedem dieser Neuzüchtungen je einen anderen Bakterientyp hinzuzusetzen. Bei der Beobachtung ihres Wachstums stellte sich heraus, daß in einigen Schüsseln die Bakterien sich offenbar ungestört vermehrt hatten. In mehreren anderen Schüsseln jedoch waren die Bakterien vernichtet! Nun hatte er etwas Wichtiges entdeckt. Als nächstes kultivierte er jetzt Pinselschimmel in verschiedenen Flüssigkeiten – und entdeckte, daß diese Flüssigkeiten nachher ebenfalls bestimmte Bakterien abtöten konnten. Er beobachtete, daß der Pinselschimmel eine goldgelbe Flüssigkeit absonderte, wenn die Kolonie mehrere Tage alt und deshalb größer als sonst wurde. Diese goldgelbe Ausscheidung verrührte er in Wasser – und nun konnte er auch mit diesem Wasser bestimmte Bakterien abtöten!

Der nächste Schritt ging nun dahin, zu versuchen, ob diese goldgelbe Ausscheidung des Penicillium-Schimmels – er nannte sie „Penicillin“ – auch in lebenden Tieren diese Bakterien töten konnte, ohne dabei die empfindlichen lebendigen Gewebe anzugreifen oder weiße Blutkörperchen zu zerstören. Immer wieder impfte er es Mäusen und Kaninchen ein, die mit Diphterie,

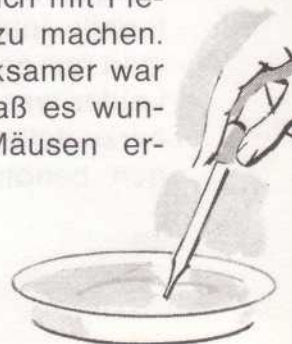
Lungenentzündung oder Gehirnhautentzündung angesteckt waren. Und jedesmal wurden die kranken Tiere wieder gesund! Das bedeutete, daß das Penicillin mit den weißen Blutkörperchen sich vertrug und mit ihnen die Bakterien bekämpfen konnte!

Nachdem er sich überzeugt hatte, daß es auch die feinen Körpergewebe nicht angriff, stellte er eine Salbe damit her und behandelte die eiternden Wunden einiger Patienten des Krankenhauses. Aber seine Erwartungen wurden enttäuscht. Seine Penicillin-Salbe war nicht wirksamer als andere Salben.

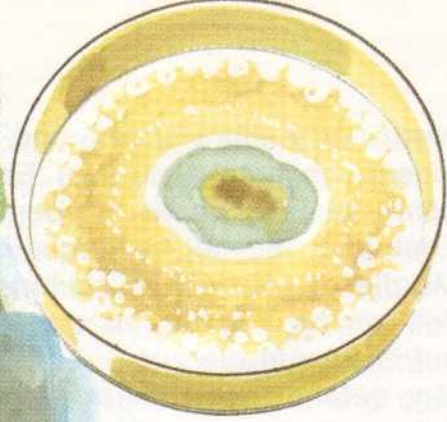
Dr. Fleming experimentierte noch mehrere Jahre lang mit Penicillin, mußte aber schließlich erkennen, daß er seine Versuche nicht weiterführen konnte. Sein Geld reichte nicht mehr für weitere Experimente. Er hatte noch keinen Weg gefunden, der ihm erlaubte, soviel von der goldgelben Flüssigkeit zu gewinnen, daß er sie großzügig anwenden konnte. Wurde das Penicillin aber auch nur kurze Zeit gelagert, so verlor es seine Wirkung.

Dr. Fleming brauchte die Mitarbeit anderer Forscher, um sein Antibaktericum weiter zu entwickeln. Er brauchte Chemiker, die ihm halfen, einen Weg zu finden, auf dem man Penicillin in größerer Menge erzeugen konnte. Er brauchte Ärzte, um die neue Medizin an Kranken zu erproben. Aber seltsamerweise schien sich niemand dafür zu interessieren. Um 1933 war nämlich eine neue Gruppe von Heilmitteln entwickelt worden, die Sulfonamide, und viele Ärzte erprobten ihre Wirkung.

Erst 1939 entschlossen sich zwei britische Wissenschaftler, Professor Florey und Dr. Chain, dazu, auch mit Flemings Penicillin Versuche zu machen. Sie fanden, daß es viel wirksamer war als die Sulfonamide und daß es wunderbare Heilerfolge bei Mäusen erbrachte.







*Sir Alexander Fleming mit einer Bakterienkultur, der Schimmelpilzkeime zugesetzt waren. Der dunkle Fleck in der Mitte ist der Schimmelpilz; die ihn umgebende Fläche zeigt den Bereich bakterienfreier Gelatine;*

*die äußere gelbliche Fläche zeigt die ursprüngliche Bakterienkultur in vollem Wachstum.*

Wenn sie die goldgelbe Flüssigkeit zu einem bräunlichen Puder trocknen ließen, so behielt es seine Wirksamkeit und konnte lange aufbewahrt werden. 1941 entschloß sich Prof. Florey, Penicillin in den Blutstrom einzuspritzen.

Dr. Fleming hatte sein Penicillin nur äußerlich angewandt und auch nur bei wenigen Patienten. Es auch innerlich anzuwenden, hatte er nie versucht. Dr. Floreys erster Penicillin-Patient war ein Polizist, der durch eine furchtbare ansteckende Krankheit schon dem Tode nahe war. Er bekam fünf Tage lang Penicillin-Injektionen. Dann hatte er kaum noch Fieber und fühlte sich auch wieder kräftig genug, um sich im Bett aufzusetzen und sein Mittagessen selbst einzunehmen. Mehr Penicillin war jedoch nicht vorhanden, und die Zeit reichte nicht, um neues herzustellen. Dem Polizisten ging es wieder schlechter und schließlich starb er. Nun sahen die Ärzte, daß Penicillin ein ausgezeichnetes Heilmittel gegen bakterielle Infektionen sein konnte, wenn man nur genügend davon hatte.

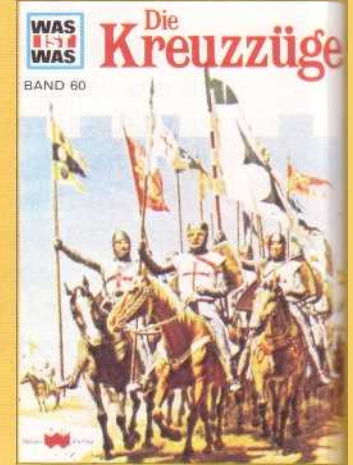
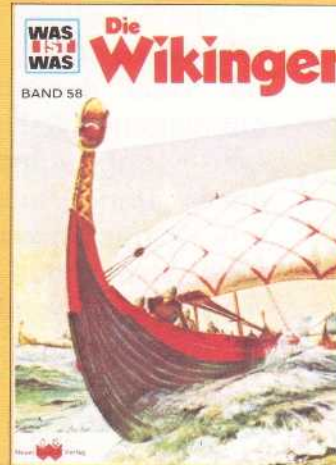
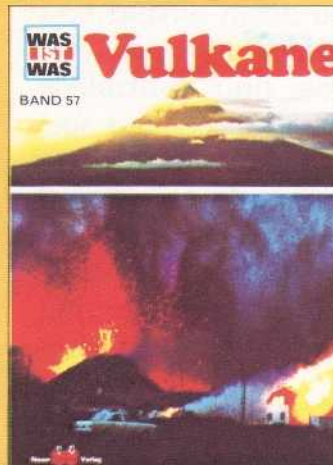
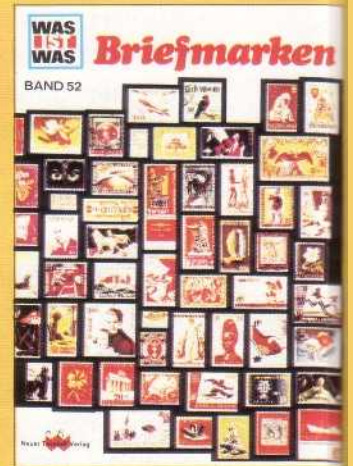
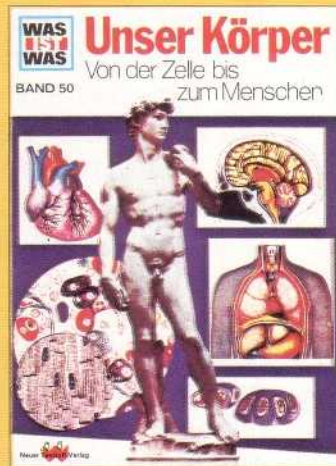
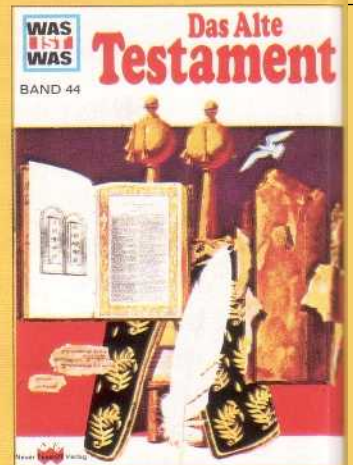
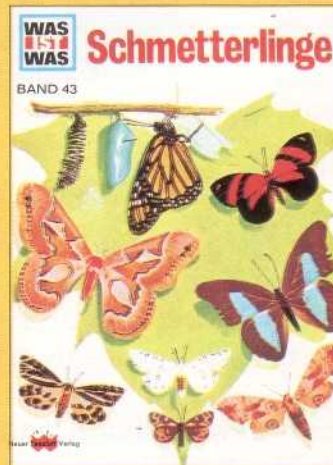
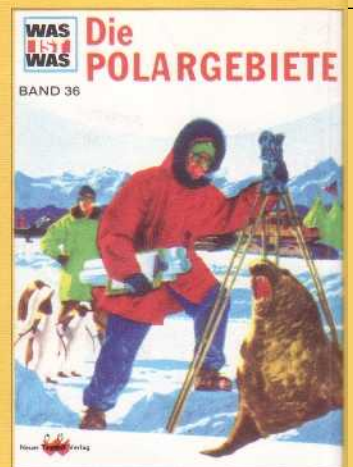
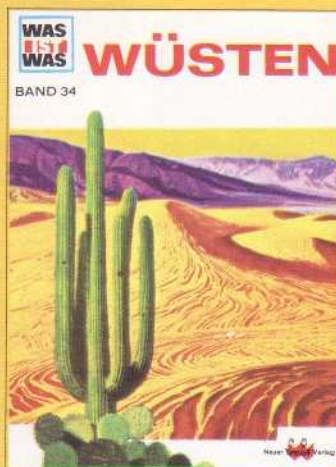
Leider war Penicillin sehr umständlich herzustellen. Dabei wurden große Mengen benötigt, denn inzwischen hatte

der 2. Weltkrieg begonnen, und zahllose Menschen litten an ihren Wunden. In England wurden alle Fabriken und alle Kräfte gebraucht, um Waffen herzustellen.

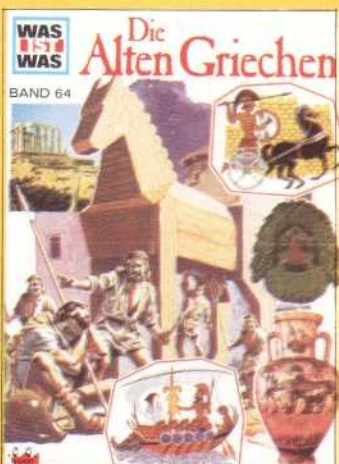
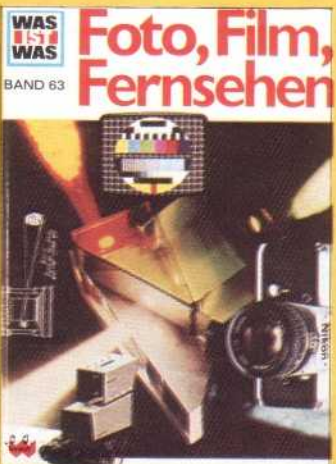
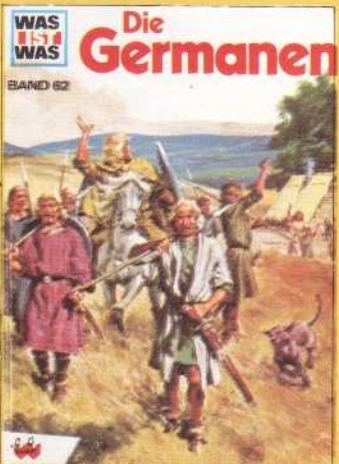
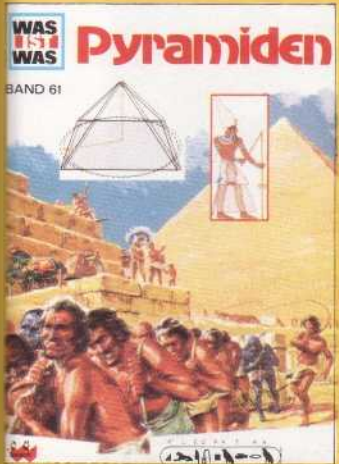
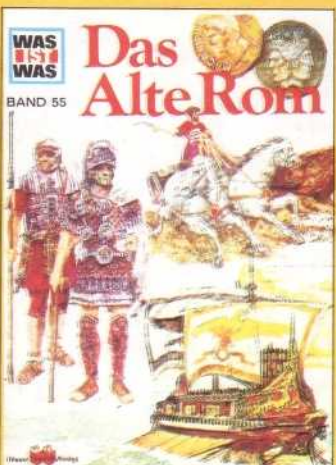
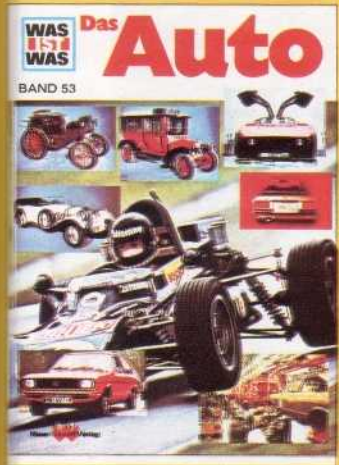
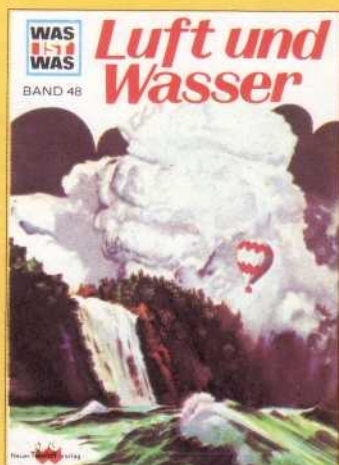
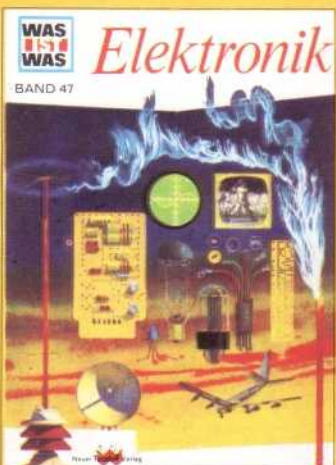
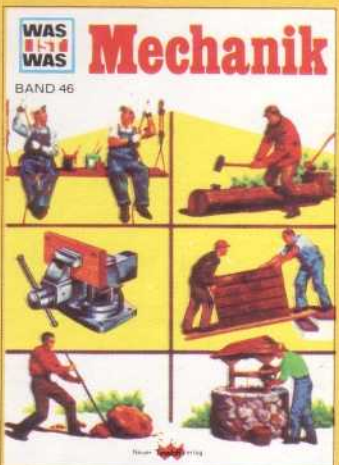
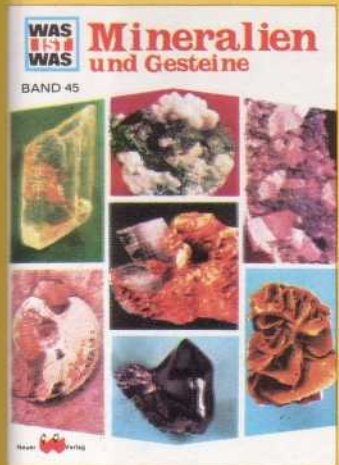
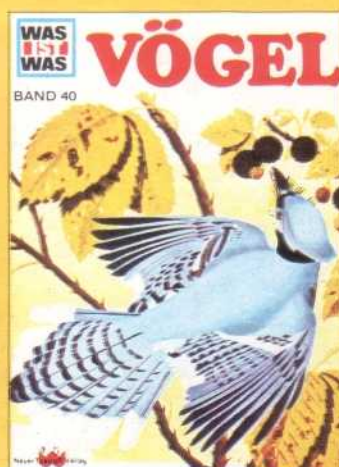
Aber Amerika war noch nicht in den Krieg verwickelt. Vielleicht konnten amerikanische Fabriken die Herstellung aufnehmen. Amerikanische Wissenschaftler und Industrieexperten berieten miteinander und arbeiteten Verfahren aus, nach denen Penicillin in großen Mengen am Fließband hergestellt werden konnte. Nach und nach steigerte sich die Penicillinerzeugung, so daß es 1944 schon tonnenweise hergestellt und per Schiff und Flugzeug an die Kriegsschauplätze gebracht werden konnte. Das Leben von vielen Tausenden von Kranken und Verwundeten konnte nun gerettet werden.

Im Juni 1944 wurden Dr. Alexander Fleming und Professor Florey durch den König von England in den Adelsstand erhoben, weil sie das Penicillin entdeckt und entwickelt hatten. 1945 erhielten diese beiden und Dr. Chain die höchste Auszeichnung, die ein Wissenschaftler erreichen kann: sie erhielten den berühmten Nobelpreis.













**In dieser Reihe sind bisher erschienen:**

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Band 1 Unsere Erde                             | Band 33 Pilze, Farne und Moose        |
| Band 2 Der Mensch                              | Band 34 Wüsten                        |
| Band 3 Atomenergie                             | Band 35 Erfindungen                   |
| Band 4 Chemie                                  | Band 36 Polargebiete                  |
| Band 5 Entdecker                               | Band 37 Roboter und Elektronengehirne |
| Band 6 Die Sterne                              | Band 38 Prähistorische Säugetiere     |
| Band 7 Das Wetter                              | Band 39 Magnetismus                   |
| Band 8 Das Mikroskop                           | Band 40 Vögel                         |
| Band 9 Der Urmensch                            | Band 41 Fische                        |
| Band 10 Fliegerei                              | Band 42 Indianer                      |
| Band 11 Hunde                                  | Band 43 Schmetterlinge                |
| Band 12 Mathematik                             | Band 44 Das Alte Testament            |
| Band 13 Wilde Tiere                            | Band 45 Mineralien und Gesteine       |
| Band 14 Versunkene Städte                      | Band 46 Mechanik                      |
| Band 15 Dinosaurier                            | Band 47 Elektronik                    |
| Band 16 Planeten und Raumfahrt                 | Band 48 Luft und Wasser               |
| Band 17 Licht und Farbe                        | Band 49 Leichtathletik                |
| Band 18 Der Wilde Westen                       | Band 50 Unser Körper                  |
| Band 19 Bienen und Ameisen                     | Band 51 Muscheln und Schnecken        |
| Band 20 Reptilien und Amphibien                | Band 52 Briefmarken                   |
| Band 21 Der Mond                               | Band 53 Das Auto                      |
| Band 22 Die Zeit                               | Band 54 Die Eisenbahn                 |
| Band 23 Von der Höhle bis zum<br>Wolkenkratzer | Band 55 Das Alte Rom                  |
| Band 24 Elektrizität                           | Band 56 Ausgestorbene Tiere           |
| Band 25 Vom Einbaum zum Atomschiff             | Band 57 Vulkane                       |
| Band 26 Wilde Blumen                           | Band 58 Die Wikinger                  |
| Band 27 Pferde                                 | Band 59 Katzen                        |
| Band 28 Die Welt des Schalls                   | Band 60 Die Kreuzzüge                 |
| Band 29 Berühmte Wissenschaftler               | Band 61 Pyramiden                     |
| Band 30 Insekten                               | Band 62 Die Germanen                  |
| Band 31 Bäume                                  | Band 63 Foto, Film, Fernsehen         |
| Band 32 Meereskunde                            | Band 64 Die Alten Griechen            |

**TESSLOFF VERLAG · HAMBURG**