

MIKROBEN

MIKROBEN

UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DEN MENSCHEN

EIN LEHRHEFT
FÜR DEN BIOLOGIEUNTERRICHT
IN DER 7. KLASSE

Mit 19 Abbildungen im Text und 4 Kunstdrucktafeln



VOLK UND WISSEN VOLKSEIGENER VERLAG BERLIN
1958

Verfaßt von Gunther Müller.
An der Bearbeitung wirkten erfahrene Pädagogen mit.

Dieses Lehrheft wurde in sehr kurzer Zeit im Rotationsdruck hergestellt. Darauf ist zurückzuführen, daß es nicht so gut ausgestattet ist wie die anderen Lehrbücher für den Biologieunterricht. Für das Schuljahr 1959/60 wird ein neues Lehrbuch entwickelt.

Redaktionsschluß: 1. September 1958
Einband: Günther Klaus

ES · 11 H · Bestell-Nr. 01704-1 · 0,45 DM · Lizenz Nr. 203 · 100058 (E)
Satz und Druck: (32) Nationales Druckhaus VOB National, Berlin C 2

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung	5
Bau und Lebensweise der Mikroorganismen	7
Von den Bakterien	7
Die Pilze	9
Krankheitserregende Mikroorganismen und ihre Bekämpfung	13
Die Erforschung der Infektionskrankheiten	16
Infektionskrankheiten bei Mensch und Tier	18
Vorbeugende Maßnahmen gegen Infektionskrankheiten	24
Ansteckende Pflanzenkrankheiten	27
Mikroben und ihre Bedeutung für Landwirtschaft, Haushalt und Industrie	34
Die Herstellung von Sauerfutter	35
Die Bedeutung der Milchsäurebakterien für die Molkerei	39
Die Bedeutung der Mikroorganismen im Boden	40
Das Haltbarmachen von Lebensmitteln	44
Mikroben in der Industrie	48

ABBILDUNGSNACHWEIS

Kunstdrucktafeln

Archiv des Instituts für Mikrobiologie, Berlin (Tafel gegenüber S. 17, unten); Bauernbild. Berlin (Tafel gegenüber S. 33, unten); Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin, Kleinmachnow (Tafel gegenüber S. 33, oben rechts); aus Braun-Riemh: Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung, Paul Parey, Berlin und Hamburg (Tafel gegenüber S. 17, oben rechts); aus Dornier: Allgemeine und milchwirtschaftliche Mikrobiologie, Huber & Co., Frauenfeld (Tafel gegenüber S. 16, Mitte rechts, unten rechts); Forschungsstelle für Agrobiologie und Pflanzenzüchtung (Tafel gegenüber S. 33, Mitte); aus Frobisher: Fundamentals of Microbiology, W. B. Saunders Co., Philadelphia und London (Tafel gegenüber S. 32, Mitte); Kurt Herschel, Holzhausen bei Leipzig (Tafel gegenüber S. 33, oben links); H. Knöll aus Rippel-Baldes: Grundriß der Mikrobiologie, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg (Tafel gegenüber S. 16, unten links); aus L. Labaw und R. W. C. Wyckoff (1956): The Electron Microscopy of Protein Crystals-Proc. Kon. Ak. Wetensch. Amsterdam. 59, 171 (Tafel gegenüber S. 32, unten); R. Meyer aus Rippel-Baldes: Grundriß der Mikrobiologie (Tafel gegenüber S. 16, Mitte links); Gunther Müller, Berlin (Tafel gegenüber S. 16, oben links, Tafel gegenüber S. 17, oben); aus Preusser: Archiv für Mikrobiologie 29 (1958), 11 (Tafel gegenüber S. 16, oben rechts); Werkbild VEB Carl Zeiss Jena (Tafel gegenüber S. 32, oben links).

Zeichnungen

Aus Karl Förster: Die Welt der Mikroben, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg-Lutherstadt (Abb. 7); Heinz Grothmann, Berlin (Abb. 1, 4 rechts, 18); aus Hermann von Guttenberg: Lehrbuch der allgemeinen Botanik, Akademie-Verlag, Berlin (Abb. 19); Kurt Herschel, Holzhausen bei Leipzig (Abb. 2, 3, 4 links und Mitte, 5, 9, 15, 17); aus A. I. Oparin: Die Entstehung des Lebens auf der Erde, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin (Abb. 8); Curt Scholze aus Dr. Martin Schmidt: Landwirtschaftlicher Pflanzenschutz, Deutscher Bauernverlag, Berlin (Abb. 10, 11, 12, 13, 14, 16); Schulze (nach Neubert) aus Dr. H. Rautmann: Tiergesundheitspflege, Deutscher Bauernverlag, Berlin (Abb. 8).

Einführung

Wir kennen schon viele verschiedene Lebewesen, so den Roggen, die Kiefer, das Hausrind, die Kohlmeise und andere Arten. Alle diese Lebewesen, sie werden auch Organismen genannt, sind entweder Tiere oder Pflanzen.

Darüber hinaus gibt es eine große Anzahl von Lebewesen, die so klein sind, daß wir sie mit dem bloßen Auge nicht sehen können und zu ihrer Betrachtung ein Mikroskop brauchen. Sie werden deshalb als **Mikroorganismen** oder **Mikroben** bezeichnet.

Die Mikroben selbst können wir zwar ohne Mikroskop nicht sehen, die Auswirkungen ihrer Lebenstätigkeit haben wir aber alle schon kennengelernt. Wenn beispielsweise Milch sauer wird, Fleisch oder andere Nahrungsmittel faulen, Pflanzenreste im Komposthaufen zersetzt werden, Menschen oder Tiere an einer ansteckenden Krankheit leiden, dann sind das die Auswirkungen der Lebenstätigkeit von Mikroorganismen.

Die kleinen, leichten Mikroben kommen fast überall vor. Nur das Hochgebirge, die Polargegenden und die tiefen Schichten des Meeres und der Erde sind fast frei von ihnen.

Häufigkeit der Mikroben in der Natur

Luft im Wald und an der See	meist 20 bis 300 je m ³
Luft in einer Großstadtstraße, abends	etwa 11 000 je m ³
Quellwasser	meist weniger als 100 je cm ³
Flußwasser	meist 5000 bis 10 000 je cm ³
Abwasser	1 Million und mehr je cm ³
Seewasser an der Oberfläche	etwa 50 je cm ³
Seeschlamm	meist 40 000 bis 400 000 je cm ³
Gartenboden in 10 cm Tiefe	etwa 8 Millionen bis mehrere Milliarden je g
Gartenboden in 30 cm Tiefe	etwa 1 Million je g
Gartenboden in 1 m Tiefe	etwa 100 000 je g
Straßenstaub	25 000 bis 2 Millionen je g

Erst als vor etwa 300 Jahren das Mikroskop erfunden wurde, konnten die Wissenschaftler mit der Untersuchung dieser kleinsten Lebewesen beginnen. Heute ist die Lebensweise der Mikroben schon recht gut bekannt. Deshalb kann der Mensch ihre Lebenstätigkeiten dort hemmen, wo sie Schaden anrichten, und dort fördern, wo sie nützlich sind. Die Mikroorganismen brauchen beispielsweise für ihre Lebenstätigkeit Wasser. Wenn wir ver-

hindern wollen, daß sie sich auf Obst entwickeln und es dabei verderben, dann trocknen wir das Obst. Wir stellen Backobst her. Die Mikroben benötigen ferner bestimmte Temperaturen. Wenn wir vermeiden wollen, daß sie sich in der Milch entwickeln und sie dadurch sauer werden lassen, dann stellen wir die Milch an einen kühlen Ort (Keller, Kühlschrank). Auch die Hefe, die wir zum Kuchenbacken verwenden, besteht aus unzähligen Mikrobenzellen. Ihre Lebenstätigkeit bewirkt ein Auflockern des Teiges; wir sagen, er geht. Da sich die Hefe im Kuchenteig kräftig entwickeln soll, stellen wir den Teig an einen warmen Ort.

Das sind einfache Beispiele, die wir alle aus der Erfahrung kennen. Die Bedeutung der Mikroben ist so umfassend, daß sie unser gesamtes Leben beeinflussen; deshalb müssen wir das Wichtigste von ihnen kennen.

Bau und Lebensweise der Mikroorganismen

Zu den Mikroben gehören ganz verschiedenartige Organismen: Urtierchen, Bakterien, Algen und Pilze. Von den Algen und Pilzen werden jedoch nur die kleinsten Formen zu den Mikroben gerechnet. Die großen Algen, beispielsweise die Tange, und die großen Pilze, beispielsweise die Hutmilz (Steinpilz, Pfifferling u. a.), gehören nicht dazu.

In den folgenden Abschnitten lernen wir drei Gruppen der Mikroben kennen, die besondere Bedeutung für den Menschen haben. Es sind die Bakterien und die zur großen Gruppe der Pilze gehörenden Hefen und Schimmelpilze.

Von den Bakterien

Die Bakterien sind die kleinsten Lebewesen. Jedes einzelne Bakterium besteht aus einer Zelle. Es hat keinen Zellkern, und nur bei einigen Gruppen kommen Chlorophyll oder andere Farbstoffe vor. Wegen ihrer Kleinheit verwendet man als Maßeinheit für Bakterien das Mikron (1 Mikron, geschrieben 1μ , = 0,001 mm). Die größten Bakterien haben etwa einen Durchmesser von $3,5 \mu$ und eine Länge von 100μ , die kleinsten sind etwa $0,2 \mu$ dick und 1μ lang; kugelförmige Bakterien messen 0,5 bis 2μ . Die verschiedenen Bakterien haben unterschiedliche Gestalt (Abb. 1).

Der Holländer Antonie van Leeuwenhoek beobachtete als erster mit selbstgebauten Mikroskopen Bakterien und gab im Jahre 1675 klare Beschreibungen von verschiedenen Formen. Er untersuchte vor allem Aufgüsse von Wasser auf Heu oder auf trockene Blätter.

Manche Bakteriengruppen

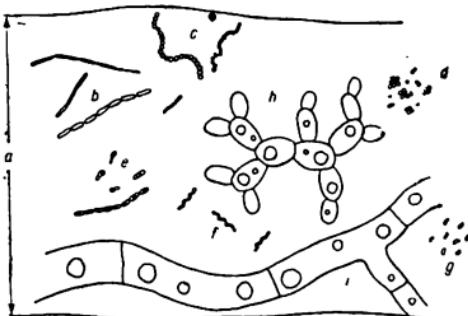


Abb. 1 Verschiedene Mikroorganismen. a Durchmesser eines Menschenhaars, b stäbchenförmige Bakterien, c kettenbildende kugelförmige Bakterien (Kokken), d kugelförmige Bakterien (Kokken) in Haufen, e sporenbildende Bakterien (Bazillen), f spiralförmige Bakterien (Spirillen), g kommaförmige Bakterien (Vibrionen), h Hefezellen, i Zellfaden eines Schimmelpilzes

können auf Grund ihres besonderen Körperbaus ungünstige Lebensverhältnisse ertragen. Dafür ein Beispiel: Trocknet ein Tümpel aus, so können einige der darin lebenden Bakterienarten die Trockenheit überstehen. Ihr Protoplasma zieht sich zusammen und umgibt sich mit einer festen Haut. Es entstehen die **Bakteriensporen** (Abb. 2a u. Tafel gegenüber S. 16). Sie können durch den Wind verbreitet werden. Gelangen sie dabei an Orte mit genügender Feuchtigkeit, so wachsen sie wieder zu Bakterien aus (Abb. 2b). Die Bakteriensporen sind außerordentlich widerstandsfähig. Sie vermögen Temperaturen bis zu -200° C zu ertragen, werden auch in kochendem Wasser nicht getötet und können selbst jahrzehntelange Trockenheit überstehen. Alle Bakterien, die Sporen bilden, werden **Bazillen** genannt.

Die Vermehrung der Bakterien ist ein einfacher Vorgang; sie teilen sich in der Mitte quer durch, so daß aus einer Zelle zwei gleiche

Tochterzellen entstehen (Tafel gegenüber S. 16). Diese wachsen innerhalb kurzer Zeit zur alten Zellgröße heran und können sich dann wieder teilen. Eine solche Vermehrung bezeichnen wir als **Spaltung**.

Unter günstigen Bedingungen kann sich eine Tochterzelle bereits nach 20 Minuten erneut in zwei Zellen teilen, diese wiederum sind nach 20 Minuten ebenfalls zur Spaltung fähig.

Bleiben die Tochterzellen der Bakterien miteinander verbunden, so entstehen mitunter lange Ketten. In anderen Fällen legen sich die Bakterien paketförmig oder haufenförmig zusammen. Solche Ansammlungen werden oft so groß, daß sie schon mit bloßem Auge zu erkennen sind. Sie werden **Kolonien** genannt. Bakterienkolonien haben wir alle schon gesehen. Der weiche, weiße Belag beispielsweise, der auf ungeputzten Zähnen zu finden ist, besteht aus Milliarden Bakterienzellen. Sie ernähren sich von den Speiseresten, die zwischen den Zähnen hängenbleiben. Auch die Kahmhaut auf der Brühe saurer Gurken ist eine Ansammlung von Bakterien- und anderen Mikrobenkolonien aus winzigen Zellen.

Viele Bakterien können sich fortbewegen. Sie besitzen lange, fadenförmige Geißeln. Die Geißeln sind so winzig, daß sie nur nach einer Vorbehandlung der Bakterien durch besondere Färbungen in stark vergrößernden Mikroskopern zu sehen sind. Am deutlichsten kann man sie auf Bildern erkennen, die mit Elektronenmikroskopen hergestellt werden (Tafel gegenüber S. 16 u. 32). Manche Bakterienarten besitzen nur eine Geißel oder ein Geißel-

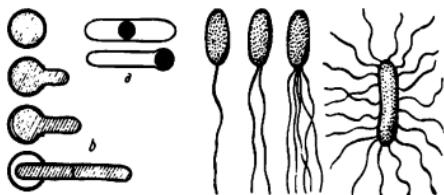


Abb. 2 (links) Bakteriensporen (Schema); a Bazillen mit Sporen, b Auswachsen einer Bakterienspore
Abb. 3 (rechts) Verschiedene Bakterienarten mit Geißeln (Schema)

büschen, während bei anderen der ganze Zellkörper mit Geißeln besetzt ist (Abb. 3).

Wie wir Menschen und alle anderen Lebewesen, so nehmen auch die Mikroben Stoffe aus ihrer Umgebung auf, wandeln sie um und scheiden andere Stoffe aus. Dieser Vorgang wird als **Stoffwechsel** bezeichnet. Wir Menschen nehmen mit der Nahrung Nährstoffe in unsere Verdauungsorgane auf und atmen mit den Lungen Sauerstoff ein. Nach einer Umwandlung im Körper werden Kohlendioxyd, Wasser und andere Stoffe durch verschiedene Organe ausgeschieden. Bei der chemischen Umwandlung der Stoffe wird Energie frei, mit deren Hilfe wir unsere Lebenstätigkeiten ausführen.

Nur wenige Bakterienarten können sich wie die grünen Pflanzen ernähren, die weitaus meisten ernähren sich von pflanzlichen und tierischen Stoffen. Ihre winzige Zelle besitzt keine besonderen Ernährungsorgane, wie wir sie von Mensch und Tier kennen; die Nahrung dringt durch die gesamte Oberfläche in das Bakterium ein.

Überall dort, wo den Bakterien genügend pflanzliche oder tierische Stoffe, zusagende Temperaturen und ausreichende Feuchtigkeit zur Verfügung stehen, vermehren sie sich in starkem Maße. Das Säubern der Milch, das Faulen des Fleisches und das Zersetzen der Abfälle im Komposthaufen sind Beispiele für eine starke Bakterienvermehrung unter günstigen Lebensbedingungen.

Die Pilze

Die Pilze sind meist mehrzellig, ihre Zellen enthalten einen Zellkern, jedoch niemals Chlorophyll. Von ihnen gehören mehrere Gruppen zu den Mikroorganismen. Die größte Bedeutung haben die Schimmelpilze und die Hefen.

Schimmelpilze*

Wenn Brot, Obst oder andere Nahrungsmittel lange an feuchten Stellen liegen, beginnen sie zu schimmeln. Die Schimmelpilze, die das Verderben der Nahrung verursachen, verbreiten einen eigenartigen Schimmelgeruch. Häufig haben die Schimmelpilze eine auffällige Farbe, sie bilden gelbe, graue, grüne oder auch schwarze samartige Überzüge (Tafel gegenüber S. 17).

Die Schimmelpilze sind bedeutend größer als die Bakterien; wir können sie schon mit einer 8- bis 10fach vergrößernden Lupe untersuchen. Dabei erkennen wir deutlich den Pilzrasen. Auf dem Pilzrasen werden die Sporenländer gebildet, die eine Unmenge kleiner, runder oder ovaler Sporen tragen (Abb. 4). Wie beim Fliegenpilz, beim Steinpilz und bei den anderen großen Pilzen dienen die Sporen der Vermehrung. Sie sind so leicht, daß der Wind sie fortträgt. Jede einzelne Spore kann unter günstigen Bedingungen an einer anderen Stelle auswachsen und einen neuen Pilzrasen bilden.

Wir wollen am Beispiel einer verschimmelnden Frucht die Entwicklung eines Schimmelpilzes kennenlernen. Gelangt eine **Spore** auf die verletzte Stelle einer Frucht, so wächst sie zunächst zu einem winzigen Zellfaden aus,

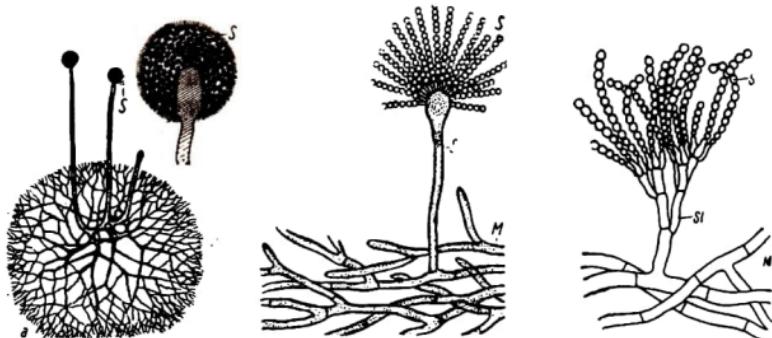


Abb. 4 Schimmelpilze. Links: Kopfchenschimmel (oben rechts vergrößerter Sporenbehälter). Mitte: Gießkannenschimmel (Gattung *Aspergillus*), rechts: Pinselschimmel (Gattung *Penicillium*). M Myzel, S Sporen, St Sporenständer

der in die Frucht eindringt. Er nimmt dort Nahrung auf, wächst und verzweigt sich. Diese **Pilzfäden** entwickeln sich zu einem dichten Geflecht, dem **Pilzrasen** oder **Myzel**. Das **Myzel** können wir schon mit bloßem Auge erkennen, auf ihm bildet der Pilz die **Sporenständer** mit den **Sporen** aus. An den Sporenständen können wir erkennen, zu welcher Gruppe ein Pilz gehört (Abb. 4).

Hefen

Die Hefen bilden einfachere Formen als die Schimmelpilze. Wenn wir etwas Bäckerhefe im Wasser verreiben und sie bei etwa 200facher Vergrößerung unter dem Mikroskop betrachten, so sehen wir deutlich die ovalen Zellen der Hefe (Abb. 5).

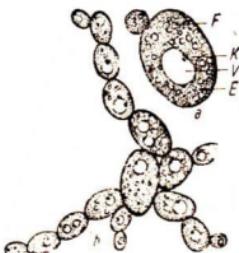


Abb. 5 Hefepilze. a Hefe-Zelle mit Knospe, b Sproßverband. E Eiweißkörnchen, F Fetttröpfchen, K Zellkern, V Saffraum (Vakuole). a 1500fach, b 800fach vergrößert

Die Hefen vermehren sich dadurch, daß eine Mutterzelle zunächst einen kleinen Auswuchs bildet, der als **Knospe** bezeichnet wird; er wächst zu einer neuen Zelle heran. Diese Art der Vermehrung wird **Sprossung** genannt. Bleiben die Sproßzellen miteinander verbunden, so entsteht ein **Sproßverband**. Einige Hefearten können sich auch durch Sporen vermehren, bilden aber eine viel geringere Anzahl Sporen als die Schimmelpilze. Gewöhnlich werden sie im Innern der Zellen gebildet; meist sind es nur vier.

Während Schimmelpilze fast alle organischen Substanzen zersetzen, ernähren sich die Hefen vorwiegend von stark zuckerhaltigen Stoffen. Sie kommen beispielsweise auf Weintrauben und Stachelbeeren, aber auch im Nektar der Blumen vor.

Aufgaben

- Übergieße in einem größeren Glas etwas Heu mit lauwarmem Wasser! Bringe eine geringe Menge der Kahmhaut, die sich nach wenigen Tagen bildet, auf einen Objektträger! Verreibe sie mit etwas Wasser (besser mit Methylenblaulösung)! Lege ein Deckglas auf! Untersuche das Präparat unterm Mikroskop! Verdünne einen Tropfen saure Milch! Verdünne etwas von dem weißen Belag der Zähne! Untersuche unterm Mikroskop!
- Berechne, wieviel Bakterienzellen ungefähr nach 12 Stunden aus einer Zelle entstanden sind, wenn alle 20 Minuten eine Spaltung erfolgt! (Rechne nach dem Überschreiten der Zahl 1000 mit gerundeten Zahlen weiter!)
- Untersuche den Schimmel auf Obst, Holz oder anderen Stoffen mit einer stark vergrößernden Lupe oder besser mit dem Mikroskop! Zeichne!
- Verreibe etwas Bäckerhefe mit Wasser! Untersuche unterm Mikroskop! Zeichne!
- Stelle einen Nährboden her! Koche dazu 25 g Bäckerhefe in 250 ml Wasser 15 Minuten lang! Laß abkühlen und absetzen! Dekantiere die gelbliche Flüssigkeit vorsichtig vom Bodensatz! Filtriere die Flüssigkeit! Löse 25 g (im Sommer 35 g) weiße Gelatine und 7,5 g Zucker darin auf! Fülle die Flüssigkeit in einen Kolben oder in eine Säuglings-Milchflasche aus Jenaer Glas! Verschließe die Flasche mit einem dichten Wattebausch! Stelle sie 20 Minuten in kochendes Wasser! Koche den Nährboden am nächsten Tag noch einmal kurz auf!
- Koche Petrischalen 30 Minuten lang aus (Entkeimung)! Bewahre sie mit geschlossenem Deckel auf!
Stelle eine Flasche mit Nährboden in kochendes Wasser, bis der Nährboden völlig flüssig ist! Stelle sie anschließend 10 Minuten in Wasser mit einer Temperatur von 30° C! Öffne die Petrischalen einen Spalt und gieße in jede Schale eine 1 bis 2 mm dünne Schicht Nährboden! Laß den Nährboden erkalten!
Bringe die Petrischalen mit Keimen von Mikroben in Berührung!
 - Setze jeweils eine unbedeckte Schale 15 Minuten lang der Luft aus (z. B. eine im Schulhof vor der Pause, eine nach der Pause, eine im Klassenraum und eine in einem unbenutzten, staubfreien Raum)!
 - Gib in eine Schale 1 ml Leitungswasser! Gib in eine andere Schale 1 ml stark verschmutztes Wasser! Verteile durch Schräghalten der verschlossenen Schale das Wasser über den Nährboden!
 - Tupfe mit schmutzigen Fingern auf die Nährgelatine einer Schalenhälfte! Tupfe mit gut gewaschenen Fingern auf die andere Hälfte der Schale!
 - Lege kurze Zeit einen stark benutzten Geldschein auf eine Schale!
 - Laß eine Fliege über den Nährboden einer Schale laufen!
 - Tupfe in eine Schale ein unbenutztes, in eine andere ein schmutziges Taschentuch!

g) Gib in zwei Schalen je 1 ml stark verschmutztes Wasser! Gib zu einer dieser Schalen etwas Desinfektionsmittel (Formalin, Chlorkalk, Wosaf-sept o. a.)!

Verschließe die Schalen! Laß die verschlossenen Schalen an einem warmen Ort stehen! Beobachte nach einigen Tagen! Stelle die Anzahl der Kolonien fest! Betrachte die Pilze mit einer Lupe oder einem Mikroskop bei verschieden starker Vergrößerung!

7. Nenne die Unterschiede zwischen einer Pflanzenzelle und einer Bakterienzelle!
8. Nenne die Unterschiede zwischen einer Bakterienspore und einer Pilzspore!

Im Altertum vermutete man, daß Lebewesen unter bestimmten Bedingungen ständig neu entstehen können. Man nannte die plötzliche Entstehung von Lebewesen aus unbelebten Stoffen **Urzeugung**. So wurde angenommen, daß sich Fische und Molche aus Teichschlamm, Fliegen und Käfer aus feuchtem Mist bilden. Später bewiesen Forscher, daß all diese Tiere nicht durch Urzeugung entstehen, sondern sich aus Eiern entwickeln, die von Tieren der gleichen Art stammen. Die Irrlehre von der Urzeugung dieser Tiere beruhte auf unvollständigen Beobachtungen ihrer Fortpflanzung. Was man nicht beobachtet hatte, wurde durch die Phantasie ersetzt.



Abb. 6 Nach dem Abtöten der Keime zugeschmolzener Pasteurscher Kolben

Nachdem die Urzeugung für Pflanzen und Tiere schon lange widerlegt war, glaubten immer noch Wissenschaftler, daß wenigstens Bakterien ständig neu entstehen könnten. Erst im Jahre 1860 gelang dem französischen Forscher Louis Pasteur (1822 bis 1895) der endgültige Beweis, daß auch bei Bakterien keine Urzeugung vorkommt. Er verschloß beispielsweise Fleischbrühe, in der er vorher durch Kochen alle Keime abgetötet hatte, in einem Glasgefäß (Abb. 6). Da keine neuen Keime hinzutreten konnten, blieb die Brühe unverändert.

Krankheitserregende Mikroorganismen und ihre Bekämpfung

Viele Mikroorganismen leben nur unter ganz bestimmten Bedingungen, denen sie besonders angepaßt sind. So gibt es beispielsweise Hefepilze, die vorwiegend im Nektar bestimmter Pflanzenarten leben, und Bakterien, die ausschließlich im Darm oder in anderen Körperteilen bestimmter Tiere gedeihen. Auch der Mensch beherbergt in der Mundhöhle, in den Luftwegen und im Darm zahlreiche Mikroben.

Die meisten dieser Mikroben schaden den Wirtsorganismen, in deren Körperhöhlen sie sich aufzuhalten, nicht; ihre Anwesenheit ist für sie gleichgültig. Andere, so viele im Darm lebende Mikroben, sind sogar für das Wirtstier unbedingt nötig (Abb. 7).

Ein deutliches Beispiel dafür bieten die Mikroben im Magen des Hausrinds und der anderen Wiederkäuer. Die Wiederkäuer können ihre Pflanzennahrung nur mit Hilfe von Mikroben verwerten, die in großer Menge in ihrem umfangreichen Magen vorhanden sind. Vor allem im Pansen leben zahlreiche Bakterien und ernähren sich dort vom Nahrungsbrei. Dabei zerstören sie die Zellwände der Pflanzen und legen den Zellinhalt frei. Erst in diesem Zustand kann die Nahrung von den Wiederkäuern verdaut werden. Die Bakterien, die mit der Nahrung in den Darm gelangen, werden ebenfalls verdaut.

Neben den in Körperhöhlen lebenden Mikroben, deren Anwesenheit für den Wirtsorganismus nützlich oder gleichgültig ist, gibt es einige Arten, die sich schädlich auswirken, wenn sie in den Organismus eingedrungen sind. Ihre Lebenstätigkeiten führen dazu, daß das Leben des Wirtsorganismus mehr oder weniger gestört wird: er wird krank. In vielen Fällen entstehen durch die Lebenstätigkeit der krankheitserregenden Mikroben Stoffe, die auf den Wirt als Gifte wirken.

Die Krankheitserreger können von einem Organismus, in dem sie sich reich entwickelt haben, in einen gesunden Organismus gelangen. Meist werden sie durch Speicheltröpfchen (z. B. beim Husten), oft auch durch Berührung oder durch das Wasser übertragen. Dadurch kann ein gesundes Lebewesen angesteckt werden, es wird **infiziert**.

Man bezeichnet alle Krankheiten, die durch Mikroorganismen hervorgerufen und von einem Organismus auf den anderen übertragen werden, als ansteckende Krankheiten oder als **Infektionskrankheiten**. Jede ansteckende Krankheit wird von einem bestimmten Krankheitserreger hervorgerufen. Erreger dieser Krankheiten sind vor allem Bakterien (z. B. Diphtherie und Lungenentzündung). Einige Hauterkrankungen, beispielsweise das Wund-

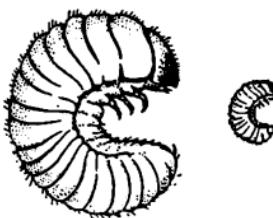


Abb. 7 Larven des Brotkäfers. Das linke Tier hat sich normal entwickelt; es beherbergt bestimmte Hefepilze. Das rechte Tier entstand aus einem Ei, von dem die anhaftenden Hefepilze entfernt wurden. Ohne die Hefepilze entwickeln sich die Larven nur „kümmelich“ und sterben bald ab.

werden zwischen den Zehen des Menschen, werden von Pilzen hervorgerufen. Außer den Mikroben gibt es Krankheitserreger, die nicht zu den Organismen gehören, die **Viren**. Das Virus ist ein Stoff, der nur in lebenden Organismen auftritt, sich also nicht auf Nährböden züchten läßt. Pocken, Masern, Kinderlähmung, Grippe, Tollwut, viele Tierkrankheiten und vor allem Pflanzenkrankheiten werden von verschiedenen Viren hervorgerufen.

Die Viren sind noch kleiner als Bakterien. Sie durchdringen auch feinste Filter und können nur mit Elektronenmikroskopen sichtbar gemacht werden (Tafel gegenüber S. 32). Teilweise nehmen sie die Form von Kristallen an. Viren können sich vermehren, werden jedoch von den Wissenschaftlern nicht zu den echten Lebewesen gerechnet. Sie sind die kleinsten Körper an der Grenze des Lebens. Gegenwärtig versuchen viele Forscher in der ganzen Welt, ihre Geheimnisse zu enträtseln.

Jeder Mensch wird im Laufe seines Lebens von Krankheitserregern befallen. Die Erreger gelangen durch Nase oder Mund, häufig auch durch Wunden in den Körper und vermehren sich dort. Jedoch muß nicht jeder infizierte Mensch erkranken. Ein gesunder Mensch besitzt gegen Krankheitskeime verschiedene Abwehrkräfte. So werden die meisten Menschen schon im Kindesalter von Tuberkulosebakterien befallen, ohne daß sie davon etwas merken oder ernsthaft erkranken.

Der russische Forscher Ilja Iljitsch Metschnikow (1845 bis 1916) entdeckte 1884, daß bei Infektionskrankheiten im Körper besonders viele weiße Blutkörperchen gebildet werden. Die weißen Blutkörperchen können die eingedrungenen Krankheitserreger umfließen und auflösen und so unschädlich machen (Abb. 8). Der Körper bildet gegen eingedrungene Krankheitserreger auch **Abwehrstoffe**, die im Blute enthalten sind und die Mikroben unschädlich machen.

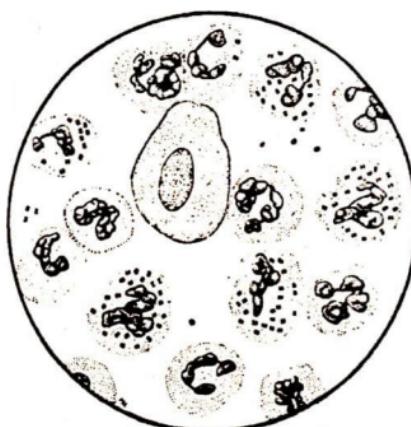


Abb. 8 Blut mit krankheitserregenden Kugelbakterien. Viele Bakterien sind von den weißen Blutkörperchen aufgenommen werden und werden zerstört.

Wenn ein Mensch sehr stark von Krankheitserregern befallen wird und die Abwehrkräfte seines Körpers nicht ausreichen, gewinnen die Mikroben die Übermacht; der Mensch erkrankt. Die Zeit vom Eindringen der Krankheitserreger in den Körper bis zum Ausbruch der Krankheit nennt man **Inkubationszeit**.

Hat ein Mensch eine Infektionskrankheit überstanden, so bleiben

häufig die Abwehrstoffe, die sich im Körper gebildet haben, noch längere Zeit wirksam. Während dieser Zeit erkrankt der Mensch nicht erneut an der gleichen Krankheit; wir sagen, der Körper ist gegen diese Krankheitserreger **immun**. Bei manchen Krankheiten bleibt die **Immunität** das ganze Leben lang erhalten. Sie treten deshalb im Leben des Menschen nur einmal auf (z. B. Masern, Scharlach).

Infektionskrankheiten können stark gehäuft auftreten. Wir sprechen dann von einer **Seuche** oder **Epidemie**. So trat beispielsweise nach dem ersten Weltkrieg die Grippe als Epidemie auf. An ihr starben in Europa, wo der Gesundheitszustand der Menschen infolge des Krieges sehr schlecht war, innerhalb eines Jahres über zwei Millionen Menschen.

Zu den gefährlichsten Infektionskrankheiten gehörten in früheren Jahrhunderten die echten **Pocken** oder **Blattern**. Sie rafften im Mittelalter Hunderttausende von Menschen dahin. Viele, die die Krankheit überstanden, wurden durch die Narben der eitrigen Pusteln im Gesicht und am Körper entstellt. Noch in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts starben in Deutschland jährlich Tausende an Pocken.

Schon früh versuchten die Menschen, sich gegen diese gefährliche Krankheit zu schützen. Unter den verschiedenen Versuchen war einer besonders bedeutsam:

Man führte den Pustelinhalt eines Menschen, der nur leicht an Pocken erkrankt war, in die Nase eines Gesunden ein. An der Infektionsstelle, also auf der Nasenschleimhaut, entstanden Pusteln, später bildeten sie sich auf dem ganzen Körper. In vielen Fällen verließ diese Pockenkrankheit sehr leicht, und der Mensch war danach gegen eine schwere Pockenerkrankung immun. In seinem Körper hatten sich Abwehrstoffe gebildet, die eine weitere Erkrankung verhinderten. Da aber auch noch schwere Erkrankungen vorkamen, suchte man nach einem besseren Verfahren.

Das Ziel war, einen Pockenerreger zu finden, der abgeschwächt war und folglich nur leichte Erkrankungen hervorrufen konnte. Man fand ihn im Pockenerreger der Kuh. Ein großes Verdienst dabei hat der englische Arzt Edward Jenner (1749 bis 1823), der 1796 zum ersten Male einem Kind den Pustelinhalt einer mit Pocken infizierten Kuh einimpfte. Das Kind erkrankte nicht; sein Körper erzeugte aber so viel Abwehrstoffe, daß es auch gegen echte Menschenpocken immun war.

Das Verfahren Jenners wurde von anderen übernommen, und bald gab es in vielen Staaten Gesetze, die das Impfen gegen Pocken zur Pflicht machten. Seitdem in Deutschland durch das Impfgesetz von 1874 festgelegt ist, daß jedes Kind im ersten und im zwölften Lebensjahr gegen Pocken geimpft wird, ist diese gefährliche Krankheit bei uns praktisch erloschen. Wir tragen alle die Narben der erfolgreichen **Schutzimpfung** oder **Immunisierung**.

Werden dem Körper abgeschwächte Erreger oder Stoffe von abgetöteten Erregern eingeimpft, so spricht man von einer **aktiven Immunisierung**, weil der

Körper selbst aktiv ist und die Abwehrstoffe bildet. Aktive Immunisierung erfolgt beispielsweise gegen Keuchhusten, Diphtherie und Wundstarrkrampf. Auch gegen Kinderlähmung, Tollwut, Grippe, Milzbrand, Typhus, Paratyphus, Pest und Cholera kann der Mensch aktiv immunisiert werden.

Außer dem Einimpfen von geschwächten Krankheitserregern gibt es noch eine weitere Möglichkeit, gefährdete Menschen vor Infektionskrankheiten zu schützen: Man infiziert Tiere, gewinnt dann die Abwehrstoffe aus ihrem Blutwasser (Serum) und überträgt sie als **Heilserum** auf den Menschen. Der Mensch bekommt damit bereits die fertigen Abwehrstoffe eingimpft. Das Verfahren ist nicht für alle Infektionskrankheiten geeignet, außerdem bleiben die Abwehrstoffe meist nur kurze Zeit wirksam. Das Einimpfen eines derartigen Serums wirkt nicht nur vorbeugend, es wird teilweise auch bei bereits Erkrankten angewendet und fördert dann den Heilprozeß.

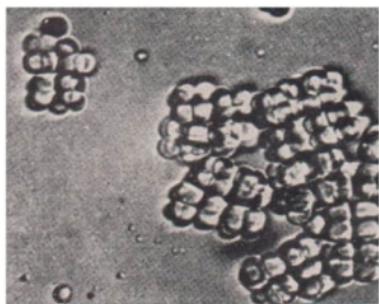
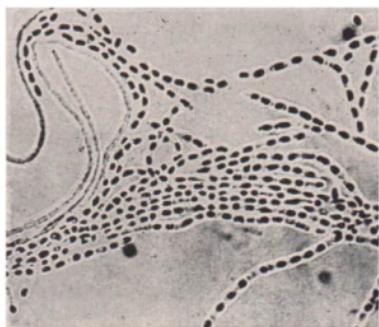
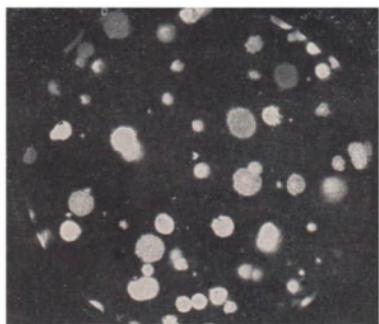
Da der Körper die Abwehrstoffe beim Einspritzen von Heilseren nicht selbst bildet, wird diese Impfung als **passive Immunisierung** bezeichnet. Passive Immunisierungen erfolgen beispielsweise gegen Diphtherie, wenn die Krankheit bereits ausgebrochen ist, und gegen Wundstarrkrampf, wenn eine Infektion vermutet werden muß.

Die Erforschung der Infektionskrankheiten

Erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit sind die Ursachen der Infektionskrankheiten bekannt. Früher wurde zwar schon von einzelnen Wissenschaftlern vermutet, daß kleinste Lebewesen an ihrer Entstehung beteiligt seien, beweisen konnten sie ihre Annahme aber noch nicht.

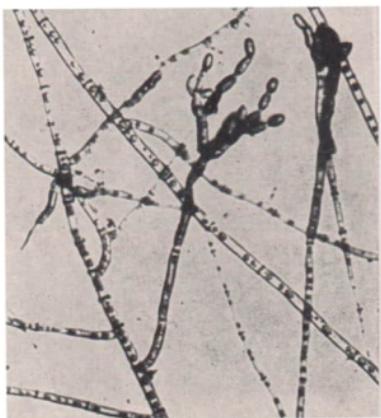
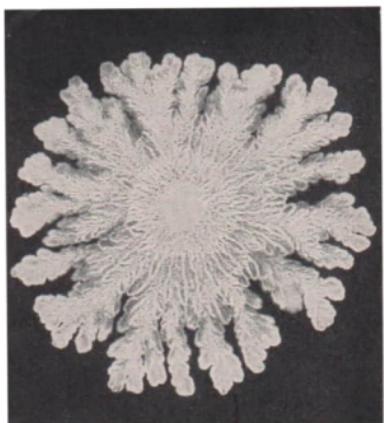
Solange die Ursachen eines Ereignisses wissenschaftlich nicht erforscht sind, versuchen viele Menschen, sie durch phantastische Vorstellungen und Abergläubiken zu erklären. Als die Naturgesetze, die einen Blitz entstehen lassen, noch nicht bekannt waren, glaubten viele Menschen, er sei das Werk eines Gottes. Ähnliches glaubte man von Dürrekatastrophen, von Überschwemmungen und vielen anderen Erscheinungen in der Natur und in der menschlichen Gesellschaft. Manche Menschen kennen die Ursachen vieler Erscheinungen nicht, obwohl diese wissenschaftlich schon erforscht sind. Sie glauben auch heute noch daran, daß der Ruf des Käuzchens Unglück bringt oder daß man durch einen frommen Spruch das Einschlagen des Blitzes verhindern kann. In diesen Fällen ist es recht einfach, die richtigen Ursachen der Erscheinungen zu nennen; das kann jeder tun, der im Unterricht aufgepaßt hat. In anderen Fällen aber ist das schwieriger.

Obwohl die Ursachen der Infektionskrankheiten bekannt sind und ihre Bekämpfung mit den Mitteln der modernen Wissenschaft möglich ist, gibt es noch immer hier und da einzelne Menschen, die glauben, man könne einen Kranken gesundbeten oder ihm durch andere abergläubische Handlungen helfen. Wenn solche irregeführten Menschen dann endlich den Arzt aufsuchen, ist es oft schon zu spät.



Bakterien

Oben: Bakterienkolonien auf einem Nährboden; stäbchenförmiges Bakterium mit Geißeln (Elektronenmikroskop), in Teilung; Mitte: kettenbildende Bazillen; Bazillen mit gefärbten Sporen; unten: paketbildende Kugelbakterien; Spirillen



Pilze

Oben links: Riesenkolonie einer Kahmhefe. Die Kolonie bildet einen dicken, weichen Belag. Oben rechts: Rand der Riesenkolonie (linke Abbildung) unter dem Mikroskop. Der Sproßverband ist deutlich zu sehen. Da die Hefezellen auf dem Nährboden liegen, erscheint der Hintergrund grau. Unten links: Myzel und Sporenständer des Schwarzschimms. Der Schwarzschimmel bildet auf Blättern schwarze Überzüge, die als Rosttau bezeichnet werden. Unten rechts: Myzel und Sporenständer eines Schimelpilzes, der besonders auf Früchten und auf feuchten Tapeten wächst

Einen wesentlichen Anteil an der Erforschung der Infektionskrankheiten hat der deutsche Arzt Robert Koch (1843 bis 1910). Ihm gelang als erstem For- scher der eindeutige Beweis, daß Bakterien Krankheiten hervorrufen können. Er untersuchte eine gefährliche Tierkrankheit, den Milzbrand, und bewies 1876 eindeutig, daß sie von einer Mikrobe hervorgerufen wird. Wenige Jahre später entdeckte er den Erreger der Tuberkulose.

Man wollte anfangs nicht glauben, daß solche gefährlichen Krankheiten durch so kleine Erreger erzeugt werden. Nach wie vor gab es viele unwissen- schaftliche Versuche, das Wesen der Infektionskrankheiten zu erklären. Robert Koch wurde auch von vielen Ärzten angefeindet und bekämpft. Heute werden seine Erkenntnisse schon in der Schule gelehrt.

Robert Koch färbte als erster Bakterien und machte sie dadurch unter dem Mikroskop besser sichtbar; er war der erste, der Bakterien fotografierte, sie auf Nährböden züchtete und verschiedene Bakterienarten voneinander trennte.

Da Koch die Nährflüssigkeiten (z. B. Fleischbrühe) durch Zusatz von Gelatine verfestigte, konnten sich die Bakterien im **Nährboden** nicht fortbewegen. Werden nur wenige Bakterien in einer Petrischale mit Nährboden gut ver- teilt, so bilden sie an verschiedenen Stellen unterschiedlich geformte und teil- weise auch verschieden gefärbte Kolonien. Auf diese Weise kann man oft schon ohne Mikroskop gewisse Bakterienarten voneinander unterscheiden und trennen. Eine Mikrobenkolonie, die nur aus einer Zelle entstanden ist und demnach aus lauter gleichartigen Zellen besteht, bezeichnet man als **Reinkultur**. Das Her- stellen solcher Reinkulturen ist sehr wichtig; man braucht sie für wissen- schaftliche Untersuchungen, zur Herstellung von Impfstoffen, in der Lebens- mittelindustrie und für andere Zwecke.

Heute ist die Lehre von den Bakterien, zu deren Begründung Pasteur und Koch wesentlich beigetragen haben, eine umfangreiche Wissenschaft. Die Menschen haben gelernt, wie sie sich vor schädlichen Mikroben schützen können. Im Kampf gegen die Krankheitserreger setzen die Ärzte heute nicht nur chemische Mittel, sondern auch von Mikroorganismen selbst gebildete Stoffe ein. Ein bekanntes Heilmittel ist das **Penizillin**. Es wird von Schimmel- pilzen (Penizillien) gewonnen. Penizillin hemmt die Entwicklung vieler Krankheitserreger und ist deshalb ein vorzügliches Heilmittel. Zu seiner Her- stellung züchtet man besonders wertvolle Pilzrassen in Betrieben, beispiels- weise im VEB Jenapharm in Jena. Wie man Pflanzen im Gewächshaus hält, so läßt man die Mikroorganismen in großen Kesseln wachsen. Als Nahrung erhalten sie besondere Nährösungen, außerdem wird Luft eingepumpt. Die Pilze sondern das Penizillin in die Nährlösung ab, aus der es bereits nach wenigen Tagen durch chemische Verfahren gewonnen wird. Penizillin ist nicht das einzige Heilmittel, das von Mikroorganismen erzeugt wird. Weitere Stoffe, die ähnlich wie das Penizillin der Schimmelpilze wirken, werden von anderen Mikroben erzeugt (z. B. Streptomycin, Aureomyzin).

Infektionskrankheiten bei Mensch und Tier

Wie gefährlich die Infektionskrankheiten früher waren, zeigt das Beispiel der **Cholera**. Sie wurde 1829 zum ersten Male in Europa beobachtet und forderte ungezählte Todesopfer. Die Seuche trat in den folgenden Jahrzehnten noch mehrmals in verschiedenen Teilen Europas auf. Im Jahre 1883 entdeckte Robert Koch den Cholera-Vibrio. Dadurch wurde es möglich, die Cholera wirksam zu bekämpfen. Es kam in Mitteleuropa nur noch einmal, um die Jahrhundertwende in Hamburg, zu einer Choleraepidemie, weil zu jener Zeit in einem Teil Hamburgs das Leitungswasser noch schlecht gereinigt aus der Elbe genommen wurde.

Seitdem alles Trinkwasser in Deutschland nach gesetzlichen Vorschriften geprüft werden muß, sind solche Infektionsquellen beseitigt. Auch die Badeanstalten werden überwacht. Die Geschichte der Cholera ist ein Beispiel dafür, daß der Mensch durch praktische Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse der gefährlichen Seuchen Herr werden kann.

Am Beispiel der **Tuberkulose** läßt sich gut erkennen, welche Bedeutung die Lebensverhältnisse für die Gesundheit der Menschen haben. In Kriegen und in den darauffolgenden Jahren steigt die Zahl der Tuberkulosekranken außerordentlich stark in die Höhe. Auch in den Notzeiten, die unter kapitalistischen Verhältnissen regelmäßig auftreten, erkranken besonders viele Menschen an dieser Krankheit.

**Anzahl der Todesfälle an Lungentuberkulose
auf je 10 000 Bewohner Deutschlands (1895 bis 1933)**

1882: Entdeckung des Erregers	1906 16	1911 13,6	1918 20,5	1928 6,9
	1907 15,7	1913 13,2	1921 12	1929 6
1895 23	1909 14,8	1914 12,8	1923 12,8	1931 5,7
1905 18,2	1910 13,7	1916 14	1925 9,3	1933 5,7

Nahezu jeder Mensch infiziert sich im Laufe seines Lebens mit Tuberkulose. Ob es aber zu einer Erkrankung kommt, hängt sehr stark von seiner körperlichen Verfassung ab. Gut genährte Menschen in gesunden Lebensverhältnissen erkranken normalerweise kaum; eine Infektion verläuft bei ihnen wesentlich günstiger als bei schlecht genährten Menschen.

**Anzahl der Todesfälle an Lungentuberkulose auf je 10 000 Einwohner
der Stadt Paris (1901 bis 1905)**

Stadtbezirk	Im Alter von			
	1 bis 19 Jahren	20 bis 29 Jahren	40 bis 59 Jahren	Über 60 Jahren
Bewohner meist sehr reich	6,1	12,9	15,9	10,5
Bewohner meist reich	7,9	20,5	24,1	16,8
Bewohner meist arm	16,8	52,6	64,1	34,0
Bewohner meist sehr arm	18,0	68,5	90,7	52,4

Als häufigste Form tritt die Lungentuberkulose auf. Jedoch können auch andere Organe erkranken. Man spricht von einer geschlossenen Tuberkulose, wenn die Bakterien nicht nach außen gelangen können. Dann besteht keine Ansteckungsgefahr für die Mitmenschen. Bei der schwereren Erkrankungsform, der offenen Tuberkulose, besteht die Gefahr, daß Mitmenschen durch Bakterien infiziert werden.

Bedingt durch den zweiten Weltkrieg, waren in Deutschland viele Menschen an Tuberkulose erkrankt. Geeignete Maßnahmen unserer Regierung haben dazu geführt, daß die Zahl der Tuberkulosekranken weitgehend gesenkt werden konnte und weit unter der in Westdeutschland liegt. So wurden beispielsweise neue, moderne Heilstätten für Tuberkulosekranken geschaffen. Heute zielen alle Maßnahmen darauf, die Menschen vor dem Ausbruch dieser Krankheit zu bewahren.

Anzahl der Todesfälle an Tuberkulose					
auf je 10 000 Bewohner der Deutschen Demokratischen Republik					
1949	11,3		1952	4,8	1955
1950	7,8		1953	3,2	1956
1951	6,0		1954	2,7	2,5

Für den Kampf gegen die Tuberkulose ist es besonders wichtig, die Erkrankung so früh wie möglich zu erkennen. Das ist nicht ganz einfach, da diese Krankheit in ihren Anfängen – oft auch in einem sehr weit fortgeschrittenen Zustand – keine Schmerzen hervorruft und deshalb vom Kranken selbst nicht bemerkt wird. Von großer Bedeutung für das rechtzeitige Erkennen einer Lungentuberkulose ist die **Durchleuchtung** mit Röntgenstrahlen.

In der Deutschen Demokratischen Republik werden jedes Jahr große Summen für die Röntgenuntersuchung der Bevölkerung aufgewendet. Überall haben die Bewohner unserer Republik die Möglichkeit, sich kostenlos röntgen zu lassen. Durch die Presse und den Rundfunk, durch Plakate, Vorträge und andere Maßnahmen werden sie aufgefordert, diese Möglichkeiten auch zu nutzen.

Mit Hilfe moderner Röntgenzüge führen die Mitarbeiter des Gesundheitswesens Reihenuntersuchungen in kleinen Orten und unmittelbar in den Betrieben und Schulen durch. Alle Untersuchten, bei denen sich nach der Reihenuntersuchung nicht völlig eindeutig feststellen läßt, daß sie gesund sind, werden später von einem Arzt gründlich untersucht. Bei den meisten untersuchten Menschen stellt sich heraus, daß sie gesund sind. Immer werden auf diese Weise aber auch leichter oder schwerer Erkrankte ermittelt. Sie kommen sofort in ärztliche Behandlung. Wenn die Krankheit frühzeitig behandelt wird, ist fast immer eine vollständige Heilung möglich.

Es gibt eine Möglichkeit, Menschen gegen Tuberkulose zu **impfen**. Durch jahrelange Forschungsarbeiten haben Wissenschaftler bestimmte Tuberkulosebakterien in Reinkulturen gezogen und ihre krankheitserregende

Wichtige Krankheiten des Menschen, die von Mikroben und Viren hervorgerufen werden

Krankheit	Erreger	Merkmale	Incubationszeit	hauptsächliche Übertragung	aktive und passive Immunisierung	Vorbeugung
Diphtherie	Bakterium	Schluckbeschwerden, auf Mandeln oder Gau- men schmieriger weiß- licher Belag, leichtes Fieber	1 bis 10 Tage	Speicheltröpfchen, infizierte Gegen-stände	Schutzimpfung (ak- tive Immunisierung), des Kranken bei Erkrankung (4 Wochen) (auch bei Verdacht) Serumbehandlung (passive Immunisierung)	Absonderung des Kranken
Eiterungen	Kugelbakterien und andere Erreger	Eiterbildung		Speicheltröpfchen	Schutzimpfung (ak- tive Immunisierung) möglich	Sauberkeit, Desinfektion
Grippe	Virus			Speicheltröpfchen	Schutzimpfung (aktive Immunisierung) möglich. Serumbehandlung (pas- sive Immunisierung)	Abhärtung, Absonderung des Kranken
Grippeähnliche Erkältungskrankheiten	verschiedene Erreger			Speicheltröpfchen		Abhärtung. Berührung mit Erkrankten vermeiden
Halsentzündung, Mandelentzündung (Angina)	verschiedene Mikroben, besonders Kokken			Speicheltröpfchen		Berührung mit Erkrankten vermeiden
Keuchhusten	Bakterium			Speicheltröpfchen	Schutzimpfung (ak- tive Immunisierung) möglich	Berührung mit Erkrankten vermeiden. Erkrankte dürfen 8 Wochen nicht in die Schule
Kindertähmung	Virus			Speicheltröpfchen, Bade- und Waschwasser (?)	Schutzimpfung (ak- tive Immunisierung)	Absonderung des Kranken (6 Wochen)

Masern	Virus	'Temperaturanstieg bis 40° C, großfleckiger roter Ausschlag 11 bis 16 Tage	Speicheltröpfchen	Absonderung des Kranken (1 Woche)
	Ruhr	Kopf- und Bauchschmerzen (Durchfall), Fieber 1 bis 7 Tage	infizierte Gegenstände, Fliegen	
Scharlach	Kugelbakterien (in Zusammenhang mit einem Virus?)	Rötung von Zunge und Speicheltröpfchen Rachen, Fieber, tölicher, grifflärtiger Ausschlag auf dem ganzen Körper 1 bis 8 Tage	Schutzimpfung (aktive Immunisierung) möglich	Sauberkeit, Desinfektion der Toiletten; Abkochen von Trinkwasser und Milch; rohes Obst und Gemüse sorgfältig säubern
Startkrampf	Bazillus	Spannung der Kau- und verunreinigte Gesichtsmuskeln, dann Nacken- und Rumpfmuskeln. Schmerzhafte Muskelkrämpfe, Atemnot, 5 bis 14 Tage	Serumbehandlung (passive Immunisierung), bei Gefährdung Schutzimpfung (aktive Immunisierung)	Absonderung des Kranken (meist 6 Wochen)
Typhus (ähnlich verläuft der Paratyphus)	Bazillus	Apetitlosigkeit, Durchfall, leichtes Fieber, Darmblutungen 1 bis 3 Wochen	Schutzimpfung (aktive Immunisierung), auch vorbeugend	Verdächtige Wunden sorgfältig reinigen (Arzt!)
Windpocken	Virus	Fieber, rote Flecke, Bläschen, Juckreiz 10 bis 21 Tage	infizierte Gegenstände, Fliegen	Schutzimpfung (aktive Immunisierung)
Ziegenpeter	Virus	Kaufbeschwerden, Schwellung vor und hinter dem Ohr, Fieber 11 bis 21 Tage	Speicheltröpfchen	wie bei Ruhr
				Absonderung des Kranken. Schulbesuch nach Abfallen des Schorfs
				Berührung mit Erkrankten vermeiden

Wichtige Krankheiten der Tiere, die von Mikroben und Viren hervorgerufen werden

Krankheit	Erreger	Merkmale	Übertragung	Maßnahmen	Auswirkung auf Menschen
Ferkelgrippe (Schweine)	Virus und Bakterien	Freßunlust, Husten in den ersten sechs Lebenswochen	Berührung, Speicheltröpfchen	Isolierung	
Hühnerpest (Hühner, Gänse, Enten) meldepflichtig!	Virus	hohes Fieber, Freßunlust, röchelndes Atmen	Berührung, Futter	Schlachten	Schutzimpfung (aktive Immunisierung) Keine rohen Eierschalen verfüttern und keine Eingeweide vom Geflügel auf den Mist werfen!
					selten, ähnliches Krankheitsbild
Maul- und Klauenseuche (Paaerhauer) meldepflichtig!	Virus (einer der kleinsten Viren)	Blasen an Maul, Euter und Klauen	Berührung, Speicheltröpfchen, Futter u. a.	In schweren Fällen .Notschlachtung	Schutzimpfung (aktive Immunisierung)
					Hautmilzbrand, Lungenmilzbrand, Darm- und milzbrand
Milzbrand (vorwiegend Rinder) meldepflichtig!	Bazillus	hohes Fieber, blaurote Schleimhäute, plötzlicher Tod	Erboden, Futter, Berührung, eingearbeiteter Staub	Tötung ohne Blutentzug, Tierkörper in Tierkörperbereitschaften vernichten	Abwasserhygiene, Kontrolle von eingeführten Häuten
Myxomatose (Kaninchen) meldepflichtig!	Virus	gerötete und geschwollene Augenlider mit eitrigem Ausfluß, fortwährende Geschwulstbildungen um alle natürlichen Körperöffnungen			insektenstabile Verwahrung
					Toten der befallenen Bestände

Rotlauf (Schweine) meldepflichtig!	Bakterium	verminderte Freßlust, Insekten, Fütterung	Serumbehandlung (passive Immunisierung) oder Penizillin	'Blutvergiftung durch offene Wunden'
Schweinopest (Schweine) meldepflichtig!	Virus	verminderte Freßlust, Insekten, Fütterung	sofortiges Schlachten der befallenen Bestände	Schutzimpfung (aktive Immunisierung)
Seuchenhaftes Verkalben (Rinder)	Bakterium	Kälber werden vorzeitig tot geboren	Fütterung, Berührung	Mattigkeit und wechselndes Fieber
Stauje (Hunde, Pelztiere)	Virus	Fieber, starke Schwächung, Erkrankung innerer Organe	Berührung, Kot	Schutzimpfung der jungen Hunde (aktive Immunisierung)
Stuttgarter Hundeseuche (Hunde)		Nierenentzündung, Tier riecht nach Harn		Ansteckende Geblscht
Tollwut (Wildtiere, bes. Fuchs), Haustiere	Virus	völlig verändertes Benehmen, Herumstrolchen	Speichel des tollwutkranken Tieres (Beißen, Lecken)	Jede Berührung mit toten oder lebenden Wildtieren vermeiden!
Tuberkulose (alle Tiere)	Bakterium	Husten, Abmagerung, Anhusten, unstrüppiges Fell	Anhusten, ungetrocknete Milch	getrennte Jungviehaufzucht, Tränken mit sterilisierter Milch

Wirkung so weit geschwächt, daß sie für den Menschen unschädlich sind. Von diesen harmlosen Tuberkulosebakterien impft man Kindern, die noch keine Abwehrstoffe im Körper besitzen, eine kleine Menge ein. Dadurch werden im Blut Abwehrstoffe gebildet, die später eindringende gefährliche Tuberkulosebakterien unschädlich machen.

Die Schutzimpfung gegen Tuberkulose wurde erst vor wenigen Jahren in unserer Republik eingeführt, nachdem viele Versuche eindeutig ergeben hatten, daß sie einen wirksamen Schutz darstellt und nicht zu Schäden führen kann. Während andere Impfungen Pflicht sind, ist die Tuberkulose-Schutzimpfung freiwillig. Diese neue Möglichkeit des Gesundheitsschutzes ist von der Bevölkerung unserer Republik so rasch aufgegriffen worden, daß schon heute fast alle Neugeborenen geimpft werden.

Ob im Körper bereits Abwehrstoffe vorhanden sind, stellt der Arzt durch die **Tuberkulinprobe** fest. Tuberkulin besteht aus abgetöteten Tuberkelbakterien. Es wird als Salbe in die Haut eingerieben oder unter die Haut gespritzt. Befinden sich im Körper Abwehrstoffe gegen Tuberkelbakterien, so bilden sich an der behandelten Stelle kleine Bläschen, und in der Umgebung wird die Haut leicht gerötet. Eine Schutzimpfung ist dann nicht nötig.

Frage

1. Auf welche Weise können Abwehrstoffe im Körper entstehen?
2. Wie können Krankheitserreger in unseren Körper gelangen?
3. Nenne den Unterschied zwischen aktiver und passiver Immunisierung!
4. Stelle die Tabelle „Anzahl der Todesfälle an Lungentuberkulose auf je 10 000 Bewohner Deutschlands“ (S. 18) in Form einer Kurve dar! Kennzeichne die Jahre des ersten Weltkrieges und der Inflation!
5. Stelle die Tabelle „Anzahl der Todesfälle an Tuberkulose auf je 10 000 Bewohner der Deutschen Demokratischen Republik“ (S. 19) als Kurve dar! Der niedrigste Wert für Westdeutschland (1955) beträgt 4,1! Vergleiche!

Vorbeugende Maßnahmen gegen Infektionskrankheiten

Die Bekämpfung ansteckender Krankheiten ist nicht nur die Aufgabe der Ärzte und der anderen Mitarbeiter des Gesundheitswesens; jeder Mensch kann und muß dabei mithelfen. Eine gesunde Lebensweise, besonders auch eine richtige Ernährung, tragen zur Vermeidung von Krankheiten bei. Licht, Luft und Sonne, vor allem der richtige Wechsel zwischen Arbeit, körperlicher Betätigung im Freien (z. B. Sport, Wandern) und Ruhe (ausreichender Schlaf), machen uns gegen Krankheitserreger widerstandsfähig. Wer unvernünftig lebt, beispielsweise Alkohol und Nikotin missbraucht, zuwenig schläft, sich falsch ernährt und nicht an die frische Luft geht, setzt seine Widerstandsfähigkeit herab.

Die beste unmittelbare Bekämpfung der Krankheitserreger besteht in peinlicher **Sauberkeit**. Tägliche Reinigung des Körpers, besonders das gründliche

Säubern der Hände und Fingernägel vor dem Essen, tragen wesentlich zur Erhaltung der Gesundheit bei. Dazu gehört auch das Zähneputzen. Saubere Wäsche und Kleidung (auch ein sauberes Taschentuch!) sehen nicht nur schöner aus, sie geben den Krankheitserregern keine Möglichkeit zur Entwicklung.

Besondere Beachtung erfordern die Toiletten, da hier leicht die Möglichkeiten einer Krankheitsübertragung gegeben sind. Häufig werden Krankheitserreger mit dem Kot ausgeschieden (z. B. Typhus). Man vernichtet sie mit besonderen Desinfektionsmitteln (z. B. Chlorkalk, Wofasept, Formalin). Ein einfaches Mittel zum **Entkeimen** ist das Erhitzen. Wir entkeimen (sterilisieren) im Haushalt durch Kochen (Unterwäsche, Wasser, Milch, Milchflaschen für kleine Kinder usw.).

Das Eindringen von Mikroben in Wunden führt zu Entzündungen und Eiterungen. Gelangen die Krankheitserreger ins Blut, so werden sie in der Blutbahn verbreitet; der Mensch erkrankt an einer Blutvergiftung. Deshalb müssen alle ärztlichen Instrumente und das Verbandmaterial keimfrei sein. Ärzte sterilisieren ihre Instrumente in einem Heißluftsterilisator oder kochen sie 20 Minuten aus. Wunden dürfen nie ausgewaschen werden, da mit dem Wasser schädliche Keime in die Wunde geschwemmt werden können. Kleinere Wunden bilden durch das gerinnende Blut (Schorf) einen natürlichen Schutz gegen das Eindringen von Keimen. Größere Wunden verbinden wir mit steriles Verbandmaterial (Verbandpäckchen).

Alle Maßnahmen, die der Gesunderhaltung der Menschen dienen, faßt man unter dem Begriff **Hygiene** zusammen. Die Hygiene ist ein wirksames Mittel im Kampf gegen Krankheiten und muß von uns allen beachtet werden.

In unserem Arbeiter-und-Bauern-Staat wird der Gesunderhaltung aller Menschen größte Aufmerksamkeit gewidmet. Viele Maßnahmen dienen dem Kampf gegen Infektionskrankheiten. Besondere Beachtung gilt den Nahrungsmitteln, da mit ihnen Krankheitserreger in den Körper gelangen können. Aus diesem Grunde werden **Lebensmittel** und auch die Personen, die mit ihnen zu tun haben, ständig untersucht und gesetzlich überwacht. Da durch die Milch die Rindertuberkulose auf den Menschen übertragbar ist, wird die Milch in der Molkerei auf 60°C erhitzt, bis die schädlichen Keime abgetötet sind. Sie wird nicht gekocht, damit Vitamine und andere wertvolle Stoffe nicht zerstört werden. Man nennt dies **Verfahren pasteurisieren**, weil Louis Pasteur die Grundlagen dazu entwickelte.

Auch die Beschaffenheit und der Bakteriengehalt des **Trinkwassers** werden ständig überprüft. Steht in Großstädten nicht genügend einwandfreies Grundwasser zur Verfügung, so wird Oberflächenwasser in großen Filteranlagen gereinigt und von Bakterien befreit. Teilweise setzt man dem Trinkwasser geringe Mengen Chlor zu, damit die letzten noch enthaltenen Keime abgetötet werden.

Die Abwasserbeseitigung wird ebenfalls überwacht. Mitunter sehen wir an einer schönen Badestelle ein Verbotsschild. Meist ist das Gewässer an dieser Stelle mit Bakterien verseucht. Wir müssen diese Verbotsschilder unbedingt beachten, da wir uns sonst schwerer Gefahr aussetzen.

Weitere Gesetze unseres Staates gelten der **Ungeziefervernichtung**. Die Ratten, die als Allesfresser häufig im Unrat wühlen, übertragen viele Krankheiten. Erkranken sie an der Pest, so wird die Krankheit durch die Flöhe der Ratten auch auf Menschen übertragen. Die gesetzlich vorgeschriebene Rattenbekämpfung ist also eine wichtige hygienische Maßnahme. Auch andere Tiere, so Fliegen, Mücken, Flöhe und Läuse, können Krankheitskeime auf den Menschen übertragen. Sie müssen deshalb vernichtet werden.

Die Beispiele zeigen, welch große Möglichkeiten der Mensch durch umfassende Anwendung der Wissenschaft besitzt. Sozialistische Staaten, wie unsere Deutsche Demokratische Republik, deren Gesundheitswesen dem modernen Stand der Wissenschaft entspricht und in denen der Gesunderhaltung der Bevölkerung größte Bedeutung beigemessen wird, brauchen Seuchen nicht zu befürchten. Das ist jedoch nicht in allen Ländern der Fall. So starben beispielsweise 1958 in Pakistan, wo die Pockenschutzimpfung nicht gesetzlich eingeführt ist, innerhalb von 5 Monaten über 15 000 Menschen an Pocken.

Infektionskrankheiten und Seuchen befallen nicht nur den Menschen, sondern auch Tiere. Erkrankungen bei Haustieren und anderen nützlichen Tieren führen oft zu großen Schäden. Da außerdem manche **Tierkrankheiten** auf den Menschen übertragen werden, muß den Infektionskrankheiten der Tiere größte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Bekämpfung der tierischen Infektionskrankheiten erfolgt durch ähnliche Maßnahmen wie die Bekämpfung der ansteckenden Krankheiten des Menschen.

Die **Rindertuberkulose** kann auch beim Menschen zu schweren Erkrankungen führen; sie ist also eine große Gefahr. Außerdem leisten kranke Tiere wesentlich weniger als gesunde: sie wachsen nicht so gut, geben weniger Milch und leben nicht so lange. Dadurch führt die Rindertuberkulose zu wirtschaftlichen Schäden, die jährlich viele Millionen Mark betragen. Seit 1955 wird in der Deutschen Demokratischen Republik nach einem Zehnjahresplan die Tuberkulose der Hausrinder systematisch getilgt. Im Jahre 1965 werden unsere Rinderbestände von dieser gefährlichen Krankheit frei sein.

Eine besondere Gefahr besteht in der Übertragung der **Tollwut** durch erkrankte Wildtiere (besonders Füchse) und durch Haustiere (Hunde, Katzen) auf den Menschen. Wir dürfen keine Wildtiere anfassen. Tollwutkranke Tiere wirken oft sehr zahm und laufen dem Menschen entgegen. In jedem Falle müssen wir äußerst vorsichtig sein, denn die Tollwut ist eine außerordentlich gefährliche Krankheit. Von seiten des Staates werden als wirksame Maßnahmen unter anderem Hundesperrren angeordnet, die streng einzuhalten sind.

Ansteckende Pflanzenkrankheiten

Nicht nur Menschen und Tiere werden von ansteckenden Krankheiten befallen, auch unsere Kulturpflanzen sind einer großen Anzahl von krankheitserregenden Mikroorganismen ausgesetzt. Viren, Pilze und Bakterien schädigen unsere Pflanzen und führen letzten Endes zu einer Ertragsminderung. Die Ursachen vieler Pflanzenkrankheiten sind heute bekannt, so daß wir mit Hilfe von chemischen Bekämpfungsmitteln und richtigen Anbauverfahren sowie durch die Züchtung von Sorten, die gegen Krankheiten widerstandsfähig sind, den Umfang der Krankheiten auf ein Mindestmaß beschränken können.

In unserem Arbeiter-und-Bauern-Staat bestehen nicht nur zur Bekämpfung der Infektionskrankheiten von Mensch und Tier umfangreiche Einrichtungen, es gibt auch für den Kampf gegen die Pflanzenkrankheiten staatliche Organisationen mit vielen Mitarbeitern. Beispielsweise wurde ein Pflanzenschutz-Warndienst geschaffen, der den genauen Bekämpfungstermin und die anzuwendenden Bekämpfungsmittel rechtzeitig bekanntgibt.

Um die Pflanzenkrankheiten bekämpfen zu können oder ihnen vorzubeugen, muß man sie kennen.

Krankheiten der Kartoffel

Auf Kartoffelfeldern treten als Schädlinge besonders Kartoffelkäfer und kleine Fadenwürmer (Nematoden) auf. Außerdem erzeugen Mikroben und Viren verschiedene Krankheiten der Kartoffeln.

Pilze. Durch einen sehr kleinen Pilz wird der **Kartoffelkrebs** (Abb. 9) hervorgerufen. Befallene Knollen bilden an den Augen blumenkohlartige Wucherungen verschiedener Größe, die erst gelbbraun, später dunkel- bis schwarzbraun gefärbt sind. Vor allem bei Nässe gehen diese Wucherungen in Fäulnis über. Wenn die Wucherungen zerfallen, verbleiben die Pilzsporen im Erdboden. Da sie mehrere Jahre lang lebensfähig sind und neue Kartoffelpflanzen anstecken können, darf man auf einem durch Sporen verseuchten Boden mehrere Jahre keine Kartoffeln anbauen. Jedes Auftreten der Krankheit ist sofort zu melden, damit durch die staatlichen Stellen alle erforderlichen Maßnahmen eingeleitet werden können.

Erkrankte Kartoffeln dürfen nicht roh verfüttert werden, da sonst die Sporen mit dem Kot der Tiere wieder auf das Feld gelangen. Bei uns sind die durch Kartoffelkrebs verursachten Schäden gering. Es ist gelungen, Kartoffelsorten zu züchten, die gegen diese Krankheit widerstandsfähig sind. Ein Gesetz bestimmt, daß nur krebsfeste Sorten angebaut werden dürfen.

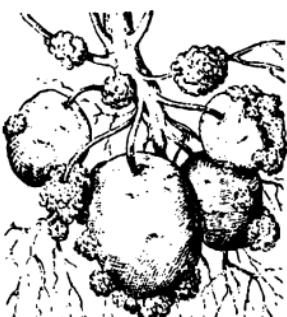


Abb. 9 Vom Kartoffelkrebs befallene Knollen

Viren. Die Viren verursachen große Schäden in der Landwirtschaft. Auf den Blättern der Kartoffel treten manchmal hellere Flecke auf, so daß diese ein eigenartiges, gemustertes Aussehen bekommen. Die Pflanzen sind von der Mosaikkrankheit befallen (Tafel gegenüber S. 32). Bei der Mosaikkrankheit ist die Fleckenbildung auf den Blättern oft das einzige Krankheitszeichen. Die Pflanzen werden meist nur wenig geschädigt.

Anders verhält es sich bei der **Kräuselkrankheit**. Kartoffelpflanzen, die von ihr befallen sind, bekommen mosaikartig gemusterte Blätter, die sich einrollen; Blattstiele und Stengelglieder werden verkürzt, und die Pflanzen bekommen ein krauskohlartiges Aussehen (Tafel gegenüber S. 33). Sie bleiben im Wachstum zurück und bringen nur eine geringe Ernte.

Kartoffelpflanzen, die von der **Blattrollkrankheit** befallen sind, zeigen auffällig eingerollte Fiederblättchen (Tafel gegenüber S. 33). Die beiden Blatthälfte neigen sich nach oben, und der Blattrand rollt sich ein. Das Blattgrün ist meist aufgehellt und die Blattunterseite häufig rot oder schwarzblau gefärbt. Ist die Staude aus einer infizierten Knolle gewachsen, so rollen sich zuerst die untersten Blätter ein; wird die Pflanze erst während der Entwicklung infiziert, so erkranken die obersten Blätter zuerst. Die Pflanze wird steif und raschelt beim Berühren. Sie bringt nur einen geringen Ertrag.

Die Übertragung der Viren erfolgt vorwiegend durch die **Pfirsichblattlaus** (Abb. 10). Saugt sie an einer kranken Staude virenhaltigen Saft und anschließend an einer gesunden, so werden dabei die Viren auf die gesunde Pflanze übertragen.

Zur Bekämpfung der Viruskrankheiten der Kartoffel muß man nicht nur die Pfirsichblattlaus vernichten: Es darf nur Pflanzgut von gesunden Stauden verwendet werden, da die Viren im Herbst aus den erkrankten Krautteilen in die Knollen wandern können. Pflanzgutfelder müssen mehrere Male kontrolliert werden; kranke Stauden sind sofort zu entfernen.

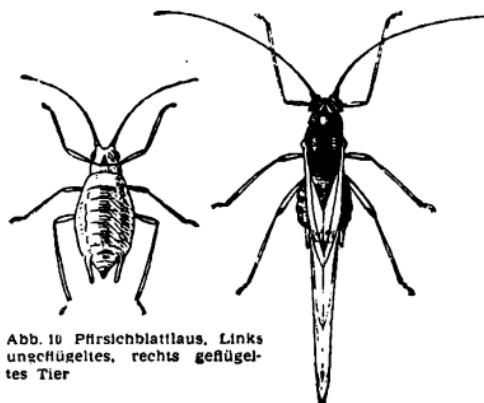


Abb. 10 Pfirsichblattlaus. Links ungestügtes, rechts geflügeltes Tier

Die Pfirsichblattlaus wird wirksam durch chemische Mittel (z. B. Hexitol oder Hydra-Nikotin-Spritzmittel) bekämpft. Pfirsich- und Aprikosenbäume müssen im Herbst besonders sorgfältig gespritzt werden, da die Weibchen an den Knospen die überwinternden Eier ablegen. Treten im Sommer trotzdem in Kartoffelbeständen oder an Pfirsichbäumen Blattläuse auf, so

müssen diese durch nochmaliges Spritzen mit chemischen Mitteln bekämpft werden. In Gebieten, die für die Erzeugung von Pflanzgut besonders wichtig sind, ist die Neu anpflanzung von Pfirsich- und Aprikosenbäumen verboten. Da die Läuse unter günstigen Bedingungen auch auf Kohlarten und in Rübenmieten überwintern können, müssen diese ebenfalls überprüft werden.

Die Viruskrankungen tragen wesentlich dazu bei, daß manche Kartoffeln von Jahr zu Jahr weniger Ertrag bringen. Diese Erscheinung wird als Abbau der Kartoffel bezeichnet. Er läßt sich durch die Bekämpfung der Pfirsichblattlaus, durch den Anbau neuer Sorten und durch andere Maßnahmen bekämpfen. Gegenwärtig ist man bemüht, die durch Viruskrankheiten hervorgerufenen Ernteverluste durch Züchtung und Anbau von Sorten zu vermindern, die gegen Viren widerstandsfähig sind.

Bakterien. Durch stäbchenförmige Bakterien werden die Schwarzbeinigkeit und die Naßfäule der Kartoffel hervorgerufen. Diese Krankheiten sind auch in Deutschland sehr verbreitet. Oft sieht man junge Kartoffelpflanzen, die gelbliche Blätter haben und im Wachstum zurückgeblieben sind. Häufig sind die Blätter nach oben eingerollt. Solche Pflanzen lassen sich sehr leicht aus der Erde ziehen. Man sieht dann, daß der unterirdische Stengel und die Wurzeln schwarz gefärbt sind. Die an der Schwarzbeinigkeit erkrankten Pflanzen bilden meist keine Knolle und sterben frühzeitig ab (Abb. 11).

Die Knollen von Pflanzen, die an Naßfäule erkrankt sind, beginnen bald zu faulen und stecken beim Lagern die gesunden Knollen an (Tafel gegenüber S. 33). Bekämpfen können wir diese Krankheit besonders dadurch, daß wir erkrankte Stauden sofort entfernen und vernichten. Bevor die Knollen gelagert werden, muß man sorgfältig auslesen. Es ist vorteilhaft, auch während der Lagerzeit die Knollen noch zweimal zu verlesen. Die Lagerräume sollen kühl und trocken sein.

Krankheiten der Rüben

Wie bei den Kartoffeln, so treten auch bei den Rüben Fraßschäden durch tierische Schädlinge auf, so beispielsweise an den Blättern durch den Rüben-



Abb. 11 An Schwarzbeinigkeit erkrankte Kartoffelpflanze



Abb. 12 Kräuselkranke Rübenpflanze

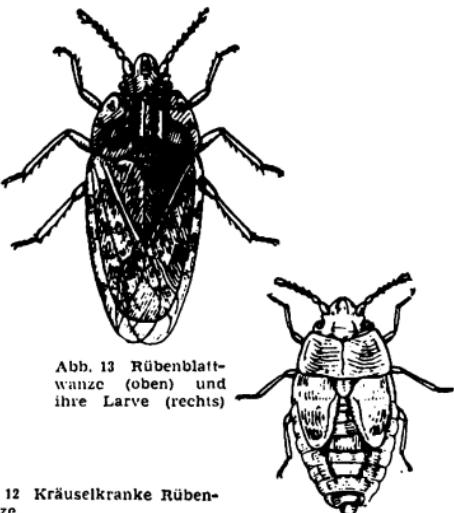


Abb. 13 Rübenblattwanze (oben) und ihre Larve (rechts)

aaskäfer und an den Wurzeln durch die Larve des Rübenderbrüßlers. Ernteverluste sind auch auf Krankheiten zurückzuführen, die von Viren, zum Teil auch von Pilzen, hervorgerufen werden. Bei der **Kräuselkrankheit** der Rübe findet man zuerst kleine helle Flecke auf den Blättern junger Pflanzen. Die Pflänzchen lassen die Blätter hängen, werden welk und gehen vielfach ein. Die meisten erholen sich jedoch und wachsen zunächst wie gesunde Pflanzen weiter. Nach einiger Zeit beginnen die inneren Blätter des Rübenschopfes sich zu kräuseln. Sie schließen sich zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Kopf zusammen (Salatkopfbildung; Abb. 12). Die äußeren Blätter sterben frühzeitig ab. Kräuselkranke Rüben bleiben bedeutend kleiner als gesunde. Das Virus der Rübenkräuselkrankheit wird von der **Rübenblattwanze** (Abb. 13) übertragen. Sie ist etwa 3,5 mm lang und mehr oder weniger dunkelgrau gefärbt. Die Wanze überwintert an trockenen, warmen Stellen und legt etwa Mitte April ihre Eier an den jungen Rübenpflänzchen ab. Nach etwa 6 bis 9 Wochen haben sich aus den Eiern wieder Blattwanzen entwickelt. Um die Kräuselkrankheit der Rübe einzudämmen, muß man die Rübenblattwanze bekämpfen. Dazu legt man vor der eigentlichen Feldbestellung einen schmalen Fangstreifen mit Rübenpflanzen an. Sind die Wanzen aus dem Winterquartier auf den Fangstreifen gelangt, so tötet man sie mit chemischen Mitteln. Man kann diese Fangstreifen zusammen mit den Wanzen auch unterpflügen und dann fest anwalzen. In weniger geschädigten Gebieten genügt ein- oder zweimaliges Stäuben der Rüben mit chemischen Mitteln. Die Anlage von Fangstreifen ist dort nicht erforderlich.

Krankheiten des Getreides

Beim Getreide sind es besonders Pilze, die Krankheiten erzeugen. Rost- und Brandpilze sind gefährliche Krankheitserreger (Abb. 14, 16). Es gibt bei allen Getreidearten verschiedene Rost- und Brandkrankheiten.

Vom **Schwarzrost** befallene Getreidepflanzen zeigen zunächst an den Blättern kleine, gelbliche Flecke. Diese werden später rotbraun und enthalten ein leicht stäubendes Pulver aus Millionen Sommersporen (Abb. 15).

Die Sommersporen werden durch den Wind weit verbreitet. Sie können zahlreiche weitere Getreidepflanzen und Wildgräser infizieren, die schon nach wenigen Tagen ebenfalls Rostflecke zeigen und durch unzählige Sporen die Krankheit weiter verbreiten. Außer den Sommersporen bilden Rostpilze im Herbst Wintersporen aus. Sie werden ebenfalls auf den Halmen, Blättern und Spelzen gebildet. Sie sind derbwandig, meist dunkel gefärbt und können überwintern.

Im Frühjahr keimen die Wintersporen aus. Es bilden sich besondere Sporen, die nur auf den Blättern der Berberitze auskeimen können. Hier bilden sie in bechersförmigen Sporenlagern unzählige Bechersporen. Man kann die Becher als kleine rote Punkte auf der Unterseite der Berberitzenblätter mit bloßem Auge erkennen. Die Bechersporen infizieren schließlich die Getreidepflanzen. Der Schwarzrostpilz entwickelt sich auf zwei verschiedenen Pflanzenarten. Die stärkste Entwicklung erfolgt auf dem Getreide, dem Hauptwirt, während

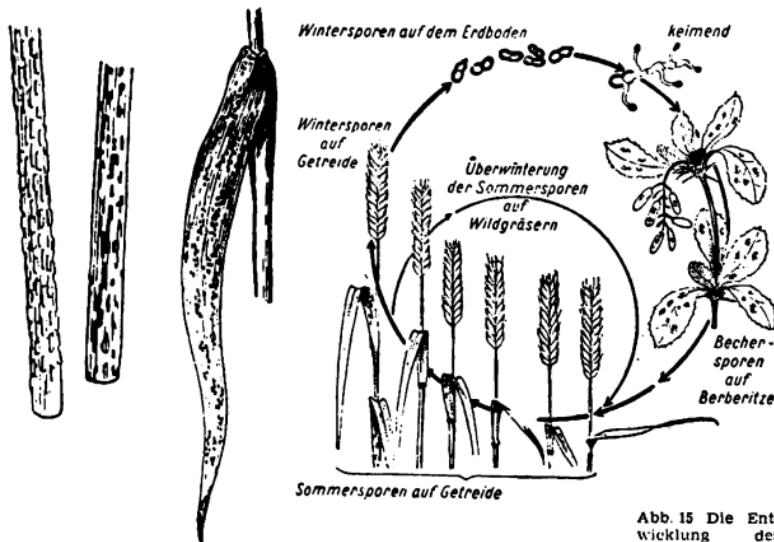


Abb. 14 Blatt und Halm von Getreidepflanzen, die von Rostpilzen befallen sind

Abb. 15 Die Entwicklung des Schwarzrosts auf Getreide und Berberitze



Abb. 16 (links) Rispe einer vom Haferflugbrand befallenen Haferpflanze

Abb. 17 (rechts) Roggenähre mit Mutterkorn (M)

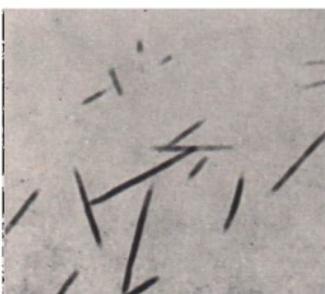
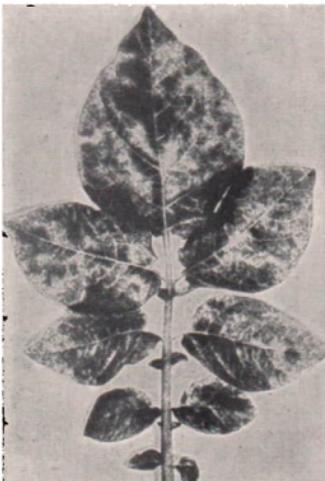
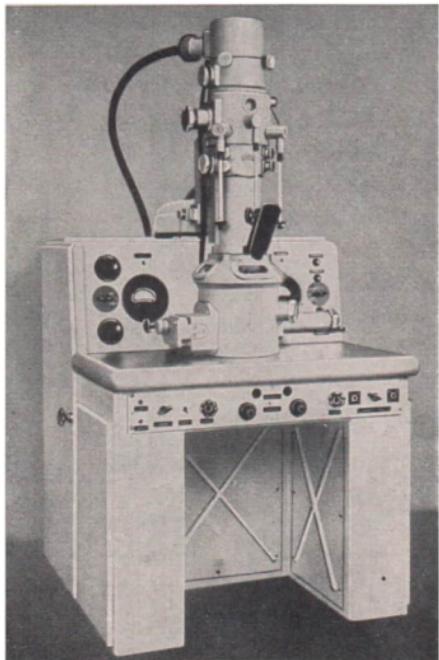
die Berberitze als Zwischenwirt nicht so stark geschädigt wird.

Man hat versucht, die Rostpilze durch Ausrotten der Zwischenwirte zu vernichten. Das war erfolglos, da bei den meisten Rostarten auch Sommersporen den Winter überdauern können und bei Wintergetreide bereits im Herbst die junge Saat infiziert wird. Auch chemische Mittel bleiben bei der Bekämpfung der Rostpilze ohne Wirkung. Es ist jedoch gelungen, rostfeste Getreidearten zu züchten, so daß Rostschäden bei Getreide heute auf ein erträgliches Maß zurückgegangen sind.

Die **Brandkrankheiten** des Getreides werden von den Brandpilzen hervorgerufen (Abb. 16). Diese durchwuchern die Getreidepflanze und bilden in den Fruchtknoten ihre Sporenlager. Sie zerstören dabei die Blüte und verwandeln das Korn in eine dunkelbraune, staubige Sporenmasse, so daß die Fruchtstände wie verbrannt aussehen. Die Sporen werden durch den Wind und beim Dreschen des Getreides übertragen. Sie gelangen auf andere Körner, die bei der Keimung durch die ebenfalls keimenden Sporen infiziert werden. Während früher die durch Brandpilze verursachten Schäden recht erheblich waren, werden Brandpilze heute mit chemischen Mitteln erfolgreich bekämpft.

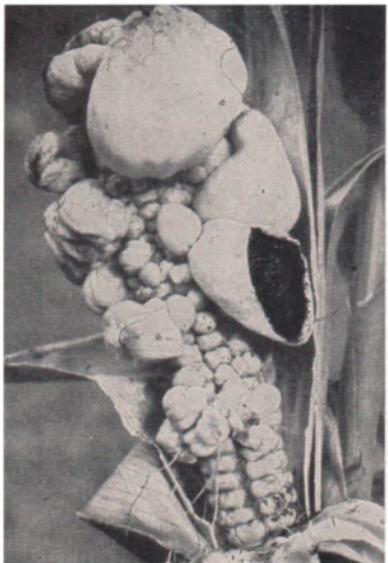
Die wichtigste Bekämpfung besteht im **Beizen** des Saatgutes. Bei der Trockenbeize werden die Getreidekörner vor der Aussaat mit chemischen Mitteln bestäubt (z. B. Germisan-Universal-Trockenbeize), die die Brandsporen abtöten. Zur Naßbeize werden die Körner einige Zeit in eine pilztötende Flüssigkeit (z. B. Germisan-Naßbeize) getaucht. Das Beizen des Saatgetreides ist ein wirksames Mittel zur Bekämpfung der Brandpilze und darf nie versäumt werden.

Manchmal findet man bei Getreide an Stelle der Körner große, dunkelviolette, gebogene Gebilde, das sogenannte **Mutterkorn** (Abb. 17). Die Mutterkörner sind verdichtetes und hartgewordenes Pilzgewebe. Sie fallen oft schon vor der Ernte aus und überwintern am Boden. Im kommenden Frühjahr bilden sie Sporen, die durch den Wind wieder auf blühende Getreidepflanzen übertragen werden können. Die Blüten scheiden dann eine gelbe, süße Flüssigkeit aus, den sogenannten Honigtau. Durch ihn werden Insekten angelockt, die die Sporen von Pflanze zu Pflanze verbreiten.



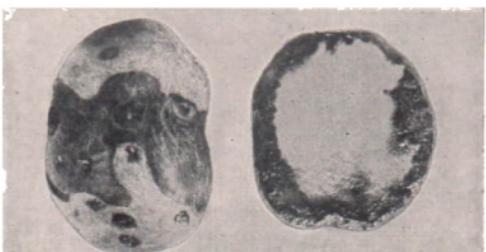
Viren

Oben: Elektronenmikroskop des VEB Carl Zeiss Jena. Mit Elektronenmikroskopen können 100 000fache und stärkere Vergrößerungen erreicht werden. Rechts oben: Blatt einer mosaikkranken Kartoffelstaude. Rechts Mitte: Die Viren der Mosaikkrankheit, wie sie das Elektronenmikroskop sichtbar werden lässt. Rechts unten: Kristalle des Tabaknekrosevirus (elektronenmikroskopisches Bild)



Pflanzenkrankheiten

Oben links: Fruchtstand (Kolben) einer Maispflanze, die an Maisbeulenbrand erkrankt ist. Oben rechts: Kartoffelstaude, die von der Blattrollkrankheit befallen ist. Die Blättchen sind deutlich nach oben eingerollt. Mitte: Kartoffelstaude, die vom Kräuselvirus befallen ist. Unten: Knollen einer Kartoffelpflanze, die an der Naßfäule erkrankt ist. Links eine ganze, rechts eine durchschnittenen Knolle



Die Ertragsminderung durch den Mutterkornpilz ist sehr gering, trotzdem muß man ihn bekämpfen, da die Mutterkörner Gifte enthalten. Beim Reinigen des Getreides werden die Mutterkörner entfernt. Der Boden stark befallener Felder ist tief umzupflügen, damit die ausgefallenen Mutterkörner vernichtet werden. Da aus den im Mutterkorn enthaltenen Giften wichtige Heilmittel gewonnen werden, sollten die bei der Reinigung anfallenden Mutterkörner den Arzneifabriken zugeführt werden. Zur ausreichenden Gewinnung dieser Heilmittel infiziert man besonders dafür angebautes Getreide mit den Sporen des Pilzes.

Krankheiten des Maises

Neben einem Rostpilz richtet beim Mais vor allen Dingen der **Maisbeulenbrand** großen Schaden an. Die Pilzsporen überwintern im Boden. Von dort aus erfolgt im Frühjahr die Infektion der Maispflanzen. Die Sporen dringen in die Zellen ein und vermehren sich sehr stark. An den oberirdischen Pflanzenteilen treten beulenartige Anschwellungen auf (Tafel gegenüber S. 33), die die Sporen enthalten. Wenn diese Anschwellungen aufplatzen, werden die Sporen durch den Wind verbreitet.

Im silierten Mais sterben die Keime nach etwa 5 Wochen ab. Der Maisbeulenbrand läßt sich durch Saatgutbeizung und durch rechtzeitiges Ausbrechen der Brandbeulen bekämpfen. Da die Sporen lange Zeit im Boden lebensfähig bleiben, darf auf verseuchten Feldern mehrere Jahre kein Mais angebaut werden. Bei der Pflege des Maises ist darauf zu achten, daß die Pflanzen nicht beschädigt werden, da an den Wunden die Infektion durch den Pilz erfolgt.

Der Pflanzenschutz erfüllt außerordentlich wichtige Aufgaben. Noch immer wird ein Teil der Ernte durch Schädlinge oder Krankheiten vernichtet. Treten Pflanzenkrankheiten seuchenhaft auf, so muß man unverzüglich einen Fachmann zu Rate ziehen, der eine umfassende Bekämpfung einleitet.

Bei den wichtigen Aufgaben des Pflanzenschutzes können auch wir mithelfen. Dabei arbeiten wir eng mit dem Pflanzenschutzagronomen der MTS zusammen.

Aufgaben und Fragen

1. Beobachte angebaute Pflanzen! Versuche, kranke Pflanzen zu finden! Erkundige dich beim Pflanzenagronomen der MTS oder bei einem anderen Fachmann, um welche Krankheiten es sich handelt und wie sie bekämpft werden!
2. Wie werden in einer LPG oder einem anderen großen landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Betrieb die Pflanzenkrankheiten bekämpft? Vergleiche mit der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten im Schulgarten oder auf anderen kleinen Flächen!
3. Warum können die Pflanzenkrankheiten in landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften und volkseigenen Gütern besser bekämpft werden als in kleinen landwirtschaftlichen Betrieben?
4. Warum müssen auch einzelnstehende Pflanzen beobachtet werden?
5. Wie hast du bei der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten geholfen?

Mikroben. und ihre Bedeutung für Landwirtschaft, Haushalt und Industrie

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir eine Reihe Mikroben als Erreger ansteckender Krankheiten bei Mensch, Tier und Pflanze kennengelernt. Doch nur ein kleiner Teil der verschiedenen Mikrobenarten, von denen es Hunderttausende gibt, sind Krankheitserreger, der weitaus größere Teil lebt im Erdboden, auf abgestorbenen Pflanzen und Tieren oder anderen organischen Stoffen, auf Früchten und auf Nahrungsmitteln. Es sind die Erreger von uns allen bekannten Veränderungen der Stoffe in der Natur: Fäulnis (Verwesung) und Gärung.

Ein Teil dieser Mikroben kann durch die Vernichtung von Nahrungs- und Futtermitteln schädlich sein, die Mehrzahl hat jedoch nützliche Eigenschaften. Der Mensch stellt sie in immer stärkerem Maße in seinen Dienst.

Die auf Nahrungsmitteln schädlichen Fäulnisserreger erfüllen im Stallmist sowie im Humus und im Kompost sehr nützliche Aufgaben. Sie zersetzen abgestorbene Pflanzenteile und verwandeln sie in Stoffe, die für die Ernährung der Pflanzen erforderlich sind.

Für die Landwirtschaft hat neben den Fäulnisserregern besonders eine Gruppe von Gärungsbakterien Bedeutung, die beispielsweise bei der Herstellung von Sauerfutter (Gärfutter), Quark, Butter und Käse wichtig sind.

Unsere Flüsse würden in kurzer Zeit durch die Unmenge Abwässer der Großstädte und Industrie vollständig verschlammen. Ähnlich wie im Boden, zersetzen aber auch hier Mikroben die anfallenden organischen Stoffe. So führen sie zu einer Selbstreinigung der Gewässer.

Daß die fäulnisregenden Mikroorganismen im Haushalt Bedeutung haben, beispielsweise wenn sie unsere Nahrungsmittel zersetzen, ist allgemein bekannt. Es gibt viele Möglichkeiten, Lebensmittel vor zersetzenden Mikroben zu schützen, sie zu konservieren.

Außer für die Landwirtschaft und für den Haushalt sind Mikroben für die Industrie sehr wichtig. Ihre industrielle Bedeutung hat in den letzten Jahrzehnten außerordentlich zugenommen. Während Alkohol und Essig schon lange mit Hilfe von Hefen und Bakterien in Fabriken gewonnen werden, setzt man neuerdings Mikroben auch für die Herstellung anderer chemischer Stoffe ein. So werden beispielsweise Zitronensäure, Milchsäure, Hormone, Vitamine und anderes mit ihrer Hilfe gewonnen. Die Herstellung von Penicillin und anderen Heilmitteln haben wir bereits kennengelernt (s. S. 17).

Es gibt eine Vielzahl von weiteren Vorgängen, bei denen Mikroben wesentlichen Anteil haben, und wer mit offenen Augen durch die Welt geht, wird ständig neue Beispiele finden.

Die Herstellung von Sauerfutter

Für die Viehwirtschaft ist es außerordentlich wichtig, daß zu allen Zeiten genügend Futter zur Verfügung steht. Da im Winter kein Frischfutter vorhanden ist, muß die reiche Ernte der Sommer- und Herbstmonate für den Winter aufbewahrt werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten. Am einfachsten ist das Aufbewahren von Rüben und Kartoffeln. Sie sind durch ihre feste Oberhaut gegen das Eindringen zersetzender Mikroorganismen geschützt und lassen sich bei sachgemäßer Lagerung in Mieten oder in Kellerräumen lange Zeit aufheben.

Für die wichtigsten Futterpflanzen, Gräser und Schmetterlingsblüten gewächse, ist dies jedoch nicht möglich. Es gibt zwei Verfahren, diese Futterpflanzen haltbar zu machen. Wie allgemein bekannt ist, wird ein Teil zu **Heu** getrocknet, also durch den Entzug von Wasser vor dem Verderben geschützt. Ein anderer Teil der Ernte wird in großen Behältern oder Gruben (Silos) aufbewahrt. Die Pflanzen säuern dann wie Sauerkohl oder saure Gurken und werden dadurch haltbar. Sie werden zu **Sauerfutter**. Im Herbst, wenn die Sonne nicht mehr so heiß scheint, also gute Bedingungen für das Trocknen fehlen, ist das Einsäuern vorteilhaft.

Es gibt Futterpflanzen, die sich nur schwer oder überhaupt nicht trocknen lassen (z. B. Mais, Rübenblatt und Sonnenblumen). Diese Pflanzen kann man jedoch gut zur Bereitung von Sauerfutter verwenden. Das Sauerfutter wird auch als **Gärfutter**, **Silofutter** oder **Silage** bezeichnet. Seine Bereitung ist einfach und billig, es wird ähnlich wie Sauerkohl hergestellt. Da große Mengen dieses Futtermittels benötigt werden — eine Kuh beispielsweise frisbt bis 45 kg Sauerfutter am Tage — braucht man zum Einsäuern große Behälter (Abb. 18).

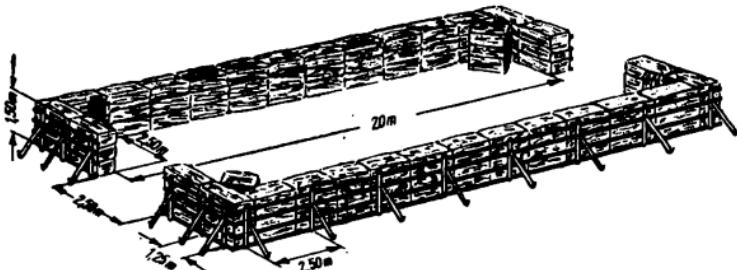


Abb. 18 Ein solcher Strohsilo faßt etwa 200 m³ Sauerfutter. Strohsilos lassen sich sehr einfach und billig aus Strohballen herstellen. Man kann auch loses Stroh zwischen Breiterschichten. Strohsilos können an jeder Stelle errichtet werden, sie sind besser geeignet als Erdgruben. Der abgebildete Silo ist so groß, daß die Wagen durch ihn hindurchfahren können.

Zur Gärfutterbereitung wird das Futter unmittelbar vom Feld in den Gärbehälter eingebracht. Sperrige Pflanzen, beispielsweise Mais, muß man vorher häckseln.

Die Futterpflanzen müssen in dem Silo fest eingedrückt werden, damit die Luft entweicht. Dann wird der Silo mit Brettern oder einer Erdschicht gut abgedeckt. Im Silo verwandeln sich nun allmählich die frischen Pflanzen in Sauerfutter. Wir wollen erfahren, welche Vorgänge dazu führen, daß die Pflanzen nicht verfaulen, sondern haltbar gemacht werden.

Der wichtigste Vorgang bei der Gärfutterbereitung ist die Bildung von Säure durch Bakterien. Jeder, der schon einmal Sauerfutter gerochen hat, kennt den säuerlichen Geruch, der an Sauerkohl erinnert. Die Säure wird von Bakterien gebildet; es sind die gleichen Bakterien, die auch die Säurebildung im Sauerkraut hervorrufen und die Milch sauer werden lassen. Man nennt sie **Milchsäurebakterien**. Milchsäurebakterien kommen fast überall in der Natur vor. Sie haben kugel- oder stäbchenförmige Gestalt und bilden häufig Zellketten. In die Silos gelangen sie mit den Futterpflanzen.

Die Milchsäurebakterien verwenden für ihren Stoffwechsel den **Zucker**, der in den Pflanzen enthalten ist. Sie bilden ihn mit Hilfe besonderer Stoffe so um, daß schließlich **Milchsäure** entsteht. Durch die chemischen Vorgänge, die bei dieser Umbildung stattfinden, gewinnen die Milchsäurebakterien die Energie für ihre Lebenstätigkeiten.

Da die Milchsäurebakterien den Zucker der Pflanzen für ihren Stoffwechsel brauchen, sind Pflanzen mit hohem Zuckergehalt (z. B. Mais, Rübenschotel) besonders gut zur Gärfutterbereitung geeignet. Pflanzen mit geringem Zucker- und hohem Eiweißgehalt, wie Klee und Luzerne, sind nicht so gut geeignet; man mischt sie deshalb bei der Sauerfutterherstellung mit zuckerreichen Pflanzen.

Die Futterpflanzen zur Gärfutterherstellung werden abends gemäht, da sie dann mehr Zucker enthalten als am Morgen. Zuckerarme Futterpflanzen siliert man auch mit Melasse zusammen. Melasse ist eine dunkelbraune Flüssigkeit, die als Rückstand bei der Zuckergewinnung anfällt. Sie enthält etwa 50 Prozent Zucker, den die Milchsäurebakterien für ihren Stoffwechsel verwertern können.

Die Milchsäurebakterien haben eine besondere Lebensweise. Während fast alle Lebewesen unbedingt sauerstoffreiche Luft oder sauerstoffreiches Wasser benötigen, gedeiht eine Gruppe von Milchsäurebakterien am besten ohne Sauerstoff, eine andere Gruppe entwickelt sich besonders gut in Gegenwart von nur wenig Sauerstoff.

Nach dem griechischen Wort für Luft (aer) nennen wir Lebewesen, die sich in sauerstoffreicher Umwelt am stärksten vermehren, **Aerobier**. Die Organismen, die ohne oder mit wenig Luftsauerstoff leben, heißen **Anaerobier**. Die weitaus überwiegende Mehrzahl der Organismen sind Aerobier, nur verhältnismäßig wenig Arten leben als Anaerobier.

Beim Füllen des Silos gelangen mit den Futterpflanzen außer den Milchsäurebakterien selbstverständlich auch andere Mikroben in den Behälter. Viele von ihnen, vor allem Fäulnisbakterien, Essigsäurebakterien und Buttersäurebakterien, dürfen sich auf keinen Fall im Silo kräftig vermehren: ihre Lebenstätigkeit führt zu einem Verderben des Futters.

Die schädlichen Mikroorganismen sind uns nicht unbekannt. Die **Essigsäurebakterien** bilden Essigsäure, die unter anderem für den Speiseessig (meist als 5prozentige Lösung) Verwendung findet. **Buttersäurebakterien** lassen beispielsweise die Butter ranzig werden. Den Geruch der Buttersäure, die sie erzeugen, hat jeder in unangenehmer Erinnerung. Daß die **Fäulnisbakterien** Nahrungsmittel verderben, haben wir ebenfalls schon erfahren.

Das Füllen eines Silos ist ein interessanter Fall der Anwendung biologischer Erkenntnisse. Alle Maßnahmen, die dabei durchgeführt werden, haben letztlich ein Ziel: den Milchsäurebakterien gute, den futterverderbenden Mikroben schlechte Lebensbedingungen zu schaffen.

Die wichtigste Arbeit beim Einfüllen der Pflanzen ist das Einpressen. Damit regelt man den Luftgehalt, genauer gesagt, den **Sauerstoffgehalt** des Futters. Da Milchsäurebakterien anaerob sind, entwickeln sie sich am besten bei Anwesenheit geringer Sauerstoffmengen oder bei Fehlen von Sauerstoff. Die Essigsäurebakterien und auch viele Fäulnisbakterien sind aerob, benötigen also unbedingt Sauerstoff. Wenn beim Eindrücken des Futters die Luft entfernt wird, schafft man für die Fäulnisbakterien und für die Essigsäurebakterien schlechte Lebensbedingungen.

Beim Füllen des Silos darf aber nicht die gesamte Luft entfernt werden. Bei völligem Fehlen von Sauerstoff würden zwar verschiedene Milchsäurebakterien gute Lebensbedingungen vorfinden, die schädlichen Buttersäurebakterien jedoch, die streng anaerob leben, könnten sich noch besser entwickeln. Ein richtig gefüllter Silo darf also nur so viel Luft enthalten, daß im gesamten Futter Sauerstoffmangel herrscht. Dann entwickeln sich rasch die Milchsäurebakterien, die bei Anwesenheit geringer Sauerstoffmengen die besten Lebensbedingungen vorfinden. Sie erzeugen schnell so viel Milchsäure, daß die Lebenstätigkeit der schädlichen Mikroben unterbunden wird. Es entsteht ein mildes, gut riechendes Sauerfutter, das sich lange hält und vom Vieh gern gefressen wird.

Außer dem richtigen Luftgehalt hat auch die **Temperatur** des Sauerfutters eine gewisse Bedeutung. Während die günstigen Temperaturen für die Milchsäurebakterien bei 25 bis 35° C liegen, betragen sie für die Buttersäurebakterien 35 bis 40° C. Sauerfutter darf also nicht zu warm werden. Alle Mikroben, die das Futter verderben, werden in erster Linie mit verschmutzten Futtermitteln in das Silo eingeschleppt deshalb ist auf größte **Sauberkeit** bei der Ernte und beim Einlagern zu achten.

Bei Pflanzen, deren Zuckergehalt gering ist (z. B. Klee, Luzerne), wird im Silo oft nicht schnell genug Milchsäure gebildet. Dann können sich leicht Fäulnis-

bakterien entwickeln. Es ist beim Silieren solcher Pflanzen zweckmäßig, fertige Säure beizufügen. Man nimmt dazu meist nicht Milchsäure, sondern Ameisensäure, die in chemischen Fabriken leicht hergestellt werden kann. Die entsprechenden Mittel sind als Amasil oder Kofasalz bekannt.

Übersicht zur Beurteilung von Sauerfutter

Beschaffenheit des Futters	Mikroben	Fehler
Sauerkrautähnlich, Pflanzen gut erhalten, hell- bis dunkelgrün, Geruch säuerlich, brotartig aromatisch	Milchsäure-bakterien	—
Stechender Geruch nach Essig oder Tabak	Essigsäure-bakterien	zuviel Luft (Sauerstoff)
Unangenehmer Geruch nach ranziger Butter, hellgelb, schleimig-schmierig	Buttersäure-bakterien	Futter zu stark verschmutzt, zu wenig Luft (Sauerstoff), Temperatur zu hoch
Schleimig-schmierig, meist dunkel bis schwarz gefärbt, nach Fäulnis stinkend	Fäulnis-bakterien	Futter zu wenig zuckerhaltig, zu stark verschmutzt
Dumpfer, muffiger Geruch nach Schimmelpilzen	Schimmel-pilze	zuviel Luft (Sauerstoff)

Durch das Einsäuern sichern sich die landwirtschaftlichen Betriebe die Futtergrundlage für eine Vergrößerung ihrer Viehbestände. Sie gewinnen ein sehr gutes Futter; denn der Nährwert der Pflanzen bleibt beim Silieren viel besser erhalten als beim Trocknen. Außerdem fördert die Milchsäure die Verdauung der Tiere. Gutes Gärfutter wird gern gefressen; es führt zu erhöhter Leistung. Bei Kühen beispielsweise steigt der Fettgehalt der Milch nach Fütterung von Gärfutter meist deutlich an.

Aufgaben und Fragen

1. Fülle eine Probe Sauerkohl oder Sauerfutter in ein Reagenzglas oder in ein anderes hohes Gefäß! Drücke es fest, damit die Luft entweicht! Gieße so viel Brühe zu, daß der Sauerkohl völlig bedeckt ist! Breite eine andere Probe auf einem Teller aus, so daß sie mit Luft in Berührung kommt! Beobachte beide Proben einige Tage lang! Begründe das Ergebnis des Versuchs! Vergleiche den Versuch mit dem richtigen und dem falschen Füllen eines Silos!
2. Sieh dir die Silos einer LPG, eines VEG oder eines anderen landwirtschaftlichen Betriebes an! Welche Pflanzen werden siliert? Wie groß waren die Hektarerträge bei den verschiedenen Pflanzenarten?
3. Stelle fest, welche Arbeiten beim Einlagern von Sauerfutter durchgeführt werden! Begründe die einzelnen Arbeiten!

4. Mitunter gießt man beim Füllen des Silos einige Kannen Molke (s. unten) über die Pflanzen. Welche Bedeutung hat das?
5. Stelle fest, wie Sauerfutter verwendet wird! Welche Tiere bekommen Sauerfutter? Welche Mengen werden verfüttert? Welche anderen Futtermittel erhalten die Tiere?

Die Bedeutung der Milchsäurebakterien für die Molkerei

Milchsäurebakterien sind nicht nur bei der Herstellung von Sauerfutter wichtig, sie sind auch wesentlich an der Herstellung von Quark, Butter und Käse beteiligt.

Die Wirkungen der Milchsäurebakterien kennen die Menschen schon bedeutend länger als die Bakterien selbst; denn Milchprodukte, wie Quark und Käse, werden schon seit Jahrtausenden hergestellt.

Wir wissen, daß Milch verhältnismäßig schnell sauer wird. Der dabei ablaufende Vorgang ist recht einfach: Die überall in der Luft vorhandenen Milchsäurebakterien fallen in die offenstehende Milch. Hier finden sie einen vorzüglichen Nährboden und können sich vermehren. Die Temperaturen an warmen Sommertagen bieten den Bakterien viel günstigere Lebensbedingungen als die Temperaturen im Winter. Deshalb vermehren sich die Bakterien an warmen Sommertagen besonders rasch.

Wir wissen schon, daß die Milchsäurebakterien aus Zucker Milchsäure bilden. In der Milch ist Milchzucker enthalten, den die Bakterien in Milchsäure umwandeln. Sie bewirkt, daß die Milch sauer wird und gerinnt. Wie im Sauerfutter, so können auch in saurer Milch durch die vorhandene Milchsäure keine schädlichen Fäulnisreger auftreten. Saure Milch ist also in einem gewissen Maße haltbar. Manchmal entsteht auf saurer Milch ein filziger Rasen. Er wird von einem Schimmelpilz, dem Milchschimmel, gebildet und ist nicht gesundheitsschädlich.

Es gibt eine Reihe von Sauermilchgetränken, die durch die Tätigkeit von Milchsäurebakterien hergestellt werden, beispielsweise Joghurt.

Quark oder Weißkäse gewinnt man, indem man von geronnener Milch einen Teil der Flüssigkeit, die Molke, abpreßt. Quark ist das Ausgangsprodukt zur Käsebereitung, er wird in Molkereien in großen Mengen hergestellt. Dazu impft man Milch mit Reinkulturen stark milchsäurebildender Bakterien, die schon nach wenigen Stunden die Milch zum Gerinnen bringen. Man nennt diese Bakterien Säurewecker. Es sind meist Langstäbchen oder kettenbildende Kokken.

Bei der Käsebereitung wird Quark durch verschiedene Arten von Mikroorganismen zu Käse umgewandelt. Wir unterscheiden zwei Gruppen von Käse: den Sauermilchkäse und den Labkäse. Sauermilchkäse (z. B. Harzer, Bierkäse) wird aus Milch hergestellt, die mit Säureweckern geimpft wurde. Beim

Labkäse (z. B. Emmentaler, Tilsiter, Romadur, Camembert, Roquefort) wird die Milch durch Zusatz von Lab zur Gerinnung gebracht. Lab ist ein Wirkstoff, der aus den Magen junger Kälber gewonnen wird. Bei Käse, der noch nicht durchgereift ist, der also noch nicht völlig von den Mikroorganismen aufgeschlossen ist, kann man im Innern noch den weißen Kern aus Quark erkennen.

Neben Bakterien und Hefen sind bei der Reifung mancher Käsearten auch Schimmelpilze beteiligt. So wachsen im Camembert- und Roquefortkäse verschiedene Arten von Penicillium-Pilzen (Abb. 4, S. 10), die wir an der blau-grünen Farbe erkennen. Die Löcher im Schweizer Käse werden von gasbildenden Bakterien hervorgerufen. Jede Käsesorte hat einen eigenartigen Geruch und einen besonderen Geschmack. Es gibt viele unterschiedliche Käsesorten, die durch die Verwendung verschiedener Mikroorganismen gewonnen werden.

Auch bei der Herstellung von **Butter** sind die Milchsäurebakterien beteiligt. Zunächst wird die Milch entrahmt. Den Rahm (Sahne) säuert man vor dem Verbuttern durch Säurewecker. Beim Verbuttern scheidet sich das Milchfett (Butter) ab; die verbleibende Flüssigkeit ist die Buttermilch.

Aufgabe und Fragen

Warum wird Milch an warmen Sommertagen leicht sauer? Was tun wir, um das Säuern der Milch zu verhindern? Begründe diese Maßnahmen!

Die Bedeutung der Mikroorganismen im Boden

Die Mikroben haben für die Umwandlung der Stoffe in der Natur eine unvorstellbar große, wahrhaft ungeheure Bedeutung. Ohne ihre Tätigkeit wäre ein Leben in der heutigen Form überhaupt unmöglich. Für uns Menschen ist vor allem das Leben der Mikroorganismen im Boden wichtig. Jedes Gramm guten Ackerbodens enthält mehrere Milliarden Mikroorganismen. Ohne sie würde der Boden seine Fruchtbarkeit bald einbüßen.

Mikroben, die organische Substanzen zersetzen

Die Milchsäurebakterien wandeln Zucker in Milchsäure um. Auch andere Mikroorganismen können Zucker umwandeln und dabei Energie für ihre Lebenstätigkeit gewinnen. So bilden beispielsweise einige Hefepilze aus dem Zucker Alkohol. Wir nutzen das aus und lassen von diesen Pilzen aus zuckerhaltigen Fruchtsäften Wein herstellen. Diese Umwandlung von Zucker in Milchsäure oder Alkohol nennen wir **Gärung**. Außer der Milchsäuregärung und der Alkoholgärung gibt es noch andere Formen der Gärung (z. B. Essigsäuregärung und Buttersäuregärung). Mitunter wird nicht Zucker, sondern Stärke vergoren. Beide bestehen aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff.

Außer der Gärung gibt es noch andere Vorgänge, bei denen durch die Tätigkeit von Mikroorganismen pflanzliche oder tierische Stoffe zersetzt werden.

Ein Stück Fleisch beispielsweise, das einige Tage liegt, nimmt einen unangenehmen, widerlichen Geruch an. Es geht in **Fäulnis** über. Streicht man mit einem Stück faulenden Fleisches über eine Nährbodenplatte, so entwickeln sich an den berührten Stellen zahlreiche Bakterienkolonien. Daraus sehen wir, daß Fäulnis ebenfalls von Mikroorganismen hervorgerufen wird. Die Bakterien, die Fäulnis hervorrufen, zersetzen nicht Zucker oder Stärke. Sie benötigen Substanzen, die außer Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff auch noch Stickstoff enthalten. Weil das Weiß des Hühnereies aus diesen Stoffen zusammengesetzt ist, werden Pflanzen- oder Tierstoffe, die Stickstoff enthalten, als Eiweiße bezeichnet. Werden sie von Mikroben zersetzt, so entstehen widerlich riechende, stinkende, zum Teil giftige Stoffe.

Die Fäulnis wird von bestimmten Bakterienarten, den Fäulnisbakterien, hervorgerufen. Ihre Lebensfähigkeit ist uns vor allem dann aufgefallen, wenn sie zum Verderben unserer Lebensmittel führte. Daß die Fäulnisbakterien in der Natur eine außerordentlich große Bedeutung haben, überlegen wir meist nicht. Überall, wo tote Organismen sich selbst überlassen bleiben, siedeln sich Fäulnisbakterien an. Sie zersetzen die Reste und verwandeln sie in Stoffe, die den Pflanzen als Nährstoffe dienen.

Von besonderer Bedeutung sind die Bodenbakterien für den Ackerboden. Im Herbst werden die Pflanzenreste (z. B. Stoppeln) und Unkräuter beim Pflügen in den Boden gebracht. Diese Pflanzenteile können die angebauten Pflanzen nicht unmittelbar verwerten. Die Bodenbakterien und Bodenpilze zersetzen diese Reste. Dabei entstehen Stoffe, die von den Pflanzen aufgenommen werden können. Die Fäulnisbakterien wandeln also die in toten Pflanzenteilen als Verbindungen festliegenden Nährstoffe (Stickstoff usw.) so weit um, daß sie lebenden Pflanzen wieder zum Aufbau ihres Körpers dienen können. Ein Teil des Stickstoffs entweicht bei diesen Prozessen als Gas.

Die Fruchtbarkeit des Bodens hängt entscheidend von der Tätigkeit der Mikroorganismen ab. Die Bodenbearbeitung dient nicht nur unmittelbar den grünen Pflanzen; indem sie günstige Lebensbedingungen für die Bodenorganismen schafft, verbessert sie die Lebensbedingungen für die Pflanzen. Ackerboden enthält bedeutend mehr Mikroorganismen als Brachland.

Die pflanzlichen und tierischen Reste, die von den Mikroorganismen zersetzt werden, nennen wir **Humus**. In ihm finden neben den biologischen auch viele chemische Prozesse statt. Der Humus ist die Grundlage des Lebens der Bodenorganismen. Seine Bedeutung für die Pflanzen liegt nicht nur darin, daß er zu Nährstoffen für die Pflanzen abgebaut werden kann, also ein Düngemittel ist.

Durch die Tätigkeit der Mikroorganismen entstehen Stoffe, die kleine Bodenteilchen miteinander verkitteln. Dadurch wird der Boden locker und krümelig. Solcher humusreicher Boden ist dunkel gefärbt, trocknet nicht schnell aus. bleibt auch nach starkem Regen noch locker und bringt hohe Er-

träge. Deshalb ist man bestrebt, dem Boden möglichst viel organische Stoffe zuzuführen, die eine reiche Entfaltung der Mikroben ermöglichen.

In der Landwirtschaft bringt man vor allem durch den **Stalldünger** organische Stoffe in den Boden. Damit ergänzt man die Reste, die von den geernteten Pflanzen zurückbleiben (Wurzeln, Stoppeln usw.).

Auch die Handelsdünger, die auf das Feld gestreut werden, sind nicht ohne Wirkung auf das Leben im Ackerboden. Beispielsweise verbessert das Kalken der Böden die Lebensbedingungen für die Mikroorganismen.

Im Gartenbau bringt man mit dem **Kompost** Humus in die Erde. Gut verrottete Komposterde ist von dunkler Farbe und hat eine krümelige Beschaffenheit.

Besondere Bedeutung kommt dem Humus im Walde zu, da er hier in der Regel die einzige Nährstoffzufuhr darstellt. Im Laubwald, wo jedes Jahr die abfallenden Blätter neuen Humus liefern, sind viel mehr Bodenorganismen vorhanden als im Nadelwald.

Die Auswirkungen der Mikroorganismen können wir nur durch langfristige Beobachtungen sehen. Dann stellen wir beispielsweise fest, daß aus dem Fall-laub Humuserde wird. Wir können das Wirken der Mikroorganismen aber recht deutlich daran erkennen, daß die **Temperaturen** an Orten mit starker Mikrobentätigkeit ansteigen. In einem Komposthaufen beispielsweise, der richtig gepflegt wird und nicht zu kalt steht, steigt die Temperatur in Etappen bis über 60° C an. Anfangs entwickeln sich Mikrobenarten, die durch ihre Lebenstätigkeit die Temperatur nur wenig erhöhen. Mit steigender Temperatur sterben diese Formen ab; dafür entwickeln sich Arten, die mehr Wärme vertragen und die Temperatur stärker ansteigen lassen. Nur unter den Mikroorganismen gibt es einige Formen, die sich bei so hohen Temperaturen noch entwickeln können. Die anderen Organismen, beispielsweise Unkräuter und ihre Samen, gehen in einem richtig gepflegten Komposthaufen bald zugrunde. Besonders stark steigen die Temperaturen bei der Verrottung von Stallmist an. Er kann sich auf 70 bis 75° C erhitzen. In feucht gelagertem Heu treten sogar Temperaturen bis etwa 80° C auf. Auf Grund von rein chemischen Vorgängen ist dann eine **Selbstentzündung** des Heus möglich. Die Gefahr besteht vor allem dann, wenn die erhitzten Heumassen beim Abtragen mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommen.

Bakterien, die Düngemittel erzeugen .

Die Pflanzen entnehmen einen großen Teil der Nährstoffe dem Boden. Wenn sie absterben und von Mikroorganismen zersetzt werden, gelangen diese Stoffe wieder in die Erde. Pflanzen oder Pflanzenteile, die von Tieren gefressen werden, geben ihre Stoffe auf dem Umweg über die Ausscheidungen der Tiere oder über die toten Tierkörper wieder in die Erde.

Die angebauten Pflanzen fahren wir vom Felde ab. Dadurch unterbrechen wir den Kreislauf der Stoffe, der vom Boden in die Pflanze und von dort —

zum Teil auf dem Umweg über den Tierkörper — wieder zum Boden zurückführt. Damit die Fruchtarkeit des Bodens erhalten und weiter gesteigert wird, führen wir dem Boden Nährstoffe zu, wir düngen.

Zu den Stoffen, die wir mit dem Dünger in den Boden bringen, gehört auch der **Stickstoff**. Das erscheint unsinnig, wenn wir bedenken, daß über 78 Prozent der Luft reiner Stickstoff sind. Die grünen Pflanzen können aber diesen Luftstickstoff nicht verwerten. Sie sind auf die geringen Mengen angewiesen, die im Boden als Stickstoffverbindungen vorhanden sind. Wir stellen deshalb in großen Fabriken, beispielsweise im VEB Leunawerke „Walter Ulbricht“ und im VEB Stickstoffwerk Piesteritz, aus dem Stickstoff der Luft Düngesalze her. Einige Bodenmikroben haben die Fähigkeit, den Luftstickstoff in chemische Stoffe zu verwandeln, die von den grünen Pflanzen aufgenommen werden können. Es ist leicht einzusehen, daß diese Mikroben große Bedeutung für den Boden haben. Ihre Tätigkeit reicht allerdings bei weitem nicht aus, den großen Stickstoffbedarf unserer Kulturpflanzen zu decken.

Die Wurzeln der Schmetterlingsblütengewächse, beispielsweise Lupine, Klee, Luzerne und Saubohne, besitzen kleine, knollenförmige Verdickungen. Man nennt sie **Wurzelknöllchen** (Abb. 19). Betrachten wir eine ganz dünne Scheibe eines Knöllchens unter dem Mikroskop, so finden wir in dem Wurzelgewebe zahlreiche Bakterien. Sie sind durch die Wurzelhaare in die Wurzel eingedrungen und leben in den Knötchen; man nennt sie **Knöllchenbakterien**.

Die Knöllchenbakterien können den Luftstickstoff für ihre Ernährung nutzen und in ihrem Körper in Form von Verbindungen festlegen. Die Schmetterlingsblütengewächse, in deren Wurzelknöllchen die Mikroben leben, entziehen den Knöllchenbakterien den gebundenen Stickstoff. Sie können durch das Zusammenleben mit den Mikroorganismen auf Böden leben, in denen keine stickstoffhaltigen Nährstoffe vorhanden sind. Man hat errechnet, daß die Knöllchenbakterien in einem Jahr bis zu 30 kg Stickstoff je ha anreichern können.

Schmetterlingsblütengewächse können auch ohne Knöllchenbakterien gedeihen. Jedoch liefern Pflanzen mit Bakterien bedeutend höhere Erträge. Aus diesem Grunde impft man zuweilen die Samen von Schmetterlingsblütengewächsen bei der Aus-



Abb. 19 Wurzelknöllchen an der Wurzel einer Saubohne

saat mit Reinkulturen der entsprechenden Knöllchenbakterien. Wenn auf dem Acker schon einmal Schmetterlingsblütengewächse angebaut wurden und noch genügend Knöllchenbakterien im Boden vorhanden sind, kann die Impfung unterbleiben. Man muß allerdings beachten, daß jede Pflanzenart mit bestimmten Bakterienarten zusammenlebt.

Schmetterlingsblütengewächse können als Stickstoffsammler auf stickstoffarmen Böden gedeihen und benötigen keinen Stickstoffdünger. Darüber hinaus reichern sie Stickstoffverbindungen an und verbessern so den Boden.

Man nutzt die Schmetterlingsblütengewächse nicht nur als Futterpflanzen, sondern verwendet sie, besonders Lupinen, auch zur „Gründüngung“. Dazu werden die Pflanzen, die als Zwischenfrucht angebaut werden können, untergepflügt. Die Gründüngung ist ein einfaches Mittel, wertvollen Stickstoff in den Boden zu bringen und ihm gleichzeitig humusbildende Stoffe zuzuführen.

Das Haltbarmachen von Lebensmitteln

Unsere Lebensmittel und das Futter der Haustiere dienen auch den Mikroorganismen als Nahrung. Sie werden dadurch zerstört; außerdem bilden sich bei der Zersetzung häufig Stoffe, die für Mensch und Tier giftig sind. Es ist deshalb notwendig, alle Lebensmittel schon bei der Verarbeitung, im Handel und auch im Haushalt vor schädlichen Mikroorganismen zu schützen, da sonst große Verluste entstehen und vor allem die Gesundheit der Menschen gefährdet werden kann.

Wir nennen das Haltbarmachen von Lebensmitteln Konservieren. Es kommt darauf an, die Mikroorganismen in den Lebensmitteln abzutöten und Infektionen zu verhindern. Oft werden die Mikroben nicht abgetötet, sondern nur in ihrer Entwicklung gehemmt. Das erreicht man, indem man ihnen die Voraussetzungen entzieht, die sie zum Leben brauchen (z. B. Feuchtigkeit und Wärme). Um die jeweils beste Konservierungsart zu ermitteln, müssen die Mikroorganismen und ihre Lebensweise gut bekannt sein.

Trocknen. Da Mikroben zum Leben Wasser benötigen, können ihre Lebensaktivitäten durch Entzug von Wasser eingeschränkt werden. Das Trocknen wird vor allem bei Futtermitteln (Heu, Trockenschnitzel). Obst (Backobst), Pilzen, Fisch (Stockfisch) und Gemüse (Dörrgemüse) angewendet. Werden Kartoffeln, Rüben oder Getreide in feuchtem Zustand eingelagert, so schimmeln sie bald und verderben. Deshalb wird durch besondere Einrichtungen (Trocknungsanlagen, Belüftungsanlagen, richtige Anlage der Mieten) ihr Feuchtigkeitsgehalt herabgesetzt. Viele Früchte und Samen trocknen bei der Reifung (z. B. Getreide, Erbsen, Bohnen), sie dürfen nicht in unreifem Zustand geerntet und sofort gelagert werden.

Salzen und Zuckern. Wir haben schon oft festgestellt, daß Zucker und Salz beim Lagern naß werden. Sie nehmen aus ihrer Umgebung Feuchtigkeit auf. Eine starke Salz- oder Zuckerlösung entzieht Organismen das Wasser und

tötet sie. Salzen oder Zuckern wird häufig zur Konservierung von Nahrungsmitteln angewendet (Pökelfleisch, Salzheringe – kandierte Früchte, Marmelade, Fruchtsäfte).

Säuern. Wir wissen, daß Sauerfutter, Sauerkraut und saure Gurken durch die Säurebildung der Milchsäurebakterien konserviert werden. Auch durch andere Säuren, besonders durch Essigsäure (Speiseessig ist meist 5prozentige Essigsäure) und Fruchtsäuren (z. B. Zitronensäure), macht man Nahrungsmittel haltbar. Allgemein bekannt sind Essiggemüse und saure Heringe.

Weitere chemische Konservierungsverfahren. Außer Kochsalz, Zucker und Säuren gibt es noch weitere chemische Konservierungsmittel. So werden beispielsweise Früchte in Alkohol eingelegt. Auch das Räuchern ist ein chemisches Konservierungsverfahren. Die chemischen Stoffe, die auf der Oberfläche geräucherter Lebensmittel (Fleisch, Wurst, Fisch) entstehen, verhindern eine Entwicklung der Mikroben und schützen die Nahrungsmittel vor dem Verderben.

Eindicken. Manche Nahrungsmittel können durch Verdampfen ihres Wassers eingedickt werden. Dadurch entstehen stark konzentrierte Lösungen von Zucker, Fruchtsäuren oder anderen Stoffen, in denen Mikroben sich nur schlecht entwickeln. Die bekanntesten eingedickten Nahrungsmittel sind kondensierte Milch und Pflaumenmus. Fruchtsirup besteht meist aus eingedicktem Fruchtsaft, dem außerdem zur Konservierung etwa 50 bis 60 Prozent Zucker beigegeben wurden.

Kühlen. Fast alle Mikroben entwickeln sich im Warmen besonders gut. Deshalb bewahrt man Lebensmittel bei tiefen Temperaturen auf (Kühlhaus, Kühlwagen, Kühlschrank, Keller). Während früher fast ausschließlich Fleisch, Fisch und Eier durch Kühlen haltbar gemacht wurden, konserviert man heute auch Obst und Gemüse auf diese Weise (Feinfrost). Die Nahrungsmittel behalten dadurch fast alle ihre wertvollen Stoffe, besonders ihre Vitamine, die beim Erhitzen zum großen Teil zerstört werden.

Erhitzen. Durch das Kühlen werden die Mikroben nicht abgetötet, sondern lediglich in ihrer Entwicklung gehemmt; durch Erhitzen töten wir die Mikroorganismen: So vernichten wir beispielsweise beim Kochen der Milch die in ihr enthaltenen Mikroorganismen: die Milch wird keimfrei, sie wird sterilisiert. Das Kochen ist das bekannteste Verfahren zum Sterilisieren. Während es bei Geschirr, Wäsche, Wasser und dergleichen durchaus angebracht ist, hat es bei Lebensmitteln einen großen Nachteil: es zerstört die hitzempfindlichen Vitamine, vor allem Vitamin C, und andere wertvolle Stoffe. Deshalb werden Nahrungsmittel bei Temperaturen unter 100° C keimfrei gemacht (pasteurisiert).

Luftabschluß. In einigen Fällen wird durch das Entfernen der Luft die Lebenstätigkeit der Mikroben gefördert, so beispielsweise bei den anaeroben Milchsäurebakterien. Die weitaus meisten Bakterien aber und alle Pilze

können ohne den Sauerstoff der Luft nicht leben. Das luftdichte Verschließen der Nahrungsmittel nimmt diesen Mikroben also die Lebensmöglichkeit. Außerdem verhindert es das Eindringen von Keimen. So werden beispielsweise Nahrungsmittel in Dosen oder Gläsern durch Erhitzen sterilisiert und luftdicht verschlossen (Konserven). Auch das Einlegen der Eier in Wasserglas oder in Ätzkalklösungen (z. B. Garantol) sowie das Eintauchen in flüssige Fette sind Konservierungen durch Luftabschluß; denn diese Stoffe verschließen die feinen Poren der Eischale und verhindern so das Eindringen von Mikroben.

Mikroben in der Industrie

Für die Erzeugung von Heilmitteln, Nahrungsmitteln und Genussmitteln haben Mikroorganismen ganz entscheidende Bedeutung. So sind sie beispielsweise an der Herstellung des Brotes und der anderen **Backwaren** beteiligt. Die vielen kleinen Hohlräume im Brot werden, ähnlich wie Löcher im Schweizer Käse, durch gasbildende Bakterien und Hefen hervorgerufen. Sie lockern den Teig und verleihen dem Brot einen angenehmen Geruch und Geschmack. Bei der Bereitung von Brötchenteig und Kuchenteig wird als Triebkraft stark gasbildende Hefe zugesetzt, die in besonderen Fabriken in großen Mengen hergestellt wird. Die Bäckereien beziehen sie als Preßhefe.

Aufgaben

1. Stelle eine fünfprozentige Zuckerlösung her! Sterilisiere sie durch Kochen! Füll ein kleines Reagenzglas vollständig mit Zuckerlösung! Füge etwa 1 g Bäckerhefe zu! Stülpe das Reagenzglas in ein größeres Glas, das etwa bis zur Hälfte mit Zuckerlösung gefüllt ist! Stelle es senkrecht! Laß es an einem warmen Ort stehen! Beobachte die Gasbildung in dem kleinen Reagenzglas!
2. Füll zwei Meßzylinder von 100 ml Inhalt mit je 30 ml frischem Brot- oder Kuchenteig! Stelle einen Meßzylinder warm (25 bis 30° C), den anderen kühl (z. B. in fließendes Wasser)! Beobachte! Erkläre den Unterschied!

Bier und Wein werden in Brauereien und Keltereien ebenfalls mit Hilfe von Hefen bereitet. Man verwendet dazu Hefen, die durch Gärung aus Zucker **Alkohol** bilden.

Läßt man Wein in einem offenen Gefäß stehen, so siedeln sich nach kurzer Zeit die besonders luftliebenden Essigsäurebakterien an. Sie wandeln den im Wein vorhandenen Alkohol in **Essig** um, man erhält Weinessig. Der gewöhnliche Speiseessig wird jedoch nicht aus Wein, sondern aus dem billigeren Alkohol gewonnen.

Wichtige Erkenntnisse über die Alkoholgärung und die Essigsäuregärung verdanken wir Pasteur. Er bewies, daß Alkohol und Essig durch die Tätigkeiten von Mikroben entstehen. Vorher wurde angenommen, es seien chemische Prozesse.

Man kann Essigsäure auch auf rein chemischem Weg herstellen. Speiseessig wird jedoch nur mit Hilfe der Essigsäurebakterien gewonnen; der durch Mikroben erzeugte Essig hat einen besseren Geschmack.

Es gibt eine Reihe weiterer Stoffe, zum Beispiel **Vitamine**, die man rein chemisch, aber auch mit Hilfe von Mikroorganismen gewinnen kann. In vielen Fällen ist die biologische Erzeugung einfacher und billiger. Die Ergebnisse der Wissenschaft haben die Voraussetzung dafür geschaffen, daß Mikroorganismen heute wertvolle Helfer unserer Wirtschaft sind.

Auch bei der Beseitigung der **Abwässer** der Industrie und der Großstädte, die teilweise mit beachtlichen Schwierigkeiten verbunden ist, leisten Mikroorganismen unersetzbare Dienste. Die Abwässer enthalten große Mengen organischer Substanzen, die von Mikroben genutzt werden können. In den Abwässern der Zellstofffabriken beispielsweise züchtet man Hefepilze, die als wertvolles **Viehfutter** verwendet werden.

Man könnte noch zahlreiche weitere Beispiele anführen, wie Mikroorganismen als schädliche oder nützliche Lebewesen in unser Leben eingreifen. Der Mensch ist mit Hilfe der Wissenschaft in der Lage, schädliche Mikroben wirksam zu bekämpfen und nützliche für seine Zwecke zu verwenden. Die Möglichkeiten dazu sind noch lange nicht erschöpft, und ein großes Feld ungelöster Aufgaben wartet auf seine Lösung durch zukünftige Forscher.

Sachwörterverzeichnis

Das Zeichen * weist auf eine Abbildung hin

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Abwehrstoffe 14 | Leeuwenhoek, Antonie van 7 |
| Aerobier 36 | |
| Anaerobier 36 | Maiskrankheiten 33 |
| Angina 20 | Masern 21 |
| Bakteriensporen 8* | Myzel 10* |
| Bazillen 8* | Nährboden 17 |
| Butter 40 | |
| Cholera 18 | Pasteur, Louis 12 |
| Diphtherie 20 | Penizillin 17 |
| Eiterungen 20 | Pilzfäden 10 |
| Epidemie 15 | Pocken 15 |
| Fäulnis 41 | Quark 39 |
| Gärung 40 | Reinkultur 17 |
| Geißeln 8* | Rübenkrankheiten 29, 30* |
| Gretreidekrankheiten 31*, 32* | Ruhr 21 |
| Grippe 20 | |
| Häufigkeit der Mikroben 5 | Scharlach 21 |
| Hefepilze 10* | Schimmelpilze 9, 10* |
| Heilserum 16 | Schutzimpfung 15 |
| Humus 41 | Seuche 15 |
| Hygiene 23 | Spaltung 8 |
| Immunisierung, aktive 15 | Sporen 10* |
| Immunisierung, passive 16 | Sporenständer 10* |
| Immunität 15 | Sprossung 10 |
| Infektionskrankheiten 13, 16 f. | Sproßverband 10* |
| Inkubationszeit 14 | Startkrampf 21 |
| Jenner, Edward 15 | Stoffwechsel 9 |
| Kartoffelkrankheiten 27*, 28, 29* | Tierkrankheiten 22 f. |
| Käse 39 f. | Tollwut 23, 26 |
| Keuchhusten 20 | Trinkwasserkontrolle 25 |
| Kinderlähmung 20 | Tuberkulose 18 ff. |
| Knöllchenbakterien 43 | Typhus 21 |
| Koch, Robert 17 | |
| Kolonien 8 | Urzeugung 12 |
| | Viren 14 |
| | Windpocken 21 |
| | Ziegenpeter 21 |