# Ergebnisse und Präparationen

für den

# Unterricht in der Naturkunde.

Ein

## Hilfsbuch für Lehrer.

Von

**O. A. Heidel,**
Seminaroberlehrer in Zschopau.

**Siebentes Heft.**



Leipzig.
Friedrich Brandstetter.
1896.

# Ergebnisse und Präparationen

für den

# Unterricht in der Naturkunde.

Ein

## Hilfsbuch für Lehrer.

Von

**O. M. Seidel,**
Seminaroberlehrer in Zschopau.

**Siebentes Heft.**



**Leipzig.**
Friedrich Brandstetter.
1896.

# Inhaltsverzeichnis des VII. Heftes.

## A. Menschenkunde.



## B. Tierkunde.



## C. Pflanzenkunde.



## D. Naturlehre.



## E. Mineralienkunde.



## F. Gewerbekunde.



NB. Die Inhaltsangabe des 8. (Schluß-) Heftes befindet sich auf der Rückseite dieses Blattes.

Das nächstfolgende (Schluß-) Heft wird (kleine Änderungen vorbehalten) enthalten:

A. **Menschenkunde:** Das Gehör. Die Nerven. Die Arme.

B. **Tierkunde:** Das Rind. Der Hase. Der Elefant. Der Walfisch. Das Fliegen der Vögel. Der Zug der Vögel. Der Nestbau der Vögel. Die Flußschildkröte. Der Sumpfsalamander. Der Hai.

C. **Pflanzenkunde:** Der Weizen. Die Kiefer. Der Stamm. Der Blütenstand. Die Blüte. Die Frucht.

D. **Naturlehre:** Die Wärme.

E. **Mineralienkunde:** Gerölle, Sand, Konglomerat.

F. **Gewerbekunde:** Die Papierbereitung. Die Weberei. Der Zucker. Das Bleichen. Die Färberei. Die Seife. Der Leim.

# A. Menschenkunde.

## 1. Das Gesicht.

**I. Lehrmittel:** Das frische **Auge eines Rindes** (Pferdes, Schweines oder Schöpses) läßt sich bei einiger Vorsicht mit einem scharfen (Rasier-) Messer leicht öffnen, um daran alles Nötige zu zeigen. Man setze es dazu auf einen Eierbecher, entferne ein Stückchen der Sclerotica und Choroidea an der äußeren Seite des Sehnerven ohne Verletzung der Retina, so sieht man Gegenstände (Schlüssel, Flamme 2c.), wenn sie in passender Entfernung vom Auge gehalten werden, umgekehrt und verkleinert abgebildet auf der freigelegten Fläche der Retina. Dasselbe gewahrt man an dem farbstofflosen Auge weißer Kaninchen, ohne daß man die Sclerotica entfernt. — **Dr. E. Wenzel, Anatomischer Atlas,** Tafel I—IV; **Dr. A. Fiedler, Anatomische Wandtafeln,** Tafel 4; **K. G. Lutz, Der Mensch,** Anatomische Wandtafel 2c., Modelle nach Bock 2c., Brillen, Stereoskop, Thaumatrop, Zootrop 2c. Selbstgefertigter, vergrößerter, in seinen einzelnen Teilen für eine ganze Klasse deutlicher wagerechter Durchschnitt des Augapfels und senkrechter des ganzen Auges (Gefäßhaut und Glaskörper durch besondere Färbung hervorgehoben) 2c. 2c. Faustzeichnungen an der Wandtafel 2c.

**Litteratur: Dr. F. M. Heymann.** Das Auge im gesunden und kranken Zustande. 2. Aufl. Leipzig.

**Volkspoesie:**

### I. Rätsel und Rätselfragen.

1.

Zwei Fenster sind es, die man trägt,
Ein jedes sich von selbst bewegt;
Man guckt durch sie nicht in das Haus,
Doch guckt man desto mehr hinaus.
Die Augen. K. Simrock.

2.

Zwei sind, die bei einander stehn
Und alles gut und deutlich sehn;
Nur kennet eins das andre nicht,
Und wär's beim hellsten Sonnenlicht.
Die Augen. K. Simrock.

3.

Was reicht zu allen Fernen,
Ja gar bis zu den Sternen?
Der Blick. K. Simrock.

4.

Rund herüm Hor,
Gott bewohr,
Dat kein böses Ding dran fohr.
Das Auge. J. Gillhoff.

5.

Twei rug' Lappen,
De tausamen klappen,
Dor dat Water in steiht,
Dor dat Water rut geiht.
Die Augenlider. J. Gillhoff.

6.

Oben Haare, unten Haare,
Dazwischen: Gott behüte es!
Das Auge. Lettisches Rätsel.

7.

Mit zwei Mäßchen
Besät man die ganze Welt.
Die Augen. Lettisches Rätsel.

8.

Es sind zwei Jungfern,
Die eine diesseits des Hügels,
Die andere jenseits,
Und beide sehen einander nie.
Die Augen. A. Birlinger.

## II. Sprichwörter.

1. An den Augen sieht man, was einer ist und was er kann.
2. Aug' und Hand nicht in fremde Brief' und Beutel.
3. Aug' will keinen Rauch.
4. Augen auf und Mund zu,
   Giebt ein Leben in Ruh.
5. Zwei Augen, zwei Ohren, ein Mund.
6. Aus den Augen, aus dem Herzen (dem Sinn).
7. Augendienen thut nie gut.
8. Wer die Augen nicht aufthut, muß den Beutel aufthun.
9. Graue Augen — reiche Augen.
   Blaue Augen — Himmelsaugen.
   Braune Augen — Liebesaugen.
   Schwarze Augen — Diebesaugen.
10. Böse Augen sehen nichts Gutes.
11. Böse Augen und böses Gewissen können das Licht nicht leiden.
12. Des Herrn Auge düngt den Acker wohl.
13. Des Herrn Auge macht die Pferde fett.
14. Das Auge ist oft größer als der Magen.
15. Das Auge spricht mehr als der Mund.
16. Die Augen glauben sich selbst, die Ohren anderen Leuten.
17. Die Augen sind der Liebe Boten (Thür, Pforte).
18. Die Augen sind Fenster, wodurch man ins Herz sieht.
19. Ein Auge, das Staub gewohnt, verträgt auch bald Sand.
20. Ein Auge sieht oft mehr als zwei.
21. Es ist besser mit eigenen Augen sehen, denn mit fremden.
22. Kranke Augen scheuen das Licht.
23. Man muß bisweilen ein Auge zudrücken.
24. Unsere Augen sehen alles, nur sich selber nicht.
25. Was die Augen sehen, glaubt das Herz.
26. Wenn das Auge weint, weint auch die Nase.
27. Die Augen in die Hand nehmen.
28. Die Augen offen haben.
29. Die Augen gehen ihm auf.
30. Ein Auge zudrücken.
31. Er ist ihm wie aus den Augen geschnitten.
32. Jemandem aus den Augen gehen.
33. Jemandem die Augen öffnen.
34. Einem etwas an den Augen an- (oder ab-)sehen.
35. Einem unter die Augen treten.
36. Es sticht ihm in die Augen.
37. Die Augen auf etwas werfen.
38. Sich die Augen ausgucken.
39. Hohe Augen stürzet Gott.
40. Augenfreund — Rückenfeind.

Wander.

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. a) Präparation.**

## A. Der Augapfel.

1. Der Augapfel ist eine mehrhäutige, mit durchsichtigem Inhalte gefüllte Blase, die sich infolge der Spannung ihrer Häute durch den Inhalt härtlich und elastisch anfühlt. Er hat ungefähr die Gestalt einer großen Kirsche mit einem verhältnismäßig dicken und langen Stiele und besteht aus drei, wie die Schalen einer Zwiebel, über einander gelegten Häuten, die einen mit dem durchsichtigen Inhalte gefüllten Raum umschließen.

**NB. 1.** Es ist ein nach den Gesetzen der Dunkelkammer (Camera obscura) gebautes Sehwerkzeug von höchster Vollkommenheit und leidet darum an keinem jener Fehler, denen die durch die Kunst erzeugten unterliegen (Abweichung durch Farbenzerstreuung und wegen der Kugelgestalt = chromatische und sphärische Aberration der Optiker). Einrichtungen, deren Ausführung an den Instrumenten der Optiker unmöglich ist, befreien das Auge von beiden Nachteilen fast gänzlich und geben dem in ihm erzeugten Bilde eine solche Schärfe und Deutlichkeit, daß wir es selbst für den Gegenstand zu nehmen gewöhnt sind. Wir können an dem Auge, wie am Cortischen Organ des Ohres, lernen, daß die Natur der Kunst längst vorausgeeilt ist und ihr das Vorbild zu ihren Werken geliefert hat; wie ja auch in Wirklichkeit der Bau des menschlichen Auges den Verbesserern der optischen Werkzeuge zum Vorbilde gedient hat.

**NB. 2.** Seine Stellung an der Vorderseite des Kopfes (weite Umschau, Nähe des Gehirns) und die Lage in der Augenhöhle (Schutz durch die Vorsprünge darüber und an den Seiten, ohne die Umschau zu hindern) ist die denkbar günstigste. Die Widerstandsfähigkeit der Wände des hohlen Körpers wird erreicht nicht durch starre, trockene Wände (Kiele der Federn), sondern durch eine runde Form, deren feste häutige Wände den Inhalt elastisch umspannen (durch wechselseitigen Druck des Inhaltes und der Wände aufeinander) und die so lange starre Wandungen behält, als sie gefüllt bleibt (siehe auch die Schwimmblase der Fische!).

## a) Die Hautschichten des Augapfels.

### Erste Schicht.

2. Die Grundlage des Auges bildet eine feste Hülle, die harte Sehnenhaut (Sclerotica, besser Sclera), auch weiße Augenhaut, Lederhaut genannt. Sie umschließt den Augapfel von außen und bestimmt seine Gestalt (vollkommen wahr ist dies nur für die knöcherne Sclerotica einiger Fische und der Fischsäugetiere, Cetaceen). Sie ist von perlmutterweißer Farbe und jedermann bekannt, da sie beim Öffnen der Augenspalte (besonders aber beim Blick nach oben) sichtbar wird. Ihr Gewebe ist derb, nur wenig elastisch und arm an Blutgefäßen. Sie bildet nicht nur einen festen Schutz der feinen inneren Häute (wie die Schale dem Ei), sondern bietet auch den Augenmuskeln verläßliche Angriffspunkte dar. Nach hinten ist sie durch ein rundliches Loch durchbohrt, das den Sehnerven hindurchgehen läßt.

**NB.** Ist die Sclerotica dünn, so erhält sie durch das Durchscheinen des schwarzen Farbstoffes der Gefäßhaut öfters eine milchblaue Färbung (bei brünetten und blauen Augen zuweilen sehr auffallend). Mitunter wird die gleiche Erscheinung auch durch Blutüberfüllung in der blutgefäßreichen Gefäßhaut verursacht.

3. In dem vordersten Teile der Sehnenhaut befindet sich ein rundes, nach außen etwas gewölbtes Fenster: die Hornhaut (Cornea), auch wohl durchsichtige Hornhaut genannt. Die Übergangsstelle der weißen Augenhaut in die Hornhaut ist so beschaffen, daß sich ihr zugeschärfter Rand über den der Hornhaut schiebt, so wie der Rand des Uhrgehäuses sich über den Rand des Uhrglases legt, um dieses festzuhalten. Die Hornhaut ist stärker gewölbt als die weiße Augenhaut. Die Form des ganzen Augapfels ist daher so beschaffen, als ob man von der Vorderseite einer Kugel ein Stück abgeschnitten und die Lücke durch ein Stück einer kleineren und folglich stärker

gewölbten Kugel ausgefüllt hätte. Die Hornhaut ist gleichsam das Objektivglas der Camera obscura des Auges, muß also, wie in jedem optischen Instrumente, möglichst rein und spiegelnd sein. Zu dem Zwecke sind beide, Sehnen- und Hornhaut, von einem durchsichtigen, gefäßreichen (daher bei Entzündungen stark geröteten) Schleimhäutchen, der sogenannten Bindehaut (Conjunctiva) des Auges, überzogen, das sich dann an der Innenfläche der Augenlider fortsetzt. Wir vermögen also beide, Sehnen- und Hornhaut, wohl durch die Bindehaut des Auges hindurch zu sehen, aber berühren können wir sie nicht. Durch die Hornhaut allein fallen die Lichtstrahlen in das Auge und erleiden zugleich durch die Wölbung ihrer Oberfläche die bedeutendste Brechung.

**NB.** Die Hornhaut hat keine Blutgefäße, doch wird sie von äußerst feinen Lymphkanälchen durchzogen, die ihr Nährflüssigkeit zuführen. Die Lymphkanälchen werden von Lymphkörperchen durchwandert, wie man durch das Mikroskop an der Hornhaut der Frösche und Molche beobachtet hat. Am Rande der Cornea kommt im Greisenauge häufig eine Trübung, der sogenannte Greisenbogen, vor. Er fängt in der Regel oberflächlich am unteren Hornhautrande als dünner Halbmond an, dem etwas später ein ähnlicher am oberen Rande folgt. Beide fließen bei fortschreitender Zunahme mit ihren Enden ineinander, jedoch so, daß der Ring oben und unten immer breiter bleibt, als außen und innen. In der Gelbsucht färbt sie sich gelb, ebenso ist sie nicht selten getrübt. Sie besitzt nur geringe Empfindlichkeit, und ihre Eröffnung bei der Staroperation erregt darum nur wenig Schmerz. Den Mittelpunkt der Hornhaut bezeichnet man als vorderen, den hintersten Punkt der Sehnenhaut als hinteren Pol des Augapfels und die gedachte Linie, welche beide verbindet, als Augenaxe. Etwas hinter dem Mittelpunkte dieser Linie liegt der Drehpunkt des Auges, der bei allen Bewegungen des Augapfels festbleibt.

## Zweite Schicht.

4. Unter der Sehnenhaut liegt als zweite Schicht die Gefäßhaut (Choroidea oder Chorioidea), auch Trauben- oder Aderhaut genannt. Sie besteht fast ausschließlich aus einem dichten Geflechte ziemlich starker Blutgefäße und liefert dem Auge nicht nur das zu seiner Ernährung nötige Blut, sondern ist ihm zugleich ein natürlicher Heizapparat. (Bei einer Kälte, in der die Thränenfeuchtigkeit an den Wimpern erstarrt und wir Nase und Ohren erfrieren, bleibt das noch dazu an seiner vorderen Fläche immer feuchte Auge warm.) An ihrer Innenfläche ist sie mit einer Schicht schwarzbrauner Farbzellen belegt (Tapetum nigrum), welche die schwarze Färbung der Innenräume unserer optischen Instrumente im Auge wiederholt und zur Aufsaugung jenes Lichtes dient, das durch die halbdurchsichtige Netzhaut ging und durch seine Zurückwerfung eine unruhige, blendende, das Sehen behindernde Lichtempfindung hervorrufen würde.

**NB.** In dem Auge der Albinos fehlt die dunkle Farbschicht, d. h. die Zellen sind vorhanden, aber der Farbstoff fehlt, und da in diesem Falle das falsche Licht nicht aufgesaugt werden kann, so ist die Gesichtsschwäche derartiger Leute und Tiere (Kaninchen, Mäuse 2c.), die besonders bei Tage auffällt (sie fühlen sich vom Lichte geblendet), nicht schwer zu erklären. Im Alter wird der Farbstoffgehalt der Zellen geringer, deshalb sieht man den Pupillenraum bei alten Leuten nicht so schwarz wie bei jungen.

5. Nachdem die Aderhaut bis gegen die Grenze der Hornhaut an der inneren Fläche der weißen Augenhaut vorgegangen ist, schwillt sie hier zu einem Kranze von 70—85 geschlängelten Falten an, deren jeder Strahlenfortsatz (Processus ciliaris) heißt und die in ihrer Gesamtheit und ringförmigen Gruppierung den Strahlenkörper (Corpus ciliare) bilden. Dieser Strahlenkörper birgt an seinem Grunde noch einen Muskel, den Kreis- oder Ciliarmuskel (Musculus ciliaris), der kreisförmig wie der Strahlenkörper selbst um das Auge herumgelagert und in der Gegend der Übergangsstelle der Sehnenhaut in die Hornhaut an die erstere angeheftet ist.

6. Von dem Strahlenkörper aus dehnt sich die Gefäßhaut in strahligen Falten weiter aus, wölbt sich (aber in viel geringerem Grade als die Hornhaut) etwas nach vorn und läßt in ihrer Mitte eine Öffnung. Diese in der Mitte von einem kreisförmigen Loche durchbrochene Hautscheibe nennt man wegen ihrer bunten Färbung die Iris oder Regenbogenhaut und wegen der strahligen Anordnung ihrer Fasern den Augenstern, die runde Öffnung in ihrer Mitte die Pupille oder das Sehloch. Die Regenbogenhaut ist zusammengesetzt aus speichenartig gestellten (Radiär-) und kreisförmigen, sehr empfindlichen Muskelfasern; sie wird dadurch zu einem äußerst beweglichen Häutchen. Die Zusammenziehung der speichenartig gestellten Muskeln erweitert und die der kreisförmigen verengert das Sehloch. Vor der Regenbogenhaut liegt die Hornhaut und dahinter die Kristalllinse. Der Raum zwischen der Horn- und der Regenbogenhaut heißt vordere und der zwischen der Regenbogenhaut und Kristalllinse hintere Augenkammer. Beide sind mit einer wasserhellen Flüssigkeit, dem Augenwasser (Humor aqueus) gefüllt.

7. Die Pupille (pupilla von pupula, das Püppchen, wegen des Spiegelbildes darin!) stellt für das Auge die Fensteröffnung dar, durch welche die Lichtstrahlen einfallen, durch die wir also sehen. Wie die Fenster eines Zimmers, das im Innern nur wenig erleuchtet ist, von der Straße aus schwarz aussehen, so erscheint uns am lebenden Menschen die Pupillenöffnung mit schwarzer Farbe (Grund: Farbstoff der Gefäßhaut und Lichtbrechung im Innern des Auges!). Von einem Fenster unterscheidet sich die Pupille durch ihre veränderliche Größe. Bei grellem Lichte (Schauen in die Sonne 2c.) verengert sie sich auf ihren kleinsten Durchmesser, etwa bis zur Größe eines Stecknadelkopfes; beschatten wir hingegen das Auge, so erweitert sie sich und dehnt sich in vielen Augen sogar so weit aus, daß die farbige Regenbogenhaut nur noch einen schmalen Ring um die Pupille bildet. Ähnliches können wir an den Augen eines kleinen Kindes, das wir auf den Armen tragen und mit dem wir aus grellem Sonnenlichte (am Fenster) in eine dunkle Ecke des Zimmers gehen, beobachten. Ganz dasselbe Spiel der Pupille zeigt sich uns, wenn wir das Auge in verschiedene Entfernungen blicken lassen. Beim Blick in die Weite

ist die Pupille im gesunden Auge stets weiter als beim Blick auf einen sehr nahen Gegenstand. Einträufeln von Belladonna und Hyoscyamusextrakt (bei Untersuchungen und Operationen, sowie von galanten Damen zur gelegentlichen Erhöhung des strahlenden Glanzes ihrer Augen) erweitert das Sehloch ebenfalls so, daß die Iris nur noch als Saum gesehen wird, während der Extrakt der Calabarbohne es verengert.

8. Die Regenbogenhaut ist nun durch ihren Bau dazu eingerichtet, den Lichtzutritt in das innere Auge in Beziehung auf Menge und Richtung zu regeln. Die Netzhaut kann nämlich, wenn sie eine Empfindung vermitteln soll, weder zu viel noch zu wenig Licht vertragen; und wenn die Lichtstärke des Bildbrennpunktes auf der Netzhaut immer möglichst gleich sein soll, so gehört zu dessen Bildung bei schwächerem Lichte ein Strahlenkegel von größerer Grundfläche und bei stärkerem Lichte ein solcher von kleinerer Grundfläche. Der Photograph befindet sich mit seiner empfindlichen Platte in einem ähnlichen Falle und regelt die Stärke des Lichtzutrittes durch Blenden mit verschiedenem Durchmesser ihrer Öffnung. Dasselbe besorgt nun die Iris, indem sie durch die der Ab- und Zunahme des Lichtes folgende Erweiterung oder Verengerung des Sehlochs gerade nur die zum deutlichen Sehen nötige Lichtmenge auf die Netzhaut fallen läßt. Dabei dient sie zugleich zur Abhaltung jener Strahlen, die auf den Rand der Linse fallen würden und nach ihrem Durchgange durch die Linse (nach den Gesetzen der sphärischen Abweichung) Undeutlichkeit des Bildes erzeugen müssen. Sie vertritt also im Auge die Stelle des in allen dioptrischen Instrumenten zur Abhaltung der Randstrahlen angebrachten Diaphragmas.

**NB. 1.** Die Bewegung der Regenbogenhaut hat ihren Grund nicht in einer ihr selbst innewohnenden Empfindlichkeit gegen das Licht, sondern sie erfolgt nur nach vorausgegangenem Reize der Netzhaut, die ihre Erregung dem Gehirn mitteilt, in dem sie dann auf die Bewegungsnerven (das 3. Hirnnervenpaar) überspringt; sie gehört also zu den sogenannten Reflexbewegungen. Beweis: Wenn man ein Auge mit einem beliebigen Schirme, der nahe vor das Auge gehalten wird, beschattet und in dem Schirme ein feines Loch anbringt, durch das ein Lichtkegel von kleinerer Grundfläche, als die Öffnung der Pupille, in das Auge fällt, so kann man durch Bewegung des Schirmes diesen Lichtkegel auf verschiedene Punkte des Auges leiten. Läßt man ihn bloß auf die Iris fallen, so bleibt diese unbewegt; wird er aber, ohne die Iris zu treffen, durch das Sehloch auf die Netzhaut geleitet, so zieht sich die Iris augenblicklich zusammen.

**NB. 2.** Tiere, deren Pupille sich außerordentlich erweitern kann (Katzen, Eulen, Nachtschwalben, Lemuren oder Nachtaffen, Kreuzottern 2c.) vermögen daher sehr schwaches Licht noch deutlich zu empfinden und sehen in der Dämmerung noch scharf, während uns Menschen die Umgebung fast dunkel, die Formen der einzelnen Gegenstände nicht klar bestimmbar erscheinen. Tiere dagegen, deren Pupille in geringerem Grade ihre Größe verändern kann, vermögen in der Dämmerung nicht deutlich zu sehen (Hunde und Pferde sind dann scheu und vorsichtig, namentlich wenn sie sich in einer fremden Gegend befinden), die meisten Vögel suchen mit Einbruch der Dunkelheit ihren Nachtruheplatz und vermögen in der Nacht aufgestört nicht wie sonst zu entfliehen, sondern flattern ängstlich hin und wieder.

9. Die Farbe der Regenbogenhaut wechselt vom lichten Grau und Blau durch Grün und Gelb bis zum gesättigten Braun. Alle diese anscheinend so verschiedenen Farben sind indessen doch nur gradweise Abstufungen desselben Verhältnisses. An ihrer hinteren Wand hat nämlich die Iris als Teil der Gefäßhaut einen Überzug von schwarzem Farbstoffe; indem dieser durch die trübe weißliche Iris hindurchschimmert, erscheint sie blau, wie ja auch die schwarzrote Farbe des Venenblutes blau durch die trübe Oberhaut unseres Körpers hindurchscheint. Besitzt aber die Masse der Iris selbst braunen Farbstoff, so entstehen je nach seiner Menge die anderen Farben. Bei der geringsten Menge macht sich das Blau noch geltend, und die Farbe erscheint grün oder grau; größere Mengen decken das Blau vollständig und verursachen ein lichteres und dunkleres Braun, ersteres mit Näherung an Gelb, letzteres mit Näherung an Schwarz. Ganz schwarze Irides kommen wohl kaum vor. Nur beim Neger und bei schwarzhaarigen Tieren ist die Iris so dunkel gefärbt, daß ihre Farbe gegen die Schwärze der Pupille wenig absticht. Gänzliches Fehlen des Farbstoffes an der hinteren Fläche der Iris (bei Albinos 2c.) läßt infolge des aus dem Auge zurückstrahlenden Lichtes das Blutrot der Gefäße hervortreten und zwar je nach der Dicke der Iris mehr rosen- oder auch blutrot. Bei Neugeborenen findet man keine Farbenunterschiede der Regenbogenhaut; alle Kinder haben kurz nach ihrer Geburt blaue Augen, und erst in späterer Lebenszeit wird der Farbstoff abgelagert, durch den die Iris eine andere Färbung erhält. Manchmal ist die Farbe der Iris in beiden Augen nicht gleich (braun und blau), und in seltenen Fällen selbst in einem Auge ihre äußere Hälfte (bei vielen Fischen) oder ein Ausschnitt anders gefärbt als der übrige Teil.

### Dritte Schicht.

10. Die dritte Haut ist die Netzhaut (Retina), auch Nervenhaut genannt. Sie ist die flächenförmige Ausbreitung des Sehnerven nebst den zur Lichtempfindung nötigen Endwerkzeugen. Im lebenden Auge ist dieses äußerst zarte Häutchen glashell, durchsichtig; nach dem Tode erscheint es milchweiß, durchscheinend. Diese spinnenwebartig dünne Haut besteht dennoch aus 5 oder, wie andere wollen, aus 8 oder gar 10 besonderen Schichten, die aber nur für die Wissenschaft Wichtigkeit haben. Sie erstreckt sich nach vorn bis zum Strahlenkörper der Gefäßhaut oder, was dasselbe ist, bis nahe zum Rande der Kristalllinse, kleidet also die hohle Wand der hinteren Halbkugel des Auges aus. Gerade in der Mitte der hinteren Wand (der Pupille gegenüber) zeigt sie eine seichte rundliche Einsenkung von gelblicher Farbe, den gelben Fleck, und nicht weit von diesem, an der inneren, der Nase zugekehrten Seite des Augapfels einen flachen, in der Mitte etwas vertieften Markhügel als Eintrittsstelle des Sehnerven mit seinen Ernährungsgefäßen. Diese Stelle wird wegen ihrer Un-

fähigkeit zur Vermittelung von Gesichtswahrnehmungen der blinde Fleck genannt. Der gelbe Fleck ist nur in ganz frischen Augen sichtbar.

**NB.** Die feinsten Fäserchen des Sehnerven enden auf der hinteren Fläche der Netzhaut (gegen die Gefäßhaut hin) als Stäbchen und Zapfen, die dicht neben einander stehen und von schwarz gefärbten Scheiden umgeben werden. Den cylinderförmigen, an Zahl vorherrschenden Stäbchen wird besondere Empfindlichkeit für das Licht (den Grad der Helligkeit) zugeschrieben; die flaschenähnlichen Zapfen stehen weniger zahlreich in gleichen Abständen zwischen ihnen und dienen wahrscheinlich der Unterscheidung der Farben (sie fehlen nächtlichen Tieren, Maulwurf, Eulen und Nachtschwalben). Im gelben Fleck finden sich nur Zapfen, aber außerordentlich fein und dicht gedrängt. Dagegen fehlen beide, Zapfen und Stäbchen, im blinden Fleck. Die Stäbchen stoßen mit ihren freien Enden an eine Zellschicht, die einen schnell ausbleichenden Farbstoff, den Sehpurpur, erzeugt. Dieser wird aber nach seiner Zerstörung durch das Licht im Dunkeln von den Zellen immer wieder neu gebildet. Die in dem Sehpurpur fortwährend durch das Licht hervorgebrachten chemischen Veränderungen scheinen die Erregungen in den Enden des Sehnerven (den Stäbchen und Zapfen) hervorzurufen. Darum ist das Auge ein chemischer Sinn. Die sogenannte Farbenblindheit (Rot-, Blau-, Grünblindheit, s. u.!) soll ihren Grund in Zapfenfehlern haben.

11. Die Netzhaut besitzt das Vermögen, die Schwingungen des Äthers, die das Wesen des Lichtes ausmachen, in einen Reiz für die Fasern des Sehnerven umzuwandeln, die dann wieder die Fähigkeit haben, durch ihre Erregung im Gehirne die Empfindung von Licht zu erwecken. Die Lichtempfindung ist also das Werk des Gehirnes und nicht der Netzhaut; denn auch jeder andere auf den Sehnerven ausgeübte Reiz (elektrischer Strom, Erschütterung durch Schlag, Druck ꝛc.) erregt Lichtempfindungen (Phosphene). Das Licht, welches auf den Sehnerven selbst fällt, kann ihn nicht erregen; diese Fasern sind an und für sich ebenso blind wie jeder andere Körperteil, darum ist auch seine Eintrittsstelle in die Netzhaut (der sogenannte blinde Fleck) unempfindlich gegen das Licht.

12. Die große Ausdehnung der Netzhaut giebt dem Auge das große Gesichtsfeld. Die Deutlichkeit des Sehens nimmt aber für alle auf die Netzhaut geworfenen Bilder in dem Maße ab, als sie sich von dem Mittelpunkte der hinteren Wand, dem sogenannten gelben Fleck, entfernen und dem vorderen Rande näher zu liegen kommen. Daß am gelben Fleck der Netzhaut das schärfste und deutlichste Sehen stattfindet, beweist die Unmöglichkeit, eine auf einen sehr kleinen Umfang zusammengedrängte Schrift (ein Vaterunser in einem Ringe) ohne Hilfsmittel zu lesen. Die beschriebene Fläche erscheint uns wie fein bespritzt oder gleichförmig grau, und wir unterscheiden die einzelnen Buchstaben erst, wenn wir, von einem zum andern, dem Auge solche Stellungen geben, daß das Bildchen jedes einzelnen Buchstaben gerade auf diesen empfindlichsten Punkt der Netzhaut fällt. Ein vor uns liegendes aufgeschlagenes Buch bildet alle seine Worte im Auge ab, wir sehen jedoch nur jene Worte deutlich, deren Bild eben auf den Mittelpunkt der Netzhaut fällt. Darum müssen wir beim Lesen den Worten mit den Augen folgen. Ebenso weiß jedermann, daß man in einem Wagen,

der stark stößt, nicht lesen kann. Das Bild des zu lesenden Wortes springt durch das Rütteln des Wagens vom Netzhautmittelpunkte auf minder empfindliche Stellen, und es gehört sehr viel Übung dazu, es so weit zu bringen, daß man den Erschütterungen des Buches und des Kopfes durch Muskelwirkung das Gegengewicht halten und somit im Fahren lesen lernt.

**NB.** Das Vorhandensein des blinden Fleckes ist durch einen sehr einfachen Versuch zu beweisen. Man nehme ein Kartenblatt (z. B. den roten Unter) quer in die rechte Hand, die Füße der Figur nach rechts gewendet; schließe das linke Auge und blicke mit dem rechten unverrückt auf das Gesicht der Figur, indem man das Blatt 25—30 cm von sich entfernt hält. Man wird dann die ganze Figur deutlich sehen. Nun nähere man das Blatt langsam dem Auge, das unverrückt auf der angegebenen Stelle haften bleibt; an einer bestimmten Stelle (ungefähr in einer Entfernung von 20 cm vom Auge) wird das zwischen den Füßen der Figur befindliche Herz für unser Auge verschwunden sein, während die Füße und die Umrahmung deutlich sichtbar bleiben. Bringt man das Blatt dann näher an das Auge, so erscheint es von neuem. Es folgt daraus, daß beim Verschwinden des Herzens sein Bild gerade auf die Eintrittsstelle des Sehnerven fällt und deshalb nicht wahrgenommen wird. Man kann an Stelle des Kartenblattes auch ein Stück Kartonpapier von der Größe eines Kartenblattes nehmen und darauf knapp 2 cm vom linken Rande ein Kreuz, ungefähr 6—6$^1/_2$ cm rechts davon einen schwarzen Punkt von der Größe einer Erbse bis zu 1$^1/_2$ cm Durchmesser aufzeichnen, der schwarze Fleck verschwindet unter den oben angegebenen Umständen gerade so wie das Herz.

13. Der Eindruck, den Licht auf die Netzhaut ausübt, besteht nicht nur während der ganzen Dauer der Lichterscheinung, die ihn erregt, sondern hat noch außerdem seine gewisse eigene Zeitdauer, wie kurz auch immer die Zeit der Lichteinwirkung selbst gewesen sein mag. Ein Blitz ist in der Wirklichkeit im Nu vorüber, aber die durch ihn hervorgerufene Lichtempfindung hat eine bestimmte Zeitdauer. Man hat in dieser Hinsicht festgestellt, daß ein Lichteindruck ungefähr während des 8. Teiles einer Sekunde andauert. Daraus folgt, daß zwei Lichteindrücke, die in einem geringeren Zeitraume einander folgen, als ein einziger empfunden werden. Eine mit der Hand schnell im Kreise geschwungene glühende Kohle erscheint als feuriger Kreis, die Speichen eines sehr schnell sich drehenden Rades erscheinen als durchscheinende Fläche, siehe auch die Versuche mit Farbenkreiseln! ꝛc.

14. Die Erregbarkeit der Netzhaut hat aber auch ihre Grenzen. Schaut man eine Zeitlang in helles Licht (Sonne ꝛc.), so wird der Teil der Netzhaut, den das Licht trifft, bald unempfindlich dafür; sieht man nun von dem hellen Lichte auf eine schwach beleuchtete Fläche, so erscheint uns darauf ein schwarzer Fleck. Er rührt von der Übermüdung und der daraus hervorgehenden zeitweiligen Blindheit der Netzhaut an jener Stelle her. Wenn das helle Licht farbig ist, so wird die Stelle, auf die es fällt, unempfindlich gegen Strahlen dieser Farbe, aber nicht für die anderen Strahlen des Spektrums. Kleben wir eine hellrote Oblate auf ein Blatt weißes Papier und blicken mit einem Auge eine Zeitlang unverrückt darauf, wenden darauf

den Blick rasch seitwärts, so wird auf dem weißen Papiere ein grünlicher Fleck von der Größe und Form der Oblate erscheinen. Das rote Bild hat die Stelle der Netzhaut, auf die es fiel, für rotes Licht abgestumpft, aber für die übrigen Farbenstrahlen, aus denen das weiße Licht zusammengesetzt ist, empfindlich gelassen. Wenn weißes Licht auf diese Stelle fällt, so haben die roten Strahlen keine Wirkung, und das Ergebnis des Eindruckes der anderen ist ein grünlicher Schimmer. Diese Thatsache erklärt die Erscheinung der sogenannten Ergänzungs-(Komplementär-)Farben. Hatte die Oblate eine grüne Farbe, so ist das Ergänzungsbild rot. Das eifrige Studium dieser Nachbilder ist jedoch gefährlich für das Auge.

**NB.** Bei manchen Menschen scheint die Netzhaut durch die Strahlen ganz verschiedener Farben oder selbst aller Farben stets in einer und derselben Weise erregt zu werden. Man nennt dies Farben-Blindheit. Den damit Behafteten scheint das Rot der Früchte dieselbe Farbe zu sein wie das Grün der Blätter des Kirschbaumes, oder sie unterscheiden nicht blaue und gelbe Stoffe. Diese Eigentümlichkeit kann für die allgemeine Sicherheit gefährlich werden, wenn dergleichen Personen Eisenbahnbeamte oder Seeleute sind. Unempfindlichkeit der Netzhaut gegen alle Strahlen ist unheilbare Blindheit und wird schwarzer Star genannt.

### b) Der Inhalt des Augapfels.

1. Die Kristalllinse (Lens crystallina) ist ein vollkommen durchsichtiger Körper von Gestalt einer Linse. Ihre Größe beträgt im Durchmesser beinahe ein Zentimeter, ihre Dicke in der Mitte etwa ein halbes Zentimeter. Ihre hintere Fläche ist mehr gekrümmt als die vordere. Sie ist in hohem Grade elastisch und wird von einer festen, elastischen, glashellen Haut, der Linsenkapsel, umschlossen und in ihrer Gestalt erhalten. Mit ihrem Rande erreicht die Linse aber nicht die innere Wand der Umhüllungshäute des Augapfels, sondern die ganze hintere Wand der Linsenkapsel ist in eine tellerförmige Grube des dahinter liegenden Glaskörpers eingefügt; ferner spaltet sich die den Glaskörper umhüllende helle, starke und elastische Haut (Hyaloidea, Glashaut) vorn, ungefähr an der Wurzel der Strahlenfortsätze und des Kreis- oder Ciliarmuskels und sendet eine Haut (das Zinnsche Band, Zonula Zinii), den Linsengürtel, nach der vorderen Wand der Kapsel. Unter gewöhnlichen Umständen ist dieses Band in einem Zustande starker Spannung, und dadurch wird ein Zug auf die Linse ausgeübt, durch den ihre vordere Fläche abgeplattet wird. Zieht sich nun der Ciliarmuskel zusammen, so erschlafft der Linsengürtel, und die vordere Fläche der Linse wölbt sich stärker (Einstellung des Auges zum Sehen in der Nähe!). Die in den vor der Linse liegenden beiden Augenkammern befindliche Flüssigkeit, das Augenwasser, sichert nicht nur der Iris und der Linse freie Beweglichkeit, sondern verursacht auch die Wölbung der Hornhaut und hält diese in gehöriger Entfernung von Iris und Linse. Ist es z. B. bei einer Staroperation abgeflossen, so legen sich Hornhaut, Iris und Linse aneinander an.

**NB.** Die Linse läßt sich leicht aus einem Tierauge herauslösen und dann auf einem Kartenblatte mit kreisförmigem Ausschnitte vorzeigen und zum Vergrößern wie ein Glas benutzen.

2. Der Glaskörper (Corpus vitreum) ist eine wasserhelle, sülzige Masse, die in eine vollkommen durchsichtige Umhüllungshaut, die Glashaut (Hyaloidea), eingeschlossen ist. Er füllt den größeren Raum hinter der Linse bis zum Eintritt des Sehnerven aus und hat nebenbei die Bestimmung, dem Auge die Kugelform zu geben, zugleich aber auch die Ausbreitung des Lichtes nicht zu beirren. In einer Grube seiner vorderen Fläche liegt, wie schon erwähnt, die Linse mit ihrer Kapsel.

3. Der Sehnerv (Nervus opticus) beginnt an der unteren Fläche des Gehirns. Seine einzelnen Fäden sammeln sich zu einem Nervenstamme von der Dicke des Kieles einer Rabenfeder, und dieser Nervenstamm läuft dann ein Stück an der Grundfläche des Gehirns von seinem hinteren Ende gerade nach vorn. Ganz in der Nähe des vorderen Endes der Schädelhöhle tritt die innere Hälfte eines jeden Sehnerven hinüber zum Stamm der andern Seite, und so geschieht eine Kreuzung der Sehnervenfasern. Darauf tritt er durch das Loch des Keilbeines (Foramen opticum) in die Augenhöhle und erreicht nach einem kurzen, etwas gebogenen Verlaufe, umschlossen von dem Fettlager, das den hinteren Raum der Augenhöhle ausfüllt, den Augapfel. In diesem breitet er sich, nachdem er die Sehnen- und Gefäßhaut durchbohrte, in der Netzhaut aus.

## B. Lage, Bewegung und Schutzmittel des Augapfels.

1. Der Augapfel hat eine sichere Lagerung (er schwebt) in der zwischen dem Stirnbeine und dem Oberkiefer gelegenen Augenhöhle (Orbita). Diese ist eine liegende hohle Knochenpyramide von vierseitiger Gestalt, ihre Grundfläche nach vorn und die Spitze nach hinten gerichtet. Die Ränder der offenen Grundfläche der Pyramide werden von starken, ihre Wände dagegen von schwachen Knochenpartien gebildet. Am stärksten ist der obere und äußere Rand der Augenhöhlenöffnung (Grund!). Da eine Kugel eine Pyramide nicht ausfüllen kann, so geschieht dies durch ein den Augapfel von den Seiten und hinten umgebendes Fettpolster. Dieses sichert den Augapfel nicht nur vor den nachteiligen Folgen einer Erschütterung (Verpackung zerbrechlicher Waren in eine Kiste mit Watte ꝛc.), sondern auch als schlechter Wärmeleiter vor den schädlichen Einflüssen starker Kälte. Bei wohlgenährten Personen dringt es oft so weit vor, daß es den Augenlidern eine sanfte Wölbung giebt. Bei Verminderung des Fettes kann der Augapfel nicht tiefer in die Augenhöhle sinken, wobei sich der Sehnerv biegen müßte, sondern die Augenlider grenzen sich von den Augenhöhlenrändern infolge des Luftdruckes durch tiefe Furchen ab, und es entsteht das sogenannte hohle Auge, das ein nie fehlender Begleiter aller auszehrenden Krankheiten ist.

**NB.** Die Wände der Augenhöhle werden gebildet: oben: Stirnbein, unten: Oberkiefer (Dach der Highmorshöhle) außen: Jochbein, großer Keilbeinflügel, innen: Thränenbein und Papierplatte des Siebbeines. In ihrem hintersten Teile schließen die Knochenwände der Augenhöhle nicht dicht aneinander, sondern lassen zwei Spalten, die obere und untere Augenhöhlenspalte, offen; durch sie treten Gefäße und Nerven in die Augenhöhle.

2. An jedem Augapfel befestigen sich von außen her sechs Augenmuskeln. Man unterscheidet

a) die vier geraden Augenmuskeln. Sie entspringen in der Tiefe der Augenhöhle an einem Sehnenringe, der sich da, wo der Sehnerv durch das Loch des Keilbeins in die Augenhöhle tritt, um den Sehnerv gebildet hat, und gehen von hier in gerader Richtung nach vorn, einer oben, einer unten und je einer an der innern und der äußern Seite des Augapfels. Sie bilden so die Kanten einer vierseitigen Pyramide, deren Spitze das Loch des Keilbeins (Foramen opticum), deren Grundfläche der größte Kreis des Augapfels und deren Achse der Sehnerv ist. Sie alle sind am Augapfel ein Stück von seinem größten Durchmesser und zwar 5—7 Millimeter vom Hornhautrande an der Sehnenhaut angewachsen. Sie heißen

| | |
|---|---|
| der obere<br>„ untere<br>„ äußere und<br>„ innere | gerade Augenmuskel |

und bewegen den Augapfel nach oben, innen, außen und unten;

b) die zwei schiefen Augenmuskeln. Der obere schiefe hat mit den geraden gleichen Ursprung, geht dann nach dem inneren Ende des oberen Augenhöhlenrandes, dort über eine kleine Rolle und schlägt sich nach hinten zurück, um sich hinter dem obern geraden anzuheften. Er stellt das Auge nach außen und unten und zieht es zugleich etwas nach vorn (ungefähr 1 Millimeter).

Der untere schiefe Augenmuskel entspringt allein vom inneren Ende des unteren Augenhöhlenrandes, umgreift die untere Seite des Augapfels bogenförmig und befestigt sich zwischen dem äußern geraden und dem Sehnerveneintritte. Er stellt das Auge nach innen und oben (Schlaf, Ohnmacht!) und zieht es gleichfalls etwas nach vorn.

Wenn alle sechs Muskeln gleichzeitig wirken, so richten sie die Sehachsen beider Augen gleichlaufend nach vorn und drücken den Augapfel nach einwärts und rückwärts an das Fettpolster an; so erhält er eine sehr ruhige und sichere Lagerung, die aber doch zu gleicher Zeit eine freie Bewegung gestattet. Im einzelnen drehen der obere und untere gerade das Auge um eine quere, wagerechte Achse, der äußere und innere gerade um eine senkrechte und die beiden schiefen um eine von vorn nach hinten gehende wagerechte Achse. Die wichtigsten von allen diesen Bewegungen sind die nach außen und nach innen; denn diese beiden Bewegungen besorgen das für ein richtiges Sehen notwendige Zusammenlaufen der optischen Achsen

beider Augen auf einen äußeren Punkt, und die Größe der Arbeit dieser Muskeln bei dieser Richtung der Achsen wird für uns ein Hauptmittel für Schätzung der Entfernung des angeschauten Gegenstandes. Denn wenn wir auch beide Augen gleichzeitig nach ein und derselben Richtung zu wenden vermögen, so ist doch die Fähigkeit, beide gegeneinander auf einen beliebig nahen Punkt zusammenzuführen, vorwaltend dem Menschen eigentümlich (Strauß, Eulen — Chamäleon!). Aus diesem Grunde stehen bei Neugebornen (beim gedankenlosen Starren in die Ferne, bei Lähmung sämtlicher Augenmuskeln), die noch nicht gelernt haben, ihre Sehachsen der Entfernung der Gegenstände entsprechend zusammenlaufen zu lassen, beide gleichlaufend. Sobald einer der Augenmuskeln unfähig wird, regelrecht thätig zu sein, entsteht das Schielen.

3. Die Augenbrauen (von brawa = Wall. Nibelungenlied: Augenbrawe, Supercilia) sind mehr oder weniger dicht behaarte gewölbte Hautwülste, welche die Grenze zwischen Stirn- und Augenhöhlengegend bilden. Die Haare sind steifer und stärker als die Kopfhaare, erscheinen ihrer Kürze wegen fast kegelförmig. Sie sind wie ein Verhau gestellt, beschatten das Auge und leiten den von der Stirn herabfließenden Schweiß nach der Schläfengegend hin ab (Dachrinne!). Am inneren Ende der Braue sind die Haare öfters bedeutend länger als am äußeren, zuweilen selbst in ein nach oben ragendes Bündel zusammenlaufend.

**NB.** Über die nationalen und persönlichen Verschiedenheiten der Brauen siehe Heft II, S. 3 ff!

4. Die Augenlider (Lid = Deckel, — die Schnecke lidet sich! Schwaben. Palpebrae) sind zwei starke, bewegliche, der Form des Augapfels angepaßte Hautfalten, die von oben und unten her den Augapfel vollständig decken, indem sich ihre freien äußeren Ränder aneinander legen. Ihre Verschiebung über dem Augapfel wird dadurch sehr erleichtert, daß jedes Augenlid durch Einlagerung einer knorpeligen Platte (Lidknorpel) gesteift ist und daß beide Lidknorpel an der inneren und der äußeren Seite durch ein gemeinsames Bändchen an den Augenhöhlenrand angeheftet sind. Das äußere Lidbändchen liegt etwas versteckter, aber das innere ist namentlich bei mageren Personen durch die Haut als weißlicher Streifen zu erkennen, der von dem innern Augenwinkel quer zur Nase hinübergeht. Die innere Fläche der Augenlider wird von einer durchsichtigen, gefäßreichen Schleimhaut überzogen, die von hier, wie schon erwähnt, auf die vordere Fläche des Augapfels übergeht und Horn- und Sehnenhaut ebenfalls überzieht. Es ist unverkennbar, daß die feste Verschmelzung dieser Haut mit der Oberfläche des Augapfels eine wesentliche Beihilfe für das Festhalten desselben leisten muß; daher auch der Name Bindehaut des Auges. Der freie Rand des oberen Augenlides ist der Länge nach etwas gewölbt, der des unteren entsprechend ausgehöhlt. Geöffnet

lassen sie die quere Augenlidspalte zwischen sich, deren Enden Augenwinkel heißen und deren äußerer spitz zuläuft, während der innere abgerundet oder gebuchtet erscheint.

**NB.** Bei den Tieren ist die Augenlidspalte rund, deshalb sieht man nur am menschlichen Auge das Weiße, während bei den Tieren die runde Augenlidspalte nur die Größe der Hornhaut hat. Der Mensch kann aus diesem Grunde seine Augen in einem größeren Bogen wagerecht bewegen, ohne die Hornhaut aus der Lidspalte zu bringen, und erfreut sich eines großen Gesichtsraumes auch bei unverrückter Stellung, während die Tiere, um zur Seite zu sehen, den Kopf (kurzhalsige selbst den Leib) wenden müssen. Sogenannte große Augen sind eigentlich nur große Augenlidspalten.

Das untere Augenlid ist kaum um die Dicke eines Federmessers nach oben und unten beweglich; außerdem rückt es beim Augenschluß ein wenig nach einwärts; das obere dagegen vermögen wir außerordentlich schnell und leicht zu bewegen, indem wir mit den Augen blinken. Diese Bewegung ist so schnell, daß ihre Zeitdauer in der Sprache des gewöhnlichen Lebens als Bestimmung der kleinsten Zeiteinheit gebraucht wird (doch nimmt ein sogenannter Augenblick mindestens 12 Tertien = $^1/_5$ Sekunde Zeit in Anspruch). Die Bewegungen der Lider erfolgen teils als sogenannter Lidschlag sehr häufig inmitten des Sehens, ohne zufolge der Geschwindigkeit der Bewegung das Sehen zu unterbrechen; teils erfolgen sie langsam und dauernd, wie beim Schlafe, wo wir die Augen schließen, oder beim stieren Blick, wo wir die Augen sozusagen aufreißen.

**NB.** Bei Kindern, die an Würmern leiden, und in typhösen Fiebern findet häufig kein vollkommener Schluß der Augenlider während des Schlummers statt. Die Lidspalte steht nämlich etwas offen, und man sieht durch sie nicht die Hornhaut, sondern nur das Weiße des Auges, was der Physiognomie einen unheimlichen Ausdruck giebt und in entzündlichen und typhösen Fiebern für ein schlimmes Zeichen gilt. — Das Verkleinern der Augenlidspalte bei Kurz- und Schwachsichtigen schärft das Sehen nur bei einem gewissen Grade der Annäherung; darüber hinaus stören die Wimpern (durch die Beugungserscheinungen des Lichtes) das deutliche Sehen.

Das Öffnen der Lidspalte geschieht nur durch Hebung des oberen Augenlides, und diese wird zustande gebracht durch einen Muskel, den Heber des oberen Augenlides, der mit dem oberen geraden Augenmuskel in der Tiefe der Augenhöhle entspringt, der Augenhöhlendecke eng anliegend nach vorn verläuft und dann mit einer fächerförmig ausstrahlenden Sehne sich im oberen Augenlide bis an den Rand verbreitert. Das Schließen der Augenlider ist dagegen die Verrichtung eines sehr breiten flachen Muskels, des Schließers der Augenlider. Er entspringt an dem inneren Lidbändchen, umkreist schlingenförmig die ganze Lidspalte und kehrt so zu diesem Bändchen zurück. Schwächere Wirkung dieses Muskels schließt nur die Lidspalte, stärkere Wirkung zieht aber auch noch den äußeren Augenwinkel unter strahlenförmiger Faltenbildung gegen die Nase hin („Zukneifen" der Augen!).

5. Die einander zugekehrten Ränder der Knorpel beider Augenlider sind breit und eben, und haben einen vorderen scharfen und einen hinteren mehr abgerundeten Saum. An dem vorderen Rande sprossen mehrere Reihen kurzer, steifer, im unteren Augenlide nach unten und im oberen nach oben gekrümmter Haare (sie greifen deshalb beim Schließen des Auges nicht sehr übereinander), die sogenannten Augenwimpern, hervor. Am oberen Augenlide sind sie länger als am unteren und an beiden in der Mitte länger als gegen die Enden hin. An der Bucht des inneren Augenwinkels fehlen sie. Sie fallen wie alle Haare aus und erzeugen sich wieder, und man findet in dem Haarbalge einer alten Wimper die junge schon bereit, ihre Stelle einzunehmen. Sie schützen das Auge vor kleinen Insekten und Staub und halten die von oben, unten und von den Seiten her einfallenden Lichtstrahlen wie ein zarter Schleier von dem Eintritt in das Auge ab, und ihre verschiedene Beschaffenheit verleiht dem Gesichte ebenfalls verschiedenen Ausdruck.

6. An dem hinteren Rande der Augenlider liegen die Öffnungen der sogenannten Meibomschen Drüsen. Diese Drüsen zeigen sich als gleichlaufende, gelbliche Streifen, die in dem Lidknorpel liegen, aber näher dem hinteren Rande als dem vorderen. Im oberen Lide giebt es deren 30—40, im unteren 20—30. Diese Drüsen erscheinen dem bloßen Auge als kleine höckerige Stränge. Unter dem Mikroskope erkennt man, daß jede aus 40—50 kleinen Läppchen zusammengesetzt ist, die zu beiden Seiten eines langen Ausführungsganges wie die Blätter an den Zweigen einer Ulme sitzen. Ihre Absonderung ist eine klebrige, an der Luft erhärtende Masse, die sogenannte Augenbutter, die den Lidrand beölt und das Überlaufen der Thränen, wenn sie nicht zu reichlich kommen, aufhält, wie ein Gefäß mit fettbestrichenem Rande auch mehr Flüssigkeit zu halten im stande ist. Durch den Schlag der Augenlider wird die Augenbutter mit dem Schleime der Bindehaut zu einer einheitlichen, gelblich weißen Masse verrieben, die sich in den Augenwinkeln ansammelt und dort zu harten Klümpchen vertrocknet.

**NB.** Unter den Erkrankungen der Meibomschen Drüsen ist die Entzündung und Anschoppung durch eingedickte Absonderungsmasse (Gerstenkorn, Hagelkorn, Hornickel 2c.) nicht gerade selten. Sie führen mitunter zu dauernden Verbildungen und Verkrüppelungen des Augenlidknorpels. Die Augenbutter des Hirsches, die sich während der Brunstzeit im inneren Augenwinkel („Windfang" der Jäger) als harte, glänzend gelbgraue Klumpen vorfindet und die das Tier durch Reiben seines Kopfes an Baumstämmen abzustreifen pflegt, wurde vor Zeiten emsig gesammelt und als Arzneimittel (Hirschthränen, Hirschbezoar) gebraucht.

7. Die Augenlider samt Wimpern haben einen vierfachen Zweck: a) Sie schützen den Augapfel vor der Berührung mit fremden Körpern (Insekten, Staub 2c.) und vor zu grellem Lichte. b) Sie fegen die Hindernisse des Sehens (Staubteilchen, abgestoßene Schleimhautzellen 2c.) weg. c) Sie verbreiten die äußere Augenfeuchtigkeit

gleichmäßig über die durchsichtige Stelle des Augapfels (Fensterwaschen!) und schützen seine Oberfläche zugleich vor Austrocknen und Verdunstung. d) Sie bringen durch zeitweilige gänzliche Absperrung des Lichtes dem Sehnerven Ruhe und Erholung.

8. Die Thränenwerkzeuge bilden zwei Gruppen, absondernde und ableitende; beide stehen nicht in unmittelbarer Verbindung. Um von den Absonderungsdrüsen zu den Ableitungskanälen zu gelangen, müssen die Thränen den Weg über die vordere Fläche des Augapfels nehmen und mischen sich dabei mit den Absonderungen der Bindehaut und der Meibomschen Drüsen. Was als Thräne aus dem Auge hervorquillt, ist somit eine aus verschiedenen Absonderungsstoffen gemischte Flüssigkeit.

Beide Thränendrüsen liegen unter dem oberen Augenlide, hoch über dem äußeren Augenwinkel, und sind unvollständig voneinander abgegrenzt, so daß sie als eine Drüse erscheinen. Sie haben 8—12 Ausführungsgänge, durch die sich ihre Absonderung, die Thränen, in die Augenhöhle ergießen.

Der Thränensee ist eine Vertiefung am inneren Augenwinkel, die durch eine halbmondförmige Falte der Bindehaut gebildet wird, in der sich die Thränenflüssigkeit sammelt. Nur wenn sie im Überfluß zuströmt, kann der Thränensee sie nicht halten und läßt sie über die Wangen ablaufen. Bei gewöhnlichen Absonderungsmengen aber werden sie durch die Thränenpunkte aufgesogen. Es sind dies zwei am inneren Ende der hinteren Kante des Lidrandes liegende kleine, etwas trichterförmig aufgeworfene Öffnungen. Jedes Augenlid hat nur einen Thränenpunkt. Beide sind als rote Pünktchen am eigenen Auge im Spiegel leicht zu sehen, wenn man die Lider vom Augapfel etwas abzieht. Sie tauchen während des Schließens der Augenlider in den Thränensee ein und saugen die Thränenfeuchtigkeit auf. Sie geleiten diese in die Thränenröhrchen, zwei sehr feine Kanäle, die bogenförmig nach dem inneren Augenwinkel verlaufen und in den Thränensack münden, der im innern Augenwinkel am Thränenbein liegt und von dem aus der Thränennasengang durch den knöchernen Thränennasenkanal in die Nasenhöhle mündet.

Die Thränendrüsen sondern unausgesetzt, aber immer nur eine geringe, ja fast unmerkliche Menge Thränenflüssigkeit ab, die in Verbindung mit der Absonderung der Bindehaut das Auge rein und die Nase feucht erhält. Wir bemerken die Absonderung für gewöhnlich nicht, ja meistens reicht die Verdunstung hin, ihren Überschuß zu beseitigen; nur dann wird sie sichtbar, wenn entweder wegen Verstopfung der Thränenpunkte und Kanäle (durch Entzündung) die Thränenflüssigkeit nicht nach innen weitergeleitet werden kann, oder wenn durch äußere Reize (grelles Licht, scharfe Gerüche, kleine Insekten, Sand, Kohle 2c.) infolge eines Reflexes der Gefühlsnerven die

Thränenabsonderung so vermehrt wird, daß die engen Öffnungen der Thränenpunkte zur Ableitung nicht genügen. Das Gleiche tritt beim Weinen vor Körperschmerz oder seelischer Erregung ein. Das Überfließen der Thränen über das Auge ist eine Überschwemmung, weil die Ableitungskanäle nicht zureichen, die Flüssigkeit fortzuschaffen.

**NB.** Im inneren Winkel des Auges, im Grunde des Thränensees, befindet sich die Thränenkarunkel, ein rundlicher, rötlicher, mit sehr feinen kurzen Haaren besetzter Körper, der aus einer Anhäufung von Meibomschen Drüsen besteht. Da durch den Thränennasengang die Schleimhaut der Nase mit der Bindehaut des Auges zusammenhängt, so erklärt sich hieraus die Übertragung von Entzündungen der einen auf die andere.

**b) Ergebnisse.**

Das wichtigste unserer Sinneswerkzeuge ist das Auge. Es besteht aus dem Augapfel und den Werkzeugen, die zu seiner Bewegung und zu seinem Schutze dienen.

## A. Der Augapfel.

1. Der Augapfel hat ungefähr die Gestalt und den Umfang einer großen Kirsche. Er besitzt eine derbe, häutige Hülle, die einen gallertartigen, durchsichtigen Inhalt elastisch umspannt.

2. Die Hülle besteht aus drei Schichten. Die äußere Schicht, die Grundlage des Augapfels, wird durch die porzellanweiße harte Sehnenhaut gebildet. Ein Teil von ihr ist als das Weiße im Auge zwischen den Augenlidern sichtbar. Sie schützt die zarten inneren Teile und bietet den Augenmuskeln zuverlässige Ansatzflächen dar. In ihrem vordersten Teile ist als ein rundes, stärker gewölbtes Fenster die durchsichtige Hornhaut wie ein Uhrglas eingesetzt. Das Weiße des Auges, samt der Hornhaut, ist außerdem von einem durchsichtigen gefäßreichen Schleimhäutchen, der Bindehaut des Auges, überzogen, das sich dann auf der Innenfläche der Augenlider fortsetzt.

3. Die zweite Schicht ist die zarte Gefäß- oder Aderhaut. Sie enthält zahlreiche Blutgefäße; diese ernähren und erwärmen das Auge. Ihre Innenfläche ist mit einem schwarzbraunen Farbstoffe bedeckt; dieser hält wie die schwarze Färbung im Innern der Fernrohre störendes Licht fern. Nach vorn zu verdickt sich die Aderhaut zu dem Strahlenkörper, der das Auge mit dem an seinem Grunde liegenden Kreismuskel umfaßt. Der hinter der Hornhaut gelegene Abschnitt der Gefäßhaut legt sich dieser nicht an, sondern ist wie ein Vorhang flach dahinter ausgespannt. Man nennt diesen Teil der Gefäßhaut die Regenbogenhaut, weil sie bei den einzelnen Menschen verschieden gefärbt ist. Nach ihrer Farbe spricht man von grauen, blauen, braunen und schwarzen Augen. In ihrer Mitte befindet sich eine kreisrunde Öffnung, das Sehloch oder die Pupille, die als das Schwarze im Auge erscheint und das Fenster ist, durch das die Lichtstrahlen in das innere Auge fallen. Die Muskeln der Regenbogenhaut erweitern und verengern das Sehloch und regeln so den Lichtzutritt in das Auge.

4. Die innerste Schicht ist die Netzhaut, ein zartes, durchsichtiges Häutchen, in dem sich die Fasern des Sehnerven ausbreiten. Sie bildet den wichtigsten Teil des Auges, da sie gegen das Licht empfindlich ist. Doch ist diese Empfindlichkeit nicht überall gleich stark. Am schärfsten sind die Lichtempfindungen auf dem sogenannten gelben Flecke, während die Eintrittsstelle des Sehnerven, der blinde Fleck, unempfindlich gegen das Licht ist.

5. Der größte Teil der Höhle des Augapfels wird von dem wasserhellen, gallertartigen Glaskörper ausgefüllt. In einer schüsselartigen Vertiefung seiner Vorderseite ist die Kristalllinse eingefügt. Diese ist wasserhell, hat die Gestalt eines stark gewölbten Brennglases und wird durch den Linsengürtel, ein Band, das vom Kreismuskel und Strahlenkörper herkommt, festgehalten und an ihrer Vorderseite abgeplattet. Zieht sich der Kreismuskel zusammen, so erschlafft der Linsengürtel, und die vordere Fläche der Linse wölbt sich stärker. Der Raum zwischen der Linse und der Hornhaut wird durch die Regenbogenhaut in zwei Teile geteilt, welche die vordere und hintere Augenkammer genannt werden. Beide sind mit einer wasserhellen Flüssigkeit, dem Augenwasser, angefüllt. Dieses wölbt die Hornhaut nach vorn und sichert der Regenbogenhaut und Kristalllinse freie Beweglichkeit. Die Hornhaut, das Augenwasser, die Linse und der Glaskörper lassen das Licht nicht nur hindurch, sondern brechen es auch.

6. Der Sehnerv kommt so stark wie der Kiel einer Rabenfeder aus dem Gehirn und tritt durch die vordere Wand der Schädelhöhle in die Augenhöhle; in dieser erreicht er nach einem kurzen gebogenen Verlaufe durch das Fettlager, das den hinteren Raum dieser Höhle ausfüllt, den Augapfel. Hier durchbohrt er die Sehnen- und Gefäßhaut und breitet sich auf der Netzhaut aus.

## B. Lage, Bewegung und Schutzmittel des Augapfels.

1. Die Augäpfel haben eine sichere Lage in den Augenhöhlen, die sich zu beiden Seiten der Nase zwischen dem Stirnbein und dem Oberkiefer befinden. Sie sind darin von einem Fettpolster umgeben, das sie vor Kälte und starker Erschütterung bewahrt und ihre Bewegung erleichtert.

2. Aus dem Hintergrunde der Augenhöhlen kommen sechs Muskeln, die sich an der Außenseite der Augäpfel ansetzen und diese nach allen Seiten bewegen. Sobald einer dieser Muskeln an seiner regelrechten Thätigkeit verhindert ist, schielt der Mensch.

3. Die Augenbrauen sind bogenförmige, behaarte Hautwülste; sie bilden die Grenze zwischen der Stirn- und Augenhöhle und leiten den von der Stirn herabfließenden Schweiß nach der Schläfengegend ab.

4. Die Augenlider sind leichte knorpelige Decken, die von halbmondförmigen Hautfalten überzogen sind. Sie decken den Augapfel nach vorn, schützen ihn so vor Berührung mit fremden Körpern und halten während des Schlafes das Licht gänzlich ab. Zwischen ihnen liegt die Augenlidspalte, in welcher der Augapfel sichtbar ist, mit den beiden Augenwinkeln. An ihrem vorderen Rande stehen mehrere Reihen steifer Härchen, die Augenwimpern;

sie halten ebenfalls zu grelles Licht und fremde Körper von dem Auge ab. Am hinteren Rande der Augenlider liegen zahlreiche Talgdrüsen; diese sondern ein gelbliches Fett, die Augenbutter, ab, welche die Lidränder und Wimpern einfettet, damit die Augenfeuchtigkeit nicht so leicht überfließt. Die Entzündung einer oder mehrerer Talgdrüsen wird Gersten- oder Hagelkorn genannt. Das Öffnen und Schließen der Augenlider geschieht durch besondere Muskeln.

5. Zur Entfernung der Staubteilchen, kleiner Insekten 2c., die trotz des Schutzes durch Lider und Wimpern in die Augenlidspalte gelangt sind, dient die Thränenflüssigkeit. Sie wird von den Thränendrüsen abgesondert, die hoch über dem äußeren Augenwinkel unter dem oberen Augenlide liegen. Diese Flüssigkeit wird durch den Lidschlag über die ganze Augenfläche verbreitet und erhält so das Auge feucht und rein. Sie sammelt sich dann im inneren Augenwinkel in einer kleinen Vertiefung, dem Thränensee. Hier saugen sie die Thränenpunkte auf, führen sie durch die Thränenröhrchen in den Thränensack und aus diesem durch den Thränengang in die Nasenhöhle. Verstopfen sich die Thränenwege durch Entzündung, oder wird das Auge äußerlich gereizt, so vermehrt sich die Thränenabsonderung, und die Thränen fließen über die Wangen herab. Das Gleiche geschieht beim Weinen vor Körperschmerz oder Erregung unserer Seele.

## C. Der Vorgang des Sehens.

1. Um den Vorgang des Sehens zu begreifen, muß man einige Kenntnisse aus der Naturlehre besitzen.

a) Wenn das Licht aus einem durchsichtigen Körper in einen anderen von anderer Dichte übergeht (z. B. aus der Luft in Wasser oder Glas), so wird es von seiner geradlinigen Bahn abgelenkt oder gebrochen.

b) Mit einem Brennglase (einer konvexen Linse) kann man die gleichlaufend darauffallenden Sonnenstrahlen brechen und dahinter in einem Punkte, dem Brennpunkte, vereinigen. Der Brennpunkt liegt immer eine kleine Strecke von der Linse entfernt; diese Entfernung wird Brennweite genannt. Macht man mit Linsen von verschieden gewölbten Oberflächen Versuche, so gewahrt man, daß der Brennpunkt dem Brennglase um so näher liegt (die Brennweite also um so kleiner ist), je mehr gewölbt dieses ist (das Licht wird ja mehr gebrochen).

c) Hält man eine Linse einem Zimmerfenster gegenüber vor eine hellgefärbte Wand, so erscheint auf der Wand deutlich ein verkleinertes, umgekehrtes Bild des Fensters, das man auffangen kann. Kennt man die Brennweite der Linse, so wird man dabei sehen, daß das Bild etwas hinter den Brennpunkt fällt (daß man also die Linse etwas über die Brennweite von der Wand entfernen muß). Daraus ergiebt sich: Von entfernten Körpern entsteht ein umgekehrtes, ver-

kleinertes Bild in der Nähe des Brennpunktes der Linse, das man auffangen kann (physisches).

d) Man erinnere die Schüler an die Einrichtung einer Dunkelkammer (Camera obscura)! Ein Gehäuse mit innen geschwärzten Wänden, einer verschiebbaren Konvexlinse vorn, um Lichtstrahlen in das Innere zu senden und einer zur Aufnahme dieser Lichtstrahlen geeigneten Platte an der Hinterwand. Die Lichtstrahlen werden durch die Linse gebrochen, und es entsteht auf der Platte ein scharfes, umgekehrtes, verkleinertes Bild des Gegenstandes, der sich in einiger Entfernung vor der Dunkelkammer befindet.

Unser Auge ist nun eine vorzüglich eingerichtete Dunkelkammer. Die Sehnenhaut bildet das feste Gehäuse, die Gefäßhaut den innern schwarzen Anstrich; die Netzhaut ist die Platte für das Bild, und die verschiebbare Linse wird durch die lichtbrechenden Teile, besonders aber durch die Kristalllinse dargestellt, deren Brennpunkt in der Nähe der Netzhaut fällt. Die von einem Gegenstande in das Auge fallenden Lichtstrahlen treten durch die starkgewölbte Hornhaut und das Augenwasser, wo sie zum erstenmal gebrochen werden, durch das Sehloch auf die Linse. Durch diese werden sie zum zweitenmale (und am stärksten) gebrochen und endlich durch den Glaskörper, in dem eine nochmalige Brechung stattfindet, auf die Netzhaut geleitet. Auf dieser erscheint dann ein scharfes, umgekehrtes, verkleinertes Bild des Gegenstandes (siehe Lehrmittel, Versuch mit einem Tierauge!). Das Licht des von der Netzhaut aufgefangenen Bildes wirkt auf die Enden der Nervenfasern dieser Haut, und diese teilen dann die empfangenen Eindrücke dem Gehirn zur Wahrnehmung und Auffassung mit.

**1. Beim Sehen fallen die von einem Gegenstande ausgehenden Lichtstrahlen durch die Hornhaut, das Sehloch, die Kristalllinse und den Glaskörper in das innerste Auge. Auf diesem Wege werden sie mehrmals gebrochen und zu einem umgekehrten verkleinerten Bilde vereinigt, das auf der Netzhaut erscheint. Hier reizt es die Enden des Sehnerven, und dieser übermittelt den Reiz dem Gehirn zur Wahrnehmung.**

2. Wenn bei der Dunkelkammer das Licht zu stark ist, so wird das Bild undeutlich; besonders stören die am Rande der Linse eindringenden Strahlen die Klarheit des Bildes. Dann schiebt man eine undurchsichtige, in der Mitte durchlöcherte Platte vor die Linse, um das Licht zu mildern und nur die mittleren Strahlen einzulassen. Je stärker das Licht, desto kleiner ist die Öffnung der Blendung! In dem Auge tritt an die Stelle dieser Blendung die Regenbogenhaut mit dem Sehloch. Sie hat ebenfalls den Zweck, nur die zentralen Strahlen, die sich im gelben Fleck vereinigen und darum das deutlichste Bild erzeugen, durchzulassen, die seitlichen aber, durch die das Bild undeutlich und verwaschen werden würde, größtenteils auszuschließen und zugleich den zu starken Lichtreiz zu mildern. Sie gewährt jedoch

den besondern Vorteil, sich selbst und von unserm Willen unabhängig regeln zu können, indem sie ihre Öffnung bei schwachem Lichte und beim Fernsehen selbst erweitert und bei starkem Lichte und beim Nahesehen selbst verengert (siehe oben A. a. 3 u. 5!). Dadurch wird zugleich einer Überreizung der Sehnerven vorgebeugt und die Gesundheit des Auges erhalten.

2. **Damit das Bild recht deutlich und scharf auf der Netzhaut erscheine, werden die seitwärts einfallenden Strahlen von der Regenbogenhaut, die den Rand der Linse verdeckt, abgehalten. Sie wirkt als Blende, erweitert und verengert das Sehloch und mißt dadurch dem Auge die zur Klarheit des Bildes nötige Lichtmenge zu. Sie läßt bei schwachem Lichte und beim Sehen in die Ferne mehr, bei starkem Lichte und beim Sehen in die Nähe weniger Licht in das Auge fallen. Außerdem wird durch die dunkle Färbung der Gefäßhaut alles die Reinheit und Schärfe des Bildes störende Licht im Innern des Auges aufgesaugt.**

3. Dann muß es uns wundern, daß unser Auge die Gegenstände aufrecht sieht, obgleich das Bild auf der Netzhaut ein verkehrtes ist. Dies hat seinen Grund darin, daß wir einen leuchtenden Punkt stets in die Richtung des von ihm empfangenen Lichtstrahles (Richtungsstrahles) setzen (den Lichtstrahl also rückwärts verfolgen). Nun kommen aber die Lichtstrahlen, welche die Netzhaut unten treffen, vom oberen Ende des Körpers her und die, welche die Netzhaut nach oben treffen, von seinem unteren Ende, weil sie sich hinter der Kristalllinse im Brennpunkte erst kreuzen, ehe sie das Bild auf der Netzhaut erzeugen. Es ist daher ganz natürlich, daß wir, gemäß der Richtung der empfundenen Lichtstrahlen, den unteren Teil des Bildes nach oben und den oberen nach unten versetzen, wodurch dann die einzelnen Punkte des sichtbaren Gegenstandes in die richtige Lage zu einander gebracht werden und wir auf diese Weise den Gegenstand aufrecht sehen.

3. **Trotzdem das Bild auf der Netzhaut verkehrt erscheint, so sehen wir es doch aufrecht, weil wir jeden Lichtstrahl in der Richtung seines Einfallens verfolgen.**

4. Warum vermögen wir eine auf einen sehr kleinen Raum zusammengedrängte Schrift (z. B. ein Vaterunser in einem Ringe) ohne Wendung des Auges nicht zu lesen? Der Grad der Empfindlichkeit für das Licht ist an verschiedenen Teilen der Netzhaut sehr ungleich. Die Gesamtheit der Lichtempfindungen, die wir in einem Aufblicke gleichsam umfassen, nennen wir das Gesichtsfeld. Beide Augen umspannen bei ruhigem Sehen in weite Ferne ein Gesichtsfeld von 180°, das durch die Bewegungen der Augäpfel noch vergrößert werden kann. In diesem sehen wir aber nur einen kleinen Teil, nämlich den, dessen Strahlen auf den sogenannten gelben Fleck, die Zentralgrube der Netzhaut, fallen, scharf, alle anderen aber, deren Strahlen auf die übrigen Teile der Netzhaut fallen, ungenau. Man nennt den Teil des Gesichtsfeldes, den man am schärfsten sieht, auch

den Blickpunkt. Wollen wir nun nach und nach das ganze Gesichtsfeld genau auffassen, so müssen wir den Blickpunkt auf diesem langsam umherwandern lassen. Dies geschieht dadurch, daß wir die Strahlen der einzelnen Teile des Gesichtsfeldes der Reihe nach auf den gelben Fleck fallen lassen oder, wie man das anders ausdrückt, jeden Teil ins Auge fassen und ihn gleichsam feststellen (fixieren). Das ist nicht möglich ohne Bewegung des Auges. Siehe auch Präparation A. a. 12!

4. **Alle die Lichteindrücke, die wir in einem Aufblicke umfassen, nennen wir das Gesichtsfeld. Wir sehen aber nur den Teil des Gesichtsfeldes klar, dessen Strahlen auf den gelben Fleck der Netzhaut fallen, oder auf den wir den Blickpunkt richten. Wollen wir also ein Gesichtsfeld genau auffassen, so müssen wir jeden seiner Teile unter den Blickpunkt stellen oder ins Auge fassen.**

5. Siehe Präparation A. a. 13 u. 14!

**Jeder Lichteindruck auf unsere Netzhaut besteht nicht nur während der Dauer des Lichtreizes, sondern hat seine eigene Dauer von ungefähr $^1/_8$ Sekunde. Darum werden zwei Lichteindrücke, die einander rascher folgen, als ein einziger aufgefaßt. Lange und starke Lichtreize ermüden die Netzhaut und erschöpfen ihre Reizbarkeit, so daß sie für alle oder auch nur gewisse Lichteindrücke unempfänglich wird.**

**NB.** Auf dem oben Gesagten beruht die Wunderscheibe (Thaumatrop von Paris, 1827); sie ist ein rechteckiges, um eine Achse (an beiden Seiten an einem Faden befestigt) drehbares Täfelchen, auf dessen beiden Seiten zusammengehörige Dinge gezeichnet sind, z. B. ein Käfig und ein Vogel darin, die verschiedenen Buchstaben oder Worte eines Satzes; bei der Drehung scheint der Vogel im Käfig zu sitzen, der Satz lesbar. Ebenso gehört hierher das Lebensrad (Zootrop, die stroboskopischen Scheiben von Stampfer, 1832); auf einer großen Scheibe (von etwa 30 cm Durchmesser) sind am Rande herum in gleichen Abständen 10—12 Löcher angebracht. Die Scheibe ist um eine Achse drehbar. Entweder auf der Innenseite ihres Randes oder auf dem Innenrande einer anderen kleineren Scheibe, die auf derselben Achse befestigt ist, sind Figuren gemalt, die denselben Gegenstand in so vielen verschiedenen Stellungen darstellen, als die erste Scheibe Löcher hat (Gaukler, Bälle werfend; Knaben, übereinander Bock springend; Pferde, galoppierend oder trabend 2c.). Folgen die Stellungen mit nur geringen Abänderungen von einer zur anderen so aufeinander, daß die letzte wieder in die erste übergeht, und dreht man die Scheibe, so scheinen die Bilder die Bewegungen aus einer Stellung in die andere wirklich auszuführen. Man kann den Versuch auch mit nur einer Scheibe vor dem Spiegel ausführen.

6. In einer Dunkelkammer können deutliche Bilder von nahen und entfernten Gegenständen gleichzeitig nicht entworfen werden, weil die Linse stets nur die Strahlen der in einer bestimmten Entfernung von ihr befindlichen Gegenstände so bricht, daß diese sich auf der Platte zu einem deutlichen, verkleinerten, umgekehrten Bilde wieder sammeln. Die Strahlen der entfernteren Gegenstände dagegen vereinigen sich schon vor der Platte und die der näheren erst hinter ihr, so daß in beiden Fällen nur undeutliche Bilder auf ihrer Fläche erscheinen. Will man deshalb deutliche Bilder aus verschiedenen

Entfernungen erhalten, so muß man die Linse bei entfernteren Gegenständen zurück und bei näheren vorwärts schieben. Dasselbe könnte man auch dadurch erreichen, daß man eine schwächere Linse einsetzte für entferntere Gegenstände und eine stärkere, sobald es sich um Bilder von näheren Gegenständen handelte. Unser Auge ist nun, wie wir oben sahen, eine vorzüglich eingerichtete Dunkelkammer. Welche Einrichtungen sind in ihm nun zu dem Zwecke getroffen, die Gegenstände in den verschiedensten Entfernungen wahrzunehmen? Vorhanden ist die Fähigkeit; das zeigt uns die tägliche Erfahrung und folgender Versuch:

Man nehme ein Holzstück (Lineal) von ungefähr 50 cm Länge und stecke darauf ungefähr 15 cm vom vorderen Rande eine starke Stecknadel (a) und in gleicher Richtung, nur ein klein wenig seitwärts, eine andere (b) 30 cm ebenfalls vom Rande aus gemessen. Legen wir nun das Auge an das vordere Ende des Holzstückes und richten den Blick an a vorbei zuerst auf die Nadel b, so werden wir diese ohne die geringste Anstrengung ganz deutlich sehen, zu gleicher Zeit aber a nur undeutlich, mehr oder weniger verbreitert. Versuchen wir jetzt das undeutliche Bild von a deutlich zu machen, so gelingt uns das ganz leicht, aber wir fühlen zugleich eine gewisse leichte Ermüdung, gewahren aber auch, daß in demselben Verhältnisse, wie a deutlich wird, b nun undeutlich erscheint. Auch durch die größte Anstrengung wird es uns nicht gelingen, zu gleicher Zeit sowohl von a als auch von b ein deutliches Bild zu erhalten.

**NB.** Man hat verschiedene Erklärungen für diese Erscheinung versucht. Man sagte, die Augenmuskeln drücken den Augapfel zusammen und machen das Auge länger, oder die Linse wird nach vorn geschoben, oder gar die Regenbogenhaut wölbt durch einen Druck auf deren Vorderfläche die Linse nach beiden Seiten stärker ꝛc. Zuletzt hat ein Versuch das Richtige finden lassen: „Wenn die Flamme einer Wachskerze etwas auf einer Seite und nahe vor das gesunde Auge (dessen Pupille man erweiterte) einer Person gehalten wird und man nun von einem geeigneten Punkte dieser Person ins Auge blickt, so sieht man drei Bilder von der Flamme, zwei aufrecht und eins verkehrt. Das eine aufrechte Bild wird von der Vorderseite der Hornhaut zurückgeworfen, die wie ein konvexer Spiegel wirkt; das zweite rührt von der ebenso wirkenden vorderen Fläche der Kristalllinse her, während das verkehrte Bild von der hinteren nach vorn konkaven Fläche der Linse hervorgebracht wird. Wird nun während dieser Beobachtung das Auge auf einen entfernteren und dann auf einen näheren, in derselben Gesichtslinie liegenden Gegenstand gerichtet (während die Stellung des Augapfels sich nicht ändert), so bleibt das von der Vorderfläche der Hornhaut zurückgeworfene aufrechte Bild und das verkehrte von der Rückseite der Linse unverändert, aber das von der Vorderseite der Linse entworfene Bild verändert sich sowohl in der Größe als auch in seiner Lage in einer Weise, die beweist, daß die Vorderfläche der Linse stärker konvex geworden ist."

Daraus ergiebt sich: Auch ein gesundes Auge sieht im Ruhezustande nur auf eine gewisse Entfernung deutlich, und zwar ist es für die Weite eingerichtet. Nur von weiter entfernten Gegenständen werden die Strahlen so vereinigt, daß sie ein klares Bild auf der

Netzhaut ergeben; für nähere oder ganz nahe Gegenstände muß sich das Auge besonders einstellen. Dies geschieht, wie man annimmt, auf folgende Weise: Die elastische Linse wird, wie wir oben (A b 1) sahen, durch ein ebenfalls elastisches Band (den Linsengürtel) in einem Zustande der Spannung erhalten und hat folglich eine flachere Form. Zieht sich nun der damit in Verbindung stehende Kreis-(Ciliar-)Muskel des Auges mit dem Strahlenkörper der Gefäßhaut zusammen, so wird die Anheftungsstelle des Linsengürtels zugleich etwas nach vorn gezogen, und der Linsengürtel erschlafft etwas. Dadurch verringert sich die elastische Anspannung der vorderen Fläche der Linse, und diese wölbt sich stärker. Sobald aber die Zusammenziehung des Kreismuskels aufhört und alle Teile in ihre gewöhnliche Lage zurückkehren, nimmt auch die Linse wieder ihre erste Gestalt an (Faustzeichnung!). In unserm Auge tritt also gewissermaßen der oben erwähnte 2. Fall ein, daß in die Camera gleichsam eine andere Linse eingesetzt wird. Diese Fähigkeit des Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen, wird das Anpassungs- oder Akkommodationsvermögen genannt.

Die Anpassung erfolgt selbstthätig und unbewußt, und das Gefühl der Anstrengung, das wir bei der Anpassung für die Nähe haben, wird von der Anstrengung des Kreismuskels herrühren. Da die Anpassung nicht ohne Muskelanstrengung vor sich gehen kann, so folgt daraus, daß zu langes und angestrengtes Nahesehen Ermüdung und endlich dauernde Augenschwäche erzeugen kann. Es ist ferner daraus ersichtlich, weshalb das Sehen in die Ferne Erleichterung und Erholung für das Auge schafft. Daraus ist auch der wohlthätige Einfluß zu erklären, den Fußreisen über Berg und Thal und Aufenthalt an der See, beide mit weiter Fernsicht, auf die Augen üben.

Durch einseitige Gewöhnung und im höheren Alter nimmt das Anpassungsvermögen ab, und nahe Gegenstände können nicht mehr deutlich wahrgenommen werden. Da das Auge in diesem Falle nur noch weiter entfernte Dinge deutlich wahrnimmt, so ist es weitsichtig. Die Vorderfläche der Linse vermag sich bei Betrachtung naher Gegenstände nicht mehr genügend zu wölben, um ein klares Bild zu erzeugen. Diesem Fehler des Auges wird durch das Tragen von Brillen mit konvexen Sammelgläsern, welche die Strahlen stärker zusammenbrechen, abgeholfen. Brillenglas und Linse wirken dann bei der Betrachtung eines Gegenstandes zusammen wie eine stärker gewölbte Linse. Weitsichtig werden, wie schon erwähnt, Leute mit normal gebauten Augen im Alter, sowie Forst- und Landwirte, Seeleute. Die Anforderung, die man an den Anpassungsmuskel eines weitsichtigen Auges beim Sehen naher Gegenstände stellt, sind ohne Benutzung einer Brille sehr große; es ist daher die rechtzeitige Anwendung einer solchen sehr zu empfehlen. Das Gegenteil der Weitsichtigkeit,

die Kurzsichtigkeit, besteht darin, daß man wohl sehr nahe, aber nicht fernere (meist schon von 28 cm an nicht mehr) Gegenstände deutlich zu sehen vermag. Die Ursache der Kurzsichtigkeit liegt darin, daß bei vielen Personen von der Geburt an die Oberfläche der Hornhaut stärker gekrümmt oder das Strahlenbrechungsvermögen des Auges auf irgend eine andere Weise erhöht oder auch der Augapfel in der Richtung von vorn nach hinten länger ist, als er sein sollte. Infolgedessen fallen die Bilder entfernter Gegenstände vor die Netzhaut. Man hilft der Kurzsichtigkeit durch Brillen mit konkaven (Zerstreuungs-)Gläsern ab, die im Verein mit der Augenlinse wie eine mehr abgeflachte Linse wirken. Obgleich meist angeboren, wird die Kurzsichtigkeit doch durch angestrengtes und anhaltendes Sehen in die Nähe bedeutend verschlimmert. Die Kurzsichtigkeit findet man deshalb besonders in den Städten, unter deren männlichen (Studierende, Schreiber, Graveure, Uhrmacher, Schuster, Schneider 2c.) und weiblichen (Näherinnen, Strickerinnen, Klöpplerinnen 2c.) Bewohnern sie in erschreckender Weise überhand nimmt. Die sogenannten übersichtigen Augen haben mit den kurzsichtigen das gemein, daß sie wie diese nicht gut in die Ferne sehen, aber mit dem Unterschiede, daß dies nicht wegen zu starker, sondern zu schwacher Brechung der Fall ist. Im Gegensatze zu dem zu lang gebauten kurzsichtigen Auge zeigt es einen zu kurzen Bau auf, so daß die Entwerfung eines klaren Bildes erst hinter der Netzhaut erfolgt; deshalb bedarf der Übersichtige wie der Weitsichtige einer Konvexbrille.

Aus diesem allem ergiebt sich, daß es für jedes Auge ein Gebiet giebt, innerhalb dessen es alle, auch kleine Gegenstände, vollkommen klar und deutlich sieht. Man nennt dieses Gebiet die natürliche (normale, deutliche) Sehweite und seine innere Grenze den Nähe-, die äußere aber den Fernpunkt. Bei gesunden Augen liegt der Fernpunkt im allgemeinen unendlich weit (wir können noch unendlich weit entfernte Gegenstände, Sterne 2c. wahrnehmen) entfernt; die Lage des Nähepunktes ist sehr verschieden und hängt vom Anpassungsvermögen des Auges ab. In der Regel wird kein Gegenstand ohne Anstrengung deutlich gesehen, der nicht mindestens 15—20 cm weit vom Auge entfernt ist. Bei Weitsichtigen liegt der Nähepunkt zu fern und bei Kurzsichtigen der Fernpunkt zu nahe. Für Kurzsichtige ist außerdem eigentümlich, daß das Auge sich nur innerhalb eines sehr kleinen Spielraumes (oft nur weniger cm) scharf einzustellen vermag, also eine sehr eng begrenzte Sehweite besitzt. Im Laufe der Jahre rückt der Nähepunkt allmählich immer weiter hinaus; denn während das 10jährige Kind noch einen solchen von 6 cm, der 23jährige Jüngling von 10,5 cm aufweist, ist er beim 50jährigen schon auf 30 cm hinausgerückt.

**NB.** Um die natürliche Sehweite eines Auges zu messen, befestigt man das eine Ende eines starken Fadens aus Hanfzwirn von etwas über 2 m Länge an dem

oberen Wirbel eines Fensters. In das andere Ende knüpft man des besseren Festhaltens wegen einen Knoten, faßt dieses dann mit Daumen und Zeigefinger am Knoten und hält es dicht an das rechte Auge, während man das linke schließt. Sieht man jetzt mit dem rechten Auge den straff gespannten, gut beleuchteten Faden entlang gegen das Fenster, so nimmt man folgendes wahr: Dicht am Auge erscheint der Faden breit und wie in Nebel gehüllt; dann spitzt er sich allmählich zu, und wo er am schmalsten erscheint, erkennt man die Drehung des Gespinstes, ebenso ganz deutlich hervorstehende Fasern. Weiterhin werden die Fasern wieder undeutlicher, der Faden selbst wird wieder breiter, bis er zuletzt am Fenster abermals in Nebel gehüllt erscheint. Die Strecke nun, auf welcher der Faden deutlich erscheint, ergiebt die Sehweite mit Nähe- und Fernpunkt, die man von einer anderen Person (vielleicht mit einer Feder durch Tinte) bezeichnen läßt. Durch diesen Versuch kann man erproben, ob beide Augen gleiche Sehweiten haben, was keineswegs immer der Fall ist.

**6. Jeder Mensch, der ein gesundes Auge hat, vermag die Gegenstände in den verschiedensten Entfernungen deutlich zu sehen. Es wird das nur dadurch möglich, daß die Linse ursprünglich zum Sehen in die Ferne eingerichtet ist und beim Sehen in die Nähe ihre Vorderfläche stärker wölbt. Diese Fähigkeit unseres Auges, sich den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände anzupassen, wird Anpassungsvermögen genannt. Durch das Alter und die Gewöhnung verringert sich diese Fähigkeit. Das Auge vermag die Linse entweder nicht genügend zu wölben und kann darum nur weiter entfernte Gegenstände deutlich wahrnehmen; es ist dann weitsichtig; oder seine Linse ist zu stark gewölbt, und es vermag nur sehr nahe Gegenstände deutlich zu sehen; es ist in diesem Falle kurzsichtig. Der Weitsichtigkeit wird durch Brillen mit doppelt gewölbten Gläsern abgeholfen, und der Kurzsichtige verbessert seine Sehfähigkeit durch Brillengläser, die auf beiden Seiten hohl geschliffen sind.**

**Das Gebiet, innerhalb dessen unser Auge auch kleine Gegenstände vollkommen klar sieht, heißt seine natürliche Sehweite; seine Grenzen sind der Nähe- und der Fernpunkt. Bei Weitsichtigen liegt der Nähepunkt zu fern und bei Kurzsichtigen der Fernpunkt zu nahe.**

7. Zieht man von zwei einander gegenüberliegenden Grenzpunkten (oben und unten ꝛc.) eines Gegenstandes gerade Linien nach der Mitte des Auges, so bilden diese hier einen Winkel, den man Sehwinkel nennt. Rückt ein Körper näher an das Auge, so wird sein Sehwinkel größer, bei seiner Entfernung kleiner. Ein Vogel, der sich in der Luft in gerader Linie von uns entfernt, erscheint uns darum immer kleiner, bis er zuletzt dem Auge entschwindet; dasselbe gilt von dem Zwischenraume zwischen zwei Körpern (lange Allee, langer Gang ꝛc.). Unser Auge kann nur bestimmte Sehwinkel fassen; darum sehen wir Körper, die uns unter besonders großen Sehwinkeln in der Nähe entgegentreten, nur teilweise; die unter zu kleinen erscheinen, verschwinden für das Auge. Bei welchem Winkel das geschieht, hängt von der Schärfe des Auges, von der Beleuchtung und von der Farbe des Gegenstandes ab. Die nach der Größe des Sehwinkels beurteilte Ausdehnung eines Gegenstandes nennt man zum Unterschiede von der

wahren Größe die sichtbare oder scheinbare Größe. Die Sehwinkel von weit entfernten Gegenständen vergrößert uns das Fernrohr, die von zu kleinen Dingen das Mikroskop. Soll ein entfernter Gegenstand wahrgenommen werden, so darf in der Regel seine scheinbare Größe nicht geringer sein als eine halbe Bogenminute; d. h. die Entfernung darf im allgemeinen höchstens 6000 mal die wahre Größe des Gegenstandes betragen. Es tritt indessen das Verschwinden eines Gegenstandes bei um so kleineren Sehwinkeln ein, je größer der Gegensatz zwischen der Farbe des Gegenstandes und seines Hintergrundes ist. Ebenso verschwinden lange, dünne Körper (Auffangstangen der Blitzableiter, Taue von Schiffen, Telegraphendrähte, die Schnur an einem Papierdrachen, Spinnweben 2c.) erst bei sehr kleinem Sehwinkel. Darum ist schwarzes Lederzeug dem weißen bei den Soldaten vorzuziehen und ein glänzender Beschlag ihrer Helme im Kriege unzweckmäßig. Darum erkennt man einen Schimmel auf gepflügtem Acker noch in größerer Entfernung als ein braunes Pferd. Von welcher Farbe werden die Zeiger und Ziffern einer Uhr im Verhältnis zum Zifferblatte am zweckmäßigsten zu wählen sein?

Da Gegenstände, deren wahre Größe sehr verschieden ist, dieselbe scheinbare Größe haben können, so ist die Größe des Sehwinkels allein nicht ausreichend, ihre wahre Größe zu bestimmen, sondern es muß noch die Entfernung bekannt sein. Wird aber die Entfernung eines Gegenstandes nicht durch Messung ermittelt, sondern nur geschätzt, so beurteilt man die wahre Größe zu groß, wenn die Entfernung zu groß angenommen wird, und anderenfalls zu klein. Die Entfernung schätzen wir auf Grund der Muskelempfindungen beim Einstellen der Augen auf einen Gegenstand und auf Grund der Menge der zwischen unserm Auge und dem Gegenstande gelegenen Körper ab. Die Übung, die wir in dieser Art der Größenschätzung besitzen, ist so groß, daß wir uns ihres Zustandekommens für gewöhnlich gar nicht bewußt werden. Es kommen dabei aber doch allerlei Täuschungen vor. Im Nebel, ebenso im Mondenscheine erscheinen uns die Gegenstände oft größer, als sie wirklich sind. Sonne und Mond erscheinen uns aus den oben angeführten Gründen größer, wenn sie dicht am Horizonte stehen und mit freiem Auge betrachtet werden, als wenn sie sich hoch am Himmel befinden; aus demselben Grunde erscheint uns das Himmelsgewölbe nicht kugelförmig sondern abgeplattet. So erscheinen weiter deutlich erkennbare Unterschiede größer als undeutlich zu erkennende von gleicher Größe. Eine durch Striche geteilte Strecke sieht größer aus als eine in derselben Richtung laufende ungeteilte Strecke von gleicher Länge; ein Quadrat, das durch gleichlaufende Linien zur Grundlinie geteilt ist, erscheint höher als breit, ein anderes, das durch senkrechte zur Grundlinie geteilt ist, breiter als hoch. Geteilte und ungeteilte rechte Winkel nebeneinander erscheinen ungleich, die ersteren zu stumpf, die letzteren zu spitz. Ein leeres

Zimmer sieht kleiner aus als ein möbliertes; wir halten die Cylinderhüte für höher als breit. Senkrechte gleichlaufende Streifen, die von kurzen, schrägen, ebenfalls gleichlaufenden Strichen durchschnitten werden, scheinen immer in entgegengesetzter Richtung von der senkrechten Richtung abzuweichen, wie diese Striche.

Auch die Wahrnehmung der Bewegung giebt zu optischen Täuschungen Veranlassung. Wir nehmen eine Bewegung dadurch wahr, daß ein Netzhautbild seine Lage zu den übrigen ändert. Dies kann aber auch dadurch geschehen, daß die Netzhaut mit einer Anzahl von Bildern sich bewegt, während andere ihre Lage behalten. Daher sehen wir ruhende Gegenstände bewegt, wenn wir uns selbst unbewußt bewegen (im ein- oder ausfahrenden Eisenbahnzuge an ruhenden Wagen vorüber), oder wir glauben uns zu bewegen, während wir in Ruhe sind und etwas von uns fest Angeschautes sich bewegt (siehe auch Heft II, S. 165!). Wenn wir uns selbst bewegen, so schreiten die Bilder naher Gegenstände rasch über die Netzhaut weg, die entfernteren dagegen langsam; wir halten daher diese oft für ruhend, ja sogar in entgegengesetzter Bewegung ergriffen (der Thompsonsche Wirbel: Sechs schwarze Scheiben mit je fünf breiten, weißen Ringen sind im Kreise aneinander geordnet, und in ihrer Mitte ist auf schwarzem Grunde ein weißes Zahnrad sichtbar. Giebt man nun dem Blatte mit dieser Figur durch die Hand eine fortdauernde kleine Drehung, so scheinen sich alle Kreise in dieser Richtung zu drehen, das Zahnrad in der Mitte aber in der entgegengesetzten Richtung!). Sehr schnell bewegte Körper, wie eine abgeschossene Büchsenkugel, nehmen wir nicht wahr, weil nicht Zeit genug da ist, um einen Reiz auf die Netzhaut auszuüben. Bei sehr langsam bewegten Körpern sehen wir die Bewegung ebensowenig (Stundenzeiger). Der Körper muß wenigstens $2^1/_2$ Winkelminute in der Sekunde zurücklegen, damit die Bewegung sichtbar werde; durch den Blitz erleuchtet scheint jeder noch so schnell bewegte Körper still zu stehen; er legt also während dieser Zeit keinen bemerkbaren Raum zurück. Wir sehen aber auch aus dem Gesagten, daß eine gewisse Dauer eines Eindruckes dazu gehört, daß ein Körper wahrgenommen werde. Diese Dauer hängt von seiner Beleuchtung ab.

**7. Zieht man von den Endpunkten eines Gegenstandes gerade Linien nach der Mitte des Auges, so bilden diese hier einen Winkel, den man den Sehwinkel nennt. Die Größe des Sehwinkels giebt das Maß für die scheinbare Größe des Gegenstandes an. Je näher ein Körper dem Auge rückt, desto größer wird sein Sehwinkel, je mehr er sich entfernt, desto kleiner erscheint er. Unser Auge kann nur Sehwinkel von bestimmter Größe fassen; Körper, die uns unter zu großem Sehwinkel entgegentreten, übersehen wir nicht ganz, die unter zu kleinem erscheinen, verschwinden für das Auge. Bei welchem Winkel das geschieht, hängt von der Schärfe des Auges, von der Beleuchtung und von der Farbe des Gegenstandes ab. Die Sehwinkel von**

weit entfernten Gegenständen vergrößert uns das Fernrohr, die von zu kleinen dagegen das Mikroskop. Die wahre Größe eines Gegenstandes leiten wir aus der scheinbaren ab und stützen uns dabei auf die Erfahrung, die wir durch Übung erworben haben. Fehlt uns diese, so irren wir uns. Diese Irrtümer nennen wir Gesichtstäuschungen. Die Gesichtstäuschungen können sich nicht nur auf die Größe und Entfernung, sondern auch auf die Bewegung und Ruhe der Körper beziehen.

8. Obwohl bei Betrachtung eines Gegenstandes von diesem in jedem der beiden Augen ein Bild entsteht, so sehen wir sein Bild doch für gewöhnlich einfach. Mit Entschiedenheit wird indessen nur der Punkt einfach gesehen, auf den beide Augenachsen gerichtet sind; es fallen dann die Mittelpunkte der beiden Bilder auf die Mittelpunkte der gelben Flecke. Bringen wir aber bei scharfer Betrachtung eines Gegenstandes das eine Auge durch einen Druck aus seiner natürlichen Lage, so sehen wir ihn doppelt. Auch beim Schielen laufen die Achsen beider Augen nicht gleichmäßig in dem betrachteten Gegenstande zusammen. Wenn darum der Mittelpunkt des Netzhautbildes in dem einen Auge auf dessen gelben Fleck fällt, so ist das mit dem entsprechenden Teile des Bildes in dem andern Auge nicht der Fall, und dadurch entsteht das Doppelsehen.

Der Einfachheit halber haben wir vorausgesetzt, daß die beiden Bilder auf den Mittelpunkt der gelben Flecke fallen. Dies ist zwar für das genaue und scharfe Sehen nötig; aber wir empfangen auch Gesichtseindrücke durch die übrigen Teile der Netzhaut (s. o.!). Auch wenn die Bilder eines Gegenstandes auf andere Teile der Netzhäute fallen, kann ein Einfachsehen stattfinden. Doch ist dazu nötig, daß die beiden Stellen, auf welche die Bilder in den beiden Augen fallen, in gleicher Weise gegen die Mittelpunkte der beiden Netzhäute gelegen sind. Zwei derartig in gleicher Weise auf den Netzhäuten gelegene Punkte nennt man gleichliegende (identische, korrespondierende) Netzhautpunkte. Alle Bilder von einem Gegenstande, die auf gleichliegende Netzhautpunkte fallen, werden als eines wahrgenommen. Es ist dazu zu bemerken, daß die innere (oder Nasen-)Seite des einen gleichliegend ist zu der äußern (Schläfen-)Seite des andern.

8. Obwohl wir die Gegenstände mit zwei Augen betrachten, so sehen wir sie doch einfach; denn die von ihnen ausgehenden Lichtstrahlen fallen auf gleichliegende Stellen der Netzhaut und rufen dadurch nur eine einfache Empfindung im Gehirn hervor. Die Augenachsen sind nämlich im gesunden Auge stets so gerichtet, daß sie in dem Gegenstande, den sie betrachten, zusammenlaufen. Verschieben wir aber ein Auge durch Druck aus seiner natürlichen Lage, so daß die Augenachsen eine verschiedene Richtung bekommen, so sehen wir die Gegenstände doppelt, weil dann die Lichtstrahlen nicht mehr auf gleichliegende, sondern auf verschiedene Stellen der Netzhaut fallen. Das Gleiche geschieht beim Schielen.

9. Betrachten wir einen Körper von mäßiger Größe erst mit beiden Augen, verschließen dann das linke, so verschwindet uns ein Teil der linken Seite des Sehfeldes, und ebenso verschwindet ein Teil seiner rechten Seite, wenn wir das rechte Auge verschließen. Fixieren wir einen Lampencylinder auf einem gestickten Vorhange als Hintergrund, so rückt die Stickerei beim Schließen des rechten Auges nach rechts, beim Schließen des linken Auges nach links. Fixiert man aber die Stickerei, so geschieht das Gleiche mit dem Lampencylinder. Daraus ergiebt sich zuerst, daß man mit beiden Augen mehr sieht als mit einem, und dann, daß man das Gesichtsfeld in drei Teile zerlegen kann, nämlich in den linken, der nur von dem linken, und den rechten, der von dem rechten Auge, und den mittleren, der von beiden Augen gesehen wird. Diese Teile vereinigen sich aber zu einer einzigen Anschauung, die dann den Eindruck des Körperhaften macht. Doch geschieht das nur dann, wenn von uns früher auf dem Wege der Erfahrung (Tasten) derartige Gegenstände als Körper erkannt worden sind.

Wenn darum zwei Bilder, eines von der rechten und eines von der linken Ansicht eines Körpers, auf die Netzhaut beider Augen in der Weise geworfen werden, daß sie in eins zusammenfließen, so machen sie uns, auch ohne daß die andern, das körperhafte Vorstellen befördernden Umstände (Schatten und Licht) dazu kommen, den Eindruck eines Körpers. Apparate, durch welche diese verschiedenen Ansichten eines Körpers für beide Augen zu einem Bilde vereinigt werden, nennt man Stereoskopen (Körperseher) und die zusammengehörigen Bilder stereoskopische Bilder.

**NB.** Schon wenn zwei Personen sich mit an einandergelegten Stirnen in die Augen sehen, so gehen für jede die Augen der anderen zuletzt in ein großes Auge in der Mitte der Stirn zusammen.

**9. Beide Augen haben, auch wenn sie auf einen und denselben Gegenstand gerichtet sind, doch nicht genau das gleiche Gesichtsfeld, sondern jedes zeigt uns einzeln den Gegenstand von seiner Seite; die Vereinigung beider Bilder aber macht, daß wir die Dinge körperlich sehen.**

10. Über Lage, Bewegung und Schutzmittel des Augapfels s. o. B!

## D. Augenpflege.

Das Auge ist das wichtigste unserer Sinneswerkzeuge, denn:

**1. Ein gesundes Auge schützt unser Leben und die Gesundheit vor mancherlei Gefahren.**

**2. Von seiner Gesundheit hängt die Fähigkeit zur Ausübung einer jeden Berufsart und damit die Erwerbung unseres Lebensunterhaltes ab.**

**3. Durch das Auge stehen wir im Verkehr mit der Außenwelt.**

a) Es vermittelt den geistigen Verkehr und die Verständigung (Lesen, Schreiben ꝛc., Verstandesbildung!).
b) Wir gelangen so zugleich zum Genusse des Schönen und Angenehmen (Malerei, Bildhauerei, Schauspiele — ästhetische Bildung!).
c) Wir schauen Gott in seinen Werken, in der Natur und im Menschenleben (religiöse Bildung!).

### 4. Das Auge ist der Spiegel der Seele.

**NB.** „Wenn es die Empfindung ist, wodurch das Auge zum reichen Quell des Schönen für die Seele wird, so ist es die Bewegung, durch die es zum Spiegel des Innern, zum Dolmetscher der Gefühle und Gedanken wird. Schon die äußeren muskelreichen Umgebungen des Auges nehmen daran teil. Die Augenbrauen, gerunzelt oder in die Höhe gezogen, glatt oder gewölbt, das Augenlid, gesenkt oder gehoben, die Augenspalte, weit geöffnet oder verengt, sie rufen eine Mannigfaltigkeit in der Beleuchtung und Beschattung des Auges hervor, die den Ausdruck des Blickes wesentlich bedingt. — Eine ganz andere Bedeutung gewinnt aber die Bewegung des Augapfels selbst. Der freie männliche Blick schweift in nach oben gerichtetem Bogen von Punkt zu Punkt, der verlegene eilt geradlinig in Hast von einem Punkt zum anderen. Überhaupt vermag das, was das Innere des Menschen bleibend oder vorübergehend bewegt, aus dem Auge erkannt zu werden, und der Künstler giebt es wieder in seinen Gemälden und Statuen. Nichts ist darum so sehr geeignet, uns in unserem Urteil über Persönlichkeit zu leiten, als das Auge des Menschen, dies thätigste und zarteste Verkehrsmittel für die Außenwelt. Was der Sonnenstrahl für die Landschaft, das ist der Blick des Auges für den Menschen. Er erschließt die Welt des Lebens und mißt die endlosen Grenzen des Raumes, enthüllt die Formen der Dinge und weckt die Gefühle des Innern. Er führt einen unendlichen Reichtum in die Seele ein und spiegelt ihn wieder nach außen. Er ist die Fackel, mit der wir in das Innere des Herzens dringen, wenn die Lippe schweigt und das Wort lügt. Er spiegelt die Schatten unedler Triebe und das Feuer versteckter Leidenschaft, den matten Schimmer der Hoffnung, den zuckenden Blitz raschen Entschlusses, das klare Licht forschenden Denkens. Er gebietet stumm und ernst, straft und mahnt, tröstet und erheitert, segnet und flucht. Er spricht, wo das Gefühl keinen Ausdruck findet und der Gedanke nach Worten ringt."

(Nach Uhle.)

Bei dieser Bedeutung der Augen ist es darum für jedermann wichtig zu wissen, was zu ihrer Erhaltung und Pflege zu thun und zu lassen ist. Von großem Einflusse für das Auge ist die Beschaffenheit des Lichtes. Besonders nachteilig ist sehr grelles Licht und schneller Wechsel zwischen Dunkelheit und Licht (Blitz ꝛc.); denn dadurch wird der Sehnerv überreizt und gelähmt. Nicht minder schädlich als das direkte Sonnenlicht ist dem Auge das glänzend zurückgeworfene (Schnee-, Eis- und Wasserflächen, Kalk- und Kreidefelsen, Salzboden der Wüste, helle Wände, weiße Papierflächen beim Schreiben und Zeichnen im Sonnenlichte ꝛc.), sowie das unstete flackernde Licht. Ebensowenig verträgt es die Anstrengung, die der Blick auf zitternd vor den Augen sich hin und her bewegende Gegenstände (Lesen im Gehen und beim Fahren im Wagen oder auf der Eisenbahn) erfordert.

Schädlich ist auch das matte und ungleichmäßig verteilte Licht (Lesen in der Dämmerung, in einer Laube, deren Schatten durch Licht unterbrochen wird) und die Mischung von natürlichem und künstlichem Lichte, weil jenes das künstliche Licht in Schatten setzt, wodurch eine unangenehme Verschiedenheit der Beleuchtung entsteht. Auch das Lesen im Liegen ist dem Auge nicht zuträglich, ebenso das Arbeiten hinter grünen oder roten Fenstervorhängen.

Die Augen der Neugeborenen sind äußerst empfindlich und müssen erst nach und nach an das Licht gewöhnt werden. Darum halte man die Zimmer, in denen sie schlafen, zuerst mäßig dunkel und lasse dann nach und nach mehr Licht hinzu; denn das gewöhnliche Tageslicht ist einem gesunden Kinderauge nicht schädlich. Über die tägliche Reinigung des Auges der Neugeborenen zur Verhütung der Augenentzündung siehe Heft VI, S. 34!. Höllensteinlösung bei entzündeten Augen anwenden zu wollen, ist eine veraltete schädliche Art der Behandlung. Daß man im Schlafzimmer des Neugeborenen für mäßig warme, reine Luft sorgt, ist eigentlich selbstverständlich. Das Bett des Kindes soll so gestellt werden, daß es das Licht gleichmäßig von beiden Seiten erhält; denn fällt helles Licht nur von einer Seite auf das ruhende Kind, so lernt es leicht schielen, da die ungleiche Stellung der Augenachsen im ersten Kindesalter leicht zur Gewohnheit wird, weil die Augen noch nicht geübt sind gleichmäßig zusammen zu arbeiten.

Beim Ausfahren und Austragen muß das Auge des Kindes vor dem direkten und zurückgeworfenen grellen Sonnenlichte behütet werden. Helle Wagen- und Bettdecken sind darum dem Auge äußerst schädlich, ebenso die weißen sogenannten Helgoländer Hauben, die noch dazu den freien Ausblick hindern. Nicht minder wird die Sehkraft in schlecht geleiteten Kindergärten durch die übermäßige Beschäftigung mit Flechtarbeiten, Durchstechen, Ausnähen, Zusammensetzspielen 2c. geschwächt. Man halte vielmehr die Kinder vom 1. Lebensjahre ab schon zur Betrachtung entfernterer Gegenstände an. Im Schulalter werden die Augen der Kinder oft verdorben durch ungenügendes Licht, hervorgerufen durch unrichtig gebaute Schulräume, in die das Tageslicht, behindert durch kleine Fenster, Häuser, Mauern, Bäume 2c., nicht genügend eindringen kann, durch die Nötigung der Kinder, in der Dämmerung (während der ersten Morgenunterrichtsstunden und während des Nachmittagsunterrichtes im Winter) zu lesen. Je mangelhafter aber die Beleuchtung ist, desto näher muß der zu betrachtende Gegenstand dem Auge gebracht werden, wodurch nach und nach Kurzsichtigkeit entsteht. Die Prima der Realschule am Zwinger zu Breslau zeigte 29 % Kurzsichtige, diejenige des durch seine finstern Klassen berüchtigten Elisabeth-Gymnasiums 65 %. Darum müssen breite, hohe Fenster, deren Lichtfläche etwa $^1/_3$ der Fußbodenfläche beträgt, dem Lichte reichlichen Einlaß gewähren; hellgrau oder

bläulich gefärbte Wände sind seiner Verbreitung günstig und blenden nicht. Zu den Sitzen der Schüler soll das Licht am besten von links oder von oben her treten. Kommt es von vorn, so blendet es; fällt es von hinten in das Zimmer, so verdunkelt der Schatten des Körpers die vor ihm befindliche Tischfläche; findet die Beleuchtung von rechts statt, so werden die Schüler beim Schreiben durch den Schatten der Hand oder der Feder gestört und dadurch veranlaßt, schief zu sitzen. Wenn an kurzen, trüben Wintertagen das Tageslicht nicht ausreicht, so darf mit künstlicher Beleuchtung nicht gespart werden. Die Beleuchtung ist die beste, deren Licht an Stärke, Farbe und Gleichmäßigkeit dem Sonnenlichte möglichst nahe kommt, dabei keine großen Wärmemengen erzeugt und der Luft am wenigsten Verunreinigung zuführt.

**NB.** Kerzen (Talg, Wachs, Stearin, Paraffin) geben ein leicht flackerndes und dem Auge wegen seiner gelben Strahlen wenig zuträgliches Licht, das wir heutzutage nicht mehr als genügend für unsere Arbeit erachten. Bei der Lampenbeleuchtung wird als Brennmaterial jetzt vorzugsweise das Petroleum benutzt. Es liefert gegenüber dem früher gebräuchlichen Rüböl ein helleres Licht, ist aber, trotzdem man neuerdings in seiner Reinigung große Fortschritte gemacht hat, immer noch eine leicht entzündliche und daher sehr feuergefährliche Flüssigkeit, deren unvorsichtige Aufbewahrung oder Anwendung oft zu Unglücksfällen geführt hat. Die Gasbeleuchtung vereint Helligkeit und Gleichmäßigkeit des Lichtes mit bequemer Handhabung; doch bringt ihre Verwendung die Unannehmlichkeit mit sich, daß sie zugleich die Wärme des beleuchteten Raumes oft in belästigender Weise erhöht. Dazu enthält das Gaslicht viele gelbe Strahlen, die durch Anwendung bläulicher Cylinder gemildert werden möchten; auch entwickelt es, je nach seiner Reinheit, mehr oder weniger Verbrennungsgase. Neuerdings verwendet man vielfach das Gasglühlicht. Es entsteht dadurch, daß ein aus feuerbeständigem Materiale hergestelltes Gewebe, der Glühkörper oder sogenannte Strumpf, durch eine Gasflamme in Glut versetzt wird. Diese Art der Beleuchtung ermäßigt den Gasverbrauch und liefert ein sehr helles, weniger gelbes Licht, ohne so viel Wärme wie die gewöhnliche Gasflamme zu erzeugen; dazu entwickelt es eine geringere Menge von Verbrennungsgasen. Die schönste, aber zur Zeit teuerste Beleuchtung gewährt das elektrische Licht. Es ist außerordentlich hell, gleichmäßig und bei geeigneter Abblendung den Augen angenehm; es erzeugt nur sehr wenig Wärme und weder Ruß noch Verbrennungsgase. Die Lampen aller Art sind stets so einzurichten und anzubringen, daß die erhitzende Nähe und das grelle Licht der Flamme unschädlich gemacht wird. Dies geschieht dadurch, daß man ihnen einen erhöhten Platz giebt und sie mit Milchglasglocke und Becher versieht. Das gelbe Licht mancher Flamme verbessert man, wie schon erwähnt, durch bläuliche Cylinder. Lampenschirme aus Metall, die innen glänzend blank sind, sollen nur dann Verwendung finden, wenn das Auge der unmittelbaren Einwirkung der zurückgeworfenen Lichtstrahlen entzogen ist.

Zu Hause sind die Glieder zahlreicher und dabei unbemittelter Familien oft schlimm daran, wenn sich alles um eine einzige oft noch dazu schlecht brennende Lampe drängt, die Sitzeinrichtungen nicht zweckmäßig (siehe Heft II, S. 46!) sind und sie nun bei mangelhafter Beleuchtung lesen, schreiben, zeichnen, nähen, sticken, stricken ꝛc. müssen. Die Anstrengung ist den Augen um so schädlicher, je länger ihre Dauer ist, namentlich auch bei der Beschäftigung mit feinen und

glänzenden Dingen. Überhaupt soll beim Lesen und allen derartigen Arbeiten die Entfernung des Auges vom Gegenstande mindestens 35 cm betragen. Deshalb muß man auch mit der Arbeit wechseln oder die Augen von Zeit zu Zeit ausruhen lassen und sie durch Hinschauen auf entferntere, dunkle und matte Gegenstände stärken.

**NB.** Beim Blick in die Ferne sind die Augenachsen fast gleichlaufend; wir sehen dies auch daran, daß das Weiße des Auges gleichmäßig verteilt ist. Wir empfinden darum auch bei dieser Art des Sehens nicht die mindeste Anstrengung. Richten wir dagegen unsere Augen auf einen Gegenstand in unmittelbarer Nähe, so müssen wir sie stark einwärts drehen. Wir sehen das Weiße des Auges fast nur an den Außenseiten und haben nach kurzer Zeit ein lebhaftes Schmerzgefühl in den Augen. Dieses erklärt sich aus der Anstrengung der Muskeln beim Einwärtsdrehen der Augen und der Zerrung der Sehnenscheide, die den am hinteren Ende des Auges eintretenden Sehnerven umgiebt, sowie aus der übermäßigen Inanspruchnahme des Kreismuskels im Auge. Das alles verursacht eine Anhäufung des Blutes im Gebiete der Augen, die als drückender Schmerz empfunden wird. Wiederholt sich diese Blutanhäufung, so führt sie zu dauernden Störungen des Blutlaufes im Gebiete des Auges, zu einer Überreizung der Nerven und Erschlaffung oder Entzündung der beteiligten Muskeln. Eine gebückte Haltung des Kopfes vermehrt die Spannung; denn dadurch werden die starken, das Blut aus dem Kopfe führenden Adern gedrückt und so der Abfluß des Blutes aus ihm gehemmt, und der Blutandrang nach dem Kopfe, Kopfschmerzen, Nasenbluten, Augenentzündungen und Kurzsichtigkeit finden sich ein. Dazu kommt noch eine meist viel zu wenig beachtete Thatsache. In der Zeit der Körperentwickelung wird nicht genug auf lockere Bekleidung des Halses gehalten. Die Halskragen ꝛc. sind oft viel zu eng; da die Stärke des Halses mit dem Alter zunimmt, die Weite der Kragen aber nicht. Bei entzündeten Augen ihrer Pfleglinge soll darum die erste Frage der Mutter oder des Lehrers sein: Ist dein Kragen nicht zu eng?

Beim Schulunterrichte ist schon im Stundenplane dafür zu sorgen, daß nicht mehrere solcher Unterrichtsstunden, in denen das Auge der Kinder durch Nahesehen besonders angestrengt wird (Schreiben, Zeichnen, Lesen, schriftliches Rechnen, weibliche Handarbeiten) unmittelbar aufeinander folgen. Selbst innerhalb einer solchen Stunde wird ein verständiger Lehrer die Kinder veranlassen, ihre Augen von Zeit zu Zeit zu erheben und in die Ferne zu richten, wie es sich aus dem verständigen Betriebe dieser Unterrichtsfächer ja schon von selbst ergiebt (Aufschauen zur Wandtafel ꝛc.). Viel kommt dabei auf die Beschaffenheit der Lehrmittel an. Die äußere Ausstattung (der Druck, die Farbe und Stärke des Papieres, die Liniatur ꝛc.), die Schwärze der Tinte ist keineswegs zu unbedeutend, um nicht beachtet zu werden. Besonders waren bis in die neuere Zeit manche Atlanten durch Überladung mit Namen, Zeichen und Farben wahre Augenverderber; sie haben mit Recht solchen mit einfachen, klaren, kräftig gezeichneten Kartenbildern in milden, dem Auge wohlthuenden Farbentönen weichen müssen. Auch schmierige, graue Wandtafeln tragen nicht zur Schonung der Augen der Schüler bei. Der in diesem Alter bei dem Kinde oft auftretenden sogenannten Lesewut steuere man. Ebenso ist es sehr verkehrt, Mädchen nach der Schule noch weib-

liche Handarbeiten verrichten zu lassen, die die Augen stark angreifen. Nicht minder schädlich ist das viele Klavierspielen, zumal bei kleinen Noten und künstlichem Lichte (des Abends). Unter den zur Erholung bestimmten Spielen gebe man den Ball-, Ger-, Reifen- und anderen Wurfspielen, dem Bogenschießen, sowie allen, die das Kind zwingen, das Auge in die Ferne zu richten, den Vorzug.

Da manche Berufszweige die Augen besonders anstrengen, so sollen Kinder, die an den Augen leiden, nicht zur Wahl eines Berufs bestimmt werden, der die Augen besonders in Anspruch nimmt (Kupferstecher, Uhrmacher, Schriftsetzer, Sticker, Klöppler, Musterzeichner 2c.) oder sie reizenden Einwirkungen (Staub, Rauch, offenes Feuer — Wollarbeiter, Schmiede, Schlosser, Gießer und andere Feuerarbeiter) aussetzt. Eine Brille soll ein Kind nur tragen, wenn der Arzt es für notwendig hält; einen Klemmer dulde man unter keinen Umständen; denn er sitzt nur selten gerade, schwankt bei jeder Bewegung, und seine Achse fällt selten mit der des Auges zusammen. Es ist bedauernswert, daß das Kneifertragen unter der heranwachsenden Jugend in neuerer Zeit so sehr üblich geworden ist. Die Leiter höherer Lehranstalten verbieten es mit Recht; denn man kann mit Sicherheit annehmen, daß bei der großen Mehrzahl die Eitelkeit bestimmend für das Tragen ist. Für solche Fälle, die das Tragen einer Brille nicht erlauben, ist dann eine Lorgnette viel praktischer als ein Klemmer.

Die Augen bedürfen ebenso wie die Körperhaut der größten Reinlichkeit; fleißiges Waschen mit nicht zu kaltem, klarem Wasser ist darum nicht nur wohlthuend, sondern auch stärkend für sie. Bei Augenentzündungen sind auch dergleichen Waschungen des Halses und fleißige Gurgelungen (22° C.) sehr wohlthätig. Arbeiter, deren Augen durch grelles Licht oder durch das Eindringen fremder Körper (Sandkörnchen, Metall-, Glas-, Stein-, Holzsplitter, Kohlenteilchen 2c.) bedroht sind, schützen sie durch Brillen mit bleigrauen Gläsern oder solchen aus feinem Drahtgeflecht; doch dürfen diese das Auge nicht zu sehr gegen die Luft absperren. Eingedrungene Körper werden meist vom Auge selbst durch das Thränenwasser herausgespült. Geschieht dies nicht, so bringt man sie durch Aufheben des einen und Unterstülpen des andern Augenlides oder durch ein eingeträufeltes Tröpfchen reinen Öles heraus, vermeide aber, durch Reiben eine Entzündung hervorzurufen.

Manches Auge geht verloren durch äußere Verletzung, herbeigeführt durch Zurückschnellen eines elastischen Gegenstandes (Baumzweig, Feder, Gummiband 2c.) oder durch Wurf, Schlag oder Druck. Manche Erblindung ist auch durch jenes übermütige Kinderspiel hervorgerufen worden, bei dem jemandem von hinten die Augen zugehalten werden und er nun raten soll, wer es sei, der sie ihm verdeckt. Je mehr das Opfer des rohen Scherzes sich sträubt, um so fester drückt der andere zu;

dabei kann die Form des Augapfels gewaltsam verändert und der Grund zu unheilbarer Blindheit gelegt werden. Ebenso wirken heftige Erschütterungen des Gehirns durch Fall, Schlag, Stoß ꝛc. an den Kopf höchst nachteilig auf die Augen ein. Augenleiden kann man sich außerdem durch Ausschweifungen, stark gewürzte Speisen, unmäßigen Genuß starker geistiger Getränke und heftige Leidenschaften (Zorn ꝛc.), die das Blut nach dem Kopfe treiben, sowie durch Einwirkung scharfer Zugluft (besonders beim Hinausschauen aus Eisenbahnwagen) auf das erhitzte Auge zuziehen.

Kranke und schwache Augen bedürfen der Schonung und Pflege in erhöhtem Grade. Entzündete Augen verbinde man nicht, sondern schütze sie durch Schirme oder Brillen vor grellem Licht, Wind, Staub und Kälte. Viele Stadtbewohner fehlen auch darin, daß sie ihre Augen nicht an Finsternis gewöhnen. Kommen sie dann einmal an einen finstern Ort, so wissen sie sich nicht zu helfen und haben gegen etwaige Gefahren keine Rettungsmittel in ihrer Gewalt; derjenige aber, der sich oft im Finstern bewegen muß (und dazu ist auf dem Lande wegen mangelnder Straßen- und anderer Beleuchtung öfters Gelegenheit), gewöhnt sein Auge daran, auch im Dunkeln seine Umgebung zu unterscheiden und sichert sich dadurch vor Verletzungen aller Art.

1. Meide zu starkes und grelles, sowie unstetes, flackerndes Licht und den plötzlichen Wechsel zwischen Dunkelheit und Helle!

2. Lies und schreibe nicht in der Dämmerung oder im gemischten Lichte; fertige auch feine Handarbeiten nie im Zwielichte an, und überanstrenge deine Augen nicht durch anhaltende Beschäftigung mit feinen Arbeiten und das Schauen durch Vergrößerungsgläser!

3. Lies nicht liegend oder während des Gehens und des Fahrens im Wagen und auf der Eisenbahn!

4. Neugeborene gewöhne allmählich an das Tageslicht und halte ihre Augen äußerst reinlich! Ihr Lager stelle so auf, daß es nicht einseitig beleuchtet wird.

5. Beim Ausfahren und Austragen schütze ihre Augen vor allem, was sie blenden kann; ganz besonders vermeide weiße Bett- und Wagendecken!

6. Dulde nicht, daß die Augen kleiner Kinder in Kindergärten durch anhaltendes Nahesehen übermäßig angestrengt werden!

7. Beim Arbeiten am Tage wähle deinen Platz möglichst so, daß du von ihm aus ein Stück Himmel sehen kannst und das Fenster sich zur linken Hand befindet! Die Sonnenstrahlen dürfen nicht auf deine Arbeit fallen!

8. Des Abends spare nicht mit Beleuchtung, und stelle die Lampe höchstens ein halbes Meter vor dich etwas zur Linken! Die Flamme ist mit Cylinder, Milchglasglocke und Becher zu verdecken; auch darf ihre Hitze nicht bemerklich werden!

9. Beim Schreiben halte den Oberkörper aufrecht, lege die Brust nicht an

die Tischkante und neige den Kopf nur wenig nach vorn! Das Kreuz lehne an ein vor die Stuhllehne gelegtes Kissen (Schulranzen)! Die Schreibseite lege so schräg vor die Mitte der Brust, daß die Abstriche mit der Tischkante einen rechten Winkel bilden! Schreibe nur mit ganz schwarzer oder blauer Tinte auf scharfe tiefblaue oder schwarze Linien! Benutze kein Linienblatt, sondern gewöhne dich frühzeitig daran, ohne Linien zu schreiben!

10. Beim Lesen lehne den Rücken an und halte das Buch mit beiden Händen schräg vor dir auf dem Tische fest, so daß die Entfernung zwischen Auge und Schrift, wie beim Schreiben, mindestens 35 cm beträgt! Vermeide auch schlecht und namentlich eng gedruckte Bücher zu lesen. Wenn du beim Lesen und Schreiben Ermüdung der Augen spürst, so ruhe ein wenig aus und schaue ins Weite!

11. Nach schwerer Krankheit schone deine Augen mehrere Wochen!

12. Dringt dir Staub oder sonst ein fremder Körper in das Auge, so streiche mit einem Finger sanft auf dem oberen Lide von außen nach innen oder stülpe ein Lid über das andere oder suche ihn durch ein eingeträufeltes Tröpfchen Öl herauszubringen! Gelingt dies nicht, so gehe bald zum Arzte, vermeide aber durch Reiben eine Entzündung hervorzurufen; den Schmerz mildere durch kühle Überschläge!

13. Treten Störungen im Sehen oder sonstige Augenleiden ein, so wende dich an einen Arzt! Dieser hat auch zu entscheiden, ob du eine Brille nötig hast und welcher Art sie sein soll, ob du sie für immer oder nur beim Sehen in die Nähe oder beim Blick in die Ferne tragen sollst!

14. Bewahre das erhitzte Auge vor scharfer Zugluft und anderer rascher Abkühlung und schwäche es nicht durch Unmäßigkeit im Genusse geistiger Getränke und starker Gewürze sowie durch heftige Leidenschaften, die das Blu nach dem Kopfe treiben!

Das Auge kann mit mancherlei Fehlern und Krankheiten behaftet sein.

1. Die Weit-, die Kurz- und die Übersichtigkeit,
2. Die Farbenblindheit,
3. Das Schielen, die alle fünf schon oben erwähnt wurden.
4. Die Augenentzündungen äußern sich in Blutüberfüllung der Bindehautgefäße. Die Augen röten sich infolgedessen, schwellen an, die Thränenabsonderung wird vermehrt; es kommt wohl auch zur Eiterung, zu Schmerzen in den Augen, die dann das Licht scheuen. Sie treten häufig auf infolge von Erkältung, von Überanstrengung durch feine Arbeiten, vieles Lesen, namentlich kleiner und schlecht gedruckter Schrift. Zuweilen bilden sich am Rande der Augenlider die sogenannten Hagel- oder Gerstenkörner (siehe oben!). Geht die Entzündung der Bindehaut in die der Hornhaut über, so entstehen auf dieser nicht selten Geschwüre, die undurchsichtige, das Sehvermögen störende Narben, die sogenannten Hornhautflecken, zurücklassen. Eine Mitentzündung der inneren Teile des Augapfels kann Herab-

setzung des Sehvermögens, Erblindung und Verlust des Auges herbeiführen.

Eine der gefährlichsten Formen der Bindehautentzündung ist die ansteckende Augenkrankheit der Neugeborenen, deren Beginn sich durch rote Augen, verklebte Lider oder durch Schleimtröpfchen in den Augenwinkeln ankündigt, und die leider zuweilen die Erblindung der Kleinen herbeiführt. Sie kann bei rechtzeitigem Eingreifen fast immer geheilt werden (siehe oben!). Eine andere ansteckende Form, die sogenannte ägyptische Augenkrankheit, wurde durch die Soldaten Napoleons I. nach Europa verschleppt und kommt seitdem auch bei uns hier und da vor. Bei allen Augenentzündungen ist es das beste, einen tüchtigen Arzt sobald als möglich zu Rate zu ziehen.

5. Der graue Star ist eine graue Trübung der Linse, wie sie nach Verletzungen des Auges oder sonst durch Krankheit, namentlich im höhern Lebensalter entsteht und die Sehkraft des Auges herabsetzt oder ganz aufhebt. Die Pupille erscheint dabei grau, daher der Name. Er wird durch Entfernung der undurchsichtig gewordenen Linse geheilt; nur müssen die Kranken dann zum Ersatz für die beseitigte Linse dauernd stark gewölbte Brillengläser (Starbrille) tragen.

6. Der schwarze Star entsteht durch Lähmung und Unempfindlichkeit des Sehnerven. Das Auge erscheint dabei infolge übermäßiger Erweiterung der Pupille dunkel, daher der Name. Er erzeugt völlige und unheilbare Blindheit.

7. Der grüne Star besteht in Verdunkelung des Glaskörpers. Das Sehloch erscheint dabei grünlich, welche Erscheinung der Krankheit ihren Namen verlieh. Auch sie verursacht völlige, bis jetzt unheilbare Blindheit.

Die Blindheit ist ein großes Unglück für einen Menschen. „Ein blinder Mann, ein armer Mann!" Der Franzose Valentin Hauy war der erste, der im Jahre 1784 eine Blindenanstalt in Paris gründete, die 1791 vom Staate übernommen wurde. Seit dieser Zeit sind in allen Ländern derartige Anstalten, in denen die Blinden unterrichtet und zu erwerbsfähigen Menschen herangebildet werden, entstanden. Da der Mangel des Gesichts durch erhöhte Feinheit des Tastsinnes etwas ausgeglichen wird, so unterrichtet man die Blinden in allen Unterrichtsgegenständen der Volksschule mit Ausnahme des Zeichnens und Tafelrechnens; außerdem lernen sie die Seilerei, das Spinnen, die Korbmacherei, Bürstenbinderei, das Rohrstuhlbeziehen, Deckenflechten, Stricken ꝛc. In Deutschland giebt es über 30 Blindenanstalten; in Sachsen wurde die erste im Jahre 1809 in Dresden gegründet. Im allgemeinen müssen die Blinden bei der Aufnahme in eine solche Anstalt das 10. Lebensjahr überschritten haben; nur Dresden, Kopenhagen, Hannover und Wien haben Blindenvorschulen mit sechsjährigen Schülern. Die Blindenanstalten bilden diese Unglücklichen nicht nur

für das Leben aus, sondern sorgen auch noch für ihr weiteres Fortkommen in der Welt.

**NB.** Der Augenspiegel (erfunden von Professor Helmholtz 1851, verbessert von Ruete und von Coccius in Leipzig 1852) beleuchtet den inneren Raum des Augapfels und gestattet zugleich die einzelnen Teile genauer zu untersuchen. Um dem entstellenden, für viele Menschen schreckhaften Anblicke der Einäugigkeit abzuhelfen, erfand man die künstlichen Augen, die man in neuerer Zeit in solcher Naturtreue herzustellen gelernt hat, daß selbst ein Kundiger durch sie getäuscht wird.

---

## 2. Die Muskeln.

**I. Lehrmittel:** Ein Stück gekochtes und ein Stück rohes Fleisch, um die einzelnen Fleischbündel, aus denen ein Muskel besteht, zu zeigen. Desgleichen ein Glied eines kleinen Säugetieres oder Vogels, um die Muskelscheide und die Anheftung der Muskeln an den Knochen durch die Sehnen zu zeigen. Erinnere die Kinder auch an das Ausschälen einer Kalbs- oder Schöpskeule oder das Häuten eines Hasen von seiten der Mutter! Trichinenpräparate für das Mikroskop. — **Dr. Fiedler, Anatomische Wandtafeln.** Tafel II.

**Dr. A. von Zahn, Anatomisches Taschenbüchlein,** Leipzig 1879. 1,20 M. Giebt auf 19 Tafeln eine treffliche Darstellung der Knochen und Muskeln.

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. Ergebnisse und Präparation.**

### A. Allgemeines.

1. Der Körper des Menschen ist mit Haut umgeben. Unter der Haut liegt das Fleisch. Es scheint eine einzige Masse zu bilden; wenn aber die Haut entfernt wird, so sieht man, daß die ganze Fleischmasse aus lauter weichen, roten Bündeln von Fleischfasern besteht. Jedes Fleischbündel nennt man einen Muskel. Das, was man bei einem Tiere das Fleisch nennt, sind seine Muskeln.

2. Die Muskeln bilden den der Masse nach ansehnlichsten Teil des Körpers. Ein Mensch von 70 kg Körpergewicht hat 30,8 kg Muskelfleisch. Man sieht die Muskelbündel öfters (bei mageren Menschen) schon durch die Haut hindurch sich von einander abgrenzen.

2. Die meisten Muskeln haben eine längliche (spindelförmige) Gestalt. In der Mitte sind sie dick, und nach den Enden zu werden sie dünn. In seinem Innern besteht jeder Muskel aus lauter strohhalmdicken, roten, weichen und saftigen Fleischfäden, aus denen sich eine Flüssigkeit, der Fleischsaft, auspressen läßt. Jeder dieser Fleischfäden ist von einer festen Haut umgeben, die ihn mit den anderen zu stärkeren Bündeln verbindet und zuletzt den Muskel als Hülle oder Scheide umgiebt.

3. Ihrer Gestalt nach sind die Muskeln lang (die der Gliedmaßen; ihre Fasern sind in der Regel gleichlaufend), breit (Kopf- und

Rumpfmuskeln; sie eignen sich wegen ihrer Ausdehnung in die Länge und Breite vorzüglich zur Begrenzung der großen Leibeshöhlen oder bedecken platte, breite Knochen), dick (Gefäßmuskeln) oder ringförmig (umgeben Leibesöffnungen, deren Schluß sie bewirken [Mund, Auge, After 2c.] und haben entweder gar keinen Zusammenhang mit den Knochen oder nur einen Ausgangspunkt, zu dem sie zurückkehren). Die Gestalt der Muskeln erklärt sich also aus ihrer Aufgabe (Nachweis!).

Der Bau der Muskeln zeigt sich am deutlichsten an denen von länglicher Gestalt. Diese bestehen aus drei Teilen, einem dicken, fleischigen, dem Bauche, und den beiden dünneren Enden, von denen das kürzere Kopf und das längere Schwanz genannt wird. Der Bauch ist der fleischige Teil, und die Enden haben eine rundliche, strangartige Form, eine metallisch glänzende weiße Farbe und eine sehr große Festigkeit. Die Dicke der Sehnen ist immer bedeutend geringer als die ihres Muskels, darum können mehrere Muskeln zugleich sich an einem Punkte des Knochengerüstes ansetzen (Raumersparnis, Beweglichkeit!). Beide, der fleischige und der sehnige Teil, gehen nur allmählich in einander über (Gefälligkeit der Form, Schönheit!) und sind völlig mit einander verschmolzen; hierdurch ist ein Abreißen des sehnigen Teiles unmöglich gemacht. Die Sehnen heften sich so fest an die Knochen (indem sie in deren Beinhaut übergehen), daß ein übermäßiger Zug an ihnen Stücke aus dem Knochen zu reißen vermag. Ein schlaffer Muskel reißt leichter als seine Sehne (wenn z. B. ein Glied durch ein Maschinenrad ausgerissen oder abgedreht wird); ist er jedoch energisch zusammengezogen, so reißt seine Sehne, oder es bricht selbst der Knochen entzwei, an dem sie sich befestigte (die Risse der Achillessehne, Querbrüche der Kniescheibe und des Kopfes am Ellenbogenbeine können auf diese Weise entstehen). Die Endsehnen der Muskeln laufen oft längere Strecken an den Knochen entlang neben einander her, bevor sie sich an einem Punkt ansetzen, oder sie schlagen sich um Knochen- oder Bandrollen herum. An allen den Orten nun, wo sie auf diese Weise eine Reibung erleiden könnten, sind sie geschützt; da, wo sie über harte Oberflächen wegziehen, sind sie von diesen durch Säcke, die mit Flüssigkeit gefüllt sind und die Schleimbeutel genannt werden, getrennt; oder die Sehnen selbst sind von Scheiden überzogen, die an ihrer inneren Fläche ganz ebensolche Flüssigkeit absondern wie die Gelenkkapseln (Heft I, S. 24ff!); hierdurch wird ihr Hin- und Hergleiten mit sehr geringer Reibung ermöglicht. Zur Sicherung der Muskeln in ihrer Lage dienen die Muskelbinden, die ganze Muskelgruppen scheidenförmig umfassen.

Der innere Bau des fleischigen Teiles eines Muskels wird sichtbar, wenn man diesen in der Querrichtung durchschneidet (ein Stück geräuchertes oder gekochtes Fleisch). Es bietet sich uns das Ansehen eines Mosaiks aus kleinen rundlichen Stiften; dies sind die sogenannten sekundären Muskelbündel. Verfolgt man sie

in der Längsrichtung, so sieht man, daß diese Mosaikteilchen lange Fäden von der Dicke eines Strohhalmes sind. Diese teilen sich dann mehrmals in dünnere, sogenannte Faserbündel. Betrachtet man einzelne Fasern dieser Bündel unter dem Mikroskope, so sieht man, daß sie eine Breite von etwa 0,06 mm haben. Jede von ihnen ist in eine zarte Scheide eingehüllt, die von einem elastischen und durchsichtigen Häutchen, dem Muskelschlauche (sarcolemma) gebildet wird. Wenn der Muskelschlauch zerstört wird, so zerfällt die Faser entweder in Scheiben, oder noch häufiger und leichter teilt sie sich in feine Fäserchen, sogenannte Fibrillen. Alle Fasern aus den Muskeln des Kopfes, Rumpfes und der Glieder sowie des Herzens zeichnen sich durch eine feine Querstreifung aus, doch fehlt den Fasern der Herzmuskeln das sarcolemma. Man nennt alle diese Muskeln, die sich auch noch durch ein lebhafteres Rot vor den übrigen auszeichnen, quergestreifte, und weil sie alle (mit Ausnahme des Herzens) unter dem Einflusse unseres Willens stehen, willkürliche Muskeln. Doch trifft diese letztere Bezeichnung nicht ganz zu. Bei einer Reizung ziehen sie sich blitzschnell zusammen und erschlaffen ebenso schnell.

Eine andere Art von Muskelfasern zeigen unter dem Mikroskope nur eine Breite von 0,006 mm und blasse, glatte, langgestreckte Zellen, die zuweilen das Ansehen geschlängelter Bänder haben und in der Mitte mit einem dunkleren Zellenkerne versehen sind. Sie bilden in hautartigen Lagen entweder ganze Werkzeuge oder doch Bestandteile solcher (Werkzeuge der Atmung, der Verdauung, des Blutumlaufs mit Ausnahme des Herzens, Wände der Harnwerkzeuge, Zwerchfell, Gebärmutter, Häute im inneren Auge ꝛc.), deren Bewegung (Schluckbewegungen der Speiseröhre, wurmförmige Bewegung des Magens und Darmes, Regelung der Hautausdünstung ꝛc.) zum größten Teile (Ausnahmen sind: die Sprachmuskeln, Atmungsmuskeln zum Teil, Sinneswerkzeuge ꝛc.) von unserm Willen unabhängig sind. Man nennt sie wegen ihres Aussehens glatte und aus dem zuletzt erwähnten Grunde unwillkürliche Muskeln. Sie sind nirgends an den Knochen angeheftet und entbehren der Sehnen; bei Einwirkung eines Reizes ziehen sie sich langsam zusammen und erschlaffen ebenso langsam.

Wie oben erwähnt wurde, vereinigen häutige Scheiden die Fasern zu kleinen Bündeln, diese dann wieder zu größeren und diese endlich zu Muskeln von verschiedener Form und Größe. Die äußerste Hülle des ganzen Muskels wird dann Muskelscheide genannt. Das Gewebe, aus dem diese Hüllen bestehen, ist das große verbindende Mittel, durch das die verschiedenen Teile des Körpers zusammengehalten werden. Er geht von der Haut zwischen alle anderen Werkzeuge des Körpers, durchdringt nicht nur, wie wir sehen, die Muskeln und umgiebt sie mit Scheiden (das sogenannte Häutige am Fleisch), sondern bekleidet die Knochen und Knorpel, erreicht zuletzt die Schleim-

häute und dringt in sie ein. Es führt darum den Namen Bindegewebe. Es durchdringt alle Teile des Körpers so vollständig, daß, wenn jedes andere Gewebe weggeschnitten werden könnte, ein vollständiges Modell aller Körperteile in diesem Gewebe übrig bleiben würde. Das Bindegewebe wechselt oft seine Beschaffenheit; an manchen Stellen ist es sehr zart und weich, an anderen, wie bei den Sehnen und Bändern, erlangt es große Dichte und Festigkeit.

In dem Bindegewebe zwischen den Muskeln verlaufen die größeren Blutgefäße und Nerven (die Muskeln können darum als Wegweiser für ihre Auffindung dienen), und mit ihnen dringen die feineren in die Masse des Muskels ein und verzweigen sich hier, aber ebenfalls nur im Bindegewebe (die Blutgefäße, indem sie die feinsten Muskelfasern umspinnen, so daß diese vom Blute vollständig umströmt werden; die Nerven, indem sie sich mit einer breiten Platte an die feinsten Muskelfasern anlegen oder in die Faser selbst eindringen und in einem Kern endigen). Es ist auch der Ort, an dem die Fettablagerung erfolgt.

**NB.** In ihrer chemischen Zusammensetzung bestehen die Muskeln zu mehr als drei Vierteilen (77%) aus Wasser und dann aus zwei dem Faserstoff des Blutes verwandten Stoffen, dem Muskelfaserstoff oder Syntonin und dem Myosin. Aus frischem Muskelfleische läßt sich eine saure Flüssigkeit (Fleischsaft) auspressen, aus der Liebig und Scheerer Kreatin, Kreatinin, Sarcosin, Butter-, Milch-, Ameisensäure und Muskelzucker (Inosit) darstellten. Längeres Verweilen an der Luft rötet sie durch Verdunstung des Wassers und durch Oxydieren ihres Farbstoffes. Vollkommen eingetrocknet werden sie schwarzblau. Durch Kochen werden sie anfangs fester, schrumpfen zusammen und sind zuletzt wieder weich und mürbe, ohne sich jedoch selbst bei lange fortgesetztem Kochen in Leim aufzulösen. Der Leimgehalt der Fleischbrühe stammt nicht vom Muskelfleisch, sondern von den Bindegewebsscheiden und Sehnen der Muskeln.

3. a) **Die Scheide setzt sich nach jeder Seite hin in ein starkes, festes Band fort. Diese glänzenden, weißen, festen Stränge werden Sehnen oder Flechsen genannt. Durch die Sehnen sind die Muskeln an den Knochen befestigt. Da die Sehnen dünner sind als die Muskeln, so wird dadurch nicht nur Raum erspart, sondern es gewinnt auch die Beweglichkeit und Schönheit unserer Glieder.**

b) **Betrachten wir die Muskelfäden durch das Mikroskop, so zerfallen sie entweder in sehr feine Fasern, die lebhaft rot aussehen und dabei fein quergestreift sind, oder in blasse, rote, glatte, langgestreckte Zellen. Die ersten bilden die Muskeln des Kopfes, Rumpfes, der Glieder und des Herzens. Sie werden quergestreifte Muskeln genannt. Die anderen bilden in der Hauptsache unsere Eingeweide und führen den Namen glatte Muskeln.**

c) **Zwischen den Muskeln verlaufen die großen Blutgefäße und starken Nerven, und mit den Scheiden dringen ihre Zweige in das Innere der Muskeln ein und bilden hier feine Netze. Die Gefäße ernähren die Muskeln, und die Nerven dienen ihrer Empfindung und Bewegung.**

4. Streckt alle euren rechten Arm aus, so daß der Handteller nach oben gerichtet ist! Faßt mit der linken Hand euren rechten Oberarm an dem unteren Drittel der Oberseite! Dort fühlt ihr eine Fleischmasse. Es ist der zweiköpfige Armmuskel. Er ist oben am Schulterblatt und unten am Unterarm (Speiche) befestigt. Beugt jetzt langsam euern Arm! Wie ist der Muskel dabei geworden? Dicker, fester. — Er wurde das ganz allmählich, je mehr ihr den Arm beugtet. Wie ist er dabei zugleich geworden (meßt ihn mit den Fingern spannend!)? Kürzer. Auf welche Weise ist dies geschehen? Er hat sich zusammengezogen. Also was geschieht mit dem zweiköpfigen Armmuskel, wenn er sich zusammenzieht? ꝛc. ꝛc. — Jetzt ist der zweiköpfige Armmuskel dick. Legt jetzt die linke Hand an das obere Drittel der Unterseite des rechten Oberarmes! Streckt den Arm langsam, aber energisch und fühlt, was dabei mit der unter eurer Hand befindlichen Fleischmasse (es ist der dreiköpfige Armmuskel, der an der Schulter und dem Oberarmbeine und am Ellenbogenfortsatze angeheftet ist) geschieht! Sie schwillt genau so wie vorher der zweiköpfige Armmuskel an, ist also dicker und kürzer geworden. Fühlt jetzt, wo der Arm gestreckt ist, den zweiköpfigen Armmuskel an! Er ist dünn und länger geworden. Wie ist das geschehen? Er ist ausgedehnt worden ꝛc. ꝛc.

**4. Jeder Muskel kann sich zusammenziehen und läßt sich dann wieder ausdehnen. Wenn sich ein Muskel zusammenzieht, so wird er kurz und dick. Wenn er wieder ausgedehnt wird, so wird er lang und dünn.**

5. Die Muskeln sind mit zahlreichen Bewegungs-, aber wenigen Gefühlsnerven versehen; ihre Empfindlichkeit ist demnach gering. Die äußeren Verhältnisse, in denen ein Muskel sich befindet, die Reibung, Zerrung und der Druck, denen er durch seine Bestimmung fortwährend ausgesetzt ist, wären mit großer Empfänglichkeit für äußere Einwirkungen auch nicht wohl verträglich gewesen. Dessenungeachtet besitzt der Muskel ein sehr richtiges und scharfes Gefühl für seine eigenen inneren Zustände, die sich als Überfluß (Kraftgefühl) oder Mangel (Ermüdung) an Bewegungskraft kundgeben. Der Grad der Zusammenziehung des Muskels läßt uns nach der Größe des Widerstandes über Gewicht, Härte und Weichheit eines Körpers urteilen, wodurch das Muskelgefühl zu einem notwendigen Bestandteile des Tastsinnes wird.

Die Ursache jeder durch die Muskeln hervorgebrachten Bewegung ist die Erregung der Muskelfasern durch die Nerven. Sobald unser Wille durch das Gehirn und das Rückenmark auf die Nerven wirkt, so werden durch diese die Muskeln gereizt, und die Folge ist, daß sie sich zusammenziehen. Dabei verkürzen sich die Fasern, und der Muskel schwillt an; er wird dicker, kürzer und härter. Durch diese Zusammenziehung des Muskels werden seine Befestigungs-

punkte einander näher gerückt, also bewegt. Die Eigenschaft des lebenden Muskels, sich infolge der Einwirkung von Nervenreizen zusammenzuziehen, heißt Zusammenziehungsfähigkeit (Irritabilität oder Kontraktilität). Die Größe der Verkürzung der Muskelfasern bei ihrer Zusammenziehung beträgt durchschnittlich 75 %, also $^3/_4$, bei kräftigen Muskeln 85 % und darüber, also mehr als $^5/_6$ der Länge ihrer Fasern. Ein solcher Muskel wird also bis auf $^1/_6$ seiner Länge zusammengezogen. Die Größe der dadurch erzeugten Muskelkraft eines erwachsenen Menschen ist nach E. Webers genauen Messungen 1087 g für jedes Muskelbündel, das 1 qcm dick ist, z. B. für die Wadenmuskeln an beiden Füßen des Menschen 322,29 kg. Die Kraft der einzelnen Muskeln verglichen mit ihrem eigenen Gewichte beträgt daher das Zwei- bis Dreitausendfache des letzteren.

Bei der Arbeitsleistung der Muskeln kommt aber nicht allein die Zusammenziehungsfähigkeit, sondern auch ihre Elastizität in Betracht. Jeder Muskel verträgt nämlich (wie ein Gummifaden) eine Ausdehnung und nimmt, wenn die Wirkung der ausdehnenden Kraft aufhört, seine frühere Gestalt wieder an. Die Muskeln sind nun meistens paarweise angeordnet und zwar so, daß sie in ihren Wirkungen auf die Teile des Knochengerüstes einander entgegengesetzt sind. Zwei solcher Muskeln, deren Wirkung einander entgegengesetzt ist, nennt man Antagonisten (Gegenmuskeln). Zieht sich der eine zusammen, so wird gleichzeitig der andere ausgedehnt. Hört dann die Verkürzung des ersteren auf, so tritt die Elastizität des letzteren in Wirksamkeit und bringt die Bewegung hervor, die der Wirkung des ersteren entgegengesetzt ist. Erst wenn die Elastizität des Gegenmuskels zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes nicht genügt, tritt seine Zusammenziehungsfähigkeit ein. Auf diese Weise wird durch die Muskelelastizität willkürliche Muskelarbeit erspart.

**NB.** Jeder Muskel verträgt einen hohen Grad von Ausdehnung, wenn diese allmählich eintritt (z. B. bei Geschwülsten, Bauchwassersucht), und zieht sich wieder auf seinen vorherigen Umfang zusammen, wenn der Grund der Ausdehnung beseitigt ist. Diese natürliche Spannkraft der Muskeln bewirkt auch, daß bei Lähmung der Muskeln einer Seite das betreffende Glied durch die Spannkraft der Muskeln der anderen Seite nach dieser hin gezogen wird (bei halbseitiger Gesichtslähmung wird z. B. der Mund gegen die gesunde Seite verschoben).

Mit der Thätigkeit der Muskeln ist zugleich ein Stoffwechsel, der hauptsächlich in Oxydation besteht und Wärme bildet, verbunden. Wie schon erwähnt wurde, sind die Muskelfasern von den Haargefäßen umsponnen. Muskelmasse und Blut sind also durch zwei feine Wände, die Haargefäßwand und den Muskelschlauch (sarcolemma), voneinander getrennt. Da aber die gegenseitige Durchdringung von Flüssigkeiten oder Gasen (Diffusion) durch feine tierische Häute nicht gehemmt wird, so dringt von den Haargefäßen aus (siehe Atmung!) Sauerstoff und Blutflüssigkeit in die Muskelfasern ein, und es vollzieht sich so ihre

Ernährung und Atmung, während die Zersetzungsstoffe auf dem umgekehrten Wege in das Blut zurückwandern, um ausgeschieden zu werden. Aber der in den Muskelfasern sich abwickelnde Zersetzungsvorgang ist keineswegs nur eine durch die Atmung bewirkte Verbrennung, durch die Kohlensäure, Wasser, Harnsäure und andere Zersetzungsprodukte entstehen, sondern es gehen in ihnen außerdem noch besondere Gärungsprozesse vor sich, die mit denen innerhalb der Verdauungswerkzeuge eine gewisse Ähnlichkeit besitzen.

Der erwähnte Stoffwechsel geht übrigens in weit lebhafterer Weise in den thätigen als in den ruhenden Muskeln vor. Besonders bilden sich in den thätigen Muskeln weit größere Mengen von Kohlen- und namentlich von Fleischmilchsäure als in den ruhenden. Während der Fleischsaft der ruhenden Muskeln eine alkalische Beschaffenheit zeigt, nimmt der der thätigen infolge der sich bildenden Milchsäure zuerst eine neutrale und bei fortgesetzter Thätigkeit eine saure Beschaffenheit an. Dies macht sich zugleich als Ermüdung des Muskels bemerkbar. Da aber Säuren das Eiweiß zum Gerinnen bringen, so kann die übermäßige Säurebildung in einem Muskel, also die übermäßige Ermüdung, diesen lähmen. In der Ruhe wird dann der Muskelsaft durch die Einwirkung des alkalischen Blutes in den alkalischen Zustand zurückgeführt. Da nämlich die Diffusion zwischen Flüssigkeiten von verschiedener Reaktion weit lebhafter ist als zwischen solchen von gleicher Beschaffenheit, so strömt das Blut in den sauer gewordenen Muskelsaft weit lebhafter ein als in den von alkalischer Beschaffenheit. Dadurch wird die Milchsäure schnell neutralisiert und die Ermüdung aufgehoben. Daraus erklärt sich nicht nur das rasche Aufhören der Ermüdungserscheinungen eines angestrengten Muskels durch die Massage, da durch diese das Blut gezwungen wird, den Muskel reichlicher zu durchströmen, sondern auch die gute Ernährung der in gehöriger Abwechselung arbeitenden und ruhenden Muskeln.

Für die Kraft, mit der ein Muskel thätig sein kann, sind eine ganze Reihe von Bedingungen bestimmend:

a) Die Zahl seiner Fasern. Die Vermehrung der Muskelfasern steigert die Kraft des Muskels; daher ist Kraftsteigerung immer an die Faservermehrung (das Dickerwerden des Muskels) gebunden. Die Kraft steht also im geraden Verhältnisse zur Menge der zusammenwirkenden Muskelfasern und wird nicht bedingt durch ihre Länge. Umgekehrt fördern dann häufige Übung und richtiger Gebrauch die Entwickelung der Muskeln und lassen sie an Masse und Gewicht zunehmen (die Ausbildung unserer rechten Körperseite im Verhältnis zur linken, starke Arme der Schmiede, Drescher, Holzhacker ꝛc., starke Beine der Tänzer und Pferdturner, breite Brust der Barrenturner ꝛc.). Muskelstärke läßt sich deshalb bis zu einem unglaublichen Grade durch planmäßige Übung erzielen (Milo von Kroton [im jetzigen Unteritalien],

ein berühmter Athlet, trug einen Ochsen auf der Schulter die ganze Arena entlang — aß ihn auch auf!). In unserer Zeit verstehen diese Kunst die Japaner am gründlichsten, wie die unglaublich erscheinenden Kraftäußerungen ihrer Preisringer beweisen (Commodore Perry, in dem Berichte über seine Expedition nach Japan!). Andauernde Unthätigkeit und Ruhe eines Muskels rufen dagegen Schwund (Atrophie) seiner Fasern hervor, wie wir an den Muskeln einzelner gelähmter Glieder und bei allgemeiner Fettsucht sehen können.

b) Die Richtung der Fasern. Die in gleicher Richtung mit der Länge des Muskels verlaufenden Fasern erleiden den geringsten Kraftverlust. Muskeln mit zusammenlaufenden oder gekreuzten Fasern wirken um so kräftiger, in je spitzeren Winkeln ihre Fasern zusammentreffen.

c) Der Stimmungszustand der Muskelfasern, je nachdem sie noch frisch oder schon ermüdet sind. Die Muskelkraft ist also am größten beim Beginn der Zusammenziehung. Darum ermüdet bei Abwechselung zwischen Zusammenziehung und Erschlaffung ein Muskel viel später, als wenn er sich dauernd in Zusammenziehung befindet. Soldaten werden durch eine zweistündige Parade mehr ermüdet als durch einen vierstündigen Marsch; denn Gehen ermüdet weniger als Stehen, und ein Mann, der mit seinen Armen einen ganzen Tag lang die schwerste Arbeit zu verrichten vermag, wird nicht im stande sein, mit ausgestrecktem Arme das leichteste Werkzeug 10 Minuten lang ruhig zu halten. Deswegen ist auch das Modellstehen bei Malern und Bildhauern sehr ermüdend. Kleine Kinder soll man auch aus diesem Grunde nicht mit zur Kirche nehmen und größere in der Schule nicht zum gleichförmigen Dasitzen verurteilen. Abwechselung ergötzt auch hier.

d) Der Nerveneinfluß. Dieser tritt besonders bei heftigen Gemütsbewegungen hervor. Wut, Aufregung und Verzweiflung verleihen einem Menschen oft übernatürliche Kräfte, und Tobsüchtige sind nur durch besondere Mittel (Zwangsjacke) zu bändigen. Der Ruf: „Die Kosaken!" trieb die todmatten Franzosen im Winterfeldzuge von 1812 in Rußland stets aufs neue vorwärts; der Anblick einer Oase verleiht dem ermatteten Wüstenwanderer neue Kräfte. Dagegen schwankt ein sonst kräftiger Betrunkener taumelnd einher, da der Einfluß der Nerven auf seine Muskeln gestört ist, und Schreck, Freude, ein heftiger Schlag oder Fall auf den Kopf ꝛc. kann die Muskeln des stärksten Mannes lähmen.

e) Die gehörige Zu- und Ableitung des Blutes (s. o.!). Die Zusammenziehungsfähigkeit eines Muskels vermindert sich sogar bei Unterbindung der Pulsadern schneller als nach Durchschneidung seiner Nerven, und der bloße Druck auf die großen Stämme der Schlagadern der Gliedmaßen, der doch den Kreislauf nicht vollständig aufhebt, äußert eine merkwürdige Einwirkung auf die Bewegungsfähigkeit.

f) Ein Muskel übt das Maximum seiner Leistung nur bei einem bestimmten Grade seiner Belastung aus. Er leistet weniger ebensowohl bei geringer Belastung, als wenn die Last jenen bestimmten Grad überschreitet; darum soll man jugendliche Geschöpfe nicht vorzeitig mit Arbeit belasten, die ihre Leistungsfähigkeit übersteigt.

**NB.** Die Menschen und auch die höheren Wirbeltiere werden, was die Arbeitsleistung der Muskeln anbelangt, von den Insekten weit überflügelt. Pipin der Kleine zerbrach ohne Mühe ein Hufeisen; Herzog Christoph von Bayern warf einen Stein, der 364 Pfund wog, eine gute Strecke weit; August der Starke trennte mit einem Hiebe einem Stiere den Kopf vom Rumpfe, rollte mit seinen Händen silberne Teller zusammen und hielt einen Trompeter auf der Hand zum Fenster hinaus. Ein gutes Zugpferd kann auf kurze Zeit das Zwei- bis Dreifache seines Gewichtes ziehen, während der Maikäfer andauernd und, wie es scheint, ohne Beschwerde das 14fache und der auf Wasserpflanzen lebende, metallisch glänzende Rohrkäfer (Donacia) sogar das 42fache ihres Gewichtes zu ziehen vermögen. Der Floh aber zieht eine Kanone mit Wagen, die 2000mal schwerer ist als er selbst, und springt 200mal höher, als er selbst ist. Beim Menschen ist es aber schon eine sehr gute Leistung, wenn er seine Körperhöhe springt.

**5. Die Muskeln ziehen sich nicht von selbst zusammen, sondern erst, wenn sie vom Gehirn aus durch die Nerven gereizt werden. Je mehr ein Muskel bewegt und geübt wird, desto besser geht seine Ernährung vor sich, und desto fester und stärker wird er. Starke, einseitige und andauernde Anstrengung ermüdet die Muskeln. Verlieren einzelne Muskeln dabei gänzlich die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, so sind sie gelähmt. Die Ermüdung der Muskeln wird dadurch aufgehoben, daß sie ausruhen. Manche Muskeln werden ohne unseren Willen zusammengezogen und ausgedehnt; sie heißen unwillkürliche, die übrigen willkürliche Muskeln.**

## B. Die Kopfmuskeln.

1. Der Kopfmuskeln giebt es zweierlei, nämlich zuerst solche, die nur mit einem Ende an einem Kopfknochen haften und mit dem anderen sich in Weichteilen (Haut, Sehnen) verlieren. Sie sind sämtlich dünne und schwache Muskeln, da die Teile, die sie zu bewegen haben, wenig Widerstand leisten. Die anderen setzen sich mit beiden Enden an Kopfknochen an, und da es nur einen beweglichen Kopfknochen, den Unterkiefer, giebt, so müssen sie sich mit ihrem einen Ende an diesem festsetzen.

Der Scheitel unseres Kopfes wird von einer flächenförmig ausgebreiteten Sehne bedeckt, die der Oberfläche der Hirnschale wie eine Kappe angefügt ist und Schädelhaube genannt wird. An diese schließt sich nach vorn, auf dem Stirnbeine ruhend, der Stirn- und nach hinten der Hinterhauptsmuskel an. Es sind beides breite und dünne Muskeln. Sie bewegen beide die Stirnhaube nach vorn und hinten, und da sie sehr fest mit der behaarten Haut des Schädels zusammenhängt, so folgt diese ihr. Wirken beide Muskeln gleichzeitig,

so wird die Schädelhaube dem Schädel angepreßt. Der Stirnmuskel reicht bis zu den oberen Rändern der Augenhöhle und der Nasenwurzel herab. Sobald er sich zusammenzieht, legt er die Stirnhaut in quere Falten, die, wenn sie zu bleibenden Runzeln werden, die gefurchte Stirn der Greise bilden.

1. Die Muskeln, welche an dem Kopfe befestigt sind, nennt man Kopfmuskeln. Die meisten Kopfmuskeln haben eine breite Gestalt; sie bedecken die Knochen des Schädels und Gesichts. Auf dem Stirnbeine liegt der breite Stirnmuskel; wenn er sich zusammenzieht, so bewegt er die Scheitel- und Stirnhaut, und wir runzeln die Stirn. An dem Hinterhauptsbeine setzt sich der Hinterhauptsmuskel an, der die Kopfhaut bewegt.

2. Am Eingange der Augen- und Mundhöhle liegen ringförmige Muskeln; wenn diese sich zusammenziehen, so verschließen sie diese Höhlen. Sie heißen deshalb Schließmuskeln des Auges und des Mundes..

3. Das Schläfenbein wird von dem Schläfenmuskel bedeckt, der sich mit dem anderen Ende an die Unterkinnlade ansetzt. Vom Wangenbeine geht ebenfalls ein Muskel zur Unterkinnlade; er heißt der Kaumuskel. Beide Muskeln drücken, wenn sie sich zusammenziehen, die Unterkinnlade gegen die obere; dieses geschieht beim Kauen.

Bewegung des Unterkiefers nach oben sowie das Zurückziehen desselben vollführen der Schläfenmuskel, der sich an den Kronenfortsatz des Unterkiefers anheftet und dann der Kaumuskel, der sich an die äußere Fläche des Unterkiefers ansetzt. Er vermag ihn auch etwas nach vorn zu bewegen. Von zwei kleineren Muskeln, dem inneren und dem äußeren Flügelmuskel, wird der Unterkiefer von dem ersten ebenfalls gehoben und etwas nach vorn geschoben, und von dem zweiten wird er zugleich nach vorn und nach den Seiten bewegt. Die Bewegungen des Schläfenmuskels, der die Schläfengrube ausfüllt, sind bei Menschen mit wenigem Haar sehr deutlich während des Kauens sichtbar. Der Kaumuskel tritt besonders beim festen Aufeinanderbeißen der Mahlzähne hervor. Das Hin- und Hergleiten des Gelenkkopfes ist beim Öffnen des Mundes deutlich vor dem äußeren Gehörgange sichtbar.

4. Die übrigen Gesichtsmuskeln bilden besonders die Wände der Mundhöhle und bewegen Nase, Lippen und Ohren; dadurch verleihen sie den Gesichtszügen ihren Ausdruck. Hat sich zwischen den Gesichtsmuskeln viel Fett abgelagert, so wird das Gesicht ausdruckslos.

Die Nase besitzt folgende Muskeln: den Aufheber der Nasenflügel und der Oberlippe; er rümpft die Nase und erweitert das Nasenloch, den Zusammendrücker der Nase, den Niederzieher der Nase und den Niederzieher der Nasenscheidewand.

Bei keinem Tiere, selbst bei dem menschenähnlichen Affen nicht, besitzt die Mundspalte eine so zahlreiche Muskulatur wie beim Menschen.

Das Maul der Tiere kann deshalb nie jene verschiedenen Formen annehmen, welche den Mund des Menschen zu einem so wichtigen Faktor der Miene machen. Das ganze Spiel der Lippen beschränkt sich bei den Tieren auf das Ergreifen des Futters, auf das Fletschen der Zähne, auf die Hervorbringung einer Grimasse, bei der man oft nicht unterscheiden kann, ob Freude oder Leid ihre Veranlassung ist. Die größte Mehrzahl der Muskeln des Mundes liegt beim Menschen strahlenförmig von der Mundöffnung nach außen; nur einer geht im Kreise um die Mundöffnung herum und bildet die wulstige Fleischlage der Lippen; er ist der Verengerer, die übrigen die Erweiterer der Mundöffnung. Er schließt nicht nur den Mund, sondern spitzt die Lippen beim Pfeifen und Küssen und verlängert sie zu einem kurzen Rüssel beim Saugen. Die Erweiterer der Mundöffnung sind der Aufheber der Oberlippe, der Aufheber des Mundwinkels, der kleine und große Jochbeinmuskel, welche die Oberlippe und den Mundwinkel nach oben, schräg aufwärts und nach außen ziehen. Der Lachmuskel reicht vom Mundwinkel bis zum Rande der Ohröffnung; er ist der dünnste dieser Muskelgruppe und zieht den Mundwinkel beim Lächeln nach außen. Der Niederzieher des Mundwinkels reicht bis zum unteren Rande des Unterkiefers und der Niederzieher der Unterlippe bis zur Spitze des Kinnes. Der Aufheber des Kinnes liegt ebenfalls am unteren Teile des Kinnes. Der Backenmuskel zieht sich zwischen der Vorderseite des Keilbeines und den hinteren Teilen des Ober- und Unterkiefers zur Ober- und Unterlippe. Wirkt er allein, so erweitert er die Mundöffnung in die Quere. Wird diese Erweiterung durch die gleichzeitige Thätigkeit des Schließmuskels des Mundes aufgehoben, so drückt er die Wange an die Zähne an oder preßt, wenn die Mundhöhle voll ist, ihren Inhalt zusammen, z. B. die Luft, die dann, wenn die Lippen sich ein wenig öffnen, mit Gewalt entweicht, wie beim Spielen von Blasinstrumenten, daher der alte Name Trompetermuskel. Zuletzt giebt es noch einige Muskeln für die Bewegung des Ohres als Ganzes; sie sind aber sehr wenig entwickelt, und nur wenige Menschen besitzen das Vermögen, ihre Ohren willkürlich zu bewegen. Hierher gehören der Aufheber des Ohres, der Anzieher des Ohres und der Rückwärtszieher des Ohres.

Durch die verschiedenen Bewegungen der einzelnen Gesichtsmuskeln entsteht der eigentümliche Ausdruck des Gesichtes, die Miene. Tritt die Thätigkeit einer gewissen Gruppe von Gesichtsmuskeln häufiger und andauernder ein, so bildet sie den Grundzug des Gesichts, der bleibend wird. Die Gutmütigkeit und das Mißtrauen, Offenheit und Versteckheit, Ehrlichkeit und Schurkerei haben ihre Zeugen in der Miene. Jede Gemütsbewegung hat ihren eigentümlichen Ausdruck im Gesichte, dem Spiegel der Seele. Darum sind die Gesichter neugeborener Kinder glatt und ausdruckslos, das

Gesicht des Blöden leer und nichtssagend, weil keine Leidenschaften es in Aufruhr gebracht und keine Laster darauf ihre Furchen gegraben haben. Wilde eines Stammes sehen sich darum ähnlich wie die Schafe einer Herde, weil gleicher Hang, gleiche Begierden und gleiche Art, sie zu befriedigen, sich auch durch den gleichen Ausdruck des Gesichtes äußern. Das Ausdruckslose in den Mienen der orientalischen Frauen findet in der Einförmigkeit ihres Lebens seine Erklärung. Bei sehr fetten Personen, deren Gesichter so rund sind wie der Vollmond im Nebel, hat die durch die Fettwucherung beeinträchtigte Ernährung der Gesichtsmuskeln einen Anteil an ihrer Ausdruckslosigkeit. Bei aufgeregten Seelenzuständen dagegen wird das Mienenspiel lebhaft und ausdrucksvoll, und haben die Züge einen gewissen bleibenden Ausdruck angenommen, so kann der Physiognomiker daraus einen Schluß auf Gemüt und Charakter wagen. Schiller sagt: „Es ist ein bewundernswertes Gesetz der Weisheit, daß das Edle und Wohlwollende das menschliche Antlitz verschönert, das Niederträchtige und Gehässige es in viehische Formen zerreißt.“ Aus demselben Grunde spricht man von einer Galgenphysiognomie. Die Physiognomik hat darum jedenfalls eine wissenschaftlichere Grundlage als die glänzende Spielerei der Schädellehre.

5. **Ein starkes, sehr bewegliches Muskelbündel ist die in der Mundhöhle liegende Zunge.**

Siehe Heft II, S. 63 ff.!

6. **Die Kopfmuskeln besorgen die Bewegungen der Stirn- und Kopfhaut sowie aller Teile des Gesichtes und verleihen dadurch diesem einen bestimmten Ausdruck. Andere von ihnen brauchen wir zum Kauen.**

## C. Die Muskeln des Halses und Rumpfes.

1. **Die Muskeln, welche das Knochengerüst des Halses und Rumpfes bedecken, nennt man Hals- und Rumpfmuskeln.**

2. **Die Muskeln des Halses bewegen den Kopf auf dem ersten Halswirbel (dem Träger) auf- und abwärts. Wenn die vorderen Halsmuskeln sich zusammenziehen, so bewegt sich der Kopf abwärts, ziehen sich die Nackenmuskeln zusammen, so bewegt sich der Kopf aufwärts.**

Siehe auch Heft II, S. 33 ff.! Die Beugung besorgen der größere und kleinere vordere gerade Kopfmuskel, von der vorderen Fläche der oberen Halswirbel zum vorderen Umfange des Hinterhauptloches gehend, der lange Halsmuskel, der die vordere Fläche der Wirbelsäule bis zum 3. Brustwirbel bedeckt. Mächtiger wirkt noch der Kopfnicker, der zwischen dem unteren Schläfenbein einerseits und dem Brust- und Schlüsselbeine andererseits schräg ab- und einwärts sich erstreckt. Zur Unterstützung der Beugewirkung tragen noch die drei Rippenheber bei. Die Beugung kommt aber nur dann

gerade nach vorn zu stande, wenn die paarig angebrachten Muskeln sich gleichzeitig zusammenziehen. Sie führt bis zum Anstoßen des Kinnes an die Brust.

Die Streckung führen aus der hintere größere und kleinere gerade Kopfmuskel (zwischen dem ersten und zweiten Halswirbel und dem hinteren Umfange des Hinterhauptloches) und die (zwischen den Dornfortsätzen der Wirbel angehefteten) Zwischendornmuskeln. Soll die Streckung energischer sein, so wirkt der Kappenmuskel (am Nacken und an der hinteren Fläche des Brustkorbes zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegen, in Gestalt einer Mönchskappe ähnlich, zieht zugleich Schulterblätter und Oberarme nach hinten), der Riemen- oder Bauschmuskel des Halses und der durchflochtene Muskel, die beide an der Wirbelsäule und dem Hinterhauptsbeine angeheftet sind, mit, die zugleich die Stärke des Nackens verursachen. Zur seitlichen Beugung ist die Zusammenziehung der Muskeln der einen Seite erforderlich; die nur dieser Bewegung dienenden sind unansehnlich, ebenso die für die Drehung bestimmten, die dazu am tiefsten liegen.

Außerdem sitzen am Halse noch eine Anzahl Muskeln, die den Unterkiefer herabziehen (der breite Hals- und der zweibäuchige Unterkiefermuskel) und auf das Zungenbein, den Kehlkopf, die Rachenhöhle und das Schulterblatt wirken. Dazu ziehen die kräftigen vorderen Halsmuskeln beim tiefen Einatmen (Atemnot) das Brustbein und die Rippen nach oben.

3. Ziehen sich die Halsmuskeln der einen Seite zusammen, so wird die Halswirbelsäule nach dieser Seite gebeugt, und der Kopf neigt sich auf diese Seite. Ziehen sich die Muskeln der anderen Seite zusammen, so wird die Wirbelsäule zuerst gestreckt und dann nach der anderen gebeugt.

4. Die Muskeln des Halses drehen nicht nur den Kopf mit dem ersten Halswirbel auf dem zweiten, wir schütteln dann den Kopf, sondern auch die übrigen Halswirbel ein wenig gegeneinander. Endlich tragen sie zur Bewegung der Zunge und des Kehlkopfes bei, ziehen den Unterkiefer abwärts und heben beim tiefen Einatmen das Brustbein und die Rippen nach oben. Zugleich tragen die fleischigen Nackenmuskeln den Kopf und ziehen die Schulterblätter und Arme etwas ein- und aufwärts.

Äußerlich sichtbar sind: der Kappenmuskel, dessen Rand die schräg aufsteigende Nackenfalte bildet. Unter ihm setzen der Riemen- und der durchflochtene Muskel eine deutlich sichtbare Wulst zusammen. Vorn grenzt sich auf beiden Seiten neben dem Brustbeine schräg nach oben und außen verlaufend der Kopfnicker ab. Beim männlichen Geschlechte tritt noch in der vorderen Halsmitte der Schildknorpel des Kehlkopfes (Adamsapfel) hervor.

5. Die Rücken-, die Brust- und die Bauchmuskeln sind an dem Brustkorbe und den Hüftknochen befestigt. Sie haben vielfach eine breite Gestalt und bilden die Wände der Brust- und Bauchhöhle.

6. Die Rückenmuskeln halten die Wirbelsäule und damit den ganzen Rumpf vom Halse bis zum Becken aufrecht; sie beugen ihn vor-, rück- und seitwärts und drehen ihn; sie bewegen auch das Schulterblatt und mit den Brustmuskeln zugleich die Rippen beim Ein- und Ausatmen.

7. Einige Rücken- und Brustmuskeln gehen von den Knochen des Brustkorbes zum Oberarmbeine. Sie fassen das Oberarmbein entweder von außen, und dann heben sie den Arm, oder sie fassen es an der inneren Seite, und dann ziehen sie den Arm herab.

Die Muskeln des Rückens bilden eigentlich fünf Schichten. Die erste und zweite Schicht bilden die breiten Muskeln, die auf den Arm, das Schulterblatt und die Rippen wirken (der Kappenmuskel, s. o.! bewegt die Schulterblätter nach rück-, auf- und abwärts, desgleichen der darunter liegende Aufheber des Schulterblattes und die weiter abwärts und darunter liegenden Rautenmuskeln. Diese sind nämlich mit ihren Endsehnen sämtlich am Schulterblatt befestigt, während ihre Köpfe der Reihe nach an den Querfortsätzen der Hals- und der vier oberen Brustwirbel befestigt sind. Die oberen und unteren hinteren Sägemuskeln und die Rippenheber heben die Rippen, während der den ganzen mittleren Teil des Rückens bedeckende breite Rückenmuskel auf den Oberarm wirkt). Die dritte Schicht bildet der Längsmuskelzug, der die Wirbelsäule streckt (die Dornmuskeln zwischen den Dornfortsätzen der Hals- und Lendenwirbel, der lange Rückenmuskel zwischen der dritten bis zehnten Rippe und der Hüftbein-Rippenmuskel sind die wichtigsten), während in der ganz tief gelegenen vierten und fünften Schicht die kurzen Muskeln, die auf Drehung und seitliche Neigung der Wirbelsäule wirken (am Halse der vielgeteilte Muskel, der sich abwärts in den Rückendrehern fortsetzt, und die Halbdornmuskeln ebenfalls an der ganzen Wirbelsäule, sowie am unteren seitlichen Teile mehr nach der Bauchhöhle zu der runde und der viereckige Lendenmuskel, der die Seitwärtsbeugung sehr unterstützt), sowie auch die kurzen Rippenheber gelegen sind.

Die Brustmuskeln bilden dagegen zwei große Schichten: solche Muskeln, die auf den Rippen liegen (der große Brustmuskel, der den ganzen oberen Teil der Brust bedeckt und dessen Hauptwirkung darin besteht, den Oberarm nach vorn und innen zu ziehen; bei Feststellung des Oberarmes zieht er jedoch den ganzen Rumpf an diesen heran, und dann kann er auch als Atmungsmuskel wirken [Kinder, die an Keuchhusten leiden, und Erwachsene bei asthmatischen Anfällen stemmen sich unwillkürlich mit den Armen auf], der kleine Brustmuskel, der oben am Schulterblatte [Rabenschnabelfortsatz] und unten an der dritten bis fünften Rippe befestigt ist und auf Schulterblatt und Rippen wirkt, und der große vordere Säge-

muskel, der das Schulterblatt nach außen zieht oder die Rippen hebt) und solche, die zwischen ihnen liegen (die Zwischenrippenmuskeln). — Von den sonst auf die Rippen wirkenden Muskeln liegen die hinteren Sägemuskeln am Rücken, die Rippenheber in der seitlichen vorderen Halsgegend und der viereckige Lendenmuskel in der Lendengegend.

Äußerlich sichtbar sind der schon oben erwähnte Kappenmuskel, der die Nackenfalte bildet. Auch der breite Rückenmuskel kann sich durch eine deutliche Linie, die in der Höhe der achten Rippe aufwärts verläuft, sichtbar abgrenzen; zudem bildet er die hintere Wand der Achselhöhle. Die langen Rückenstrecker bilden zwei deutliche Wülste, die besonders am Lendenteile sichtbar sind und sich nach oben und unten abflachen. Der große Brustmuskel bedeckt die obere Brust, und sein Ende bildet die vordere Wand der Achselhöhle. Beim Heben der Arme oder beim Anziehen des Körpers durch die Arme erblickt man an den Seiten der Brust die Zacken des großen Sägemuskels.

**8. Die Bauchmuskeln umhüllen, stützen und bewegen nicht nur die Baucheingeweide und pressen sie, wenn es notwendig ist** (Ausatmen, Ausleeren), **zusammen, sondern helfen auch bei der Vor-, Seit- und Rückwärtsbeugung des Körpers.**

Die Bauchmuskeln bilden eine mehrfache Lage langer und breiter Muskelplatten, welche die Lücke zwischen den Lendenwirbeln, dem unteren Rande des Brustkorbes und den Beckenknochen ausfüllen. Sie bestehen aus zwei schrägen, einem geraden und einem queren Zuge, die in der genannten Ordnung neben- und untereinander liegen. Es sind der äußere und der innere schräge (nach dem Verlaufe ihrer Fasern auch der absteigende und ansteigende genannt), der gerade und der quere Bauchmuskel.

Sämtliche Bauchmuskeln umhüllen nicht nur die Baucheingeweide, sondern verengern bei ihrer Zusammenziehung die Bauchhöhle. Mit Ausnahme des queren Bauchmuskels ziehen sie auch die Rippen herab, verengern dadurch den Brustkasten und werden so zu Ausatmungsmuskeln. Äußerlich sieht man in der Mittellinie der vorderen Bauchwand unterhalb des unteren Brustbeinendes eine breite flache Grube, die an den Seiten von den Knorpeln der unteren Rippen begrenzt wird. Es ist die Magen-(fälschlich Herz-)grube. Unter ihr, fast in der Mitte der Bauchwand, aber höher als die Mitte des ganzen Körpers, liegt der Nabel. Zu beiden Seiten der Mittellinie läuft der gerade Bauchmuskel in zwei breiten Muskelbäuchen herab. Bei sehr muskelkräftigen Menschen sind auch die Zacken des äußeren schiefen Bauchmuskels an der seitlichen Brustwand zu unterscheiden, wo sie in die Angriffspunkte des großen vorderen Säge- und des breiten Rückenmuskels eingreifen.

**NB.** Die Bauchmuskelwand hat drei Stellen, an denen zwischen ihren Zügen schräge Kanäle hindurchgehen, den Nabel, den Leistenkanal und den Schenkelring. Erweitern sich diese durch Beiseitetreten der Muskeln, so daß Teile des Netzes und Darmrohres durch sie heraustreten, so wird dieses Hervortreten je nach der Gegend ein Nabel-, Leisten- oder Schenkelbruch genannt.

**9. Im Innern werden die Brust- und Bauchhöhle durch einen kuppelartig ausgespannten Muskel, der das Zwerchfell genannt wird, voneinander getrennt. Das Zwerchfell unterstützt zugleich die Atmung und die Pressung der Baucheingeweide bei der Ausleerung.**

Das Zwerchfell bildet im erschlafften Zustande eine Kuppel, bei der Zusammenziehung (beim Einatmen) verflacht es sich und steigt gegen die Bauchhöhle herunter, die dadurch um so viel verengert wird, als die Brusthöhle an Größe gewinnt. Dabei muß aber der Inhalt der Bauchhöhle, die Eingeweide, weichen; sie schieben die nachgiebige vordere Bauchwand hervor und wölben sie stärker. Hört beim Ausatmen der Druck des Zwerchfelles auf zu wirken, so drückt die nun beginnende Zusammenziehung der Bauchmuskeln die Eingeweide wieder in ihre frühere Lage und zwingt so das Zwerchfell, wieder zu seiner Wölbung zurückzukehren, wobei ein Teil der in den Lungen enthaltenen Luft durch die Stimmritze entweicht. Die Eingeweide befinden sich sonach, so lange der Atem dauert, fortwährend in einer hin- und hergehenden Bewegung, die in demselben Maße gesteigert wird, als der Atmungsvorgang lebhafter geht. Durch diese Bewegung wird nicht nur die Fortbewegung des Darminhalts gefördert, sondern auch der Blutkreislauf des Unterleibes unterstützt und die Absonderungen der Hilfswerkzeuge der Verdauung vermehrt. Ist aber, während die Bauchmuskeln wirken, die Stimmritze geschlossen, so kann die Luft nicht aus den Lungen entweichen, somit auch das Zwerchfell nicht in die Höhe steigen, und die Eingeweide des Unterleibes vermögen ihre Lage nicht zu verändern, sondern werden zusammengedrückt, und enthalten sie Entleerbares, so wird dieses durch die natürlichen Öffnungen hinausgeschafft. Diese von den Bauchmuskeln ausgeführte Zusammenpressung der Unterleibswerkzeuge ist die sogenannte Bauchpresse, die bei allen heftigen Anstrengungen, beim Erbrechen, beim Ausleeren ꝛc., in Thätigkeit tritt, die aber auch bei besonderen Umständen ein lose befestigtes Eingeweide durch eine der bestehenden Öffnungen der Bauchwand (Nabel-, Schenkel-, Leistenring) heraustreiben und so die Entstehung eines Bruches veranlassen kann.

**10. Eine große Anzahl sehr fleischiger Muskeln gehen von dem Beckenknochen an das Oberschenkelbein, und von ihnen wird der Oberschenkel nach allen Seiten gehoben und gedreht oder auch beim Stehen in bestimmter Richtung festgehalten.**

Die hinteren dieser fleischigen Muskeln, die im allgemeinen das Hüftgelenk kegelförmig umgeben, bilden das Gesäß, von der Gemein-

schaft aller wird dann der Oberschenkel gebeugt, gestreckt, abgezogen, angezogen und gedreht.

Die großen Beuger (der runde Lenden- und der Darmbeinmuskel) liegen auf der Vorderseite des Hüftgelenkes; sie heften sich von der Wirbelsäule und der Beckenhöhle aus an den Oberschenkel. Befehl: Rechtes (linkes) Knie vorwärts — hebt!

Der große Streckmuskel (große Gesäßmuskel) liegt hinten und an der Seite des Hüftgelenkes. Befehl: Rechtes (linkes) Bein rückwärts — streckt! Die erhebliche Muskelmasse, die das Gesäß bildet, hängt mit dem aufrechten Gange des Menschen zusammen. Durch sie wird der Rumpf beständig gegen den großen Rollhügel des Oberschenkels gezogen und dadurch nach hinten festgehalten. Der Gesäßmuskel ist dazu noch von einem dicken Fettpolster und einer starken Haut bedeckt, so daß bei einem kräftigen Menschen eine gleichmäßige Rundung entsteht. Neben dem großen Rollhügel befindet sich eine Verflachung, die von dem plötzlichen Übergange der Fleischfasern des großen Gesäßmuskels in eine breite Sehne herrührt.

Die Abzieher (der mittlere und kleine Gesäßmuskel) liegen vor und unter dem großen Gesäßmuskel. Befehl: Rechtes (linkes) Bein — seitwärts — hebt!

Die Anzieher des Oberschenkels (der große, der lange und der kurze) liegen, mit Ausnahme des Kammmuskels, mit ihrer Hauptmasse an dem Oberschenkel selbst, indem sie eine dicke Fleischmasse an seiner Innenseite bilden. Befehl: Rechtes (linkes) Bein — senkt!

Die Dreh- oder Rollmuskeln, die den Oberschenkel ein- oder auswärts drehen, liegen vom unteren Beckenrande und der Seitenfläche des Kreuzbeines ausgehend als kleine Muskeln ganz in der Tiefe. Befehl: Rechtes (linkes) Bein aus-(ein-)wärts — dreht!

## D. Die Muskeln der Glieder.

**1. Die Muskeln, welche an den Gliedern liegen und durch ihre Zusammenziehung diese bewegen, heißen Gliedermuskeln. Eine größere Anzahl von ihnen nähern bei ihrer Zusammenziehung zwei durch ein Gelenk verbundene Knochen einander im Winkel; sie beugen das Glied. Man nennt sie deshalb Beugemuskeln oder kurz Beuger. Die Beugemuskeln liegen an der inneren Seite der Gelenke.**

Streckt den rechten Arm vor! Den rechten Arm — beugt! Welcher Muskel hat diese Bewegung des Armes zu stande gebracht? Der zweiköpfige Oberarmmuskel. Auf welche Weise? Er hat sich zusammengezogen. Was geschieht also, wenn sich der zweiköpfige Oberarmmuskel zusammenzieht? Der Arm wird gebeugt ꝛc. ꝛc.

**2. Die Muskeln, deren Zusammenziehung ein Glied streckt, heißen Streckmuskeln oder Strecker. Die Streckmuskeln liegen an der äußeren Seite der Gelenke.**

Den rechten Arm — beugt! Den rechten Arm — streckt! Welcher Muskel hat die letzte Bewegung des Armes zu stande gebracht? Der Muskel, welcher an der Außenseite des Oberarmes liegt (dreiköpfige Armmuskel). Er hat sich jetzt zusammengezogen. Legt die Hand an die Außenseite des Oberarmes, beugt erst und streckt sodann den Arm! Der Muskel ist lang und dünn und schwillt beim Strecken allmählich an. Was hat er gethan? Er hat sich zusammengezogen. Was geschah aber, als er sich zusammenzog, mit dem Unterarm? Er wurde abwärts gezogen und der Arm gestreckt. Weil nun dieser Muskel den Arm streckt 2c. 2c.

3. **Wenn Beuger und Strecker eines Gliedes gleichzeitig angespannt werden, so wird dieses festgestellt.** Z. B. beim Durchdrücken des Kniees.

4. **Der Schultergürtel sowohl, als auch seine einzelnen Teile** (das Schulterblatt und Schlüsselbein) **werden durch Muskeln, die dem vorderen Teile des Halses** (Kopfnicker), **dem Nacken** (Kappenmuskel und Schulterblattheber), **dem Rücken** (Rautenmuskel) **und der Brust** (der kleine Brust-, große Säge- und Schlüsselbeinmuskel) **angehören, gehoben, gesenkt, vor- und rückwärts gezogen.**

4 b. **Der Oberarm wird durch eine Anzahl Muskeln, die von dem Brustkorbe herkommen, seitwärts, vorwärts und rückwärts gehoben und wieder gesenkt und auch nach außen und innen gedreht.**

Davon liegen die Hebemuskeln oben. Der bedeutendste ist der Deltamuskel, ein großer dreieckiger Muskel, der oben von der Schulter herabsteigt und sich an der äußeren Fläche des Oberarmes ansetzt. Dabei giebt er, indem er den darunter liegenden Kopf des Oberarmbeines bedeckt, der Schulter die Rundung. Er kann, weil seine Fasern von dem breiten Ansatze aus nach der Spitze hin zusammenlaufen, den Arm nach allen Richtungen (auch nach vorn und hinten) heben. Nach der Seite und nach vorn kann der Oberarm senkrecht festgestellt werden. Dabei findet zugleich eine Bewegung des Schulterblattes nach außen statt. Nach hinten ist die Hebung wegen geringerer Beweglichkeit des Schulterblattes und wegen der Spannung der vorderen Kapselwand nicht so weit möglich. Dabei wird er von dem kleinen Obergrätenmuskel unterstützt. Befehl: Arme seitwärts — hebt! Beobachte dabei das Anschwellen des Muskels!

Die Bewegung des Oberarmes nach vorn und innen besorgt der große Brustmuskel und wird dabei von dem Haken- oder Rabenarmmuskel unterstützt. Befehl: (Aus der Seitwärtsstreckung) Arme vorwärts — führt!

Die Bewegung nach hinten und innen führt der breite Rückenmuskel unterstützt vom großen runden Armmuskel aus. Befehl: (Aus der Vorwärtsstreckung) Arme seitwärts — führt! Auch der breite Rückenmuskel nimmt nach Feststellung des Armes an dem

Aufwärtsziehen des Körpers teil. Beide, der große Brust- und der breite Rückenmuskel, führen vereint auch den gehobenen Oberarm an den Körper zurück (z. B. beim Einhauen!). Wie beide zur Bildung der Achselhöhle beitragen, wurde oben erwähnt. Bei Erhebung des Armes flacht sich die Achselgrube dadurch, daß der Oberarmkopf weiter heruntergleitet, erheblich ab.

Ganz in der Tiefe liegen die Rollmuskeln, die den Arm nach außen (der Untergräten- und der kleine runde Armmuskel) und nach innen (Unterschulterblattmuskel) drehen.

**NB.** Die hebende Wirkung des Oberarmmuskels bezeichnet man auch als Abziehen und die des großen Brust- und des breiten Rückenmuskels als Anziehen, die Muskeln selbst als Abzieher und Anzieher. Die Abzieher liegen (wie die Strecker) an der Außen- und die Anzieher (wie die Beuger) an der Innenseite der Gelenke.

**5. An der inneren Seite des Oberarmes und des Ellenbogengelenkes liegen die Beugemuskeln des Unterarmes. An der inneren Seite des Unterarmes und des Handgelenkes liegen die Beugemuskeln der Hand und die meisten der Finger, und an der inneren Seite der Hand und der Finger liegen die übrigen Beugemuskeln der Finger.**

**5 b. Die langen Sehnen der Beugemuskeln der Finger laufen am Handgelenke unter dem querlaufenden Handwurzelbande hindurch und verteilen sich von da unter einer sehnigen Decke nach den Fingern.**

**6. An der äußeren Seite des Oberarmes und Ellenbogengelenkes liegen die Streckmuskeln des Unterarmes. An der äußeren Seite des Unterarmes liegen die Streckmuskeln der Hand und die meisten der Finger, und an der äußeren Seite der Hand und Finger liegen die übrigen Streckmuskeln der Finger.**

**6 b. Auch die Sehnen der Streckmuskeln der Hand werden durch ein querlaufendes Band, das Handrückenband, so an der Streckseite der Handwurzel festgehalten, daß sie sich auch bei der stärksten Streckung nicht von den Knochen entfernen können. Außerdem werden die Finger noch durch zahlreiche kleinere an der Hand selbst liegende Muskeln bewegt, deren stärkste am Daumen den fleischigen Ballen bilden.**

Der Vorderarm kann gebeugt, gestreckt und mit der Hand nach außen und innen gedreht werden. Die Muskeln, welche ihn bewegen, sind am Oberarme so angeordnet, daß an der inneren, Handteller- oder Beugeseite die Beugemuskeln (besonders der zweiköpfige und der innere Armmuskel) des Vorderarmes und an der äußeren, Handrücken- oder Streckseite die Streckmuskeln (besonders der dreiköpfige Armmuskel) gelegen sind. (Beweis: Beugen wir die Hand und die Finger mit Kraft, so fühlen wir die Zusammenziehung an der vorderen Fläche des Unterarmes, und in gleicher Weise fühlen wir auch die Muskelzusammenziehung an der hinteren Seite des Unterarmes, wenn wir die ganze Hand rückwärts beugen.)

An dem inneren Rande des bei der Armbeugung zu einem starken Wulste anschwellenden zweiköpfigen Armmuskels verlaufen die großen Gefäße und Nerven des Armes.

Die Muskeln, welche den Vorderarm (die Speiche um die Elle) drehen, dienen entweder nur der Drehung und sind dünne (der kurze Auswärts- und der viereckige Einwärtsdreher), kleine, tiefliegende Muskeln, oder sie wirken zugleich für die Beugung des Vorderarmes (der lange Auswärts- und der runde Einwärtsdreher) und sind stärker und mehr nach oben gelegen. Sie entspringen sämtlich am Oberarmbeine und verlaufen am Unterarme.

Die Hand kann nach allen Seiten hin gebeugt werden.

Die Muskeln des Unterarmes, die auf die Bewegung der Hand wirken, sind sämtlich lange, schlanke Muskeln mit langen Sehnen, die durchweg am Oberarme entspringen und sich an den Grund der Mittelhandknochen ansetzen. Die Drehung der Hand geschieht nicht im Handgelenk, sondern mit der Speiche.

Die Finger können (den Daumen ausgenommen) in ihrem ersten Gelenke gebeugt, gestreckt, abgezogen und angezogen werden.

Der größte Teil der Beuge- und Streckmuskeln der Finger gehört dem Vorderarme an, während die Ab- und Anzieher in der Hand selbst gelegen sind. Für den Daumen sind am Vorderarme eigene Beuger und Strecker sowie ein eigener Abzieher vorhanden. Die Beugemuskeln der Finger sind doppelt. Es ist ein oberflächlicher und ein tiefer Fingerbeuger vorhanden. Sie entspringen an der Elle und teilen sich jeder in vier Sehnen für den zweiten bis fünften Finger; die des oberflächlichen Beugers setzen sich an das zweite Fingerglied und werden von der Sehne des tiefen Beugers durchbohrt, die sich dann an das Nagelglied heftet.

Die Streckung der Finger wird durch den gemeinsamen Fingerstrecker ausgeführt, der sich für den zweiten bis fünften Finger in vier Sehnen teilt. Jede von diesen bildet drei Schenkel, von denen zwei sich an das zweite Glied heften, während das dritte bis zum dritten Gliede reicht. Die Streckung des Zeige- und des kleinen Fingers wird durch einen eigenen Streckmuskel erleichtert. Für den Daumen geht vom Vorderarme ein besonderer Beugemuskel, der lange Daumenbeuger, aus, der sich an den Mittelhandknochen des Daumens ansetzt. Ebenso erhält der Daumen vom Vorderarme aus zwei eigene Streckmuskeln, den langen und kurzen Daumenstrecker, die sich an das erste Glied und Nagelglied des Daumens ansetzen. Ein Muskel für die Abziehung des Daumens, der lange Abzieher des Daumens, entspringt bereits am Vorderarme und heftet sich an den Grund des zum Daumen gehörigen Mittelhandknochens.

Die äußere Form des Vorderarmes, der wie eine Keule nach vorn schwächer wird, kommt dadurch zu stande, daß der größte

Teil der Vorderarmmuskeln gleich unterhalb der Mitte des Vorderarmes sehnig wird. Die vom Oberarm entspringenden Muskeln bilden dicht unterhalb des Ellenbogengelenkes zwei starke Muskelbäuche, von denen der äußere (vom langen Auswärtsdreher) besonders hervortritt.

An der Hand ist nur für kurze Muskeln Platz. Sie wirken auf die Bewegung der Finger, und zwar unterstützt die schon beim Vorderarm erwähnten Beuger bei der Beugung des zweiten bis fünften Fingers eine eigene Muskelgruppe, die Spulwurmmuskeln. Es sind kleine runde Muskeln, die sich von den Sehnen der tiefen Beugemuskeln aus an das erste Fingerglied heften. Es beugen also das erste Fingerglied die Spulwurmmuskeln, das zweite Fingerglied der oberflächliche Fingerbeuger und das Nagelglied der tiefe Fingerbeuger.

Die Streckung des zweiten bis fünften Fingers führt der schon bei den Vorderarmmuskeln erwähnte gemeinsame Fingerstrecker aus, der dabei von den besonderen Streckmuskeln des Zeige- und kleinen Fingers unterstützt wird.

Das An- und Abziehen der Finger wird von den Zwischenknochenmuskeln, kleinen länglichen Muskeln, die an der Seite des Mittelhandknochens gelegen sind und sich an dem ersten Fingergliede ansetzen, ausgeführt. Als Grenze gilt dabei eine durch den Mittelfinger gezogene Linie. Jeder Finger hat einen An- und einen Abzieher. Darnach wären zehn Zwischenknochenmuskeln erforderlich. Der Daumen hat jedoch einen besonderen An- und auch einen Abzieher, der kleine Finger einen eigenen Abzieher, die auch ihre besonderen Namen führen, so sind nur noch sieben Zwischenknochenmuskeln nötig, um jeden Finger sowohl an- als abziehen zu können. Sie verteilen sich so, daß vier am Handrücken gelegene Abzieher und drei in der Hohlhand befindliche Anzieher sind.

Der Daumen besitzt eine eigene und vollkommenere Muskulatur als die übrigen Finger. Für seine Beugung sind der lange und kurze Beuger und für die Streckung der lange und kurze Strecker, von denen sich je der eine an das Nagel- und der andere an das erste Glied ansetzt, vorhanden.

Das Abziehen führen der lange und kurze Abzieher aus, von denen sich der erste an den Mittelhandknochen und der andere an das erste Glied des Daumens anheftet. Das Anziehen wird durch den quer durch den Handteller verlaufenden Anzieher ausgeführt, der sich am ersten Daumengliede ansetzt. Auch für den kleinen Finger sind ein besonderer Abzieher, ein Beuger und ein kurzer Strecker vorhanden.

Beide, Daumen und kleiner Finger, können nicht nur einander, sondern der Daumen kann auch den anderen Fingern gegenübergestellt werden. Es geschieht dies durch Anziehung und Drehung. Diese Bewegung wird durch die Gegensteller des

Daumens und kleinen Fingers ausgeführt, die von dem nächstliegenden Handwurzelknochen der Daumen- und Kleinfingerseite entspringen und sich an den Mittelhandknochen beider ansetzen. Diese Bewegung macht die Hand zu einem greifenden Werkzeuge (siehe Heft II, S. 11 ff!).

Die Anordnung der Beuger und Strecker ist an der Hand so wie am Arme. Die An- und Abzieher bilden besonders die Weichteile des Handtellers und -rückens. Den Daumenballen (die Maus) setzen der Gegensteller, der kurze Beuger, der kurze Abzieher und Anzieher des Daumens zusammen. Den Kleinfingerballen bildet der Gegensteller, der kurze Beuger und Abzieher des kleinen Fingers.

7. Die Beugemuskeln des Unterschenkels liegen an der hinteren und die Streckmuskeln an der vorderen Seite des Kniegelenkes. Die Beugemuskeln des Fußes liegen an der vorderen und die Streckmuskeln an der hinteren Seite des Fußgelenkes. Die Zehen werden teils durch die von dem Unterschenkel ausgehenden langen Streck- und Beugemuskeln, teils durch kurze am Fuße selbst gelegene Muskeln bewegt. Die über das Fußgelenk laufenden Sehnen werden, wie die am Handgelenk, durch breite Sehnenbänder daran festgehalten.

Den Unterschenkel können wir beugen und strecken und in der Beugung auch nach außen und innen drehen. Die Streckung des Kniegelenkes wird von einer mächtigen, auf der Vorderseite des Oberschenkels gelegenen Muskelgruppe (dem vierköpfigen Strecker) bewirkt. Sie besteht aus vier Bäuchen (von denen der Kopf des einen an der Hüfte entspringt), deren starke Sehne nach unten die Kniescheibe in sich aufnimmt, daher Kniescheibenband genannt wird und sich endlich an das Schienbein ansetzt. Der erwähnte an der Hüfte entspringende Teil streckt zunächst mit den anderen zusammen das Knie, hebt aber auch dann das im Knie gestreckte Bein, wodurch er die Wirkung der Beugemuskeln des Oberschenkels unterstützt. Deshalb vermag er auch bei festgestelltem Fuße auf das Becken zu wirken und ist darum beim Aufstehen thätig. Die Beugung des Kniegelenkes besorgen zwei vom Becken kommende Muskeln (der halbhäutige und der zweiköpfige Schenkelmuskel), die sich am Unterschenkel befestigen. Die Beugung und Drehung zusammen wird von vier Muskeln ausgeführt, von denen einer nur das Kniegelenk (der Kniekehlenmuskel), drei aber das Knie- und auch das Hüftgelenk (der Schneider- [zugleich der längste aller Muskeln], der schlanke Schenkel- und der halbsehnige Muskel) überschreiten. Wie bei festgestelltem Unterschenkel die Streckmuskeln die Bewegung des Aufstehens ausführen, so bewirken die Beugemuskeln das Herabziehen des Rumpfes beim Niedersetzen. Die Sehnen der Beugemuskeln laufen hinten zu beiden

Seiten (außen die Sehne des zweiköpfigen Schenkelmuskels und innen die des halbsehnigen und halbhäutigen) des Kniees zum Unterschenkel und lassen eine Grube, die Kniekehle, zwischen einander.

Im Fußgelenk ist Beugung und Streckung mit nur geringer Drehung möglich. Die Beugung (nach vorn) wird durch zwei an der Vorderseite des Unterschenkels zum Fuße laufende Muskeln (den vorderen Schien- und den dritten Wadenbeinmuskel) bewirkt.

Die Streckung wird durch zwei schwächere (den hinteren Schienbein- und den kurzen Wadenbeinmuskel, die sich nach unten an den Fußwurzel- und Mittelfußknochen anheften) und einen auffallend mächtigen (er ist aus drei starken Muskeln zusammengesetzt), den Wadenmuskel, der sich mit der sehr starken, hinten hervortretenden, sogenannten Achillessehne an das Fersenbein anheftet, ausgeführt. Die Wirkung dieser Muskeln ist so kräftig, daß sie, wenn wir uns auf die Zehen stellen, das Gewicht des ganzen Körpers zu tragen vermögen. Da ein Strang davon oberhalb des Kniegelenkes entspringt, so vermögen sie auch bei feststehendem Fuße das Kniegelenk zu beugen und wirken daher beim Niedersitzen mit. Wirkt nur einer von den an der Seite gelegenen Beuge- oder Streckmuskeln, so erfolgt eine Drehung des Fußes nach dieser Seite hin.

Zuletzt wirken die Muskeln des Unterschenkels ähnlich denen des Vorderarmes auf die Bewegung der Zehen.

Die Muskeln des Fußes dienen der Bewegung der Zehen und unterscheiden sich von denen der Hand besonders dadurch, daß dem Fuße die Gegensteller fehlen. Die Zehen können in allen Gliedern gebeugt und gestreckt und in den ersten noch an- und abgezogen werden.

Die Beugung der einzelnen Zehenglieder wird durch drei Muskeln ausgeführt (das erste Glied beugen die Spulwurmmuskeln, das zweite die kurzen Zehenbeuger und das dritte der lange Zehenbeuger); die große Zehe aber hat zwei (einen langen und einen kurzen) und die kleine einen eigenen Beugemuskel.

Die Streckung der Zehen führen zwei Muskeln (der lange und der kurze Zehenstrecker) gemeinsam aus, während für die große Zehe ebenfalls zwei besondere (ein langer und ein kurzer) vorhanden sind. Die Abzieher und Anzieher (Zwischenknochenmuskeln) sind wie die der Hand eingerichtet.

Die besonderen Muskeln der großen Zehe bilden den Ballen der großen und die der kleinen den Ballen der kleinen Zehe.

**8. Die Muskeln wirken an den Knochen unserer Glieder wie an Hebeln; doch ist ihre Anheftung so, daß dadurch viel Kraft verloren geht. Der ver-**

meintliche Verlust wird aber durch die dadurch erreichte Schnelligkeit der Bewegung reichlich ersetzt; außerdem gewinnt auf diese Weise die Gestalt des Körpers an Schönheit.

Die Knochen, an denen sich Muskeln anheften, können als Hebel betrachtet werden, deren bewegende Kraft im Muskel, deren zu bewegende Last im Knochen und was mit ihm zusammenhängt, und deren Dreh- oder Stützpunkt in dem nächsten Gelenke, in dem der Knochen sich bewegt, liegt.

Am menschlichen Körper finden wir alle Arten der Hebel.

1. Zweiarmige (zweiseitige, Hebel erster Ordnung) Hebel sind der Schädel in seinen Bewegungen auf dem ersten Halswirbel, das Becken in seinen Bewegungen auf den Köpfen des Oberschenkels und der Fuß, wenn man mit den Zehen auf den Boden klopft.

2. Einarmige (einseitige, Hebel zweiter Ordnung, bei denen die Last zwischen dem Angriffspunkte der Kraft und dem Drehpunkte liegt, die Last also einen kleineren Weg zurücklegt als die Kraft) Hebel sind der Oberschenkel, wenn er, während der Körper auf einem Beine ruht, mit gebogenem Knie aufwärts gegen den Körper gehoben wird (die Kraft wirkt durch den geraden Oberschenkelmuskel am Knie; die Last ist das Gewicht des ganzen Beines, das im Schwerpunkte des Beines zwischen Knie und Hüfte angreift) und der Fuß beim Erheben des Körpers auf den Zehen und beim Stehen auf den Fußspitzen (der Drehpunkt liegt dann an den Zehenspitzen auf dem Boden, die Kraft der Wadenmuskeln greift an der Ferse an, die Last aber ist das Körpergewicht, das von dem Fußgelenk getragen wird, also zwischen Kraft und Drehpunkt wirkt).

3. Einarmige (einseitige, Hebel dritter Ordnung, bei denen die Kraft zwischen dem Drehpunkte und der Last angreift, die Last also einen größeren Weg beschreibt als die Kraft) Hebel sind der Arm beim Heben nach außen (die Last bildet hier der ganze Arm, während die Kraft am oberen Drittel des Oberarmes im Ansatzpunkte des Deltamuskels angreift) und der Unterarm bei seiner Beugung gegen den Oberarm (die Last ist der ganze Vorderarm mit der Hand, die Kraft greift nur wenig unter dem Ellenbogengelenke am Ansatzpunkte des zweiköpfigen Armmuskels an). Weise dasselbe am Unterschenkel bei seiner Streckung, der Unterkinnlade beim Kauen, dem Oberschenkel beim Seitspreizen ꝛc. nach! Ein und dasselbe Glied (z. B. der Fuß) kann in verschiedenen Fällen als Hebel erster, zweiter und auch dritter Ordnung wirken. Da aber die Muskeln sich meist in der Nähe der Gelenke und nur seltener in größerer Entfernung davon ansetzen, so ist die Anzahl der Hebel dritter Ordnung besonders an den Gliedern zahlreich. Diese wirken aber, wie bekannt, mit großem Kraftverlust. Dieser wird noch erhöht durch die schiefe Richtung, in welcher der Muskel angreift (Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte). Zwar ist diesem Übelstande

in etwas dadurch abgeholfen, daß der angreifende Muskel an Vorsprüngen (Höckern, Knorren, Spitzen) angreift oder vor seinem Ansatze über dicke Gelenkenden oder Bandrollen (schiefe Augenmuskeln, zweibäuchiger Muskel des Unterkiefers) weggeführt wird, so daß er sich unter größerem Winkel befestigen kann. Aber trotzdem bleibt das Verhältnis noch so ungünstig, daß, um eine Last von wenigen Kilogramm zu bewegen, der Muskel eine Zusammenziehung ausführen muß, die unter günstigeren Verhältnissen eine vielmal größere Last bewegen würde. So beträgt beim Armbeuger der Kraftaufwand ohne Anrechnung des schiefen Muskelansatzes allein das Sechsfache der Last, und die Wadenmuskeln eines Menschen, der, auf einem Fuße stehend, sich auf den Zehenspitzen erhebt, müssen achtzigmal mehr Kraft entwickeln, als ihre Wirkung eigentlich beträgt (anstatt 70 kg, die das mittlere Gewicht eines erwachsenen Mannes ausmachen, beträgt ihre Wirkung 5600 kg). Doch hat diese Art des Ansatzes einen Vorteil für die Schönheit der Gestalt (welche unförmliche Massen würden das Schulter- und Ellenbogengelenk besonders im Beugungszustande darstellen!) und die Schnelligkeit der Bewegung (wie rasch sind die Beuge- und Streckbewegungen des Unterarmes und der Hand jetzt, und wie langsam würden sie im anderen Falle sein! Es wird durch Schnelligkeit der Bewegung ersetzt, was an Muskelkraft aufgewendet wird!)

## E. Krankheiten und Pflege der Muskeln.

1. Werden die willkürlichen Muskeln unwillkürlich und schmerzhaft andauernd oder mit Unterbrechung zusammengezogen, so nennt man diese Erscheinung Krampf (Spasmus). Durch die Zusammenziehungen werden die Muskeln dann nicht selten zu widernatürlichen Bewegungen gezwungen, die sich oft in Gesichtsverzerrungen, Zuckungen und Verdrehungen der Glieder, durch Lachen, Schreien ꝛc. kundgeben und sich bis zur Bewußtlosigkeit steigern können. Die leichteren Krampfanfälle erstrecken sich nur auf einzelne Muskeln (Wadenkrampf beim Baden ꝛc.) und sind gewöhnlich von kurzer Dauer. Es hilft dann gewöhnlich schon ein kräftiges Reiben des ergriffenen Muskels mit der flachen Hand.

**NB.** Der Schreibe-(oder Schreiber-)krampf zeigt sich in unwillkürlichen Zusammenziehungen der Muskeln der Finger, der Hand, ja selbst des Unterarmes bei längerem Schreiben. Er ist fast immer mit einem Ermüdungsgefühl oder mit Schmerz der die Feder haltenden und bewegenden Teile verbunden. Ja, der Schmerz kann sich sogar von den Fingern am Arme hinauf bis zur Schulter erstrecken. Ähnliche Krämpfe durch einen einseitigen Gebrauch einzelner Muskelgruppen kommen noch bei Klavier-, Violin-, Flöten-, Guitarre- und Zitherspielern, bei Nähterinnen, Schneidern, Schustern, Zeichnern, Schriftsetzern, Graveuren, Ziseleuren, Zigarrenarbeitern und Viehmägden (Melkerkrampf) vor. Er kann seine Ursache in falscher Federhaltung, im Gebrauche zu harter Federn, schwerer, harter und zu dünner Federhalter, rauhen Papieres, in zu andauerndem Schreiben, zumal in kalten

Räumen 2c. haben. Man heilt ihn durch Ruhe und Massage, muß aber darnach nur mit weichen, langschnäbeligen Federn, mit dickeren, rauheren und leichteren Federhaltern (Rohr, Kork 2c.) schreiben und sich eine leichte flüchtige Schrift (ohne Druck) angewöhnen.

Andauernde gleichzeitige Zusammenziehung aller Muskeln heißt Starrkrampf (Tetanus). Er führt oft zum Tode. Von der Gewalt der dabei stattfindenden Muskelzusammenziehungen kann man sich einen Begriff machen, wenn man erfährt, daß Krämpfe Knochenbrüche hervorbringen können (Kinnbackenkrampf beim rasenden Koller der Pferde), und bei jener fürchterlichen Form des Starrkrampfes, der den ganzen Körper mit solcher Kraft im Bogen rückwärts streckt, daß alle Versuche, ihn gerade zu machen, erfolglos bleiben.

Bleibend gewordene Zusammenziehungen einzelner Muskeln verursachen bleibende Richtungs- und Lagerungsverhältnisse, Verkrümmungen und Mißgestaltungen der Körperteile, an denen sie sich befestigen (Klumpfüße, schiefer Hals, Verkrümmungen der Wirbelsäule). Das Erlöschen des Bewegungsvermögens eines Muskels heißt Lähmung (Paralysis). Sie bewirkt, wenn sie unheilbar ist, Schwund des gelähmten Muskels, Umwandlung in Fett oder in einen Bindegewebsstrang, der nur noch aus den Scheiden der Muskelbündel besteht, deren fleischiger Inhalt durch Schwund (Atrophie) mehr oder weniger verloren ging.

Nach dem Tode eines Menschen gerinnt der im Muskelfleische enthaltene Faserstoff, sämtliche Muskeln ziehen sich zusammen, und der ganze Körper mit seinen Gliedmaßen wird starr und unbiegsam. Man nennt diesen Zustand die Totenstarre (rigor mortis). Selbst gelähmte Muskeln werden von ihr ergriffen. Sie beginnt in den ersten sieben Stunden nach dem Tode, und ihre Dauer richtet sich nach ihrem früheren oder späteren Eintreten. Ihr Verschwinden zeigt den Eintritt der Fäulnis an.

**1. Werden die willkürlichen Muskeln gegen unseren Willen schmerzhaft zusammengezogen, so nennt man diese Erscheinung Krampf. Geschieht das mit allen Muskeln gleichzeitig und dauert diese Zusammenziehung an, so heißt dieser Zustand Starrkrampf. Verlieren einzelne Muskeln die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, so sind sie gelähmt. Die kurze Zeit nach dem Tode eintretende Zusammenziehung aller Muskeln des Körpers nennt man Totenstarre.**

2. In den Muskeln mancher Tiere (Schwein, Hund, Fuchs, Katze, Maulwurf, Ratte, Maus 2c.) und des Menschen finden sich mitunter kleine haarförmige (die Weibchen 3, die Männchen 1,5 mm lang), meist spiralförmig zusammengerollte Würmchen, die Trichinen (Trichīna spirālis Owen). Die ursprünglichen Träger der Trichinen scheinen die Ratten zu sein. Durch das Auffressen trichinöser Ratten werden Katzen, Hunde und andere Raubtiere, besonders aber Schweine trichinös. Im Fleische des Schweines liegen die einzelnen Trichinen

in mehr oder weniger verkalkten Kapseln. Genießt der Mensch nun das Fleisch von einem trichinösen Schweine, so löst der Magensaft die Kapselwände auf; die Trichinen werden frei, wachsen sehr rasch, pflanzen sich im Darm fort und gehen erst zu Grunde, nachdem das Weibchen im Laufe weniger (fünf) Wochen einige Tausend Nachkommen erzeugt hat. Die Jungen (Darmtrichinen) wandern nun direkt oder mit Hilfe des Blutstromes in alle, selbst in die entferntesten Muskeln. Hier angelangt, wachsen sie auf Kosten der sie umgebenden Muskelfasern, die dabei zerstört werden, allmählich heran, rollen sich spiralig ein und umgeben sich mit einer allmählich an Umfang zunehmenden, anfangs flüssigen Masse von der Form einer schlanken Citrone. Das Ganze erhält eine Bindegewebshülle, so daß es endlich eine 0,4 mm lange Kapsel darstellt (eingekapselte Trichinen). Die anfänglich durchsichtigen Kapseln verkalken nach und nach, werden dadurch undurchsichtig und auch dem bloßen (geübten) Auge als weiße Pünktchen im Muskelfleische sichtbar. Ist nun die Menge der mit dem Fleische genossenen Muskeltrichinen eine große gewesen (ein einziger Bissen kann ihrer Hunderte, ja Tausende enthalten), so können gleichzeitig Millionen Nachkommen entstehen und deren Wanderungen schwere Gesundheitsstörungen (Übelkeit, Erbrechen, Leibschmerzen, Durchfall, heftige Muskel- und Gliederschmerzen, Fieber 2c.), die man mit dem Namen Trichinenkrankheit (Trichinosis) bezeichnet, verursachen. Führt sie nicht zum Tode, so geht sie damit zu Ende, daß alle wandernden Trichinen sich in den Muskeln verkapselt haben; in diesem Zustande verursachen sie dann keine Belästigung mehr. Man sichert sich dadurch vor dieser Krankheit, daß man nur solches Schweinefleisch genießt, welches bei mikroskopischer Untersuchung frei von Trichinen befunden wurde. In unserem Vaterlande ist darum die Trichinenschau verordnet; d. h. alles Schweinefleisch muß vor dem Genusse durch besondere Trichinenschauer untersucht werden. Man untersucht zu diesem Zwecke besonders die Zwischenrippenmuskeln, das Zwerchfell, die Muskeln des Halses, des Kehlkopfes und der Augen, weil diese am häufigsten der Sitz von Trichinen sind. Alles Pökeln, Räuchern, Kochen und Braten des Fleisches tötet sie doch nicht sicher, und in Würsten sind Trichinen noch nach neun Monaten und in Fleisch, das auf Eis gelegen hatte, noch nach einigen Wochen lebend gefunden worden.

**2. In den Muskeln mancher Tiere, besonders des Schweines, leben sehr kleine, wurmförmige Tierchen, die Trichinen. Genießt der Mensch das Fleisch solcher Tiere, so gehen diese Tierchen durch die Wände des Magens und der Gedärme in die Muskeln und rufen dort die größten Schmerzen hervor. Diese Krankheit nennt man die Trichinenkrankheit. Man schützt sich vor ihr dadurch, daß man nur solches Fleisch genießt, das bei der Untersuchung frei von Trichinen befunden wurde.**

3. Unsere Muskeln bedürfen zu ihrer Ausbildung und Kräftigung vor allem der genügenden Menge guten Blutes, welches durch gute, kräftige Nahrung und Bewegung in frischer Luft erzeugt wird. Durch beides wird der Stoffwechsel angeregt und der Appetit gesteigert; die Muskeln werden geübt, und der Schlaf wird fest und ruhig. Im jugendlichen Alter sind die Muskeln zwar elastischer, aber auch weicher und reizbarer als im späteren Alter. Im Jünglingsalter werden sie fester und erreichen im Mannesalter ihre größte Kraft und Ausdauer. Im höheren Alter schwindet diese wieder, und ihre Bewegungen werden zitternd und unsicher. Es wäre darum unvernünftig, von Kindern, Mädchen und Frauen ebenso schwere und anhaltende Arbeit zu verlangen als von Jünglingen und Männern. Schon beim Turnen wird ein Unterschied in den Übungen für Knaben und Mädchen gemacht. Darauf sehen aber weiter die Gesetze unseres Vaterlandes; denn nach der Gewerbeordnung sollen Kinder unter 14 Jahren nicht länger als 6 Stunden, junge Leute zwischen 14 bis 16 Jahren nicht länger als 10 Stunden täglich beschäftigt werden. Die Arbeitsstunden der jugendlichen Arbeiter sollen nicht vor $5^1/_2$ Uhr morgens beginnen, nicht über $8^1/_2$ Uhr abends ausgedehnt und durch regelmäßige Pausen unterbrochen werden ꝛc. Auch schon in frühester Kindheit und dann im Schulalter werden den Muskeln häufig Anstrengungen zugemutet, denen sie nicht gewachsen sind, und die schlimmen Folgen, krumme und schiefe Beine, hohe Schultern und frühzeitiges Siechtum, bleiben dann nicht aus (siehe auch Heft II, die Rückgratsverkrümmung!). Ebenso nachteilig ist die Unthätigkeit der Muskeln; denn dadurch werden sie schlaff, verkümmern oder verfetten. Infolge dieser Unthätigkeit treten aber auch Störungen des Blutumlaufs, der Atmung, Verdauung und Hautthätigkeit ein. Man findet dies besonders oft bei Leuten, die einseitig geistig thätig sind oder eine sitzende Lebensweise führen. Diesen ist eine regelmäßige körperliche Thätigkeit (Spazierengehen, Bergsteigen, Turnen, Rudern, Graben, Holzsägen und Hacken, Hobeln, Schlittschuhlaufen, Fechten, Reiten, Schwimmen, Bewegungsspiele in freier Luft) zur Abwechselung dringend nötig. Darum stärkt der Kriegsdienst die Gesundheit und entwickelt einen kräftigen, schönen Körper; die allgemeine Wehrpflicht ist deshalb für die ganze Nation eine Wohlthat. Durch anhaltende, regelmäßige und verständige Übung können wir die Ausdauer, Kraft, besonders aber auch die Schnelligkeit und Beweglichkeit unserer Muskeln, wie schon oben erwähnt wurde, außerordentlich steigern. Dies sehen wir an Seiltänzern, Kunstreitern, Wettturnern, Taschenspielern, Klavier- und Violinvirtuosen, Spitzenklöpplerinnen ꝛc. Durch verständige Übung kann auch einseitiger Ausbildung der Muskeln vorgebeugt werden. Aus diesem Grunde ist z. B. das Turnen für die Landleute, denen es sonst gewiß nicht an Bewegung in freier Luft fehlt, sehr nützlich; es verbessert ihre Haltung und macht sie gewandter.

3. Durch kräftige Nahrung und tägliche Bewegung in freier Luft sorgt man für richtige Ernährung seiner Muskeln; durch regelmäßige und verständige Übung verleiht man ihnen Ausdauer, Kraft und Geschmeidigkeit; doch muß auf jede Anstrengung auch die nötige Ruhe folgen. In der Jugend muß man sich sehr hüten, die Muskeln durch Unthätigkeit zu erschlaffen oder durch Überanstrengung zu schwächen. Nicht weniger wichtig ist es, bei der Jugend im Hause und in der Schule auf eine gute Körperhaltung zu achten. Je gleichmäßiger und kräftiger sich bei einem Menschen die einzelnen Muskeln entwickelt haben, desto schöner ist seine Gestalt.

---

## 3. Liegen, Sitzen, Stehen, Gehen, Laufen, Springen 2c.

**I. Lehrmittel:** Einige Wirbel vom Schweine oder irgend einem anderen Tiere; das Knochengerüst eines kleineren Wirbeltieres; für höhere Schulen das Knochengerüst eines Menschen. Schematische Darstellung der wichtigsten Muskeln, die zur Erhaltung der aufrechten Stellung mitwirken; die Richtung, in der die Muskeln bei festgestelltem Fuße mitwirken, wird dabei durch Pfeile angegeben. — **Dr. A. Fiedler,** Anatomische Wandtafeln für den Schulunterricht. Tafel I.
**Dr. A. v. Zahn,** Anatomisches Taschenbüchlein.

**Volkspoesie:**

### Rätsel.

1. Der Mensch trägt's im Rücken und auf dem Kopfe, der Tambour schlägt's auf der Trommel, und im Meere geht's in die Tiefe. — Der Wirbel.
2. Welche Menschen gehen auf den Köpfen über die Straße? — Die, welche Nägel in den Sohlen der Schuhe haben, gehen auf den Köpfen der Nägel.

Dr. Franklin.

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. Ergebnisse und Präparationen.**

### A. Beschreibung für den Lehrer.

(Die Zusammenfassungen vielleicht auch in manchen Verhältnissen für die Schüler!)

#### a) Das Rückgrat und der Brustkorb.

1. In der Mitte der hinteren Wand des menschlichen Rumpfes steht die Wirbelsäule. Sie besteht aus kurzen, vieleckigen Knochen. Jeder dieser Knochen heißt ein Wirbel.

Warum Säule? Säule von Münzen, Damensteinen. Warum Wirbel? Gestalt!

2. Jeder Wirbel ist ein Ring, der vorn einen dicken Körper (ähnlich wie ein Siegelring) und hinten am Bogen mehrere Knochenspitzen (Fortsätze) zeigt.

Einige Brustwirbel des Schweines dienen zur Veranschaulichung. Ein Wirbel mit weggeschnittenen Fortsätzen zeigt den knöchernen Ring.

Die Wirbelbogen sind nicht genau so hoch als die Wirbelkörper (die eigentlichen Träger der Säule), darum entsteht beim Aufbau der Wirbelsäule zwischen je zwei Wirbelbogen eine Spalte. Die Wirbelbogen können nicht direkt in Verbindung miteinander treten; dieses wird erst ermöglicht durch zwei Paar Fortsätze, die von jedem Bogen ausgehen. Das eine Paar ist schräg nach oben und das andere schräg nach unten gerichtet. Diese Fortsätze (Gelenkfortsätze — Warum?) stehen nun so in Verbindung miteinander, daß immer das obere Paar des einen Wirbels sich schräg an das untere des darüberliegenden legt. Auf diese Weise wird zugleich die zwischen ihnen befindliche bogenförmige Spalte in drei Öffnungen geteilt, von denen zwei (kleinere) nach den Seiten schauen (die Zwischenwirbellöcher) und die dritte (größere) nach hinten gerichtet ist. Außerdem besitzt jeder Wirbelbogen noch drei längere Fortsätze, von denen zwei (jederseits einer) Querfortsätze gerade nach der Seite ragen und der dritte (Dornfortsatz), auf der Mitte des Bogens stehend, nach hinten gerichtet ist. An diese drei Fortsätze setzen sich die Muskeln an, welche die Wirbelsäule bewegen (sie führen darum auch den gemeinschaftlichen Namen Muskelfortsätze). Beim Vorwärtsbeugen des Körpers werden die Spitzen der Dornfortsätze durch die Haut hindurch sichtbar, daher der Name Rückgrat.

**3. Alle Wirbel bilden darum eine hohle, etwas bewegliche Säule, die man Wirbelsäule oder Rückgrat nennt.**

Die Vereinigung der Wirbel zur Wirbelsäule geschieht teils durch die Verbindung der Wirbelkörper und teils durch die der Bogen. Wie liegen die Wirbelkörper zum Leibe und wie die Bogen?

**3 b. Je zwei Wirbelkörper sind durch eine dazwischenliegende elastische Knorpelscheibe** (Zwischenwirbelscheibe) **verbunden, die Bogen durch das Ineinandergreifen der an ihnen befindlichen Gelenkfortsätze und an der hinteren breiten Öffnung durch ein gelbes, elastisches Band** (Zwischenbogenband), **welches sie verschließt. Außerdem läuft sowohl an der vorderen, als auch an der hinteren Seite der Wirbelkörper ein starkes Band** (vorderes und hinteres Längsband) **herab.**

Die Zwischenwirbelscheiben wirken wie die Federn an den Puffern der Eisenbahnwagen (oder wie ein elastischer Kitt); sie schwächen die Stöße ab (Springen, Fallen 2c.). Ein Band läuft endlich auch über die Spitzen aller Dornfortsätze hinab (Spitzenband).

**NB.** Da die Zwischenwirbelscheiben elastisch sind, so werden sie bei aufrechter Stellung des Körpers etwas zusammengedrückt, um sich in horizontaler Lage wieder auszudehnen (auch die Zunahme der Krümmungen der Wirbelsäule bei aufrechter Leibesstellung hat auf diese Verkürzung Einfluß). Früh beim Aufstehen ist die Länge eines Erwachsenen in der Regel um 12—15 mm größer als abends. — Nach langem Krankenlager jüngerer Leute erscheint die Körperhöhe oft auffallend größer; diese Verlängerung (von der auch ein Teil auf Rechnung inzwischen stattgefundenen Wachstums kommt) fällt bei Genesenden um so mehr auf, je größer

ihre Abmagerung infolge der Krankheit ist. Es liegt also Sinn in dem Ausdrucke des Volkes: „Die Krankheit hat ihn gestreckt." — Ebenso schwinden die Scheiben im hohen Alter etwas; die Wirbelsäule verliert dadurch an Länge, und der Mensch wird infolge dessen etwas kleiner (2—3 cm).

Wie groß die Festigkeit der Verbindung der einzelnen Wirbel der Wirbelsäule ist, kann man daraus ersehen, daß ein Gewicht von 50 kg dazu gehört, um eine Hals-, von $75^1/_2$ kg um eine Brust- und von 120—150 kg um eine Lendenwirbelsäule zu zerreißen.

4. **In dem hohlen Teile der Wirbelsäule** (dem Rückgratskanale) **liegt das Rückenmark, das zwischen je zwei Wirbelbogen nach beiden Seiten die Rückenmarksnerven aussendet.**

Das Rückenmark ist auf diese Weise geschützt gegen Druck, Stoß, Schlag und Zerrung.

5. **Die Wirbelsäule trägt oben den Kopf und ruht unten auf den Beckenknochen. Wir vermögen sie im ganzen vorwärts zu beugen, rückwärts zu strecken, nach den Seiten zu neigen und auch rechts und links zu drehen.**

Die Beweglichkeit der Wirbelsäule wird ermöglicht durch ihre Zusammensetzung aus vielen einzelnen Stücken und die Verbindung dieser Stücke (Gelenkfortsätze, Zwischenwirbelscheiben, Bänder) miteinander. Wenn auch die Beweglichkeit zweier Wirbel gegen einander sehr beschränkt ist, so ermöglicht doch die große Zahl der Stücke einen hohen Grad von geschmeidiger Biegsamkeit. Sie ist nicht an allen Stellen der Wirbelsäule gleich; die Stücke, in denen der Kanal für das Rückenmark enger ist (Brust- und Kreuzteil), haben eine sehr beschränkte oder gar keine Beweglichkeit, während mit dem Größerwerden dieses Kanals (Hals- und Lendenteil), die Beweglichkeit wieder zunimmt. Die Stellung der Fortsätze und die Spannung der Bänder setzen den Bewegungen in den verschiedenen Teilen und nach den verschiedenen Seiten hin ihre natürliche Grenze. Wie sehr sie erweitert werden kann, zeigen die Bewegungen verschiedener Gymnastiker (Schlangenmenschen).

6. **Die sieben obersten Wirbel bilden das Gerüst des Halses und heißen Halswirbel. Sie sind der beweglichste Teil der Wirbelsäule.**

**NB.** Alle Säugetiere, sie mögen so langhalsig wie die Giraffe oder so kurzhalsig wie das Schwein sein oder gar keinen sichtbaren Hals haben wie der Walfisch, besitzen sieben Halswirbel; nur bei den Faultieren (Bradypus torquātus und B. tridactylus) steigt ihre Zahl auf acht, und neun, und bei der Seekuh (Manātus australis) sinkt sie bis auf sechs herab. Die verschiedene Länge des Halses beruht daher bei den Säugetieren nur auf der Länge der einzelnen Halswirbel. Bei den Vögeln dagegen wechselt die Zahl der Wirbel mit der Länge des Halses (9—23).

7. **Der erste Halswirbel** (Träger, atlas) **ist ein bloßer Ring mit zwei Gelenkgruben auf seinen dicken Seitenteilen, in welche die Gelenkhöcker zu beiden Seiten des Hinterhauptloches passen. Auf ihm bewegt sich der Kopf in senkrechter Richtung auf- und abwärts; er nickt.**

**7 b. Der kleine Körper des zweiten Halswirbels** (Dreher, Epistropheus) **trägt einen senkrecht nach oben gerichteten kleinen Knochenzapfen, den Zahn, der in den vorderen Bogen des Trägers hineinpaßt und durch starke Bänder an dieser Stelle und dem Hinterhaupte befestigt ist.**

Der Träger ist außerdem sowohl am vorderen als am hinteren Rande durch starke Bänder mit den entsprechenden Rändern des Hinterhauptsloches verbunden.

**8. Der Kopf dreht sich mit dem ersten Halswirbel auf dem zweiten** (dem Dreher); **wir schütteln ihn.**

Der Bogen beträgt 70°. (Auf einem Stuhle sitzend, dessen Lehne bis zum 7. Halswirbel reicht, stemmt man sich mit dem Rücken an und dreht den Kopf.) Läßt man dagegen stehend die ganze Wirbelsäule an der Drehung teilnehmen, so beträgt der Bogen nach jeder Seite 180°. Man beherrscht auf diese Weise 360° oder den ganzen Horizont mit den Augen. — Tiere mit langen Hälsen können diese Bewegung nur durch Drehung ihrer Halswirbelsäule ausführen; andere, deren Kopf zwischen den Schultern steckt, müssen sich mit dem ganzen Leibe umkehren, um rückwärts zu sehen (Schweine).

Die Beweglichkeit des Kopfes auf der Wirbelsäule ist auf zwei Gelenke verteilt; wären diese beiden Bewegungen nur auf ein Gelenk angewiesen, so müßte dieses ein sehr freies sein; dadurch würde das in der Wirbelsäule eingeschlossene Rückenmark in große Gefahr geraten. Dazu würde bei einem freien Gelenke ein großer Aufwand von Muskelkräften zur Feststellung des Kopfes nötig werden. Nur Tierköpfe, die verhältnismäßig leicht und klein sind (Vögel, Reptilien), sind durch ein freies Pfannengelenk mit der Wirbelsäule verbunden.

Die sämtlichen Halswirbel mit Ausnahme der ersten beiden haben in ihren Querfortsätzen Löcher, in denen die Nerven und Gefäße geschützt verlaufen. Der siebente Halswirbel hat einen sehr langen Dornfortsatz, der die an dem Ende des Nackens äußerlich wahrnehmbare Hervorragung erzeugt.

**NB.** In den Zwischenraum zwischen dem Träger und Hinterhaupte vermag eine Klinge (Stilet, Degenspitze) ohne Verletzung des Knochens einzudringen und durch die Trennung des Rückenmarkes auf der Stelle zu töten. In der Sicherheit, diese Stelle zu treffen, beruht die Kunst des Toreadors und die Gewandtheit der Jäger, dem Hirsche und Wildschweine den „Fang" zu geben. Im südlichen Italien pflegt man noch häufig Tiere auf diese Weise zu schlachten.

**9. Die zwölf Brust- oder Rückenwirbel zeichnen sich vor den übrigen dadurch aus, daß sie die Rippen tragen. Sie haben stärkere Körper als die Halswirbel, und ihre Dornfortsätze stehen schräg nach unten, so daß sie wie die Ziegel eines Daches übereinander liegen; auf diese Weise schützen sie zwar das Rückenmark wirksam, setzen aber der Rückwärtsbewegung dieses Stückes der Wirbelsäule eine bestimmte Grenze.**

Die Einfügung der Rippen scheidet die Wirbelsäule in drei Teile, von denen zwei als nicht rippentragende angesehen werden müssen. Dieses ist jedoch nicht ganz richtig; denn Hals- und Lendenwirbel tragen zwar keine ausgebildeten Rippen, aber doch in ihren Querfortsätzen Andeutungen derselben. Die Rippenbildung findet sich also in Wirklichkeit an der ganzen Wirbelsäule, ist aber nur an den Brustwirbeln vollständig entwickelt. Dieses ist für den Menschen nur von Vorteil; denn die zwölf Rippenpaare sind vollständig genügend, die Rumpfwand ausgespannt zu tragen, und das Fehlen der Rippen in der Hals- und Lendengegend ermöglicht für diese Teile des Rumpfes eine viel größere Beweglichkeit, als sie besitzen würden, wenn sie ebenfalls mit großen Rippenbogen versehen wären.

**NB.** Die Tiere, welche eine kurze Rippenwand besitzen (Katze 2c.), zeichnen sich durch große Geschmeidigkeit, und die, deren Leib mit vielen Rippen versehen ist, durch Unbeholfenheit des Körpers aus (Pferd 18, Elephant 19, Rind 13 Rippenpaare).

**10. Die Rippen sind zwölf Paar lange, schmale, elastische Knochen, welche wie die Reifen eines Fasses gebogen sind.**

Ihrer Menge wegen fallen sie beim ersten Blicke auf ein Skelett sogleich in die Augen, und dies wurde jedenfalls der Ursprung der Benennung des Skelettes als Gerippe.

**11. Alle Rippen sind nach hinten durch Gelenke so mit der Wirbelsäule verbunden, daß ihr größerer Bogen und das vordere Ende sich auf und ab bewegen können.**

Die erste und zwölfte Rippe sind jede durch ihr Köpfchen mit dem Körper des zu ihnen gehörigen Wirbels verbunden, der zu diesem Zwecke mit einer kleinen Gelenkhöhle versehen ist; die Köpfchen aller übrigen Rippen jedoch legen sich immer in dem Raume zwischen je zwei Wirbelkörpern an die Wirbelsäule an (man findet an jedem dieser Wirbelkörper unten und oben je eine Gelenkfläche). Sie gehen dann ein wenig nach hinten und außen (Hals), und ihr unterer Rand (der 1.—10.) legt sich dann mit einem Höckerchen an den oberen Rand des Querfortsatzes des ihr zugehörigen Wirbels an, doch so, daß sie sich in dieser Lage etwas drehen können. Durch diese Anlehnung wird jede Rippe zugleich so gestützt, daß sie weder durch ihre eigene, noch durch die Schwere der an ihr befestigten Teile hinabgezogen werden kann.

**12. Die sieben oberen Rippen** (Brust-, echte, wahre Rippen) **sind vorn in der Mitte der Brust durch Knorpel an einem langen Knochen befestigt, der das Brustbein heißt.**

Veranschaulichung: Ein Buch wird mit beiden Händen an der Rücken- und Schnittseite gefaßt und vor der Brustseite in die Höhe gehoben bis an die Höhe des Mundes. Das Buch ist das Brust-

bein, die Hände und das Handgelenk sind die Rippenknorpel und die Arme die Rippen.

Das Brustbein hat einige Ähnlichkeit mit einem kurzen römischen Schlachtschwerte, und man unterscheidet an ihm deswegen auch den Griff, die Klinge (oder den Körper) und die Spitze (oder den Schwertfortsatz). An der Handhabe liegen zu beiden Seiten auch die Gelenkflächen für den Ansatz der beiden Schlüsselbeine. — Die sieben Brustrippen sind durch Knorpel mit den Seitenrändern des Brustbeines verbunden, so daß sie schräg nach vorn und unten stehen.

**NB.** Bei den Vögeln, welche bedeutender Brustmuskeln zur Bewegung ihrer Flügel bedürfen, ist nicht nur das Brustbein groß und schildförmig, sondern es hat auch noch einen mehr oder weniger hohen Kamm.

13. **Von den übrigen fünf Rippen** (Bauch- oder falschen Rippen) **ist die nachfolgende stets mit ihrem vorderen Ende an die vorhergehende befestigt** (die zwei letzten haben freie Enden).

14. **Die zwölf Brustwirbel, die Rippen und das Brustbein bilden zusammen einen hohlen Raum, welcher der Brustkorb oder Brustkasten heißt.**

Brustkorb, mit durchbrochenen Wänden am Skelett, Brustkasten, mit geschlossenen Wänden am ganzen Menschen. Der innere Raum hat eine kegelförmige Gestalt, die abgestutzte Spitze nach oben. Der wagerechte Durchschnitt des Brustkorbes hat eine bohnenförmige Gestalt (indem die Wirbelsäule von hinten her in die Brusthöhle vorspringt; dieses Vorspringen hängt mit der Bestimmung des Menschen zum aufrechten Gange zusammen und fehlt bei den Tieren), der senkrechte dagegen (durch beide Seitenwände gelegte) eine viereckige.

15. **Die Rippen und mit ihnen das Brustbein lassen sich heben und senken; dadurch wird der Brustkorb erweitert und verengert.**

Die Hebung und Senkung der Rippen wird insbesondere durch die Zwischenrippenmuskeln bewirkt. — Da das vordere Ende einer Rippe tiefer steht als das hintere, so wird durch die Hebung ihre schräge Richtung in eine mehr wagerechte verwandelt und das mit ihnen verbundene Brustbein etwas nach vorn geschoben und von der Wirbelsäule entfernt. Weil aber die Rippen gekrümmt sind, so werden ihre Seitenteile dabei zugleich etwas nach außen gehoben. (Veranschaulichung siehe 12!). Diese Bewegungen finden beim tiefen Einatmen statt und erweitern den Brustkorb durch diese gleichsam fächerförmige Entfaltung der Rippenreihe in der Richtung von vorn nach hinten und den Seiten. Hören die Muskeln, welche die Rippen hoben und etwas drehten, auf zu wirken, so muß natürlich eine Senkung der Rippen erfolgen; das Brustbein wird sich der Wirbelsäule nähern, die Seitenteile der Rippen werden mehr nach innen rücken, und die Brusthöhle wird dadurch wieder verengt. Auch hierbei wirken bestimmte Muskeln; doch trägt schon die Elastizität der Rippenknorpel zur Wiederherstellung des Anfangsverhältnisses bei. Dieses

alles geschieht beim Ausatmen. Also, Bei jeder Hebung der Rippen wird der Brustkasten erweitert, bei jeder Senkung derselben verengert (siehe Atmung!).

**16. Die auf die Brustwirbel folgenden fünf Lendenwirbel sind die größten und stärksten unter den gesamten Wirbeln, sie begrenzen den Unterleib nach hinten und ruhen auf den Kreuzwirbeln.**

Die Wirbel nehmen von den Halswirbeln an nach unten an Größe stets zu. So sind die Lendenwirbel die größten und stärksten, und die Säule steht um so fester. Ihre Verbindung unter einander ist aber so, daß sie nur geringe Bewegung gestattet. Die Beweglichkeit der Wirbel nimmt nach unten zu ab.

**17. Die fünf Kreuzwirbel sind zu einem einzigen Knochen, dem Kreuzbeine, zusammengewachsen; das Gleiche ist bei den vier Endwirbeln der Fall.**

Das Kreuzbein ist ein dreieckiger schaufelförmiger Knochen, der aus fünf bis sechs verwachsenen Wirbeln besteht; auch in ihm setzt sich der Rückgratskanal fort; seine vordere Fläche zeigt Löcher für den Durchtritt der Kreuzbeinnerven. Es bildet mit den Hüftknochen die Grundlage der Bauchhöhle. — Das End-, Steiß- oder Schwanzbein bildet das Ende der Wirbelsäule; ihm fehlt der Rückenmarkskanal und mithin auch das Rückenmark. Bei den geschwänzten Säugetieren sind die Schwanzwirbel nicht nur zahlreicher (4—46), sondern sie behalten auch den Charakter als wahre Wirbel. — Da den Wirbeln des Kreuz- und Schwanzbeines verschiedene charakteristische Eigentümlichkeiten der übrigen Wirbel (Körper, Bogen, Beweglichkeit ꝛc.) fehlen, so nennt man sie wohl auch falsche, und als wahre Wirbel werden nur die 24 angesehen, welche die Wirbelsäule im engeren Sinne bilden.

### b) Die Hüfte und die Beine.

**1. An die beiden Seiten des Kreuzbeines schließen sich die Hüft- oder Beckenknochen an; sie bilden einen Ring, der auf seinem hinteren Rande die Wirbelsäule trägt.**

Die Hüfte ist für die unteren Glieder dasselbe, was die Schulter für die oberen ist; nur besteht sie nicht wie diese aus zwei, sondern jederseits nur aus einem Knochen, dem Hüftbeine. Beide Hüftbeine fassen mit ihren hinteren oberen Stücken das Kreuzbein zwischen sich und bilden mit ihm den Beckengürtel oder Beckenring, eine ring- oder becherförmige Knochenkapsel, deren weitere Mündung sich nach oben öffnet, während die engere nach unten zeigt. Der wichtigste Unterschied zwischen Schulter und Hüfte liegt in der Verbindung beider Teile mit dem Rumpfe. Während die Schulter nur durch ein verhältnismäßig schwaches Bindungsmittel (das Schlüsselbein) mit dem

Skelette des Rumpfes zusammenhängt und dadurch ihre große Freiheit und Beweglichkeit erhält, welche die Grundbedingung für den freien Gebrauch der oberen Gliedmaßen ist, vermissen wir an der Hüfte diese Selbständigkeit; denn sie geht mit der Wirbelsäule eine feste Verbindung ein. Viele rechnen darum die Hüftknochen noch zum Rumpfe. Sie sind die größten flachen Knochen des Skeletts und werden in drei Teile geteilt: das Darmbein (oder eigentliche Hüftbein), durch seine breiten Schaufeln, die man auch am lebenden Körper durch die Weichteile hindurch fühlt, besonders bemerklich. An sie schließen sich nach vorn die Schambeine und nach unten die Sitzbeine an, welche nach unten kolbig vorspringende Winkel, die Sitzknorren, zeigen, auf denen der Körper beim Aufrechtsitzen ruht. (Diese Einteilung kommt daher, daß jedes Hüftbein beim neugeborenen Kinde aus diesen drei nur durch Knorpel verbundenen Stücken besteht.) Von außen gesehen, namentlich in der Vorder- und Hinteransicht, hat das Becken eine Gestalt, die einem abgestumpften Kegel ähnlich sieht, dessen Grundfläche nach oben gerichtet ist. Sieht man seine innere Fläche an, so erblickt man eine starke, gerundete Leiste von dem oberen Teile des Kreuzbeines, der inneren Oberfläche des Beckenknochens folgend, nach vorn verlaufen und an dem oberen Ende der Becken-(oder Schambein-)fuge endigen. Über dieser Linie gehen die Wände des Beckens sehr flach auseinander und sind nur in der hinteren Hälfte vollständig; dieser Teil wird das große Becken genannt. Unter dieser Linie steigen dagegen die Wände des Beckens mehr gleichlaufend unter einander hinab und sind nur in der vorderen Hälfte vollständig; dafür tritt aber an der hinteren Seite das Kreuzbein mit dem Steißbeine ergänzend auf; dieser Teil des Beckens wird kleines Becken genannt. — Also bildet eigentlich die zwischen dem großen und kleinen Becken verlaufende gerundete Beckenleiste in ihrer Anheftung an das Kreuzbein und im Vereine mit diesem den festen und geschlossenen Beckenring, an dem die bewegenden Kräfte angreifen und dessen Festigkeit es verhindert, daß die einseitigen Stöße, die das Becken (z. B. beim Gehen) erleidet, nicht etwa die bewegliche Wirbelsäule in seitliches Schwanken versetzen. Er steht in einem Winkel von gegen 60° aufrecht und bildet so ein Tonnengewölbe, das von den beiden Oberschenkeln getragen wird und so in seinem obersten Teile (dem Kreuzbeine) die Belastung durch die Wirbelsäule aufnimmt.

**NB.** Unter den Vierfüßlern ist das Becken bei den Faultieren am breitesten, dann folgen die Huftiere; bei den Fledermäusen und Insektenfressern ist es sehr lang. Bei den Wassersäugetieren, deren Hinterglieder Flossen geworden sind, ist auch das Becken nur durch einige Knochen angedeutet, die sich im Fleische verlieren.

**2. Die breiten, schaufelförmigen Hüftknochen und die unteren Wirbel** (also das große Becken) **bilden die Grundlage der Bauchhöhle.**

Das männliche Becken unterscheidet sich vom weiblichen dadurch, daß es enger und höher als dieses ist. Der größere Umfang des weiblichen Beckens wird insbesondere hervorgerufen durch die größere Breite des Kreuzbeines und der Darmbeine. Die Darmbeine des Weibes sind mehr nach hinten geneigt als die des Mannes; dadurch kommen die Pfannen des weiblichen Beckens weiter nach vorn zu liegen als beim männlichen, dazu ist der Querabstand der größeren Beckenweite wegen beträchtlicher als beim Manne. Aus diesem Grunde wird der Gang des Weibes schwankender, was besonders beim Laufen unangenehm auffällt. Rousseau sagt deshalb, das Laufen sei die einzige Bewegung, die das Weib ohne Grazie vollführe, und sein Fliehen scheine darauf berechnet, eingeholt zu werden.

Während das große Becken die Baucheingeweide stützt, birgt das kleine die Harnblase, den Mastdarm und beim weiblichen Geschlechte noch die Gebärmutter.

**NB.** Das menschliche Becken unterscheidet sich vom tierischen durch seine Breite und durch die Neigung seiner Darmbeine nach außen (die Darmbeine des Tieres sind schmal und stehen senkrecht). Die breiten, ausgehöhlten und nach außen umgelegten Darmbeine des Menschen können einen Teil der Last der Eingeweide stützen und sprechen somit für die Bestimmung des Menschen zum aufrechten Gange.

**3. Die Hüftknochen haben an ihrer Außenseite eine Pfanne, in welche die Kugel des Oberschenkelbeines paßt. Die Vereinigung dieser beiden Knochen wird Hüftgelenk genannt.**

Das Hüftgelenk gilt neben dem Kniegelenke für das stärkste und festeste Gelenk des menschlichen Körpers. Weil die unteren Glieder als Stütze des Körpers beim aufrechten Gange zu dienen haben, war bei ihm eine größere Festigkeit und eine beschränktere Beweglichkeit vonnöten, als am Schultergelenk gefunden wird. Es ist aber doch ein sogenanntes freies Gelenk; denn es gestattet Bewegung nach jeder Richtung (nach außen, innen, vorn, hinten und Drehung nach innen und außen) hin; denn seine Knochen schließen mit kugelig gekrümmten Flächen aneinander. Der Mechaniker nennt solche Verbindungen Nußgelenke. Das Hüftgelenk ist aber ein Nußgelenk ohne die Fehler, die selbst dem vollendetsten der durch Mechaniker hergestellten Nußgelenke anhaften. Die zwei Teile eines Maschinen-Nußgelenkes haften dadurch aneinander, daß die kugelige Vertiefung (Pfanne), die den Kopf aufnimmt, wenigstens in einem ihrer Bogen mehr als 180° enthält. Dadurch wird aber die Größe der Bewegung des Kopfes vermindert, indem der Hals, der den in der Pfanne beweglichen Kopf trägt, sich bald an den Rand der Pfanne stemmt. Die Pfanne des menschlichen Hüftgelenkes enthält nur in einem ihrer Bogen (in dem von vorn nach hinten gehenden) 180°; alle übrigen sind kürzer. Das menschliche Hüftgelenk gestattet darum seinem Gelenkkopfe eine weit freiere Bewegung als selbst das feinste Nußgelenk eines Mecha-

nikers. Gaukler und Gymnasten schultern ihre Beine wie der Soldat das Gewehr oder stürzen mit einer Keckheit, die uns schaudern macht, auf ihre ausgespreizten Beine. Da im menschlichen Hüftgelenke der Schenkelkopf nicht nur wie bei jedem Nußgelenke durch den Rand der Pfanne getragen wird, dieser letztere also auch nicht durch Reibung abgenutzt werden kann, so büßt dieses Gelenk im Laufe der Jahre nichts von seiner Straffheit ein, wird nicht wackelnd und unbrauchbar wie jene. Da aber der Oberschenkelkopf nicht durch den Pfannenrand in seiner Pfanne festgehalten wird, so muß es eine andere Kraft sein, durch die es geschieht. Die Gebrüder Weber entdeckten, daß es der Luftdruck ist, von dem das Zusammenhalten der Knochen im Hüftgelenke ebenso wie in allen übrigen Gelenken herrührt.

**NB.** Man brachte das Hüftgelenk mit einem Stumpfe des Oberschenkels, der mit 2 Pfund (das ungefähre Gewicht des fehlenden Beines) beschwert war, unter den Rezipienten einer Luftpumpe. Als die Luft aus der Glocke so ziemlich entfernt war, senkte sich der Gelenkkopf ziemlich rasch 14 mm, und als sie wieder zugelassen wurde, stieg er ebenso schnell wieder.

Denkt man sich den Oberschenkelkopf in einem passenden Cylinder, so daß er luftdicht an die Wände desselben anschließt, und dann diesen Cylinder oben am Schenkelkopfe ebenfalls luftdicht verschlossen (das wäre dann das Bild des Hüftgelenkes), so würde bei jedem Versuche, den Schenkel nach abwärts zu ziehen, der Druck der äußeren Luft Widerstand leisten; bohrt man aber ein Loch in den oberen Verschluß, so hält die einströmende Luft dem äußeren Luftdrucke das Gleichgewicht, und der Schenkel wird durch seine Schwere abwärts gezogen. Der Kopf des Oberschenkels verläßt seine Pfanne nicht, wenn man auch seine Muskeln und seine Gelenkkapsel entfernt, bohrt man aber in den Pfannengrund von der Beckenseite aus ein Loch, so ist die Verbindung sofort gelöst. Wird aber der Schenkelkopf wieder in seine Pfanne zurückgebracht und das Bohrloch durch einen darauf gepreßten Finger verschlossen, so balanciert er wieder wie früher, um nach Entfernung des Fingers nochmals herabzustürzen. Der Druck der Luft, mit dem die Kugel des Oberschenkels in ihrer Pfanne festgehalten wird, ist aber dem Gewicht des ganzen Schenkels gleich (dem Gewichte einer Quecksilbersäule von der Höhe des Barometerstandes und dem Umfange der Pfannenebene). Das Bein ist somit im Hüftgelenke im Gleichgewichte (es wird vom Luftdrucke getragen) und schwingt darum beim Gehen wie ein Pendel ohne Reibung. Nur wenn die Schwingungen dieses Pendels verlangsamt oder beschleunigt, vergrößert oder verringert werden sollen, muß die Muskelkraft eintreten.

**NB. 1.** Daraus erklärt sich, warum alle Schritte desselben Menschen von Natur gleich lang sind, warum kleine Menschen kurze und große Menschen lange Schritte machen, warum die Bewegungen kleiner Menschen schnell und hurtig, jene großer Menschen gravitätisch und langsam sind, warum zwei Menschen von ungleicher

Größe nur schwer Arm in Arm gehen können, sondern bald aus dem Schritt fallen, warum schnelles Gehen mehr ermüdet als langsames, warum man beim Militär die großen Leute in eigene Kompanien und auch da der Größe nach zusammenstellt. Es erklärt sich auch dadurch, warum das Bergsteigen anstrengender ist als das Gehen auf der Ebene (die Muskeln müssen das Hüftgelenk heben) und warum Gebirgsreisende, beim Besteigen hoher Berge, über Schmerz in der Hüfte, Schwere in den Beinen und das Unvermögen, weiter zu steigen, klagen. Je höher das Steigen führt, desto mehr nehmen diese Erscheinungen zu und bilden eine Krankheit, die von den Bewohnern der Cordilleras mit einem eigenen Namen (puña) belegt wird und von der Menschen und Tiere auf hohen Übergangspunkten dieser Gebirgsgegend befallen werden (die Verminderung des Druckes der Luft, welche die Muskeln zwingt, mehr, als sie gewöhnt sind, zu leisten, trägt die Schuld daran). Es wird auch verständlich, warum Menschen, die auf hohen Bergen hausen, wie die Tiroler Hirten, im Thale nicht so gut zu Fuße sind, weil die nun unnötige Mitwirkung der Gesäßmuskeln zum Tragen der Beine mehr leisten will, als nötig ist.

**NB. 2.** Da die Pfanne des Hüftgelenkes, wie der Hüftknochen selbst, aus drei Teilen besteht, so ist er öfters der Sitz von Entzündungen (Hüftgelenkentzündung), die aus dem angeführten Grunde im Jugendalter am häufigsten auftreten und nicht selten selbst zur Verrenkung des Gelenkes führen (freiwillige Hinke), sehr schmerzhaft und nicht zu heilen sind.

**4. Am Beine unterscheiden wir den Oberschenkel, den Unterschenkel und den Fuß mit den Zehen. Der Oberschenkel besteht wie der Oberarm aus einem Knochen, dem Oberschenkelbeine. Es ist dies der größte Knochen des menschlichen Körpers und er hat an der inneren Seite des oberen Endes eine Kugel, welche in die Pfanne des Beckenknochens paßt.**

Das obere Ende des Oberschenkelbeines hat eine unverkennbare Ähnlichkeit mit jenem des Oberarmbeines. Es hat oben einen schräg nach oben und innen im Winkel abgehenden Hals und darauf einen kugelrunden, überknorpelten Kopf, der genau in die Pfanne des Beckenknochens paßt. Der Halsteil ist in der Richtung von oben nach unten stärker als von hinten nach vorn; er widersteht so leichter den Stößen, die beim Sprung, Lauf, Fall auf die Füße in senkrechter Richtung auf ihn einwirken. Der Kopf bildet $^2/_3$ einer Kugelfläche. Durch die Stellung des Halses am Oberschenkelbeine wird nicht nur eine freiere Beweglichkeit des Oberschenkels von vorn nach hinten ermöglicht, sondern es wird dadurch auch die Grundfläche, auf welcher der Oberkörper ruht, wesentlich verbreitert und damit eine größere Sicherheit in der Haltung des Menschen erzielt. Am unteren äußeren Ende des Halses ragen zwei Höcker, die Rollhügel, hervor. Diese dienen zum Ansatzpunkte kräftiger Muskeln, mittels derer das ganze Bein sowohl nach außen gespreizt, als auch um die Längenachse gerollt werden kann; der stärkere äußere Rollhügel läßt sich im lebenden Menschen durch die ihn bedeckenden Muskeln hindurch sehr gut fühlen. Das untere Ende des Oberschenkelbeines ist einer Rolle ähnlich. — Am weiblichen Oberschenkelbeine erscheint der Hals länger und mehr wagerecht. Da beide Oberschenkelbeine nicht senkrecht und also auch nicht gleichlaufend, sondern einwärts zum Knie hinabsteigen, so bildet die Richtung beider Schenkel mit einer durch beide Pfannen derselben

gedachten Linie ein Dreieck, dessen Grundlinie darum beim weiblichen Geschlechte breiter ist als beim männlichen.

**NB.** Oberschenkelbrüche heilen selten ohne Verkürzung, besonders im reiferen Alter. Die Verkürzung ist um so größer, je weiter oben der Bruch vorkommt.

**5. Der Unterschenkel besteht wie der Unterarm aus zwei Knochen; der vordere heißt das Schienbein und der hintere das Wadenbein. Er trifft mit dem Oberschenkelbeine im Kniegelenk zusammen; auf diesem liegt die Kniescheibe.**

Obwohl der Unterschenkel aus zwei Knochen besteht, so ist es doch nur das Schienbein, das an der Bildung des Kniegelenkes von seiten des Unterschenkels Anteil hat. Die in dem Knie aufeinander ruhenden Gelenkenden des Oberschenkels und des Schienbeines sind dabei außerordentlich dick und breit, so daß die Last des Körpers, die also das Schienbein allein zu tragen hat, auf eine größere Fläche verteilt wird. Das Kniegelenk ist das größte und zusammengesetzteste Gelenk des menschlichen Körpers; seine Festigkeit erlangt es hauptsächlich durch eine Menge künstlich angebrachter Bänder, wie sie bei keinem anderen Gelenke vorkommen. Die Kniescheibe (entsprechend dem Ellenbogenfortsatze, der Elle) schützt das Kniegelenk nach vorn und dient den Strecksehnen des Unterschenkels als Anheftungspunkt. Sie bildet die Unterlage des Körpers beim Knieen, und das zwischen ihr und dem Gelenke nach unten eingeschobene Fettpolster hat zur Folge, daß das Ruhen auf den Knieen uns weit weniger unangenehm ist, als das Ruhen des ganzen Körpers auf den Ellbogen sein würde.

**5 b. Ich kann den Unterschenkel im Kniegelenk beugen und strecken.**

Das Kniegelenk ist also ein Winkel-(oder Scharnier-)gelenk, doch kann man, wenn der Unterschenkel gebeugt ist, diesen noch um seine Achse drehen, und zwar um so ausgiebiger, je stärker seine Beugung ist. Man kann den Unterschenkel nicht auf mehr als 180° strecken und nur mit Mühe so weit beugen, daß die Ferse die Hinterbacke berührt. — Faßt man die Bewegungen des Ellenbogen- und des Kniegelenkes vergleichend ins Auge, so zeigt sich, daß bei den meisten Bewegungen des Ellenbogens der Vorderarm gegen den ruhenden Oberarm gebeugt oder gestreckt wird. Im Knie findet (was uns im ersten Augenblicke gar nicht so scheint) das umgekehrte Verhältnis statt; indem sich der Oberschenkel entweder auf dem Unterschenkel bewegt, solange dieser auf den Boden gestemmt ist (Aufstehen, Niedersitzen) oder auch Ober- und Unterschenkel sich gegen einander bewegen (Gehen und Laufen). Die halbgebogene Lage des Knies stellt die Ruhelage des Gelenkes dar. Sie wird darum auch bei allen entzündlichen Leiden dieses Gelenkes unwillkürlich von den Kranken gewählt und stellt sich von selbst im Schlafe ein. Bei Kindern in den ersten Lebensmonaten ist die halbgebogene Knielage die

vorwaltende, und es ist übertriebener Eifer, kleinen Kindern die Glieder gestreckt einzubinden.

**NB.** Im Kniegelenke kommen Verrenkungen sehr selten vor, desto häufiger stellen sich dagegen Verstauchungen, Entzündungen mit Anschwellung (Knieschwamm, Kniegeschwulst 2c.) und sogenannte Gelenkwassersucht, Gelenkmäuse (Knorpelstückchen), bleibende Beugung (Kontraktur) und falsche Stellung (Bäcker- oder X-Beine, Ziegen-, Knick- oder Schemelbeine, Säbel- oder Sichelbeine der Schuster 2c.) ein.

**6. Das Schienbein ist stärker als das Wadenbein und an seiner vorderen Seite nur mit Haut bedeckt; es läßt sich auch nicht um das Wadenbein drehen, wie die Speiche um die Elle.**

Das Schienbein ist nächst dem Schenkelbeine der größte Röhrenknochen des menschlichen Körpers. Es bildet die eigentliche knöcherne Stütze des Unterschenkels und übertrifft das an seiner äußeren Seite liegende Wadenbein viermal an Masse und Gewicht; sein Mittelstück ist wie das des Oberschenkels eine dreieckige Säule. Die vordere, besonders scharfe Kante heißt Schienbeinkante; sie kann am lebenden Menschen durch die Haut hindurch gefühlt werden. Das obere Ende breitet sich wie ein Säulenknauf in die zwei seitlich vorspringenden Schienbeinknorren aus, die an ihrer oberen Fläche nur sehr wenig vertiefte Gelenkflächen besitzen. Das untere Ende hat eine viereckige, nach abwärts schauende, ausgehöhlte Gelenkfläche, die nach innen durch einen kurzen aber breiten und starken Fortsatz, den inneren Knöchel, begrenzt wird.

Das Wadenbein ist ein schlanker Nebenknochen des Schienbeines, der zwar die gleiche Länge mit ihm hat, aber etwas tiefer gestellt ist, weshalb sein oberes Endstück nicht an den Oberschenkel hinanreicht, sondern nur an das Schienbein geheftet ist. Sein unteres Ende reicht etwas tiefer hinab als der innere Knöchel des Schienbeines und bildet den äußeren Knöchel des Unterschenkels.

**7. Der Fuß ist durch das Fußgelenk rechtwinkelig am Unterschenkel befestigt und besteht aus der Fußwurzel, dem Mittelfuße und den Zehen. Die Fußwurzel enthält mehrere (sieben) kleine vieleckige Knochen, die Fußwurzelknochen. Der hinterste und größte Fußwurzelknochen ist das Fersenbein; er bildet die Ferse oder Hacke. Der Mittelfuß besteht aus fünf langen Knochen, den Mittelfußknochen. Die Zehen haben mit Ausnahme der großen Zehe je drei Glieder; der großen Zehe fehlt das Mittelglied.**

Die Verbindung des Unterschenkels mit dem Fuße wird Fuß- oder Sprunggelenk genannt. Die untere Fläche des Schienbeines ruht nur auf einem einzigen Knochen der Fußwurzel, nämlich auf dem Sprungbeine, das einem Schlußsteine ähnlich das Fußgewölbe schließt. Der an der inneren Seite hinabragende Fortsatz des Schienbeines (der innere Knöchel) sichert diese Verbindung von innen, und das untere Ende des Wadenbeines (der äußere Knöchel) greift in noch stärkerer Weise an der äußeren Seite über die Verbindung

hinab und trägt dadurch sehr wesentlich zu deren Sicherung bei. Auf diese Weise ist das Sprungbein durch seine Einklemmung zwischen die beiden Knöchel gegen jedes Ausweichen nach der Seite sichergestellt und nimmt dabei mit seiner oberen Fläche die Belastung auf, um sie in dem Fuße nach hinten an das Fersenbein und nach vorn an den Mittelfuß zu verteilen. — Im Fußgelenke sind darum Verrenkungen selten, während Verstauchungen (durch Fehltritte) öfters vorkommen. Der Fuß selbst besteht aus zwei Hauptabschnitten; der erste (Fußwurzel und Mittelfuß), der Lage nach der hintere, ist ein vielgliederiges, aus kleinen aber festen Knochen zusammengesetztes Gerüste, das stark genug ist, die Last des Körpers beim Gehen auf seinen vorderen Enden zu tragen. Der zweite (die Zehen), vordere, besteht aus fünf kurzen, fingerähnlichen Anhängseln, deren Bestimmung darin besteht, beim Stehen und Schreiten sich wie elastische Druckfedern an den Boden anzudrücken, dem Stehen dadurch mehr Festigkeit und dem Gehen jene Sicherheit zu geben, die auf der Elastizität des Schrittes beruht. Wir wären ohne die Zehen nicht im stande, auf den Ballen der Zehen stehend uns im ruhigen Gleichgewichte zu erhalten, und könnten uns nur durch stetes Trippeln oder durch Kreuz- und Querschritte (etwa wie beim Gehen auf Stelzen) fortbewegen.

Vergleichen wir den Fuß mit der Hand, so finden wir zuerst, daß die Fußwurzel der längste und stärkste Teil des Fußes ist; sie mißt genau die Hälfte seiner Länge, während an der Hand die Handwurzel der kürzeste Abschnitt derselben war; sodann, daß die Hand vermöge ihrer geschmeidigen Gelenkigkeit sich mehr zum Greifen, der Fuß durch seine Festigkeit und Größe aber zum Stützen und Stemmen eignet; er bildet darum beim Stehen einen rechten Winkel mit dem Unterschenkel, während die Hand in der Verlängerung des Unterarmes liegt.

**NB.** Der menschliche Fuß unterscheidet sich vom tierischen besonders dadurch, daß er mit ganzer Sohle über dem Boden steht (nämlich mit der unteren Fläche von den Zehen bis zu der Ferse), während die meisten Zehensäugetiere (Hunde, Katzen, Marder, Nager 2c.) ihre Füße nur mit den Zehen und die Huffäugetiere (Pferde, Rinder, Schweine 2c.) gar nur mit den Spitzen der Zehen auf den Boden setzen. Die Hochbeinigkeit solcher Tiere ist darum eine ganz andere als die Hochbeinigkeit des Menschen. Der in dem Hüftgelenke stark gebeugte Oberschenkel tritt bei ihnen als ein besonderer Gliedteil äußerlich gar nicht hervor, und nur erst der untere Teil des Unterschenkels tritt aus den Umrissen des Rumpfes heraus, so daß der größte Teil dessen, was bei solchen Tieren als Bein erscheint, der langgestreckte und mehr oder weniger senkrecht gestellte Fuß ist. Deswegen haben auch die Huftiere, die auf den Zehenspitzen gehen, durchschnittlich im Verhältnis längere Beine als die Zehengänger (Hund, Katze), die mit der ganzen Länge ihrer Zehen den Boden berühren. Die Stellung des Fußes ist nur bei den Sohlengängern unter den Raubtieren (Dachs, Bär 2c.) ähnlich wie beim Menschen; da aber bei diesen Tieren der Oberschenkel ebensowenig aus den Umrissen des Rumpfes zu Tage tritt wie bei den übrigen Vierfüßlern, so ist ihre Erscheinung deswegen so auffallend kurzbeinig, daß die Dachsbeine bekanntlich sprichwörtlich geworden sind. Wegen der Gestaltung seiner Füße kann der Bär so leicht auf den

Hinterbeinen aufrecht stehen. Dennoch eignet sich der Fuß des Bären nicht für das stetige Aufrechtstehen und -gehen; denn er liegt seiner ganzen Länge nach flach auf dem Boden, und bei ihm steht die kleinste Zehe da, wo der Mensch die größte hat.

**8. Der Fuß kann im Fußgelenke gebeugt und gestreckt, sowie auswärts gedreht werden.**

Beide Teile des Fußes, der festere (Fußwurzel und Mittelfuß) und der beweglichere (die Zehen), stellen zusammen einen Hebel dar, der nach den Umständen bald als einarmiger, bald als zweiarmiger gebraucht wird. Als zweiarmiger erscheint er, wenn man den Fuß frei in die Luft hält und Beuge- und Streckbewegungen mit ihm ausführt. Der Drehpunkt des Hebels liegt hierbei im Sprunggelenke. Als einarmiger Hebel wirkt er, wenn man sich auf die Ballen der Zehen erhebt. Dann liegt der Drehpunkt des Hebels an seinem vorderen Ende; der Angriffspunkt der Last befindet sich im Sprunggelenke, wo das Gewicht des Körpers mittels des Schienbeines auf das Fußgerüst wirkt, und der Angriffspunkt der bewegenden Kraft ist der Fersenhöcker als das hinterste Ende der Hebelstange. Beim Gehen auf der Ferse endlich wird der Fuß gleichfalls als einarmiger Hebel gebraucht, dessen Stützpunkt in diesem Falle hinter dem Angriffspunkte der zu bewegenden Last liegt.

**9. Alle Fußknochen bilden ein Gewölbe, das hinten mit dem Fersenbeine und vorn mit den Enden der Mittelfußknochen und den Zehen den Boden berührt. Dieses Gewölbe drückt sich beim Auftreten etwas flach. In engem Schuhwerke ist dies nicht möglich; dieses ist darum der Ausbildung des Fußes schädlich; dazu bilden sich in diesem Falle auch in der Haut der Zehen und der Fußsohle Hühneraugen. Ein sehr flach gewölbter Fuß heißt ein Plattfuß und ein nach innen gekrümmter, bei dem die äußere Seite den Boden berührt, ein Klumpfuß.**

Der normal gebaute Fuß des Menschen stellt ein Gewölbe dar. Sein hinterer Stützpunkt ist der hinterste Teil des Fersenbeines und die vorderen die Köpfchen der Mittelfußknochen; doch liegt der Mittelfußknochen der kleinen Zehe mit seiner ganzen Länge am Boden; dadurch kommt der eine Seitenrand dieses Gewölbes (der äußere Fußrand) etwas niedriger zu stehen als der andere (innere Fußrand). Zwischen den beiden Stützpunkten ist der Fuß vollständig hohl, und auf der größten Höhe seiner Wölbung befindet sich das Sprungbein (Fußgelenk). Die Gewölbegestalt des Fußes wird erhalten durch straffe Bänder, die auf der hohlen Sohlenseite die Knochen unter einander verbinden und sie in dieser gekrümmten Lage gegen einander erhalten, so daß das Gewicht des Körpers sie nicht völlig niederdrücken kann. Erschlaffen diese Bänder, so sinkt das Gewölbe ein, und der ganze Fuß liegt mit seiner Sohlenfläche flach auf dem Boden; diese Mißgestaltung des Fußes nennt man Plattfuß

Ungefällige Form, mißfällige Größe, schwerfälliger, plumper Tritt sind seine Kennzeichen; er kommt bei dem weiblichen Geschlechte häufiger vor als beim männlichen. Plattfüßige Männer sind, da sie schlecht marschieren können, vom Dienste bei der Infanterie frei; man kann sie, wenn sie sonst gesund sind, nur bei der Reiterei verwenden. Den Fuß, bei dem die Gewölbespannung zu straff ist, nennt man Klumpfuß; doch tritt bei ihm in der Regel noch eine Drehung nach innen dazu.

**NB.** Beim Stehen und Gehen wird der Gewölbebogen des Fußes durch den Druck der Körperlast etwas abgeflacht, der Fuß wird beim Auftreten länger und breiter. Darauf sollte bei Anfertigung unserer Fußbekleidung Rücksicht genommen werden. Wenn man beim Anmessen der Fußbekleidung den gehobenen Fuß dem Schuhmacher überläßt, so wird der nach der Form des nicht gedrückten Fußes gefertigte Stiefel für den beim Auftreten sich vergrößernden Fuß sicher zu klein. Hat dabei die Eitelkeit noch auf die Zusammendrückbarkeit des Fußes gerechnet, so ist der Fuß in einen um so unnachgiebigeren Käfig eingeengt, je fester und dicker das Leder ist. Enges Schuhwerk hat übrigens auch den Nachteil, den Blutumlauf zu hemmen und kalte Füße hervorzurufen. Da auch der in enges Schuhwerk eingepreßte Fuß beim Stehen und Gehen länger wird, so müssen sich seine Zehen stärker krümmen, die Oberseiten ihrer Gelenke springen spitzig hervor und werden ein Lieblingssitz der Hühneraugen. Durch die leidigen hohen Absätze aber wird das Übel noch verschlimmert und auch auf die Haut der Fußsohlen übertragen. Aber auch der Breite nach kann sich der Fuß in zu engem Schuhwerke nicht abflachen, besonders bei der jetzt so beliebten spitzigen Form; dabei muß sich eine Zehe über die andere legen (besonders häufig die zweite über die erste) und der Ballen der großen Zehe nach außen drücken. Der Druck des Schuhwerks an dieser Stelle führt zu Entzündungen der darunter liegenden Haut, sowie der Knochen und erregt daselbst Auftreibungen, die als „Frostbeulen" (Frost- oder Gichtballen) den Fuß verunzieren. Der Druck, den spitzzulaufendes Schuhwerk auf die große Zehe ausübt, preßt ihr Fleisch gegen den Rand des Nagels und ist somit endlich auch die einzige Ursache des höchst schmerzhaften Übels des „eingewachsenen Nagels". — Der Tritt des Fußes darf nicht nach innen, sondern muß nach außen gerichtet sein. Dies geschieht dadurch, daß der Schuhmacher unter der Ferse eine Einlage in den Schuh macht, die innen etwas höher ist als außen; im anderen Falle entsteht leicht ein Plattfuß. Die Gelenke der großen Zehe sind bei der Gicht (Podagra) gewöhnlich zuerst vom Schmerz und gichtischer Ablagerung heimgesucht.

Ein Hauptunterscheidungsmerkmal des Fußes von der Hand liegt in dem Unvermögen, die große Zehe wie den Daumen den übrigen Zehen entgegenzustellen, um mit dem Fuße fassen oder halten zu können. Die Zehen des Fußes können allerdings auf das Ergreifen eingeübt werden, aber nur soweit wie die Finger der Hand ohne Mithülfe des Daumens; nämlich die Sicherheit des Anfassens und Festhaltens ist ihnen versagt. Menschen, welche ohne Hände geboren wurden, lehrte die Not, oft sich ihrer Füße statt der Hände zu den gewöhnlichen Verrichtungen des täglichen Lebens zu bedienen. Die Wilden Neuhollands pflegen, wenn sie einen Überfall auf Europäer beabsichtigen, ihre langen Speere im hohen Grase mit den Füßen nachzuschleppen, um ihre Feinde durch scheinbares Unbewehrtsein zu täuschen.

**10. Bei den vornehmen chinesischen Frauen gilt nur der Fuß für schön, an dem man die große Zehe samt den übrigen unter die Fußsohle zu einem Klumpfuße zusammengepreßt hat.**

Bei den Frauen der höheren Stände in China werden vom zweiten Lebensjahre ab die Zehen (mit Ausnahme der großen) durch Bandagen unter die Fußsohle hinabgebunden, so daß sie endlich mit der Fußsohle zu einer einzigen Masse verschmelzen. Im nächsten Jahre wird der Fuß mit der großen Zehe im Bogen allmählich so gekrümmt, daß die letztere so nahe als möglich an die Ferse kommt; dieses ist sehr schmerzhaft und bringt schwächlichen Kindern nicht selten den Tod. Darum unterbleibt es auch von seiten solcher Eltern, die ihre Kinder nicht gerade in Lebensgefahr stürzen wollen. Am Ende besteht der Fuß, von unten gesehen, bloß aus einem Stücke großer Zehe und einem Stücke Ferse, zwischen welchen beiden eine Schwiele (die übrigen Zehen) liegt. Die Waden schwinden dabei ebenfalls, und die Unterschenkel werden spindelbeinig. Diese Verunstaltung der Füße macht vornehmen Chinesinnen das Gehen auf ebenem Boden zur Qual, das Laufen unmöglich und das Auf- und Absteigen so beschwerlich, daß chinesische Hausfrauen gewöhnlich nur Erdgeschosse bewohnen, wenn sie nicht einen Hausträger halten können. Die Sohle des seidenen Schuhes, den Madame Chung-Atai aus Kanton dem Professor J. Hyrtl bei ihrem Aufenthalte in Wien zum Geschenke machte, hatte eine Länge von 5 cm und eine Breite von 2 cm.

**11. Gute Schuhe müssen der Gestalt des Fußes nachgebildet sein. Ihr Oberleder sei an der inneren Seite höher als an der äußeren. Vorn sollen sie breit sein und dabei entweder gar keine oder niedrige und breite Absätze haben. Stöckelschuhe tragen nur eitle Menschen.**

## B. Weitere Zusammenfassung.

**1. Die Gestalt der einzelnen Wirbel und ihre Zusammenfügung ist so, daß die Wirbelsäule als Ganzes zwar fest, aber zugleich biegsam und beweglich ist.**

**2. Sie bilden auch für das Rückenmark eine schützende Hülle, und durch die zwischen ihnen gelegenen Lücken können die Nerven zu den übrigen Körperteilen treten.**

**3. Die Wirbelsäule des neugeborenen Menschen ist ebenso wie die des ganz jungen Säugetieres ziemlich gerade. Da sie aber später die Last des Körpers in aufrechter Haltung tragen muß, so krümmt sie sich wellenförmig wie eine Feder. Diese Krümmungen schützen das Rückgrat vor Bruch, Gehirn und Rückenmark vor Erschütterung und Verletzung.**

**4. Die aufrechte Haltung und Standhaftigkeit der Wirbelsäule wird außerdem noch dadurch gefördert, daß die Wirbelsäule von hinten her etwas in die Brusthöhle vorspringt und daß die unteren Wirbel breiter und stärker sind als die oberen.**

**NB.** Doch verändert sich die Stärke der Krümmungen der Wirbelsäule unter verschiedenen Bedingungen. Der Schwerpunkt unseres ganzen Körpers liegt ungefähr am vorderen Rande des ersten Kreuzwirbels und der des Oberkörpers ohne Beine (beim Sitzen) unmittelbar vor der Mitte des zehnten Rückenwirbels (ungefähr in Magenhöhe), nämlich bei ruhiger gerader Haltung des Oberkörpers mit herabhängenden Armen. Sobald die Arme gehoben werden, sobald wir andere Bewegungen ausführen, ja schon durch Aufnahme von Speisen und Getränken und nach der Ausleerung ändert sich sofort die Lage von Schwerpunkt und Schwerlinie und somit auch die Krümmung der Wirbelsäule.

**5. Das Liegen ist die Stellung, die unser Körper einnimmt, sobald**

**seine Muskeln nicht mehr thätig sind, wie das bei der Bewußtlosigkeit, der größten Schwäche, dem Tode und meist auch im Schlafe der Fall ist.**

Unser Körper folgt dabei nur den Gesetzen der Schwere. Veränderungen in der Lage können aber nur durch Muskelthätigkeit ausgeführt werden. Wir können auf dem Rücken, dem Bauche oder auf einer Seite liegen. Die verschiedenen Lagen sind nicht ohne Einfluß auf die Atmungsthätigkeit, den Blutumlauf und die Verdauung.

**6. Beim Sitzen ruht unser Körper auf dem Becken und wird durch die angespannten Muskeln des Rückens und Nackens auf der einen und die des vorderen Halses und des Unterleibes auf der anderen Seite im Gleichgewichte erhalten.**

Je nach der Art des Sitzens ist die Thätigkeit der Muskelgruppen verschieden. Am wenigsten werden die Muskeln angestrengt, wenn der Rücken unterstützt ist; dann haben die Halsmuskeln nur den Kopf aufrecht zu erhalten. Ist der Rücken jedoch nicht unterstützt, so ist eine mit der Zeit ermüdende Zusammenziehung der Strecknuskeln des Rückens nötig. Beim Aufstehen muß (wie beim Niedersitzen) der Körper jederzeit so weit nach vorn gebeugt werden, daß eine senkrechte Linie von dem Schwerpunkte noch in die von den Füßen angegebene Grundfläche fällt.

**7. Beim Stehen wird der Rumpf durch die Rückenmuskeln gestreckt und ruht auf den beiden Oberschenkeln. Hier wird er durch seine Schwere, besonders aber durch die Muskeln des Hüftgelenks ohne große Anstrengung festgehalten. Die beiden Beine werden durch die Zusammenziehung der einander entgegenwirkenden Muskeln in ihren Gelenken festgehalten, und die Füße samt dem dazwischenliegenden Bodenstücke bieten eine ziemlich große Grundfläche dar. Über dieser wird der Schwerpunkt des Körpers nicht nur ruhend, sondern auch während der Bewegung ohne Mühe im Gleichgewichte erhalten. Wir stehen um so sicherer, je mehr wir unsere Füße auseinanderstellen und dadurch die Unterstützungsfläche des Körpers vergrößern und je rauher der Boden ist.**

Der Grund für die oben erwähnte Gestaltung der menschlichen Wirbelsäule ist in der Anheftung und Haltung der Beine zu suchen. Betrachtet man die Gestalt der Beine eines Vierfüßlers (Pferd, Hund), wenn er auf allen vier Beinen steht, so sieht man, daß diese in der Hauptsache eine Zickzacklinie bilden. Der Oberschenkel ist im Hüftgelenk stark gebeugt; er ist in einem spitzen Winkel am Rumpfe befestigt, das Kniegelenk desgleichen; das Fußgelenk dagegen ist nur mäßig gebeugt, und der Fuß berührt nur mit den Zehen oder gar nur mit deren Spitzen den Boden. Will sich nun ein solches Tier auf seinen Hinterbeinen so aufrichten, daß diese allein den Körper unterstützen, so muß der Rumpf bei dieser Aufrichtung so weit nach hinten geworfen werden (das Hüftgelenk

muß sich strecken), daß seine, sonst zwischen Hinter- und Vorderbeine herabfallende Schwerlinie, in die zwischen den hinteren Füßen liegende Bodenfläche fällt. Da es dabei den Boden nur mit den Zehen berührt, so ist die Bodenfläche für Aufnahme der Schwerlinie sehr klein, und diese Haltung macht ihm darum sehr große Schwierigkeit. Leichter wird sie z. B. dem Bären, dem, weil er mit der ganzen Fußsohle den Boden berührt, eine viel größere Bodenfläche für Aufnahme des Schwerpunktes zur Verfügung steht. Zur Streckung des Hüftgelenkes tritt aber eine Beugung des Kniegelenkes; denn der Oberschenkel sinkt, damit er der senkrechten Stellung näher komme, beim Aufrichten mit dem Rumpfe etwas nach hinten, und der Rumpf wird dadurch noch mehr der senkrechten Stellung genähert. Vollendet wird die Aufrichtung durch eine Streckung im Fußgelenk bei feststehendem Fuße. Diese kann auch dadurch ersetzt werden, daß sich der ganze Fuß bei festgestellten Zehen so gegen den Boden senkt, daß sich das Fersengelenk dem Boden nähert. Die ganze Haltung hat, wie schon erwähnt wurde, für die Tiere ihre großen Schwierigkeiten und wird unterhalten durch das Gegeneinanderspielen der aufrichtenden und senkenden Bewegungen. Die Tiere suchen diese Schwierigkeiten noch dadurch zu überwinden, daß sie, solange sie eine solche Stellung einhalten, ihre Wirbelsäule auffallend gerade strecken, so daß dabei nicht selten in der Lendengegend eine Aushöhlung des Rückens beobachtet werden kann. Wir sehen daraus, daß die aufrechte Stellung bei diesen Tieren zu stande kommt:

a) durch eine Streckung im Hüftgelenk,
b) eine Beugung im Kniegelenk,
c) eine Streckung im Fußgelenk oder auch dafür eine Senkung der Ferse bis zum Boden und
d) eine starke Streckung der Wirbelsäule.

Beim Menschen kommt die aufrechte Stellung fast durch die gleichen Hilfsmittel zu stande, doch mit dem Unterschiede, daß das menschliche Knie dabei vollständig gestreckt ist. Dies ist eine für die aufrechte Haltung ungünstige, aber für das Tragen der Körperlast sehr günstige Haltung. Sie wird ausgeglichen durch das Aufliegen der Fußsohlen auf dem Boden und die Rückwärtsbeugung der Lendenwirbelsäule. Diese Art des Zustandekommens der Haltung bietet verschiedene Vorteile. Dies lehrt schon der Anblick eines auf den Hinterbeinen stehenden Pferdes oder Hundes, verglichen mit dem eines aufrecht stehenden Menschen. Die ersten beiden können nicht ruhig stehen. Das kommt daher, daß die Grundfläche, in welche die Schwerlinie hineinfallen muß, verhältnismäßig klein ist (der Raum zwischen den beiden Füßen mit Zurechnung der von ihnen selbst bedeckten Stellen), und über dieser kleinen Fläche muß durch eine beständige angestrengte Thätigkeit der Rücken- und Beinmuskeln der Schwerpunkt des Körpers schwebend erhalten werden. Eine derartige

angestrengte Thätigkeit macht eine längere Zeit andauernde ruhige Haltung unmöglich. Eine solche ist nur denkbar, wenn die Körperteile einander durch ihre Schwere und Widerstandskraft selbst tragen, ohne dabei große Muskelthätigkeit zu erfordern. Auf diese Weise aber kommt die menschliche aufrechte Haltung zu stande:

a) Der gemeinsame Schwerpunkt für den Kopf, die beiden Arme und den Rumpf liegt, wie wir schon oben sahen, in dem hinteren Teile der Mitte des Brustkorbes.

b) Die aus diesem herabfallende Schwerlinie liegt hinter der gebogenen Lendenwirbelsäule; deren Biegung wird durch die Schwere der darüberliegenden Teile erhalten, während ihre Bänder verhindern, daß die Biegungen zu stark werden.

c) Da die Schwerlinie des Rumpfes hinter der durch beide Hüftgelenke gehenden Achse herabfällt, so erhält der Rumpf eine Neigung, nach hinten zu fallen. Diese Neigung findet aber in der Spannung der Muskeln und Bänder des Hüftgelenkes Widerstand, so daß der Rumpf durch seine Schwere und die angespannten Muskeln des Hüftgelenkes auf den oberen Enden der Beine festgehalten wird. Ja die Schwere des Körpers wirkt sogar noch auf die Streckung des Kniegelenkes.

d) Diese Haltung der Wirbelsäule, des Hüft- und des Kniegelenkes erfordert deshalb nur sehr wenig oder gar keine Muskelthätigkeit.

e) Die beiden Füße, die flach auf dem Boden ruhen, so daß die Zehen und Fersen gleichzeitig den Boden berühren, und das zwischen ihnen liegende Stück des Bodens bieten eine verhältnismäßig große Grundfläche dar, über der dann durch die Bewegung der Fußgelenke der Schwerpunkt ohne Mühe festgehalten werden kann. Hierzu ist allerdings eine geringe Muskelthätigkeit nötig, die aber durch die Einrichtung der Fußgelenke noch erleichtert wird.

Diese aufrechte Haltung des Menschen ist eine ganz andere als die gelegentliche aufrechte Stellung des Vierfüßlers; denn sie erlaubt dem Menschen dabei nicht nur den freien Gebrauch seiner Arme, sondern auch die ausgiebigen Bewegungen des Kopfes und Rumpfes. Zugleich zeigt sie die Gestalt des Körpers auf das vorteilhafteste und giebt ihm die höhere und edlere Erscheinung, die selbst durch die schlechteste Haltung (gebeugter Rücken und geknickte Kniee der Kretinen) nicht ganz zu verwischen ist.

Je kleiner der Raum zwischen den beiden Füßen ist, desto unsicherer ist das Stehen (Stehen in der sogenannten Zwangstellung mit so weit auswärts gerichteten Füßen, daß diese eine gerade Linie bilden!). Wir stehen deshalb um so sicherer, je weiter wir unsere Füße auseinanderstellen (Spreiz- und Schrittstellung). Um recht sicher zu stehen, verteilen wir nicht selten die Last unseres Körpers ungleich, indem wir einen Fuß zurückstellen und auf diesem das Körpergewicht besonders ruhen lassen. Störungen im Gleichgewichte

begegnen wir beim Stehen unwillkürlich dadurch, daß wir die Stellung unserer Füße demgemäß ändern. Beim Stehen berühren die Füße mit den Fersen, den vorderen Enden der Mittelfußknochen, besonders den Ballen der großen und kleinen Zehe, und dem ganzen äußeren Fußrande den Boden. Die Zehen selbst werden gebeugt und dadurch abwärts gekrümmt und zwar um so stärker, je schwieriger es ist, festzustehen (glatter Boden).

Die Empfindungserregungen, welche die Beine gewissermaßen an die Erfüllung ihrer Pflicht mahnen, sind zuerst das sehr feine Muskelgefühl, das selbst auf geringe Schwankungen des Körpers sofort antwortet, und dann der Tastsinn der Fußsohlen, der bei Schwankungen des Gleichgewichts (z. B. beim Stehen in der Schrittstellung) an dem einen Beine eine Abnahme, an dem anderen eine Zunahme des vom Fußboden ausgehenden Druckes zum Bewußtsein bringt. Endlich hilft auch der Gesichtssinn bei der Wahrnehmung einer Gleichgewichtsverrückung.

8. **Beim Gehen wird der Oberkörper durch die Beine in flachen Bogen nach vorn bewegt. Es stützt das zurückbleibende Bein den Rumpf so lange, bis das vorwärtsschreitende wieder auf dem Boden angelangt ist. Dann wird der Oberkörper durch Streckung des nachfolgenden Beines im Bogen nach vorn gehoben. Es schwingt stets ein Bein pendelartig nach vorn, während das andere sich streckt und den Rumpf vorwärtshebt. Der Fuß rollt sich dabei gewissermaßen von hinten nach vorn vom Boden ab. Die Hauptarbeit des Hebens haben dabei die an der Ferse angehefteten Muskeln der Wade und das Gewölbe des Fußes zu leisten, während die der Hüfte und des Oberschenkels wie beim Stehen mehr für die Erhaltung des Gleichgewichts sorgen. Diese Bewegungen werden für gewöhnlich von uns ohne Aufmerksamkeit und Anstrengung ausgeführt. Sehr ungünstiger Boden oder Fehler an den Gehwerkzeugen zwingen uns jedoch nicht nur zur Aufmerksamkeit, sondern ermüden uns auch vor der Zeit. Bei andauerndem Gehen und Bergsteigen werden nicht nur die Muskeln des ganzen Körpers, sondern auch die Werkzeuge der Atmung und des Blutumlaufs in eine höhere Thätigkeit versetzt, auch ist damit in der Regel der Genuß frischer, reiner Luft verbunden; darum gilt es als ein vortreffliches Mittel zur Kräftigung unserer Gesundheit.**

Laß einen Schüler vor der Klasse den sogenannten Schulschritt ausführen! Er steht vorher auf beiden Füßen in der Grund- oder einer Schrittstellung; sowie er aber mit dem Gehen beginnen will, neigt er den Körper derart, daß der Schwerpunkt, wenn auch um ein Geringes, nach vorn verlegt wird. Dann wird (z. B.) das rechte Bein in allen seinen Gelenken gebeugt und dann unter Streckung der Gelenke nach vorn geführt, während mittlerweile der ruhende Fuß als Stütze dient. Wenn der aufgehobene Fuß so weit nach vorn bewegt ist, daß der Körper ohne seine Unterstützung fallen würde, so

erreicht er in einer Schrittlänge vorwärts den Boden. Nun beginnen die Wadenmuskeln (Achillessehne) des linken Beines ihre Thätigkeit. Indem sie auf den Fuß als einen Hebel zweiter Ordnung wirken, stoßen sie den Körper, dessen Gewicht auf dem linken Fußgelenke lastet, nach oben, vorwärts und rechts, so daß er einen Bogen über dem rechten Fußgelenke beschreibt.

Wenn der Fuß im Anfange von dem Boden gelöst wird, so erhebt sich zuerst die Ferse; der vorderste Punkt seines Gewölbes, das Mittelfußköpfchen der großen Zehe, haftet aber noch für kurze Zeit am Boden. Es kann dies nur geschehen durch eine Beugung des Fußrückens nach der großen Zehe hin; dadurch werden gleichzeitig die Bänder der Fußsohle gespannt, und diese ziehen die kleinen Zehen stark nach der Fußsohle hin. Doch wegen des Widerstandes des Bodens können diese dem Zuge nicht ungehindert folgen, sondern krallen sich gewissermaßen gegen den Boden an. (Ihr Nagelglied wird fest und flach auf dem Boden gedrückt, und die beiden anderen dem Fuße näheren Glieder werden so eingeknickt, daß das zwischen ihnen liegende Gelenk in einem scharfen Winkel nach oben gedrängt wird.) So lange die Fußspitze noch auf den Boden gestützt ist, ruht der Fuß demnach auf der großen Zehe und deren Mittelfußköpfchen sowie auf den Nagelgliedern der doppelt geknickten und gegen den Fußrücken zurückgebogenen kleinen Zehen. Die weitere Erhebung des Fußes löst dann auch die große Zehe von dem Boden ab, indem zuerst deren Wurzel und dann ihre Spitze frei wird. Es wickelt sich also der Fuß gewissermaßen in der Richtung einer Linie, die aus dem Mittelpunkte der Ferse durch die Mitte des Mittelfußknochens der großen Zehe und durch deren Spitze nach vorn geht, von dem Boden ab. Die Hauptarbeit haben dabei die Wadenmuskeln mit der Achillessehne zu leisten.

So lange der Fuß frei schwebt, ist sein Gewölbe steiler und der Außenrand hängt nach abwärts. An dem auf den Boden gesetzten Fuße wird das Gewölbe aber durch die Last etwas abgeflacht und der Außenrand etwas nach oben gedrückt. Der aufgesetzte Fuß ist deswegen länger und breiter als der freischwebende. Bei fehlerhafter Gestaltung (Platt- und Klumpfuß) oder falscher Haltung des Fußes mindert sich seine Elastizität; er leidet in seiner Verrichtung, und der Gang wird schwerfällig.

Während der Fuß so nach vorn gebracht wird, ziehen die Muskeln der Hüfte den Rumpf nach der Seite des stützenden Fußes und schützen ihn so vor dem Fallen. Das Bein schwingt bei diesen Bewegungen wie ein Pendel nach vorn und wird dadurch fast unabhängig von der Muskelthätigkeit. Dazu kommt noch, daß der Kopf des Oberschenkelbeines durch den Luftdruck in der Gelenkpfanne festgehalten wird. Gleichzeitig mit dem Vorwärtsschreiten des Fußes wird auch der Arm der gleichen Seite in Bewegung

gesetzt und schwingt nach der entgegengesetzten Richtung; die Schultern dagegen folgen den Bewegungen des Beckens, wie wir beobachten können, wenn wir die Hände auf die Hüften stemmen.

Bei dem menschlichen Gange ist also dem einzelnen Fuße die Aufgabe gestellt, den Schwerpunkt so lange zu unterstützen, bis der andere, vorwärtsschreitende, im stande ist, dieses zu übernehmen. Bei den Vierfüßlern werden immer zwei Füße, ein Vorder- und ein Hinterfuß, zu gleicher Zeit vorgesetzt und zwar gewöhnlich so, daß beide verschiedenen Körperseiten angehören (Ausnahmen: Elefant, Kamel 2c.). Es wird dadurch der Schwerpunkt, ohne jemals die Unterstützung zu verlieren, immer abwechselnd von dem einen Beinpaare dem anderen übergeben.

Aus diesem wechselnden Aufstemmen des Stand- oder Stemmbeines und den pendelartig vorschwingenden Bewegungen des Schrittbeines setzt sich jeder Schritt zusammen, und indem die beiden Beine so im Stemmen und Schreiten abwechseln, bewegen wir uns vorwärts. Anfangs werden diese Bewegungen mit Absicht und Bewußtsein ausgeführt, später gehen sie, dank der geringen Anstrengung, mit der wir die Pendelschwingungen unserer Beine ausführen, ganz ohne unser Bewußtsein rein mechanisch vor sich, so daß wir beim Gehen nicht mehr an das denken, was unsere Füße ausführen. Hinkende oder solche, die mit Hilfe von Krücken gehen, müssen allerdings beständig ihre Bewegungen und die Gestalt des Bodens beachten; darum strengt sie auch das Gehen mehr an als Gesunde. Auch ungünstiger (sehr unebener oder glatter) Boden erschwert das Gehen und zwingt uns zur Aufmerksamkeit auf unsere Bewegungen. Die Schritte selbst werden von den verschiedenen Personen mit mehr oder weniger Geschick ausgeführt. Es berührt die Spitze des Fußes zuerst den Boden beim Paradeschritte der Soldaten und dem Tanzschritte oder die Ferse bei dem plumpen Schritte Ungeübter, Kranker, sowie solcher, die schwere Lasten tragen, oder die ganze Sohle tritt gleichzeitig auf beim regelrechten Gange. Das Kind, welches das Gehen lernt und seine Füße noch nicht völlig in der Gewalt hat, ebenso der Trunkene 2c. kommen den Beinbewegungen durch solche der Arme zu Hilfe. Die Pendelschwingungen unserer Beine sind auch die Ursache der ungleichen Länge der Schritte verschieden langer Menschen. Langbeinige Menschen machen natürlich längere Schritte als kurzbeinige, während letztere dafür rascher schreiten; denn die Schwingungsweite eines langen Pendels ist zwar größer als die eines kurzen; aber es braucht auch eine längere Schwingungszeit als dieses.

In der oben beschriebenen Weise spielt sich der langsame (pathetische) Gang ab; es wird der Schwerpunkt durch den zurückbleibenden Fuß so lange unterstützt, bis der vorwärts bewegte auf

den Boden aufgesetzt ist, und dann durch Strecken des rückwärts stehenden Beines der Schwerpunkt gleichsam über den Zwischenraum hinübergeschoben. Er wird also hierbei so lange durch beide Füße zugleich unterstützt, bis ihn der vordere allein aufnehmen kann. Je rascher der Gang ist, desto mehr verkürzt sich dieser Zeitraum; ja bei dem flüchtigen Gange wird der Schwerpunkt, während er fallend (oder richtiger im Bogen) den Zwischenraum überschreitet, gar nicht unterstützt.

**NB.** Die Länge des einzelnen Schrittes ist, wie wir schon oben sahen, je nach der Länge der Beine der Person verschieden; sie beträgt in den verschiedenen Heeren im Marsche 62—64 cm, beim Laufschritt 70—75, im deutschen Heere sogar 80 cm. Ebendasselbe gilt von der Geschwindigkeit, mit der die Schritte ausgeführt werden. Als Durchschnitt könnten für

den Langsamschritt (Schul- oder Wandelschritt) 85 Schritte
„ Feldschritt (Wanderschritt) . . . . . 100 „
„ Schnellschritt (Eilschritt) . . . . . 115 „
„ Sturmschritt (Laufschritt) . . . . . 130 „

in der Minute angesetzt werden.

Im deutschen Heere rechnet man auf

den Schulschritt der Rekruten . . . . . 75— 85 Schr.
„ Marschschritt, je nach den Witterungs- und Wegeverhältnissen, 90—110 „
„ gewöhnlichen Geschwindschritt . . . . . 112 „
„ beschleunigten Geschwindschritt . . . . . 120 „
„ Lauf- oder Sturmschritt . . . . . 167—175 „

in der Minute.

Im Spazier-(Schlender- oder Wandel-)schritte wird das Kilometer in 15
„ Marschschritte in . . . . . 12
„ Geschwindschritte in . . . . . 11
und „ Laufschritte in . . . . . 7

Minuten zurückgelegt.

Beim Gehen sind nicht nur die unteren Gliedmaßen, sondern unter Umständen die Muskeln des ganzen Körpers, ja, auch die Werkzeuge der Atmung und des Blutumlaufs mehr oder weniger beteiligt, wie man an der vermehrten Thätigkeit der Lungen und des Herzens nach längerem Gehen beobachten kann. Darum ist es, besonders wenn damit eine Ersteigung von Höhen verknüpft ist, ein vortreffliches Mittel zur Kräftigung unserer Gesundheit, umsomehr, als man dabei in der Regel andauernd frische, reine Luft genießt. Doch können Fußwanderungen bei der Jugend die anderen Leibesübungen keineswegs vollständig ersetzen.

**NB.** Für kränkliche und ältere Personen empfehlen sich für das Gehen nach Dr. Munde folgende Regeln (die aber auch für Gesunde ihren Wert haben):

1. Man mache anfangs kurze Spaziergänge und gehe langsam, bis man sich ein wenig an die Bewegung gewöhnt hat. In dem Maße, wie die Kräfte zunehmen, verlängere man sie bis zur Ermüdung, doch nie bis zur Erschöpfung.

2. Man gehe erst langsam, beschleunige allmählich seine Schritte und verlangsame sie wieder gegen das Ende oder wenn man zu sehr in Schweiß gerät.

3. Man mache keine anstrengenden Spaziergänge kurz vor oder kurz nach der Hauptmahlzeit. Man ruhe eine halbe Stunde vor dem Essen aus und verbringe auch eine Stunde nach dem Essen in Ruhe oder langsamer Be-

wegung. Auch gehe man nicht gleich von körperlicher Anstrengung zur Geistesarbeit über.

4. Man wähle für seine Spaziergänge diejenigen Plätze, welche die reinste Luft und die größte Abwechselung bieten. Sind Höhen vorhanden, so benutze man diese, wenn nicht besondere Leiden (Lungen- und Herzkrankheiten) das angestrengte Steigen verbieten.

5. Man kleide sich (der Luftwärme und dem Wetter) angemessen zwar stets warm genug, belaste sich aber nicht mit dicker, schwerer oder undurchlässiger Kleidung. Enge Kleider sind ebenfalls unzweckmäßig. Bei feuchtem Wetter sorge man besonders für gute Schuhe mit starken Sohlen.

6. Man ruhe nie (besonders auch, wenn man sich warm gegangen hat oder in Schweiß geraten ist) an kühlen, zugigen (Schatten der Bäume, feuchtes Gras, kalte Steine 2c.), sondern an warmen, sonnigen Orten.

7. Man bewahre eine gute (Kopf hoch, Schultern zurück, Körper aufrecht) Haltung, bewege Knie und Füße frei (schleppe nicht!) und wechsele mit der Haltung der Arme.

8. Man schreite (wenigstens abwechselnd) frei und lustig aus, ja mache, wenn die Körperzustände es erlauben, sogar mitunter ein Trabchen.

9. Man wähle sich passende Gesellschafter, d. h. nicht nur solche, mit denen man gern im geistigen Verkehr steht, sondern auch solche, die in körperlicher Hinsicht mit unseren Bedürfnissen übereinstimmen (wenn man schnelles Gehen nicht verträgt, nicht einen, der uns immer vorwärts treibt, als Lungenleidender nicht einen Schwerhörigen 2c. 2c.).

10. Man gehe jeden Tag sein gehöriges Maß, so viel man braucht und verträgt (sei jedoch nicht kleinlich ängstlich in Bezug auf Tageszeit, Witterung, Dauer der Bewegung, obwohl man außergewöhnliche Hitze und Kälte meiden wird). Kommt man einmal mit nassen Füßen und Kleidern nach Hause, so unterlasse man in keinem Falle, die Kleidung zu wechseln.

**9. Das Laufen ist eigentlich ein Gehen mit Sprungbewegungen; denn bei ihm verläßt der stützende Fuß den Boden, bevor der nach vorn schwingende diesen erreicht hat; der Körper schwebt darum abwechselnd kurze Zeit in der Luft. Die Wirbelsäule folgt deshalb beim schnellen Laufen der Richtung der Bewegung und neigt sich mehr nach vorn als beim Gehen. Da beim Laufen nicht nur die Muskeln, sondern auch die inneren Werkzeuge des ganzen Körpers bedeutend angestrengt werden, so darf es nicht bis zur Übermüdung fortgesetzt werden.**

Das Laufen setzt sich aus den gleichen Bewegungen wie das Gehen zusammen. Es entsteht aus dem flüchtigen Gange durch eine größere Beschleunigung der Bewegungen, ist also eigentlich nur ein gesteigertes Gehen. Es unterscheidet sich von diesem hauptsächlich dadurch, daß der stützende Fuß den Boden eher verläßt, als der nach vorn schwingende auf jenem ankommt, der Körper daher kurze Zeit in der Luft schwebt. Da beim Laufen die Pendelschwingungen der Beine um so ausgiebigere Bogen beschreiben und einander um so schneller folgen, je kürzer das Pendel ist, so verkürzen wir beim schnellen Laufe die Beine durch Beugung der Kniegelenke. Die Wirbelsäule folgt dabei der Richtung der Bewegung, und der Oberkörper wird daher sich mehr nach vorn neigen als beim Gehen. Die Beine bedürfen beim Laufen der Muskelanstrengung in höherem Maße

als beim Gehen; denn die Hebelwirkungen der Füße erfolgen schnell und heftig. Der Lauf ist deshalb eigentlich ein Gehen mit eingeschalteten Sprungbewegungen. Darum werden auch die inneren Werkzeuge durch ihn viel mehr in Anspruch genommen als durch das Gehen. Er kann aus diesem Grunde als Schnelllauf auch nicht zu lange fortgesetzt werden.

**NB. 1.** Mit Knaben von 10—15 Jahren kann man den Dauerlauf ohne zu große Schwierigkeit bis auf 20 Minuten ausdehnen, und im Schnelllauf kann man fordern, daß eine Laufbahn von 100 m Länge in gerader Richtung in 22, 20, 18, 16 und $14^1/_2$ Sekunden zurückgelegt werde, und wer nur 20, $18^1/_2$, 16, $14^1/_2$ und 13 Sekunden gebraucht, leistet sehr Gutes.

**NB. 2.** Das Tanzen, wenn es mit Mäßigkeit und nicht tief in die Nacht hinein in einer Kleidung, welche die Atmungswerkzeuge nicht beengt, betrieben wird, ist gesund. Geschähe es bei Tage in freier Luft, wie in elsässischen und französischen Dörfern, so wäre es unstreitig noch gesünder als in einem staubigen, von den Ausdünstungen vieler Menschen, den Verbrauchsgasen der Beleuchtung und wohl gar mit Tabakrauch erfüllten Raume und unter dem Genusse erhitzender Getränke. Am Ende des Balles mit durchschwitztem, aufgeregtem Körper sich auf dem Heimwege der kalten Nachtluft auszusetzen, ist gefährlich.

**NB. 3.** Das Schlittschuhlaufen ist ebenfalls eine vortreffliche Leibesübung; denn bei ihm werden durch die Bemühungen, das nötige Gleichgewicht zu erhalten, sämtliche Muskeln in Thätigkeit gesetzt. Dazu kommt noch der segensreiche Einfluß der freien Luft zu einer Jahreszeit, in der ihr Genuß Kindern und Erwachsenen oft sehr verkümmert wird.

**10. Beim Springen werden alle Bein- und Fußgelenke schnell und kräftig gebeugt und dann plötzlich gestreckt, so daß der Körper dadurch über den Boden in die Höhe geschnellt wird.**

Es ist eine plötzliche, starke Beugung des Sprung-, Knie- und Hüftgelenkes und für besonders kräftige Sprünge auch der Wirbelsäule, welcher dann eine ebenso plötzliche, kräftige Streckung folgt. Die Beugung geschieht in der Hüfte vorn, im Knie hinten, im Fußgelenke wieder vorn, so daß dadurch eine Zickzacklinie entsteht. Beide, Beugung und Streckung, sind so kräftig, daß der Körper dadurch über den Boden in die Luft geschnellt wird. Die Arme tragen gleichfalls zur Ausgiebigkeit des Sprunges bei, indem auch die von ihnen aus zum Rumpfe gehenden Muskeln diesen gleichsam in die Höhe ziehen helfen. Verbindet sich die Bewegung des Laufens mit der Sprungbewegung, so wird der Sprung besonders kräftig. Dies wußten schon die alten Griechen; denn sie suchten die Wirkung des Sprunges noch durch besondere Gewichte (Hanteln), die sie in den Händen trugen, zu erhöhen.

**NB.** Ein Schlußhochsprung ohne Anlauf bei freigehaltenen Armen und fester Absprungsstelle wird von jedermann leicht bis zur Kniehöhe ausgeführt; höher als Hüfthöhe springen in diesem Falle jedoch nur besonders Befähigte. Der Schreithochsprung wird von jedem leicht bis zur Hüfthöhe, schwieriger bis zur Brust- und Schulterhöhe ausgeführt. Leute, die über Schulter-, ja ihre ganze Körperhöhe springen, sind sehr selten. Ebenso springt jeder leicht seine doppelte

Körperlänge als Längssprung mit Anlauf, während die dreifache schon seltener erreicht und noch seltener überschritten wird.

**11. Beim Klettern wirken nicht nur die Muskeln des Rumpfes und der Beine, sondern auch die der Arme stetig zusammen. Die Beugemuskeln der Arme und die der Brust und des Rückens ziehen, die der Hüfte, der Beine und der Füße schieben den Körper im Wechsel empor und stellen ihn fest.**

Die Arme halten den Körper und ziehen ihn durch eine kräftige Zusammenziehung der Beugemuskeln hinauf. Besonders thätig sind dabei die Beuger des Vorderarmes, der große Brust- und breite Rückenmuskel (siehe die Muskeln! S. 56). Während sie den Körper heraufziehen, wird das Becken dem Brustkorbe genähert, die Wirbelsäule nach vorn gebeugt, der Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß befinden sich ebenfalls in Beugehaltung. Dabei umklammern beide Unterschenkel durch die Wirkung der Anzieher unter ihren Muskeln den zu erkletternden Gegenstand, während der innere Fußrand durch den hinteren Schienbeinmuskel nach oben gedreht wird. Sie halten ihn so zwischen der hinteren Fläche des einen und der Fußrückenfläche des anderen fest und unterstützen den Körper, indem die Arme unter Streckung der Wirbelsäule, des Hüft- und Kniegelenkes aufs neue nach oben greifen.

**12. Das Schwimmen gleicht in seinen Bewegungen dem Springen; denn es folgt dabei auf eine kräftige Beugung ebenfalls eine solche Streckung der Glieder.**

Es sind bei ihm, wie beim Klettern, alle Glieder (und auch der Rumpf) thätig; sie werden mit einer möglichst kleinen Oberfläche nach vorn gebracht, um mit einer möglichst großen nach hinten geführt zu werden. Dabei üben die Glieder einen Druck auf das Wasser aus, dieses leistet Widerstand, infolgedessen der Körper in der dem Drucke entgegengesetzten Richtung vorwärts geschoben wird. Es wechselt dabei das Zurückführen der ausgestreckten Arme mit der Beugung der gestreckten Beine ab, so daß die Hände und Füße den Druck auf das Wasser abwechselnd ausführen. Das Schwimmen gehört zu den Leibesübungen, die der Gesundheit am förderlichsten sind, obwohl es unter gewöhnlichen Verhältnissen nur wenige Monate im Jahre betrieben werden kann. Neben der wohlthätigen Einwirkung auf unsere Haut (siehe Heft VI, S. 30 ff.!), erlangen wir dabei eine Ausbildung sämtlicher Muskeln und eine Kräftigung der Werkzeuge der Atmung und des Blutumlaufs, wie kaum auf eine andere Weise.

## C. Pflege der Bewegungswerkzeuge.

**1. Schädigung dieser Werkzeuge durch die Erziehung.** Siehe Heft II, S. 35—51, die Rückgratsverkrümmung!

**2. Schädigung durch andauernde sitzende Körperhaltung.**

Hieran leiden beruflich: Schuhmacher, Schneider, Weber, Uhrmacher, Schreiber, Gelehrte, Koloristen, Graveure, Näherinnen, Stickerinnen, Putzmacherinnen ꝛc. Schädigung: Beschränkung der Atmung, mangelhafte Reinigung des Blutes, gestörter Blutlauf, besonders in dem Unterleibe und den Beinen, verringerter Stoffwechsel, Störung der Verdauung und Leibesöffnung, übermäßige Darmgase, Magenleiden, Verdickung der Galle, Gallensteine, Gelbsucht, Leberleiden. Hierzu kommt in der Regel noch die Wirkung verdorbener Stubenluft. Derartige Leute haben dann eine blasse, erdige, gelbliche Gesichtsfarbe; sie neigen zum Grübeln, wobei trübe Vorstellungen überwiegen, leiden an Kopfschmerzen, grundloser Mißstimmung und Niedergeschlagenheit, Überschätzung geringfügiger Leiden; sie sind in der Regel auch Grübler und Fanatiker auf religiösem und politischem Gebiete ꝛc. Vorbeugung: Abwechselung zwischen Sitzen und Stehen, bequeme Kleidung, zweckmäßige Turnübungen, Schwimmen, Schlittschuhlaufen, Bewegungsspiele, Fußwanderungen ꝛc.

**3. Schädigung durch übermäßiges Stehen.**

Hieran leiden durch ihren Beruf: Schriftsetzer, Gelehrte und Kaufleute, die an Stehpulten arbeiten, Schlosser, Tischler, Schmiede, Anstreicher und Maler, Lokomotivführer, Verkäufer, Wäscherinnen, Kellner, Bediente, Kammerherren und andere durch die Hofsitte zu anhaltendem Stehen gezwungene Personen. Dieses, wie das Bücken und Knieen der Bergleute, Steinklopfer, Tapezierer, Scheuerfrauen, hat ähnliche Nachteile wie die andauernde sitzende Körperstellung. Schädigung: Muskelzittern, Muskelschmerzen in den Beinen, Schwäche des Rückgrates und der Beine, Krümmung des Rückens, Blutstockungen im Unterleibe und den Beinen (Krampfadern), geschwollene Füße, sowie Geschwüre daran, bei Lokomotivführern noch Schwerhörigkeit wegen der Erschütterung. Vorbeugung: Abwechselung zwischen Stehen und Sitzen, Leibesübungen und Fußwanderungen wie oben.

**4. Schädigung des Fußes durch unzweckmäßiges Schuhwerk.** Siehe oben Fuß, S. 82!

**IV. Anschlüsse:**

1. Wie sind die Wirbelsäule und das Knochengerüst der Hüfte und Beine für ihre Aufgabe zweckmäßig eingerichtet?

Siehe oben B. 1—4, 6 und 7!

2. Wie unterscheiden sie sich von denen der Tiere?

a) Wagerechte Lage und mittlerer Gewölbebogen der Wirbelsäule beim Tier — aufrechte Stellung und Federkrümmung beim Menschen!

b) Zickzackkrümmung der Glieder mit geringerer Stützfläche beim Tier — starke Streckung im Hüft- und Kniegelenk und große Stützfläche im flachgelegten Fuße des Menschen.

3. Welche Vorteile bietet die aufrechte Haltung dem Menschen?
Weite Umschau, Freiheit der Vorderglieder.

4. Wichtigkeit der Bewegung in freier Luft für unsere Gesundheit.
Vergleiche Stubensitzer (siehe oben!) mit solchen, die sich viel in freier Luft bewegen (Förster, Gärtner, Landleute 2c.) in Gesichtsfarbe, Gesundheit, Körperbau und -Haltung, Gemütsstimmung, Lebensalter 2c.

**Anhang:** Der frohe Wandersmann und Reiselied von J. Eichendorff, Sonntag am Rhein von R. Reinick, Zuversicht von L. Tieck, Der geheilte Patient von Hebel.

---

# B. Tierkunde.

## 1. Der gemeine Kuckuck. Cucŭlus canōrus L.

Gauch, Gutzgauch, Gugger.

**I. Lehrmittel:** Ein ausgestopfter Kuckuck, Abbildung.

**Litteratur: Hermann Wagner,** In die Natur, 1. Bändchen, S. 5ff.

**Volkspoesie:**

### I. Rätsel.

1.

Im Winter aus, im Sommer an;
Mein Kind erzieht ein andrer Mann;
An meinem Gesang erkennt man mich:
Rat', wer bin ich?

Der Kuckuck. K. Simrock.

2.

Ei, sagt mir doch den Vogel an,
Der seinen Namen rufen kann!

Kuckuck, Uhu.

3.

Wer schickt seine Kinder zuerst in die Fremde?

Der Kuckuck.

4.

Vor- und rückwärts der Name eines Vogels!

Kuckuck, Uhu.

5.

Ruft der Kuckuck „im Frühling" oder „im Herbste"?

Keines von beiden; er ruft: „Kuckuck!" Dr. Franklin.

### II. Reime.

1.

Kuckuck, Kuckuck, Kuckuck,
Sniet Wost un Schinken up!

2.

Kuckuck, Kucku —
En Narre bist du!

Wander.

3.

Kuckuck, sup ein Ai ut,
Friet de Schale met,
Dann wärste dick un fett.

K. Simrock.

4.

Kuckuck — Eierschluck! K. Simrock.

5.

Kuckuck übern Stock,
Wann krieg' ich meinen Brautrock?
Kuckuck übern Hüttel (Hügel),
Wann krieg' ich meinen Sterbekittel?

Wander.

6.

Kuckuck, ich hör' dich rufen,
Abwasche meine Sprussen (Sommer-[sprossen),
Daß se dich bestehn
Un mich vergehn.

K. Simrock.

Mehr davon siehe: O. M. Seidel, Buntes aus dem Leben, Stuttgart. Union!

## III. Sprichwörter.

1. Am 15. April der Kuckuck singen soll,
   Und müßt' er singen aus einem Baum, der hohl.
2. Dem Kuckuck kann man nur mit Kuckuck antworten.
3. Der Kuckuck behält seinen Gesang,
   Die Glocke ihren Klang,
   Der Krebs seinen Gang,
   Narr bleibt Narr sein Leben lang.
4. Der Kuckuck singt im neuen Jahr,
   So wie sein Sang im alten war.
5. Der Kuckuck eifert mit der Nachtigall.
6. Der Kuckuck hört auf zu rufen, wenn er den Wiesbaum fallen hört oder das erste Mandel auf dem Kornacker sieht.
7. Der Kuckuck ruft seinen eigenen Namen aus.
8. Wenn Kuckuck und Esel singen, muß die Nachtigall schweigen.
9. Der wird den Kuckuck auch nicht wieder rufen hören.
10. Da hast du Kuckucks Dank.
11. Da möchte man des Kuckucks werden!
12. Da soll mich der Kuckuck holen!
13. Das mag der Kuckuck glauben!
14. Das weiß der Kuckuck!
15. Dat were der Kuckuck!
16. Der Kuckuck plagt dich!
17. Da ist der Kuckuck los.
18. Du verstehst einen Kuckuck von der Sache.
19. Ei, der (zum) Kuckuck!
20. Geh zum Kuckuck!
21. Hat ihn der Kuckuck schon wieder da?
22. In des Kuckucks Namen!
23. Des Kuckucks Dank haben.
24. Einem ein Kuckucksei in das Nest legen.

**II. Lehrgang.** Der Körperbau im Lichte der Lebensweise.

**III. Ergebnisse und Präparation.**

## A. Heimat und Aufenthaltsort.

1. Bewohnt den Norden der gesamten alten Welt, soweit noch Bäume gedeihen als Brutvogel; in Deutschland vom April bis August häufig (wann habt ihr den ersten Kuckuck rufen hören? Beobachtungsheft), erscheint also ziemlich spät, weil er vorher keine Nahrung finden würde; ist darum neben der Schwalbe ein sichererer Bote des Frühlings als der Star und die Lerche. Die Jungen bleiben bis zum September. In der rauhen Jahreszeit wandert er nach Süden, (Südasien, Afrika), ohne jedoch dort Eier zu legen. Zugvogel.

Er liebt einsame, verwahrloste, von Triften, Wiesen, Flüssen und Teichen, die an ihrem Ufer mit Schilf bestanden sind, unterbrochene Wälder mit vielen Oberständern (einzelnen höheren Bäumen), auf denen er sich bald nach seiner Ankunft herumtummelt. Jeder K. wählt sich seinen eigenen größeren Bezirk, den er von früh 1 Uhr an bis nachts 11 Uhr durchstreift, gegen jeden anderen verteidigt und alle Jahre aufs neue aufsucht. Bevorzugt Gegenden, die reich an Nestern kleiner Vögel sind, die ihm Gelegenheit zum Ablegen seiner Eier geben. Es ist ziemlich schwer, einen Kuckuck zu Gesicht zu bekommen, weil er sich meist in den dichten Kronen hoher Bäume aufhält.

**1. Der K. bewohnt den Norden Europas und Asiens, soweit noch Bäume gedeihen. Bei uns erscheint er im April als Bote des Frühlings**

**und wandert bereits im August nach Afrika. Er liebt einsame, von Wiesen und schilfbewachsenen Teichen unterbrochene Wälder mit einzelnen hohen Bäumen. Jeder K. wählt sich sein eigenes größeres Gebiet, auf dem er keinen anderen duldet und das er jedes Jahr aufs neue aufsucht.**

2. Diesen Aufenthaltsorten ist die Färbung des K. angepaßt: das ganze Federkleid glänzt wie Seide. Oberseite des Körpers aschgraublau; Bauch grauweiß, schwärzlich in die Quere gewellt (gesperbert); Kehle, Wangen, Hals bis zur Brust aschgrau; Schwingen schwarzgrau; Schwanzfedern schwarz, an den Schäften weiß gefleckt, mit weißen Endspitzen. Das Weibchen ist weiter nach dem Kropfe herauf gebändert. Die Jungen haben einen grauschwarzen, mit rostroten Flecken und weißen Federrändern besetzten Ober- und einen weißlichen, braun-gewellten Unterkörper. Seine gelben Füße sind für den Aufenthalt auf den Bäumen eingerichtet; denn der kurze, teilweise befiederte Lauf (Hosen) zeigt eine Zehe nach hinten und drei nach vorn, von denen sich jedoch die äußere ebenfalls nach hinten wenden läßt (Wendezehe, Wendezehenfuß!), wodurch der Fuß für das Umfassen der Zweige beim Absuchen wohl geschickt wird.

**2. Sein dunkles, aschgraues oder rotbraunes Gefieder ähnelt der Farbe der Baumstämme und -Zweige und erleichtert es ihm, sich vor unseren Augen zu verbergen. Die bewegliche Wendezehe macht seine Füße geschickt für das Umfassen der Zweige.**

## B. Vermehrung.

Das Weibchen des K. legt in der Zeit von Anfang Mai bis Ende Juni nach und nach 6—8 Eier (etwa alle 6—8 Tage eins) in die Nester kleiner Vögel (besonders Grasmücken, Rotkehlchen, Bachstelzen, Zaunkönige, Rotschwänzchen, Schilfsänger, Weidenzeisige, Braunkehlchen 2c. — Man kennt bis jetzt etwa 50 Arten von Pflegeeltern des K.!). Es ist dazu gezwungen, weil seine Eier sich in längeren Zwischenräumen entwickeln (Schmarotzervogel!). Es weiß zu seinem Zwecke auch die verstecktesten Nester aufzufinden, und wenn sie einen Eingang haben, der zu eng ist, so legt es das Ei auf die Erde, nimmt es dann in den Schnabel und schiebt es mit diesem in das Nest. Das Ei des K. ist wenig größer als ein Sperlingsei und bei einem bräunlich- oder rötlichgelblichen und grauen Grunde sehr verschieden gefärbt. Dabei ist es selbstverständlich, daß es hin und wieder mit den Nestgelegen der Pflegeeltern eine mehr oder minder große Ähnlichkeit hat; aber in der Regel unterscheidet es sich (nach den ganz zuverlässigen Beobachtungen und Untersuchungen der Gebrüder Müller, siehe Heft I, Litteratur!) in Größe, Farbe, Zeichnung und Korn auffallend von ihnen. Eine Ähnlichkeit ist auch unnötig, weil fast alle friedlichen Brutvögel fremde, ihnen untergeschobene Eier, die sie zu bedecken vermögen, ohne weiteres annehmen, ausbrüten und

die Jungen dann wie ihre eigenen pflegen und großziehen. Es ist darum eine Fabel, daß das Kuckucksweibchen die Fähigkeit besitze, stets zu den betreffenden Nestgelegen passende Eier zu legen. Die kleineren Vögel bemühen sich nach Kräften, den K., wenn sie ihn bei seinem Thun ertappen, abzuwehren; darum verrichtet er sein Geschäft so heimlich als möglich. Das Weibchen scheint dann von Zeit zu Zeit die Orte wieder zu besuchen, an denen es seine Eier abgelegt hat, und es ist wahrscheinlich, daß es hin und wieder zur Zeit der Ausschlüpfung des jungen K. das Nestgelege des Brutvogels teilweise oder ganz aus dem Neste herauswirft. Alte (fremde) Kuckucke verzehren jedoch zuweilen die ganze Brut samt dem jungen K. Da das Kuckucksei sehr dünnschalig ist, so kommt es meistens schon nach 13 Tagen, also regelmäßig früher als seine Stiefgeschwister aus (die Brutzeit der meisten kleineren Vögel beträgt 14—16 Tage), wenn diese einmal neben ihnen zur Ausbrütung gelangen. Der noch kahle und blinde K. ist auch sehr geneigt, seine Stiefgeschwister aus dem Neste zu schieben oder zu werfen. Es kommt auch vor, daß der junge K. in Fällen, wo er zugleich mit den Stiefgeschwistern ausgebrütet wird, diese vermöge seiner schnelleren Entwickelung und größeren Stärke erdrückt oder erstickt. Der junge K. ist häßlich und freßgierig; er wird lange gefüttert, selbst noch nach dem Ausfliegen, jedoch nur von seinen Pflegeeltern. Der alte K. schiebt sein Ei aber nicht selten Pflegern unter, bei deren Nahrung der ausgebrütete Vogel nur schlecht oder gar nicht gedeiht (Körnerfresser) oder bei deren geringer Größe der vielbedürfende Stiefsohn eine für ihn zu geringe Masse Futter erhält und deshalb verkümmert oder verhungert. Diese nicht selten vorkommende Wahl unpassender Nester ist auch der Grund seiner mäßigen Vermehrung, verschiedenen Größe und Färbung. Daß der K. ausnahmsweise seine Eier ohne besondere Nestbereitung selbst ausbrütet und die ausgebrüteten Jungen pflegt und großzieht, beobachtete Oberförster Adolf Müller in Krosdorf (Gartenlaube 1888, S. 425).

**NB.** Baron v. Freyberg berichtet über die Futtermenge, die ein von ihm erzogener flügger K. in dreimal 24 Stunden verzehrte.

1. Tag: 38 große grüne Heuschrecken, 13 6—7 cm lange junge lebende Eidechsen, 55 Mehlwürmer, 22 Grillen, 9 Kreuzspinnen, 13 Puppen vom Kohlweißling nebst einem Reste von Ameiseneiern von fünf anderen Vögeln.

2. Tag: 23 7—9 cm lange lebendige junge Eidechsen, 41 große grüne Heuschrecken, 8 große behaarte Raupen, 1 Windigpuppe, 1 Totenkopfpuppe, 22 Kohlweißlingspuppen, 50 Mehlwürmer, Ameiseneier wie am ersten Tage.

3. Tag: 18 7—9 cm lange lebendige junge Eidechsen, 39 große grüne Heuschrecken, 3 Totenkopfpuppen, 43 Kohlweißlingsraupen, 5 Engerlinge, 4 Kreuzspinnen, 50 Mehlwürmer, Ameiseneier wie am ersten Tage.

Alles dieses fraß er ohne Beschwerde, verdaute es vollständig und warf kein Gewölle aus.

Der K. erreicht ein ziemlich hohes Alter. Neumann berichtet von einem an einem besonderen Tone seines Rufes kenntlichen K.,

den er 32 Jahre hindurch, jedes Jahr in demselben Wäldchen, beobachtete.

**Das Weibchen des K. legt in den Monaten Mai und Juni nach und nach 6—8 Eier von der Größe der Sperlingseier, immer je eins in die Nester kleiner Vögel. Diese brüten sie aus und füttern das ausgekrochene, häßliche und freßgierige Junge unter vieler Mühe groß. Der K. ist ein Schmarotzervogel. Bei dieser Art der Vermehrung gehen jedoch nicht nur viele Eier und Nestjunge der kleineren Vögel, sondern auch mancher K. zu Grunde.**

## C. Ernährung.

1. Seine gewöhnliche Nahrung sind Raupen und zwar vorzugsweise behaarte Baumraupen (Prozessions- und Pappelspinner, Nonne, Kiefernspinner 2c.), die er bei gutem Wetter in ihren Schlupfwinkeln aufsucht und sich dabei mit seinen Füßen schief an die Äste und Zweige der Bäume hängt. Bei kühlem regnerischem Wetter streicht er mehr am Boden hin, durchsucht das Gesträuch und herabhängende Baumäste nach Insekten aller Art samt ihren Larven und nimmt in der Not auch mit Wacholder- und Faulbaumbeeren vorlieb. Ebenso macht er im Nachsommer oft Stunden, ja halbe Tage lang Jagd auf Bärenraupen, Grillen und Heuschrecken. Junge Eidechsen und leider auch junge Nestvögel sind ihm ebenfalls willkommene Beute. In Waldgegenden, die vom Raupenfraß befallen sind, scharen sich nicht selten die Kuckucke zusammen und vertilgen dann vermöge ihrer Freßgier ungeheure Mengen dieser von keinem anderen Vogel begehrten Waldverderber. Die mit lauter kleinen Widerhäkchen versehenen Raupenhaare stechen sich dann in seine Magenwände ein, so daß dieser zu Zeiten, in denen er diese Nahrung in Menge verzehrt (Spätsommer), inwendig wie mit einem Pelze überzogen aussieht.

**1. Die gewöhnliche Nahrung des K. sind Raupen, die er vorzugsweise von den Bäumen, aber auch von anderen Pflanzen abliest. Namentlich frißt er die lang- und dichtbehaarten Raupen, die fast kein anderer Vogel mag. Seine Freßgier läßt ihn auch andere Insekten samt ihren Puppen und Larven nicht verschmähen, sowie junge Eidechsen und Nestvögel verzehren. In der Not nimmt er auch mit Wacholder- und Faulbaumbeeren vorlieb.**

2. Für das Aufspüren, Erbeuten und Verdauen dieser Nahrung ist sein Körper eingerichtet: denn zu beiden Seiten des rundlichen Kopfes steht je ein großes, feuergelbes, sehr scharfes Auge. Der etwa kopflange, weiche, ziemlich dünne, auf der Firste sanft gebogene, an der Wurzel verbreiterte und weit gespaltene Schnabel ist nicht nur zum Erfassen seiner Nahrung wohlgeeignet, sondern er vermag damit auch einmal eines seiner Eier aufzunehmen und in ein Nest mit enger Öffnung zu bringen. Zunge und Gaumen sind hart (Einstechen der Haare!); der Vormagen ist mit vielen Drüsen und der Magen mit

starken Muskelbündeln versehen; die Wände beider sind großer Ausdehnung fähig und bekunden ein hohes Verdauungsvermögen.

**2. Seine Nahrung erspürt er mit den großen, feuergelben Augen und erfaßt sie mit dem sanft gebogenen, weit gespaltenen Schnabel. Der drüsige Vor- und der muskelige Hauptmagen, die beide zugleich starker Ausdehnung fähig sind, sorgen für kräftige Verdauung.**

## D. Bewegung.

1. Der Flug des K. ist leicht, schwebend, in zierlichen, schnellen Schwenkungen, ungemein schnell und in einem fortgehend, ähnlich dem des Sperbers, dem er auch in Größe und Farbe des Gefieders ähnelt. Daher schreibt sich der schon seit Jahrtausenden (Aristoteles, Buch 6, 7) bestehende Aberglaube, daß er sich im Herbste in einen Sperber verwandle. Doch unterscheidet er sich von jenem nicht nur durch die Bildung des Schnabels, der Beine und Füße, sondern auch durch die größere Länge des Schwanzes, den er im Fluge etwas hängen läßt. Übrigens ist der K. nur im Fliegen geschickt; gehen und hüpfen kann er nur sehr schlecht und klettern gar nicht.

**1. Der K. fliegt leicht schwebend in gewandten, schnellen Schwenkungen, geht und hüpft nur unbeholfen und vermag nicht zu klettern.**

2. Dafür ist sein Körper eingerichtet; denn sein Leib ist sehr schlank und mit einem ebensolangen, gerundeten, sehr beweglichen Schwanze und langen, schmalen, spitzen Flügeln versehen. Das große hervortretende Brustbein hat einen bedeutend vorspringenden Kamm, an dessen Seiten sich starke Muskeln ansetzen, die dem Vogel ein bedeutendes Flugvermögen verleihen, das sich durch die Luft führenden Knochen des Gerippes und das Luftzellengewebe der geräumigen Brusthöhle noch erhöht. Der letzte Schwanzwirbel ist breit und ähnlich wie bei den Spechten für den Ansatz des fächerförmigen Schwanzes wohlgeeignet. Die äußere Vorderzehe der Füße ist eine Wendezehe, das heißt, sie kann willkürlich nach vorn oder hinten gerichtet werden.

**2. Der schlanke Leib des K. ist mit zwei langen schmalen und spitzen Flügeln und einem körperlangen, sehr beweglichen Schwanze versehen. An den hohen Kamm des großen Brustbeines setzen sich starke Brustmuskeln an, die dem Vogel ein großes Flugvermögen verleihen, das durch den Luftgehalt der übrigen Körperteile noch gesteigert wird.**

## E. Stimme, Eigenschaften 2c.

1. Der Ruf des Männchens ist „Kuckuck"; doch versagt ihm beim heftigen Schreien nicht selten die überschnappende Stimme oder wird zu einem mehrsilbigen Rufe, dem sich dann öfters ein heiseres „Quawawawa" oder „Hachhachhachhach" anschließt, worauf das

Weibchen mit einem gelächterähnlichen leisen „Kiwiwiwi" antwortet. Bei jedem Rufe erfolgt ein Fächern und Aufschnellen des Schwanzes bei hängenden Flügeln und unter ungestümen Bücklingen. Der junge K. läßt ein heiseres „Ziszisis" oder „Zirr" hören.

Der K. ist gefräßig, bewegungs- und schreilustig, dabei unverträglich mit seinesgleichen; denn jeder bedarf seines unersättlichen Hungers wegen eines großen Jagdgebietes. Es kommt darum und außerdem noch zur Paarungszeit zu hitzigen Kämpfen zwischen den Männchen, so daß sie gegeneinander fliegen und heftig mit den Flügeln und Schwänzen schlagen. Der K. ist auch ein sehr scheuer und vorsichtiger Vogel, der sich sehr geschickt den Blicken der Menschen zu entziehen weiß und schon auf weite Entfernung vor dem Jäger flieht. Es ist darum für den, der seine Stimme nicht genau nachzuahmen versteht, sehr schwer, einen K. zu Gesicht zu bekommen und noch schwieriger, einen alten lebend zu fangen.

**1. Das Männchen des K. ruft seinen eigenen Namen, und das Weibchen hat eine leise, gelächterähnliche Stimme. Der K. ist gefräßig und deshalb unverträglich mit seinesgleichen, dabei bewegungs- und schreilustig, sowie sehr vorsichtig und scheu.**

2. Die Luftröhre des K. ist von starken Knorpelringen eingefaßt, die am unteren Kehlkopfe (der Trommel) von besonderer Stärke sind. Außerdem vermag er diesen unteren Kehlkopf sehr auszudehnen, was für die Erzeugung seiner Stimme von Wichtigkeit ist (Spielwerke zur Hervorbringung des Kuckucksrufes!).

**2. Der untere Kehlkopf der Luftröhre des K. ist für die Erzeugung seiner Stimme besonders eingerichtet.**

## F. Feinde.

Der erwachsene K. hat wenig Feinde. Seine Fluggewandtheit sichert ihn vor Nachstellungen der meisten Raubvögel, und den kletternden Räubern entgeht er wahrscheinlich ebenfalls. Kleinere Vögel (Bachstelzen 2c.) verfolgen ihn, sobald er sich sehen läßt, wie einen Raubvogel mit großem Geschrei.

## G. Dienst.

Der Nutzen des K. ist aus den oben angefügten Gründen sehr groß und wird durch seine Gefräßigkeit noch vermehrt. Er schadet zwar durch das Unterschieben seiner Eier, doch vertilgt ein einziger K. mehr Kerbtiere als ein halbes Dutzend kleiner Sänger. Da er mit seinem Rufe ein sicherer Verkünder des Frühlings ist, so gehört er zu den volkstümlichsten einheimischen Tieren; dies beweisen auch die vielen Fabeln, Reime und Sprichwörter, die über ihn im Volksmunde zu finden sind. In Griechenland und Italien ißt man den K.,

wie auch alle kleinen Sänger. Dr. Lindermayer giebt an, daß allein nach Athen jährlich etwa 1000 Stück zu Markte kommen.

**Da der K. sehr viele schädliche Insekten vertilgt, die von anderen Vögeln nicht angerührt werden, so ist sein Nutzen sehr groß, und durch seine Gefräßigkeit wird er noch vermehrt.**

**IV. Anschlüsse:**

1. Der K. als Glied einer Lebensgemeinschaft (Wald und Feld).
2. Gesetze (Übereinstimmung, Erhaltungsmäßigkeit, Anbequemung oder Anpassung 2c.).
3. Zweckmäßige Beobachtungsaufgaben!
4. Schmarotzervögel.

a) echte.
1. Kuckuck.
2. Kuhvogel.

b) unechte.
1. Sperling (Storch-, Krähen- und Schwalbennester).
2. Turmfalk (Taubenschläge).
3. Erd-, Höhlen- oder Miniereule (Höhlen der Gürteltiere und Prairienhunde).

**Anhang:** 1. Der Kuckuck von Chr. Fr. Gellert. Der Kuckuck und der Esel von Hoffmann von Fallersleben. Der Kuckuck von J. Hammer. Der Kuckuck und die Lerche von Hagedorn. Frühlingsbotschaft von Hoffmann von Fallerslebens.

2. Kuckuksküster (Wiedehopf) — Kuckucksspeichel (siehe Wiesenschaumkraut!) — Kuckucks- oder Gauchblume (Kuckuckslichtnelke, breitblättriges Knabenkraut 2c.), Kuckuckskohl, Kuckucksampfer, Gauchheil, Gauchhafer, Gauchlauch, Gauchwermut.

---

## 2. Der Grünspecht. Picus viridis L.

Grasspecht, Erdspecht, plattdeutsch: „Windrackr (Wetterprophet!), Schreiheister, Immenwulf".

**I. Lehrmittel:** Specht gestopft, womöglich die Zunge eines Spechtes mit den Zungenbeinhörnern.

**Litteratur: Hermann Wagner,** In die Natur. 1. Bändchen, S. 97 ff. **Derselbe,** Entdeckungsreisen im Wald und auf der Heide, S. 81 ff.

**Volkspoesie:**

### I. Rätsel.

1.

Es steht im Tau
Eine schöne Jungfrau,
Ist weiß wie der Schnee
Und grün wie der Klee,
Dazu schwarz wie Kohl:
Seid ihr weis', ihr ratet's wohl.

Der Specht. K. Simrock.

2.

Wer nennt mir wohl den Zimmermann?
Ein grünes Röcklein zog er an;
Er hat in Werk- und Ruhestunden
Ein graues Schurzfell vorgebunden;
Daß seinem Haupt nicht Kälte droht,
Trägt er ein Käppchen schön und rot,
Mit seiner Axt so scharf und glatt
Hackt er gar fleißig in der Stadt,
Die lauter grüne Häuser hat.

Der Grünspecht. Oskar Lüttich.

## II. Sprichwörter.

1.
Der Specht muß seinen Schnabel wagen,
Will er füllen seinen Magen.

2.
Der Specht muß fleißig picken,
Soll der Hunger ihn nicht drücken.

3.
Einen Specht braucht man nicht erst auf den Holzbock zu werfen.

4.
Wenn der Specht an die Bäume pickt, geschieht es nicht der Borke wegen.

5.
Einem Spechte Käfer zu hüten geben.

Wander.

## III. Tiersprache.

Specht:
Glück, Glück! Glück, Glück!

**II. Lehrgang.** Der Körperbau im Lichte der Lebensweise!

**III. Ergebnisse und Präparation.**

## A. Heimat und Aufenthaltsort.

**1. Der G. ist über ganz Europa und das angrenzende nordwestliche Asien verbreitet.**

2. Er liebt Laub- und gemischte Waldungen (sein Vetter, der Schwarzspecht, wohnt in den großen Nadelwäldern der Gebirge) und streift im zeitigen Frühjahre und Herbste umher, während er im Winter die Nähe der menschlichen Wohnungen aufsucht und deren Lehmwände und faule Balken oft stark verhaut. Da er auch im Herbst und Winter in seiner Heimat bleibt und nur außer der Nistzeit, sowie in der ersten Jugend, um sich einen Standplatz zu suchen, herumstreicht, so ist er ein Stand- und Strichvogel. Er treibt sich nicht nur auf Bäumen, sondern auch auf dem Erdboden herum (siehe Nahrung!) und schläft des Nachts, in Kletterstellung angeklammert, in hohlen Bäumen, ja auch in Starmesten. Für gewöhnlich lebt er einzeln (Nahrung!), und nur zur Nistzeit findet man die Spechte zu Paaren beisammen. Des Morgens verkündigt er bei Sonnenaufgang sein Erwachen oft mit seiner lachenden Stimme, giebt sich dann bis zum Mittag eifrig seinem Ernährungsgeschäfte hin, ruht in den ersten Nachmittagsstunden aus, um dann wieder thätig zu sein und zuletzt in später Dämmerung vorsichtig seine Schlafstätte aufzusuchen.

**2. Er liebt Laub- und gemischte Waldungen, in denen er außer der Nistzeit einzeln umherstreift, während er im Winter die Nähe der menschlichen Wohnungen aufsucht.**

3. Für diesen geschützten Aufenthalt ist die Bedeckung und Farbe eingerichtet; denn der gestreckte (29—31 cm lange) Körper ist mit einem dichten, anliegenden Gefieder bedeckt. Federgrund aschblau, Scheitel und Hinterkopf karminrot, Augengegend tief schwarz, darunter ein roter (Männchen) oder schwarzer (Weibchen) Augenstreif; Hals,

Rücken und Schultern olivengrün, die Schwungfedern grüngrau mit schwärzlichen und gelblichweißen Querstreifen, Bauch grau, Schwanz gelb mit grüngrauen und schwärzlichen Querbinden, Mauserung!

**3. Sein Körper ist mit einem dichten anliegenden Gefieder bedeckt, das auf der oberen Seite eine grüne und an dem Bauche eine graue Farbe hat; der Scheitel und der Hinterkopf sind karminrot gefärbt. Dieses Federkleid wechselt er jährlich einmal; er mausert sich.**

## B. Vermehrung.

Ende Februar stellt er sich mit dem Weibchen auf dem Nistplatze ein; aber erst im April hackt er (einzelne Fälle ausgenommen, wo er in höheres anbrüchiges Holz bis zu 10 m Höhe baut) in allerlei Bäume, vorzüglich gern in Weichhölzer in unbedeutender Höhe, manchmal sogar auffallend niedrig, ein Loch schräg abwärts in den Stamm, am liebsten an der Stelle eines ausgefaulten Astes. In anbrüchige Hartholzstämme baut er ebenfalls (Verfasser sah in der Leine bei Altenburg an einer anbrüchigen, riesigen Rotbuche bis zu bedeutender Höhe hinauf etwa ein Dutzend Nestlöcher des G.). Die Größenverhältnisse des Baues sind ganz der Größe des Vogels angemessen.

Das Eingangsloch ist so eng, daß der Specht eben aus- und einschlüpfen kann. Die innere Höhle ist etwa 30—40 cm (zwei Spannen) tief und hat dabei einen mittleren Durchmesser von 16 cm. Beide Gatten lösen einander im Meißeln ab und sind sehr fleißig bei ihrer Arbeit; denn in ungefähr 14 Tagen ist die Höhle fertig. Trifft der Specht im Innern des Stammes auf sehr festes Holz, so läßt er die Arbeit liegen (die angefangene Höhle benutzen dann kleinere Vögel, die Spechtmeise ꝛc.) und sucht, ehe er eine neue Höhlung zu meißeln beginnt, lieber eine alte, die ein anderer seiner Art zimmerte, auf und kehrt auch, wenn er nicht gestört wurde, im nächsten Jahre wieder zu ihr zurück. Die Höhle glättet er innen und füttert das Nest mit feinen Spänen aus (Zimmerer, Holzhacker).

Das Weibchen legt 4—8 dünnschalige, reinweiße, glänzende Eier und brütet sie, von dem Männchen während der Zeit von zehn Uhr morgens bis drei oder vier Uhr nachmittags abgelöst, in 16—18 Tagen aus. Der lange Schnabel und die starken Schäfte der hervorbrechenden Federn machen die Jungen sehr häßlich. Sie werden von beiden Alten sehr fleißig, besonders mit Ameisenpuppen gefüttert (Nesthocker!), entwickeln sich sehr rasch und schauen schon in der dritten Woche ihres Lebens aus dem Nestloche heraus. Später beklettern sie von hier aus den ganzen Baum; dann führen sie die Eltern noch kurze Zeit, und vom Oktober an werden sie sich selbst überlassen, später sogar aus dem Gebiete verdrängt.

**Im Frühjahre baut sich jedes Paar ein Nest in eine zwei Spannen tiefe Baumhöhle. Das Weibchen legt 4—8 dünnschalige, glänzende, weiße**

**Eier und brütet sie, mit Unterstützung des Männchens, in 16—18 Tagen aus. Die anfangs sehr häßlichen Jungen werden, bis sie flügge sind, besonders mit Ameisenpuppen gefüttert und dann noch einige Zeit geführt. Der G. gehört zu den Nesthockern.**

## C. Ernährung.

1. Er nährt sich von allerlei Insekten (die er in und unter der Rinde und im Holze kranker Bäume aufsucht), Ameisen und deren Puppen (die er in den durch Gänge aufgeschlossenen Haufen in Menge erbeutet, indem er seine Zunge hineinsteckt, an der sie ankleben. Die rotblaue Waldameise [Formica rufa L.] zieht er allen anderen vor. Er ist beim Erbeuten der Ameisen so eifrig, daß es nicht selten gelingt, ihn bei dieser Arbeit zu überraschen) und Würmern. (Diese sucht er wie die Erdinsekten und deren Larven aus Moos, Rasen, Laub, Geniste und dem Boden selbst hervor; er bohrt dabei ähnliche Löcher in den Boden wie die Schnepfe und ist überhaupt unter allen Spechten derjenige, der den Erdboden am meisten ausbeutet.) Er zeigt auf dem Boden auch nicht die Unbeholfenheit seiner Verwandten. Lieblingsnahrung des G. sind die Maulwurfsgrillen, die Raupen und Puppen des großen Weidenbohrers, sowie die des Bienenschwärmers (Sēsia apifōrmis L.). Beide hackt er sowohl aus den Stämmen der Weiden, Pappeln, Eschen, Espen, Erlen ꝛc. als auch aus den Wurzelknoten und deren unmittelbarer Umgebung. Er betreibt unter allen seinen Vettern das Durchsuchen seiner Nahrungsquellen am regelrechtesten. In Alleen und Vorgehölzen, an Bachufern, Dämmen und Waldrändern fliegt er rastlos von einem Baum zum andern, aber stets von unten an und rückt dann in Schraubenlinien in die Höhe; niemals oder doch höchst selten fliegt er hoch hinauf. Wenn er Stämme überspringt, so geschieht es gewiß nur, um erfahrungsgemäß beutereichen zuzueilen. In derselben Ordnungsmäßigkeit wird ein Rain nach dem anderen in den Wiesen und selbst mitten in den Feldern besucht. Jede gute Fundstelle wird von ihm gründlich und wiederholt ausgebeutet. Er erscheint ganz regelmäßig an bestimmten Orten, und das Abernten der Wiesen und Grasgärten merkt er sich ebenso wie Fundstellen, die im Winter zugänglich bleiben (Ameisenhaufen, Bienenstöcke!). Zuweilen verschmäht er auch die Samen der Zapfenbäume, die Nüsse der Buchen- und Haselsträucher, sowie Vogel- und Holunderbeeren nicht.

**1. Der G. nährt sich von Insekten und deren Larven, die er unter der Rinde und im Holze kranker Bäume, sowie in dem Erdboden aufsucht, nicht minder von Ameisen und deren Puppen und Würmern. In der Not frißt er auch die Nüsse der Buchen und Haselsträucher, die Samen der Nadelhölzer und allerlei Vogelbeeren; ja er erscheint auch an den Bienenstöcken, um Bienen zu rauben.**

2. Für die Aufspürung und Erbeutung seiner Nahrung ist der Körper des G. eingerichtet. Er spürt seine Beute nicht nur mit seinen großen bläulichweißen Augen, sondern auch durch den Geruch und durch das Tastgefühl der Zunge und erbeutet sie mit Hilfe des Schnabels und der Zunge. Der große und breite Kopf trägt einen reichlich 4 cm langen, geraden, kräftigen Schnabel. Dieser hat eine lang kegelförmige, vierkantige Gestalt und ist an seiner Spitze keilförmig zusammengedrückt. Er (d. h. der äußere, die Kinnladen umgebende Hornüberzug) wächst bei Verletzung und Abnutzung, wie sie infolge der Thätigkeit des Spechtes öfters vorkommen, sehr rasch nach. Durch die starken Nackenmuskeln kann er zu kräftigen Hieben angetrieben werden. Er dient nicht nur zum Hacken, sondern auch zum Bohren und Brechen. Ja seine Vettern (der Schwarzspecht und der große und mittlere Buntspecht) vermögen die Geschwindigkeit der Schnabelhiebe so zu steigern, daß dadurch der Holzkörper (dürrer Ast 2c.) in eine schnurrende Bewegung gerät („ärrrr", Rademacher im Volksmunde!). Die lange spitze Zunge läuft nach vorn in eine feine hornartige Spitze aus; diese ist jederseits mit 5—6 nach hinten gerichteten Stachelborsten besetzt, welche wie die Widerhaken einer Pfeilspitze erscheinen. Sie sitzt an dem geraden griffelförmigen Zungenbeine, das so lang wie der ganze Schnabel ist. Von diesem gehen nach hinten noch zwei doppelt so lange, zweigliedrige Zungenbeinhörner aus. Das Zungenbein steckt in einer elastischen Scheide, die im Zustande der Ruhe wie eine Sprungfeder aussieht. Die Zungenbeinhörner legen sich dann in häutigen Scheiden um den Hinterkopf herum bis zur Stirn. Sie liegen hier unter der Haut und reichen mit ihren Spitzen sogar bis in die hornige Scheide des Schnabels weit über die Nasenlöcher hinaus, woselbst sich ein eigener Kanal für ihre Aufnahme befindet. Die Scheiden der Zungenbeinhörner bestehen aus Muskeln. Diese bewegen bei ihrer Zusammenziehung die Zungenbeinhörner und damit die Zunge nach hinten und spannen gewissermaßen die Muskeln der Zungenbeinscheide wie einen Bogen. Bedarf nun der G. der Zunge zur Erbeutung der Nahrung, so läßt die Spannung der Muskeln der Zungenbeinhörner nach, und die der Zungenbeinscheide, sowie zweier von ihr zur Spitze des Schnabels gehender Muskeln, tritt in Thätigkeit und schnellt die Zunge wie einen Pfeil fingerlang aus dem Schnabel hervor. Dabei besitzt sie eine ungemeine Biegsamkeit und Elastizität; sie folgt mit aalartiger Schmiegsamkeit den Bohrlöchern der Maden, spießt sie und zieht sie an das Tageslicht. Außerdem sondern die Speichel- und Schleimdrüsen des Unterkiefers einen zähen Schleim ab, der die Zunge bedeckt und durch den besonders die Ameisen an diese ankleben.

Die stämmigen, kurzen, weit nach hinten sitzenden, einwärts gestellten, rauhschuppigen, graugrünen Füße (Kletterfüße) tragen vier lange Zehen mit starken, sichelförmig gekrümmten, scharfen Krallen.

Zwei Zehen stehen nach vorn (sie sind bis zur Hälfte des ersten Gliedes verwachsen) und zwei nach hinten. Die innere davon ist die eigentliche Hinterzehe und die kleinste; die äußere ist eigentlich die äußere Vorderzehe und die längste des Fußes); mit ihnen vermag er sich fest an die Bäume anzuklammern. Der Schwanz (Kletter- oder Stemmschwanz) ist an dem breiten Endwirbel der Wirbelsäule dachgiebelartig angebracht. Er besteht aus zwölf (zehn großen und zwei kleinen) Federn, von denen die großen sehr starke, elastische Schäfte besitzen. Ihre derben Fahnenstrahlen stehen nach der Spitze hin beiderseitig schräg nach unten, so daß auch jede einzelne Feder einem Dache ähnlich wird, dessen First der Schaft bildet. Auf diese Weise ist der Schwanz dem G. nicht allein ein vorzügliches Mittel, um sich an den senkrechten Stämmen aufwärts zu bewegen (zu klettern); denn die Fahnenstrahlen stemmen sich in alle Unebenheiten der Baumrinde ein, sondern auch eine elastische Stütze, auf der dieser Zimmermann der Wälder sich bei seiner Arbeit mit besonderer Wucht vorschnellen kann.

2. Seine Nahrung erspürt er mit den hellgrauen scharfen Augen und durch den Geruch. Er erbeutet sie mit dem starken, geraden, vierkantigen und vorn keilförmig zusammengedrückten Schnabel. Diesen gebraucht er wie der Zimmermann seine Axt und treibt ihn durch die starken Nackenmuskeln zu kräftigen Hieben an. Die lange, hornige, aber sehr geschmeidige Zunge ist vorn mit einer pfeilartigen Spitze versehen. Er vermag sie durch besondere Muskeln etwa fingerlang aus dem Schnabel vorzuschnellen und mit ihr in die Schlupfwinkel seiner Beute einzudringen, diese daselbst aufzuspießen und an das Tageslicht zu ziehen. Starke Schleim- und Speicheldrüsen umhüllen die Zunge mit einem klebrigen Schleime, der die kleineren Tierchen an ihr festklebt.

Damit er beim Meißeln und Klettern an den Stämmen einen festen Stand habe, sind seine Füße kurz, stämmig und stark einwärts gebogen, ihre Zehen lang, teilweise verwachsen und mit starken, sichelförmig gebogenen, scharfen Krallen versehen. Zwei Zehen stehen nach vorn und zwei nach hinten wie bei allen echten Kletterfüßen. Sein Schwanz ist ein kurzer, keilförmiger, elastischer Kletter- oder Stemmschwanz.

## D. Bewegung.

1. Da der G., um Nahrung zu suchen, fast unaufhörlich von Baum zu Baum wandert, so sieht man ihn selten weite Strecken im Fluge zurücklegen. Er fliegt meist nur kurze Strecken von der Höhe des einen Baumes zu dem unteren Teile des Stammes eines anderen, wobei er sich beim Anfliegen und Emporklettern den Augen des Beobachters sehr geschickt zu entziehen weiß. Er ist aber keineswegs ungeschickt im Fluge. Man kann sich davon überzeugen, wenn man ihn beobachtet, wie er abends aus dem Felde hoch durch die Luft

zum Walde zurückkehrt. Mit raschen, schwirrenden Flügelschlägen steigt er aufwärts, legt dann plötzlich die Flügel hart an den Leib und schießt pfeilartig in steilem Bogen nach unten, worauf das Aufsteigen von neuem beginnt; so fliegt er in tiefen Wellenlinien rasch dahin. Beim Beschreiben des absteigenden Bogens läßt er auch oft seinen Ruf erschallen. Den größten Teil seines Lebens bringt er aber kletternd zu. Das Klettern ist ihm so zur anderen Natur geworden, daß er auch in angeklammerter Stellung schläft und daß die Jungen zuerst das Anklammern und Klettern und erst später das Hüpfen und Fliegen lernen. Das Aufklettern geschieht ruckweise. Bei jedem Satze lüftet er ein wenig die Flügel, um sich durch deren Zusammenschlagen im Vereine mit dem federnden Schwanze, auf den er sich stützt, in die Höhe zu schnellen. So klettert er meist in Schraubenlinien um die Stämme aufwärts, selten an der unteren Seite der Äste, niemals aber, wie z. B. der Kleiber, kopfabwärts nach unten. Auf dem Boden hüpft er viel geschickter als alle seine Vettern.

**1. Der G. fliegt ungern weit und stets in tiefen Wellenlinien; er klettert ausgezeichnet an den Stämmen der Bäume, und auf dem Erdboden vermag er gut zu hüpfen.**

2. Dafür ist sein Körper eingerichtet. Zuerst fällt am Knochengerüste auf, daß zwar die Schlüsselbeine sehr stark, die Schulterblätter aber kurz und enggestellt sind und daß der Kamm des Brustbeines wenig hervorragt. Dadurch wird dem ohnehin schlanken Vogel das Ein- und Ausschlüpfen an engen Löchern und Höhlen sowie das senkrechte Aufklettern hart an den Stämmen der Bäume sehr erleichtert. Des Baues der Füße gedachten wir schon im Anschlusse an die Ernährung. Die Flügel sind mittellang und etwas abgerundet.

**2. Dazu sind seine Flügel mittellang und abgerundet und die Schlüsselbeine stark; das Brustbein aber hat einen niedrigen Kamm, und der ganze Vogel ist schlank gebaut.**

## E. Stimme, Einrichtung ꝛc.

Seine Stimme ähnelt einem hellen, durchdringenden Gelächter und tönt: „Glückglückglückglückglück—glück!“ Während des Fluges läßt er außerdem nicht selten ein vernehmliches „Düh“ oder „Güh“ erschallen. Der Zärtlichkeitslaut ist ein wohltönendes „Gäck, gack“ oder „kipp“, und in der Angst kreischt er laut.

Er ist ein munterer, rastloser, scheuer, vorsichtiger und mißtrauischer Vogel, der einsiedlerisch lebt, sich in der Gefangenschaft ganz ungebärdig stellt und darum auch nicht zähmen läßt. Diese Eigenschaften sind zum größten Teile in seiner Ernährungsweise begründet.

**Der G. läßt oft einen gelächterähnlichen Ruf erschallen; in der Angst kreischt er laut.**

**Er ist ein rastloser, scheuer und ungeselliger Vogel, der sich nicht zähmen läßt.**

## F. Feinde.

Der G. ist, da er mehr an freien Stellen zu finden ist als seine Anverwandten, auch den Angriffen der Raubvögel mehr ausgesetzt als diese; insbesondere wird er vom Hühnerhabichte und Sperberweibchen verfolgt. Er stößt in diesem Falle ein durchdringendes Klagegeschrei aus und wehrt sich tapfer mit seinem Schnabel. Sobald er übrigens bei solchen Verfolgungen eine Baumgruppe oder auch nur einen einzelnen Baum erreichen kann, ist er gerettet. Denn von dem Baume, auf dem er Meister in allen Wendungen um den Stamm und im Geäste ist, in denen ihm kein Raubvogel zu folgen vermag, geht er dann nicht mehr ab. Den Nestjungen stellen die Marder und Wiesel nach.

**Seine Feinde sind der Hühnerhabicht und das Sperberweibchen; den Jungen stellen die Marder und Wiesel nach.**

## G. Dienst.

1. Er vertilgt eine ungeheure Menge von den die Pflanzen und den Wald verderbenden Insekten und deren Larven.
2. Er zeigt durch seine Thätigkeit dem Forstmanne das Vorhandensein der Waldverderber an.
3. Die vielen Baumlöcher, die er teils als Niststätten, teils als Nachtherbergen, teils beim Aufsuchen seiner Nahrung hackt, dienen kleineren Vögeln (Wendehals-, Blau- und Sumpfmeise, Kleiber ꝛc.) zur Wohnung.

Da sein Nutzen so groß ist, wird man nicht nur ihn selbst, sondern auch die zu seiner Wohnung passenden Bäume schonen.

### IV. Anschlüsse:

1. Der G. als Glied einer Lebensgemeinschaft (Wald und Feld!).
2. Gesetze!
3. Zweckmäßige Beobachtungsaufgaben!
4. Der Specht als Zimmermann unserer Wälder!
5. Der Specht als Vertreter der Klettervögel.

**Der Körper der Klettervögel oder Paarzeher ist für ein Leben auf den Bäumen eingerichtet; denn die kurzen Beine tragen ebensolche Füße, deren vier lange Zehen bei den meisten zu Paaren nach vorn und hinten stehen. Man nennt sie Kletterfüße. Bei einigen läßt sich jedoch die äußere Vorderzehe willkürlich nach vorn oder hinten richten, ist also eine Wendezehe. Die Krallen der Zehen sind groß, stark gebogen und scharf. Sie erspähen ihre hauptsächlich aus Kerbtieren und nebenbei aus allerhand Pflanzenstoffen (Sämereien, Baumfrüchten) bestehende Beute mit ihren scharfen Augen. Sie sind nur mittelmäßige Flieger, aber desto bessere Kletterer, und da sie meist wärmeren Gegenden angehören, so ist ihr Gefieder dunenarm.**

## Verwandte (Übersicht).

1. Die Spechte sind mit echten Kletterfüßen, geradem Keilschnabel, spitzer Pfeilzunge und elastischem Stemmschwanze ausgerüstete, lebhafte, ungesellige, schwer zähmbare Vögel, die meist in Wäldern auf Bäumen leben. Die eigentlichen Spechte benennt man nach der Farbe des Gefieders. Der Schwarzspecht, der größte von ihnen, lebt besonders in unseren Nadelwäldern. Ebenfalls bei uns einheimisch sind die Buntspechte, der große oder Rotspecht, der Mittel- und der Klein- oder Zwergspecht. Der dreizehige Buntspecht bewohnt die Gebirgswälder Süddeutschlands. Die letzten sind die Gras- oder Erdspechte, nämlich der Grün- und der seltenere und kleinere Grauspecht. Der Wendehals, ein aschgrauer Vogel von Lerchengröße, klettert nicht wie die Spechte, gebraucht aber seine Zunge wie diese und hat seinen Namen von der Gelenkigkeit seines Halses.

2. Die Kuckucke sind von Insekten lebende, nützliche Zugvögel, die einen gebogenen Schnabel, einen langen Schwanz und an dem Fuße eine Wendezehe haben und vorzüglich in den warmen Erdstrichen zahlreich sind. Der gemeine Kuckuck, die Honigkuckucke, die in Afrika durch ihr Schreien die Nester der wilden Bienen verraten, und die Madenhacker, die in Südamerika dem Weidevieh die Bremsen(Oestrus-)larven absuchen, gehören ihnen an.

3. Die Papageien sind mit echten Kletterfüßen (die sie wie Hände gebrauchen), dickem, kurzem, hakenförmigem Schnabel versehene, buntbefiederte (Maskierung!) Bewohner der tropischen Wälder. Sie werden häufig in der Gefangenschaft gehalten und sind sehr gelehrig. Die Aras oder Sittiche sind Südamerikaner mit langem Keilschwanze und sehr buntem Gefieder. Sie werden häufig als Aushängeschilder der Tierbuden benutzt. Die Zwergpapageien haben oft die Größe eines Sperlings oder Zeisigs. Man hält sie bei uns meist paarweise, weil sie sehr zärtlich miteinander sind. Zu den kurzgeschwänzten Papageien gehört der graue Papagei (mit rotem Schwanze) oder Jako, der gelehrigste unter allen. Die grünbunten Amazonenpapageien und die Kakadus haben den Kopf mit einem aufrichtbaren Federschopfe verziert.

4. Die Pfefferfresser oder Großschnäbler (Südamerika) und 5. die Nashornvögel (Südasien, Mittel- und Südafrika) sind ebenfalls Bewohner tropischer Waldungen, mit sehr großen, aber dünnwandigen und darum leichten Schnäbeln, die mitunter noch durch Auswüchse verziert sind.

6. Die Pisangfresser sind Afrikaner, die von den Früchten der Bananen leben.

## Der Grünspecht und der Eisvogel (Vergleichung).

a) Ähnlichkeiten.

1. Beide sind unzähmbare, ungesellige Stand- und Strichvögel unserer Heimat. Sie leben nur zur Nistzeit paarweise, da ihr Nahrungserwerb sie zu einem ungeselligen Leben zwingt.

2. Beide wohnen in Höhlen, die sie sich mühsam selbst bauen. Weil sie aber geschützt brüten und auch sonst im Schutze der Zweige des Gebüsches und des Waldesdunkels stehen, so bedürfen sie keines besonderen Schutzes durch die Färbung, und diese ist darum lebhaft und bunt.

3. Beide ziehen jährlich nur eine Brut auf, da ihnen der Nestbau viele Mühe macht und Zeit raubt und sie auch sonst ziemlich spät (Anfang Mai) zum Brüten kommen und sich nach dem Ausfliegen noch lange mit der Unterweisung ihrer Jungen beschäftigen müssen. Ihre Vermehrung ist darum unbedeutend.

4. Die Jungen beider sehen anfangs wegen des großen Kopfes, langen Schnabels und der starken Kiele der unentwickelten Federn sehr häßlich aus und sind Nesthocker.

5. Das wichtigste Werkzeug beider ist der Schnabel, der dem einen als Hacke und Spieß und dem anderen als Axt oder Meißel dient.

b) Verschiedenheiten.

1. Der Grünspecht nistet in Baum-, der Eisvogel in Erdhöhlen.

2. Der Grünspecht spürt seine Nahrung nicht nur mit den Augen, sondern auch durch den Geruch und das Gefühl, legt sie durch harte Arbeit mit dem Schnabel bloß und erbeutet sie durch seine pfeilartige Zunge; Stemmschwanz und Kletterfüße leisten ihm dabei treffliche Dienste.

Der Eisvogel dagegen lauert auf seine Beute, erspäht sie mit den Augen und erhascht sie nur mit dem Schnabel, während seine Zunge verkümmert ist.

3. Während beide durch ihr scheues vorsichtiges Wesen und ihren versteckten Aufenthalt ihren Feinden zu entgehen wissen, hat der Eisvogel oftmals schwer unter der Ungunst der Witterung zu leiden.

4. Der Nutzen des Spechtes ist sehr groß, während der Eisvogel gleich wenig schadet und nützt.

---

## 3. Die gemeine oder weiße Bachstelze. Motacilla alba L.

Blaue, Weiße, Graue, Haus-, Stein- oder Wasserstelze, Wege-, Wasser-, Quäk-, Quick- oder Wippsterz, Wappstert, Wagenstertze, Quabbstert, Bebe-, Wendel- oder Wippschwanz, Stifts- oder Klosterfräulein, Nonne, Ackermännchen, Blau-Ackermann, Schäfermädchen, Wäscherin.

**I. Lehrmittel:** Die einheimischen Arten (die weiße, die graue oder Gebirgsstelze [M. sulphūrea Bechst.] und die gelbe oder Schafstelze [M. flava L.]) ausgestopft oder lebend zu beobachten.

**Litteratur: E. A. Roßmäßler,** Aus der Heimat, Jahrg. 1864. S. 215 ff.!

**Volkspoesie:**

I. Scherzrätsel.

1.
Welche Stelzen laufen selbst?

2.
Welche Stelzen haben Beine (Flügel)?

3.
Welche Stelzen fliegen 2c.?

Dr. Franklin.

II. Reim.

Bach- Bach-Stelzchen,
Wie nett drehst du dein Hälschen,
Wippst mit dem Schwanz und läufst so [flink,
Ich fang' dich doch, du kleines Ding! —
Da fliegt Bachstelzchen übern Bach [nach!
Und ruft mir zu: Komm nach! Komm

R. Reinick.

**II. Lehrgang.** Der Körperbau im Lichte der Lebensweise.

**III. Ergebnisse und Präparation.**

### A. Heimat und Aufenthaltsort.

Ganz Europa, West- und Mittelasien bis zum äußersten Norden (Lappland, Island, Grönland); im Herbste, (Ende Oktober, Anfang November) nach Südeuropa, wo viele überwintern, bis Nord- und Innerafrika. Einige überwintern auch bei uns. Kehrt im Frühjahre oft so bald zurück, daß sie nicht selten in Not gerät. Es treibt sie überhaupt weniger die Kälte als der Nahrungsmangel fort von uns. Gewöhnlich vom 2.—10. bei uns. Zugvogel.

In Gebirgsgegenden wie in Ebenen aller Arten, vorausgesetzt, daß es nicht an einem Gewässer fehlt; in der Nähe menschlicher Wohnungen, in Höfen, an Straßen, auf großen Niederlagen von Klafterholz; meidet den Hochwald und das Gebirge über der Holzgrenze; sitzt gern auf einzelnen Zweigen niedriger, dürrer Bäume, auf Brückengeländern, Säulen bei Wehren und Mühlbecken, Pfählen, einzelnen großen Steinen, Dachfirsten ꝛc. Ins seichte Wasser geht sie häufig bis zu den Fersen. Vom Anfang Juli bis zum Wegzuge übernachtet sie im Rohr und Gebüsch der Teich-, See- und Flußufer, wo sie vor vielen Feinden sicher ist.

**Die g. B. lebt vom Februar bis Oktober in ganz Europa, West- und Mittelasien und zieht im Herbste aus dem Norden nach Südeuropa und Afrika, jedoch ohne dort zu nisten. Sie ist ein Zugvogel.**

**Sie hält sich gern in der Nähe von Gewässern, an von Menschen bewohnten Orten, auf Straßen, in Höfen und Gärten auf und meidet den Hochwald und das Hochgebirge.**

## B. Ernährung.

1. Zarte, weiche Insekten und Insektenlarven (Fliegen, kleinere Libellen, Frühlings-, Eintags- und Florfliegen, Schnaken, Mücken ꝛc.), Spinnen, Schneckchen und Würmchen. Diese Nahrung fängt sie aus der Luft, sucht sie auf Dächern, auf dem Ufersande, auf schlammigem Boden, Felsblöcken, gemähten Wiesen, am Ausfluß der Kanäle und Gossen, an Düngerstellen, auf Viehtriften, ja selbst auf dem Rücken der Schafe, hinter dem pflügenden Landmanne ꝛc.

**1. Die B. nährt sich von zarten Insekten und deren Larven, Spinnen, Schneckchen und Würmchen, die sie in der Nähe ihrer Wohnstätten erbeutet.**

2. Zum Aufspüren und Fangen dieser Nahrung ist ihr Körper wohl eingerichtet: Kopf klein, mit flacher Stirn; Augen groß, dunkelbraun, munter blickend, Gesicht scharf; Schnabel dünn, gerade, pfriemenförmig, Oberschnabel auf der Firste kantig, vor der Spitze seicht ausgeschnitten, am Grunde mit schwachen Bartborstenfedern, welche die länglichen Nasenlöcher aber nicht überragen, versehen.

**2. Diese Nahrung erspürt sie mit den großen, dunkelbraunen, scharfen Augen und erhascht sie mit dem dünnen, pfriemenförmigen Schnabel.**

## C. Vermehrung.

1. Sie nistet jährlich zweimal in Baum- und Erdlöchern, Mauer- und Felsenspalten, in den Wänden der Hohlwege und Steinbrüche, in Steinhaufen, unter Brücken, an Wehren, in Scheit- und Reisighaufen, in Strohdächern oder unter gehobenen Dachziegeln, in unter dem Dachsims angeschlagenen Brutkästchen ꝛc. — Baut das Nest aus Wurzelfasern, feinen Stroh- und Grashalmen, zarten Reiserchen,

Moos, Flechten, dürren Blättern und füttert es mit Federn, Wolle, Werg, Schweinsborsten, Kälber- und Pferdehaaren und dgl., die sie künstlich verwebt (Webervogel) aus. Das Weibchen legt das erste Mal (April) 6—8, das zweite Mal (Juni) 4—6 zartschalige, auf grauem und bläulich-weißem Grunde deutlich oder verwaschen aschgrau oder gelbbräunlich gefleckte Eier, die es in 14 Tagen ausbrütet. Es sitzt dabei oft so fest, daß es sich lieber vom Neste heben läßt, ehe es die Eier verläßt. Das Männchen füttert das brütende Weibchen emsig und sammelt oft viele kleine Kerbtiere im Schnabel an, die es dann zum Neste trägt. Ebenso füttern die beiden Alten die Jungen, welche die Nahrung gierig unter dem Rufe: „Zihihihihi" empfangen (Nesthocker). Sind sie ausgeflogen, so laufen sie schon von weitem den futterbringenden Alten unter solchem feinen Gewieher entgegen. Nicht selten legt der Kuckuck in ihr Nest ein Ei, das sie dann ebenfalls sorgfältig ausbrüten; doch macht ihnen das Aufziehen dieses Pflegekindes wegen seiner Unersättlichkeit große Mühe.

**1. Die B. baut sich in allerlei Schlupfwinkeln in der Nähe des Wassers und der menschlichen Wohnungen aus feinen Halmen ein kunstvolles Nest und füttert es mit weichen Stoffen aus. Darein legt das Weibchen im April und Juni je 4—8 zartschalige graugefleckte Eier, die es in 14 Tagen ausbrütet. Es wird während dieser Zeit vom Männchen gefüttert. Die Jungen werden von den beiden Alten ebenfalls fleißig mit zarten Insekten gefüttert und nach dem Ausfliegen noch einige Zeit geführt. Nicht selten legt der Kuckuck ein Ei in ihr Nest.**

2. Die beiden Geschlechter der B. sind nicht so leicht zu unterscheiden. Das dichte und weiche Gefieder zeigt im allgemeinen große, scharf abgegrenzte Farbenflächen: Rücken aschgrau (Name!); Stirn, Kopf- und Halsseiten nebst Bauch weiß; Brust und Vorderhals nebst Hinterkopf schwarz; Schwingen schwärzlich, weißgrau gesäumt, wegen der weiß zugespitzten Deckfedern zweimal licht gebändert; die acht mittleren Schwanzfedern schwarz, zu beiden Seiten je zwei weiße (Frühjahrs- oder Hochzeitskleid). Am Herbstkleide steht unter der weißen Kehle ein schwarzer hufeisenförmiger Fleck. Bei dem Weibchen sind die Farben nicht so rein wie bei dem Männchen. Die Jungen sind oben ganz schmutzig aschgrau, Kehle grauweiß, unter ihr ein schwarzgrauer, hufeisenförmiger Fleck; Unterkörper schmutzigweiß. Mauserung!

**2. Die B. trägt wegen ihres aus Schwarz, Weiß und Grau zusammengesetzten Federkleides im Volksmunde hier und da den recht passenden Namen Kloster- oder Stiftsfräulein und Nonne.**

## D. Bewegung.

1. Sie geht schrittweise, bei jedem Schritte mit dem Kopfe nickend und mit dem Schwanze wippend (Namen!), läuft in Ab-

sätzen mit großer Gewandtheit und Schnelligkeit am Wasser entlang, wobei sie den Kopf etwas einzieht, den Körper ganz wagerecht, und häufig, wo es naß ist, oder wenn sie durchs Wasser watet, den Schwanz etwas aufrecht trägt, um ihn vor Nässe zu bewahren. Starker Wind macht ihr dabei viel zu schaffen. Sie fliegt leicht und schnell, in langen, steigenden, und fallenden Bogenlinien, meist niedrig und in kurzen Strecken über dem Boden oder Wasser dahin, oft aber auch in einem Zuge viertelmeilenweit auf die Felder hinaus. Auf den Wanderzügen fliegt sie sehr hoch; wenn sie sich niederlassen will, stürzt sie jählings herunter und breitet den Schwanz, den sie während des Fliegens ganz schmal machte, kurz über dem Boden fächerförmig aus und bewegt ihn heftig auf und nieder.

**1. Alle ihre Bewegungen sind anmutig, flink und gewandt. Sie geht schrittweise, dabei mit dem Kopfe nickend und dem Schwanze wippend, rennt kurze Strecken und fliegt sehr schnell und gewandt in flachen Wellenlinien.**

2. Dazu ist ihr Körperbau eingerichtet; denn der kleine Kopf fügt sich durch den ziemlich langen Hals an den ebenmäßigen schlanken Leib an, dem die mittelmäßig großen, spitzen Flügel knapp anliegen. Der ganze Leib endet in einem körperlangen, am Ende schwach abgerundeten Schwanze. Die Füße sind schlank und dünn, für Sänger ungewöhnlich hoch; von den drei nach vorn gerichteten Zehen sind die mittlere und äußere fast bis zum letzten Gliede verwachsen (Wandelfüße), die Krallen sind schwach gebogen; die der Hinterzehe sind groß, gekrümmt, lang und dünn. Die Luftbehälter des Körpers sind groß und zahlreich.

**2. Die schlanke, zierliche Gestalt, die stark zugespitzten Flügel, der ungewöhnlich lange, schmale Schwanz sowie die hohen schlanken Füße der B. sind für ihre anmutigen, raschen Bewegungen wie geschaffen.**

## E. Eigenschaften, Stimme.

Der Gesang des Männchens ist nicht sehr laut und sehr einfach. Die Lockstimme tönt: „Tziui" und „Zissississis", der Zärtlichkeitslaut: „Quiriri". Sie ist sehr beweglich und munter, zutraulich gegen den Menschen, ohne jedoch unvorsichtig zu werden. Sie liebt es auch, sich mit ihresgleichen zu necken, spielend herumzujagen und selbst ernster zu raufen; besonders zanken und raufen die Männchen zu Anfange der Nistzeit miteinander, indem sie, in die Luft aufsteigend, gegeneinander prallen. Sie verfolgt Eulen, alle Tagraubvögel und auch den Kuckuck scharenweise mit großem Geschrei und macht dadurch andere kleine Vögel auf die ihnen drohende Gefahr aufmerksam. In der Gefangenschaft dauert sie nicht lange aus.

**Ein eigentlicher Gesang ist die Stimme der Bachstelze nicht; doch finden wir die nicht sehr laute und einfache Stimme dieses so lieblichen Tierchens**

hübsch. Sie ist sehr beweglich, munter und zutraulich gegen den Menschen, hadert jedoch gern mit ihresgleichen und verfolgt Eulen, alle Tagraubvögel sowie den Kuckuck scharenweise mit großem Geschrei.

### F. Feinde.

Ihre Feinde sind Katze, Marder, Iltis, Wiesel, Ratten (den Jungen) und kleinere Raubvögel (Sperber), Würger und Elstern.

### G. Würdigung (Dienst).

Sie ist durch ihre Insektenvertilgung ein äußerst nützlicher Vogel und weiß durch ihre Anmut und Zutraulichkeit auch das roheste Gemüt für sich zu gewinnen.

**IV. Anschlüsse:**

1. Die Bachstelze als Vertreter der Pfriemenschnäbler.

Es sind meist kleine, aber treffliche Sänger mit pfriemenförmigem, an der Spitze des Oberkiefers seicht ausgeschnittenem Schnabel, an dessen Grunde schwache Bartborsten stehen. Sie leben von Insekten und Beeren und sind ohne Ausnahme nützlich.

### Verwandte (Übersicht).

a) Bachstelzen und Pieper (graue oder Gebirgsstelze; gelbe, Schaf- oder Kuhstelze. Sie gleichen ihr in Gestalt und Lebensweise völlig, unterscheiden sich nur durch das Gelb des Gefieders. — Die Pieper sind in ihrem Wesen und dem Schwanze den Bachstelzen, im Gefieder der Lerche ähnlich; der bekannteste und sangeslustigste ist der Baumpieper oder die Heidelerche).

b) Erdsänger. Sie sind langbeinig, großäugig und nisten in der Nähe des Bodens. Die Nachtigall (im Gefieder unscheinbar, im Gesange samt dem Sprosser hochberühmt), das Rot- und das Blaukehlchen (nach Farbe der Kehle und Brust benannt), das Graukehlchen oder die Hecken-Braunelle; das Weiß- (auch Weißschwanz), das Braun- und das Schwarzkehlchen (Steinschmätzer, langschnäblige, langfüßige, langflügelige und breitschwänzige Vögel, angenehme Sänger, wippen alle wie die Stelzen mit dem Schwanze).

c) Rötlinge. Sie nisten in Baum- und Mauerlöchern, sind aschgrau gefärbt mit rotem Schwanze. Das Garten- und das Hausrotschwänzchen.

d) Grasmücken mit kürzeren Läufen, abgerundetem Schwanze und grauem oder graubraunem Gefieder, in Gebüschen und Hecken lebend und nistend. Die graue oder Garten-; die Klapper- oder Hausgrasmücke (Müllerchen, Weißkehlchen); die Dorn- oder gemeine Grasmücke und die Mönchsgrasmücke (der Plattenmönch, Mönch, Schwarzkopf, Schwarzplattl 2c.).

e) Laubvögel. Es sind zarte, grünlich gefärbte Vögelchen, die fast nur in den Zweigen (dem Laube!) der Bäume leben, wie der schwirrende, der gelbe (Garten-, Bastardnachtigall) und der grüne Laubvogel (Weidenzeisig).

f) Rohrsänger. Sie bewohnen nasse Stellen, besonders Schilf. Der Teichschilf- oder Teichrohrsänger oder Rohrspottvogel und der Binsenrohrsänger oder Rohrsperling.

g) Drosseln. Angenehme Sänger von Starengröße, die sich von Insekten und Beeren ernähren und ihres wohlschmeckenden Fleisches wegen gefangen werden. Die Schild- oder Ringamsel, Ringdrossel (schwarz, Oberbrust mit weißer Querbinde, bei uns seltener); die gemeine Amsel, Merle oder Schwarzdrossel (bleibt im Winter); die Misteldrossel (Beeren) oder Schnarre (Stimme!); die Wachholderdrossel (Beeren), Krammetsvogel, Schacker

(Stimme!) oder Ziemer; die Rot- oder Weindrossel und die gemeine, Sing-, Grau- oder Märzdrossel oder Zippe; die Goldamsel, der Pirol, Pfingst- oder Kirschvogel; der Wasserstar oder die Wasseramsel (schwarzbraun, Brust und Hals weiß, an Wehren häufig, guter Taucher).

h) Die Schlüpfer. Der Zaun- oder Schneekönig, Baumschlüpfer, nebst dem Goldhähnchen der kleinste Europäer.

i) Die Meisen. Kleine, lebhafte, listige, mutige, alles Genießbare fressende, zanksüchtige Vögelchen. Die Haubenmeise (Federholle); die Schwanzmeise (Schwanz länger als der Körper); die Kohl- (Farbe), Fink- oder Pinkmeise; die Blaumeise (Farbe) und die Bartmeise sowie das Goldhähnchen.

2. Die Bachstelze als Glied einer Lebensgemeinschaft (Feld und Flur oder Fluß und Teich).

3. Stelle zweckmäßige Beobachtungsaufgaben zusammen!

4. Gesetze (Anpassung 2c.).

5. Vergleichung von Bachstelze und Lerche.

a) Ähnlichkeiten.

1. Beide sind sehr flinke, ununterbrochen thätige Insektenjäger; dabei aber mit ihresgleichen unverträglich und händelsüchtig.

2. Die Füße beider sind zum flinken Laufen und ihre Schwingen sowie der schlanke Körper samt dem Schwanze für rasche und gewandte Bewegungen wohl eingerichtet; doch ist dies bei der Bachstelze in jeder Hinsicht in höherem Grade der Fall als bei der Lerche.

3. Beide sind bei dem Menschen sehr beliebt; die Lerche wegen ihres Gesanges und die Bachstelze wegen ihres ganzen Wesens.

b) Verschiedenheiten.

1. Die Bachstelze jagt ihre Beute am Wasser und an bewohnten Orten und entnimmt sie nur dem Tierreiche.

Die Lerche findet sie auf dem Boden des Feldes, doch sind ihr neben Insekten und Würmchen auch allerhand Sämereien und Pflanzenteile sehr willkommen.

2. Da die Bachstelze in Verstecken und in der Nähe der menschlichen Wohnungen nistet, so entbehrt sie einer besonderen Schutzfärbung des Gefieders.

Die Lerche dagegen nistet frei in einer Bodenfalte auf Wiesen oder Feldern und geht auch an diesen Orten ihrer Nahrung nach; darum ist sie durch die Erdfarbe ihres Gefieders geschützt. Sie ist aber den Unbilden der Witterung und den Nachstellungen ihrer Feinde mehr preisgegeben als die Bachstelze, da ihre vierfüßigen Feinde die Nester oft aufspüren und die anderen sie vom Boden oder aus der Luft fangen, auch der Mensch ihr im Herbste sehr nachstellt. Doch werden diese stärkeren Verluste durch ihre stärkere Vermehrung (bis zu drei Bruten in einem Sommer) wieder ausgeglichen.

---

## 4. Der gemeine Star. Stūrnus vulgāris L.

Sprehe, Sprägn, Spreu, Strahl.

**I. Lehrmittel:** Star gestopft und lebend zur Beobachtung und Unterscheidung von Männchen, Weibchen und Jungen; Starbeute, Abbildung.

Beobachtet: Ankunft der Stare; Einzug und Verteilung der Wohnungen; zu Neste tragen; das Männchen unterhält das brütende Weibchen durch Gesang; Fütterung der Jungen und Reinhaltung des Nestes; Ausfliegen und Führung der Jungen; Reinigung des Nestes; neue Brut; Staren im Sommer in Kirschplantagen, Weinbergen, Waldbeeren suchend, auf dem Felde bei Viehherden; im Herbste hinter dem Pfluge, an ihren Versammlungsorten im Rohre und Schilfe der Teiche; das letzte Erscheinen der Alten am Neste 2c.

**Volkspoesie:**

I. Rätsel.

1. Man läßt ihn sprechen,
Man läßt ihn stechen,
Er ist ein Vogel
Und ein Gebrechen.
Der Star. Fr. Rückert.

2. Wer mich hat, der sieht mich nicht,
Sonst aber bin ich, abgericht't,
Drollig und geschwätzig;
Alle Welt ergötz' ich.
Der Star. R. Falck.

3. Welcher Star hat keine Federn?
Der Star (die Krankheit) im Auge. Dr. Franklin.

II. Sprichwörter.

1. Alte Stare lernen schwer sprechen.
2. Alte Stare muß man mit alten Netzen fangen.
3. Ein Star reist alle Jahr
Und bleibt dennoch, was er war.
4. Stare naschen gern Kirschen, aber sie pflanzen keine Bäume.
Wander.

**II. Lehrgang.** Der Körperbau im Lichte der Lebensweise.

**III. Ergebnisse und Präparation.**

## A. Heimat und Aufenthaltsort.

1. Er lebt in Europa nordwärts bis zu den Faröerinseln, in Sibirien bis zum Baikal-See, auf dem Festlande, soweit noch hohle und starke Bäume zu finden sind. Im Herbste geht er nach Südeuropa (Südspanien, Süditalien und Griechenland), woselbst die Hauptmasse bleibt; die übrigen ziehen nach Nordafrika (bes. Algier und Ägypten), doch ohne daselbst zu nisten. Er ist ein Zugvogel. Er überwintert auch auf den großen Moorstrecken Irlands und Englands in Scharen von 100000 Stück. Einzelne überwintern auch bei uns, gehen aber meist zu Grunde.

Er bevorzugt ebene Gegenden und in diesen Auenwaldungen. Er ist ein Freund des Wassers und feuchter Strecken; denn er badet gern, und ebenso gern marschiert er im betauten oder vom Regen durchnäßten Grase umher. Regen hat er gern; denn dieser lockt seine Beute, die Regenwürmer und Schnecken, aus ihren Schlupfwinkeln hervor; doch befindet er sich auch in heißer trockener Luft recht wohl. Er läßt sich auch an Gegenden, die er sonst nur auf dem Zuge berührt, fesseln, sobald man ihm nur zweckmäßige Wohnungen herrichtet (durch Lenz seit 1856 im Thüringer Walde, durch Oberforstmeister Dietrich seit 1858 in der Gegend von Grünhain im Erzgebirge 2c.).

Zur Nistzeit: In Laubwäldern und Baumgärten. Der Star gehört zu den Vögeln, deren Zugzeit am bequemsten zu beobachten ist. Er erscheint mit der ersten Schneeschmelze, mitunter schon im Februar. Ist dieser kalt, so kehrt er anfangs März zurück, leidet bei eintretendem Frost und starkem Schneefalle oft bittere Not und den

Hungertod (Futterplätze: Angelockt durch etwas Stroh, Heu, Pferdedünger; gefüttert mit Vogelbeeren, zerschnittenen Obstschalen, gekochten Kartoffeln, Brot- und Fleischstückchen, gequellten Weizen- und Gerstenkörnern). Beobachte ihr Verhalten bei der Rückkehr! Sie sitzen zuerst vergnügt singend auf den höchsten Bäumen des Ortes; dann verteilen sie sich in den nächsten 2—4 Wochen allmählich auf ihre Nistplätze, wobei es nicht ohne Streit mit den Eindringlingen (Sperlinge), die während ihrer Abwesenheit davon Besitz ergriffen haben, abgeht.

**NB.** Auszug aus den Beobachtungen für Zschopau.

| Jahr | Ankunft | Nestbau | Abzug |
|---|---|---|---|
| 1888 | Vom 12./2. an einzeln; dann v. 10.—16./3. in Scharen. | Vom 17.—23./4. allgemein. | Vom 17.—31./10. |
| 1889 | Vom 20./2. an einzeln; dann vom 9.—21./3. in Scharen. | Vom 10.—24./4. allgemein. | Vom 13./10. an; den 20./11. ein Nachzügler. |
| 1890 | Vom 30./1.—20./2. einzeln; dann bis 26./2. allgemein; dann durch Schnee verscheucht, erst wieder den 8./3. | Vom 30./4. allgemein. | Vom 18.—26./10.; einzelne noch den 2./11. |
| 1891 | Vom 20.—25./2. einzeln; vom 1./3. an allgemein, bis zum 29./3. doch oft durch Schneefall gestört. | Vom 2./5. allgemein. | Vom 25./10. an allgemein. |
| 1892 | Vom 21./2.—14./3. einzeln; vom 18./3. in Scharen. | Vom 7.—25./4. allgemein. | Vom 31./10. an; einzeln bis zum 18./11. |
| 1893 | Vom 5./2. an einzeln; vom 4./3. in Scharen. | Vom 20./4. allgemein. | Vom 29./10. an bis 5./11. |

Nach dem Ausfluge der ersten Brut findet man sie mit den Jungen bei Tage auf Wiesen, Triften, Feldern, in Gärten, Büschen und Hainen, diese im Suchen des Futters und in Vermeidung der Gefahren unterrichtend. Beobachte da ihr unruhiges, rauschendes Durcheinander und ihr futtergieriges Geschrei! Bei Nacht ziehen sie in die Wälder, am liebsten in Eichenwälder. Dieses Leben setzen die Jungen, während die Alten zur zweiten Brut schreiten, zu großen Scharen vereinigt fort.

Nach der zweiten Brut ziehen sie meilenweit fort, verteilen sich bei weidenden Herden, an feuchten Ufern, die nahrungsreichen Plätze hastig ausbeutend; die hintern immer halb fliegend, halb laufend über die vorderen hinwegeilend und so ein Bild rastlosen Umherziehens darbietend. Abends ziehen sie in die Wälder.

Ist Ende August das Schilfrohr und der Rohrkolben der Seen, Teiche, Flüsse und Sümpfe hoch und stark genug, so ziehen sie sich des Abends in ungeheuren Scharen pfeifend, schwatzend, schnurrend, kreischend und zankend in die davon gebildeten Dickichte zurück.

Kurz vor dem Wegzuge kehren die alten Paare noch einmal zu ihren Nestern zurück, singen da morgens und abends wie im Frühjahre, sind aber mit dem ersten stärkeren Froste Mitte oder Ende Oktober verschwunden. Einzelne Nachzügler findet man noch im November.

1. Der S. lebt das Frühjahr, den Sommer und den größten Teil des Herbstes bei uns und fast in ganz Europa sowie in Westsibirien. Im Herbste zieht er zunächst in den südlichsten Teil Europas und nach Nordafrika, jedoch ohne dort zu nisten. Er ist ein Zugvogel.

Er liebt ebene und fruchtbare Landschaften und in diesen Auenwaldungen, doch läßt er sich auch an Gegenden fesseln, die er sonst nur auf dem Durchzuge berührt, sobald man ihm bequeme Niststätten bereitet. Er erscheint im Frühjahre so zeitig, daß er oft ernstlich in Not gerät, und hält im Herbste auch am längsten bei uns aus.

Zur Nistzeit hält er sich in Baumgärten und Laubwäldern auf. Nach der ersten und zweiten Brut streift er des Tages Futter suchend mit den Jungen umher; des Nachts sucht er mit ihnen die Wälder auf. Von Anfang des Herbstes an übernachtet er in großen Scharen in den Schilf- und Rohrdickichten der Teiche, Seen und Flüsse.

**NB.** Wo befinden sich in unserer Gegend solche Versammlungsorte? Teiche und sumpfige Wiesen bei Weißbach, Teiche und sumpfige Wiesen um Stadt und Dorf Schellenberg, torfige Wiesen am Bornwalde, Teiche und feuchte Wiesen im Wilischthale; Teiche bei Großhartmannsdorf; der Duxer und die Schlackenwerther Teiche im Egergebiete (an ersterem überwintern viele Zugvögel); im Niederlande: die Hubertusburger und Moritzburger Teiche; die Teiche der Oberlausitz; bei Altenburg: die Wilchwitzer, Windischleubaer, Eschefelder, Ossaer und Haselbacher Teiche; in Thüringen: die Kumbacher Teiche bei Schnepfenthal, der neue Teich bei Waltershausen, der Siebleber Teich bei Gotha (Lenz beobachtete an ihnen Scharen von 40—100000 Stück!).

2. Seinem Aufenthaltsorte entspricht der Körperbau. Er wohnt in Höhlen, daher ist sein Körper schlank, der Kopf gestreckt, von mittelmäßiger Größe, mit flacher Stirn, Schwanz kurz, wie abgeschnitten. Da er die Feuchtigkeit liebt und oft in der Nässe umherstreift, so ist sein Gefieder kleinfedrig, derb und anliegend. Er brütet in Höhlen, so ist er zwar dunkel gefärbt, aber sonst nicht besonders durch die Färbung geschützt; das Männchen schwarz mit grünem, purpurfarbigem Schiller, nur nach hinten mit kleinen weißen Spitzenflecken (Frühlingskleid), oder das ganze Gefieder oben braun und unten weißfleckig (Herbstkleid); das Weibchen über und über weiß gefleckt und weniger glänzend; die Jungen dunkelbraun mit hellerem Gesicht. Mauserung! Beobachte und unterscheide die Geschlechter und die Jungen am Gefieder!

2. Sein Körper ist schlank; er endet in einem kurzen Schwanze und ist von einem derben anliegenden Gefieder bedeckt. Dieses ist schwarzbraun gefärbt und beim Männchen mit einem purpurartigen Schiller, beim Weibchen aber mit weißen Spitzenflecken geziert.

## B. Ernährung.

1. Besonders Erdschnecken (eine Starenfamilie frißt [nach Lenz] während der ersten Brut täglich 364, später mit denen der zweiten 840 oder die entsprechende Menge Würmer, Heuschrecken, Raupen 2c.), Regenwürmer, Heuschrecken, Käfer und deren Larven (besonders Engerlinge hinter dem Pfluge), reinigt die Pflanzen (besonders den Kohl und die Bäume; öfters haben die Staren vom Eichenwickler [Tortrix viridāna L.], der Kieferneule [Trachēa pinipērda Esp.] und dem Rüsselkäfer Hylobĭus pini und ater L.] befallene Wälder rasch gereinigt) von Raupen, fängt bei den Herden die Stechfliegen und Bremen (Tabānus L.) aus der Luft und liest die aus der Haut der Tiere hervorkriechenden Larven der Bremsen (Oestrus L.) ab. Nach der zweiten Brut geht er auch den weichen Kirschen, Wein-, Heidel-, Ebereschen-, Maul- und anderen Beeren nach, und man muß ihn durch Klappern, Vogelscheuchen und Schüsse verscheuchen. Die harten Sorten der Kirschen sind vor ihm, wie auch vor anderen Vögeln, mit Ausnahme der Dohlen, ziemlich sicher.

**1. Seine Nahrung bilden besonders Erdschnecken, Würmer und allerlei Insekten mit ihren Larven; daneben verzehrt er auch Kirschen und mancherlei Beeren.**

2. Zum Aufspüren und Erbeuten dieser Nahrung ist sein Körper eingerichtet; denn das große, lebhafte, braune Auge sieht sehr scharf. Geschäftig eilt er auf dem Boden hin, wendet sich bald nach dieser, bald nach jener Seite und durchspäht dabei jede Vertiefung, jede Ritze, jeden Grasbusch; er schiebt seinen langen, dünnen, spitz kegelförmigen Schnabel unter am Boden liegende Blätter, zwischen dicht stehende Halme, öffnet ihn dann weit und tastet mit der Zunge oder guckt in die Spalte und zieht das Ungeziefer hervor. An die von den Wicklern zusammengerollten Blatt-Tuten klopft er und liest dann die hervorkriechenden Raupen ab. Mit der Schnabelspitze vermag er auch kleinere Beute aufzulesen, und zum Verschlingen größerer Schnecken und Würmer ist sein Rachen weit gespalten. Die Nahrung gelangt erst in den kurzen, drüsenreichen Vormagen und dann in den Hauptmagen. Doch ist dieser nicht so muskelig wie beim Sperlinge.

**2. Die Nahrung erspürt er mit seinen scharfen, braunen Augen und erbeutet sie mit dem langen, dünnen, am Grunde etwas breitgedrückten und weitgespaltenen Schnabel.**

## C. Vermehrung.

Sein Nest legt er in Höhlungen an (Zitter- und Pyramidenpappeln, Eichen, Buchen, Türmen, hohen Mauern 2c.); am liebsten so, daß er von ihm aus sogleich auf Wiesen und Äcker fliegen kann, auch die Nähe menschlicher Wohnungen ist ihm, wenn er Nistgelegenheiten

(Brutkästen, Bruttöpfe, Starbeuten, = mesten, = truden 2c.) findet (wie in Sachsen, Thüringen und neuerdings fast in ganz Deutschland, auch in Rußland), ganz angenehm. Da er ein Höhlenbrüter ist, verschmäht er es, ein kunstvolles Nest zu bauen. Er ergreift Stroh- und andere Halme, Federn, Haare, Wolle, schwache Gräser, Flechten, Moos, frische Blätter, Hobelspäne 2c. 2c., wie sie sich ihm bieten, schont dabei leider auch die offen dastehenden Bauten seiner Nachbarn (Finken, Rotschwänzchen, Sperlinge) nicht.

Das Weibchen legt dann zweimal (Ende April und Anfang Juni, ältere Paare früher als junge), jedesmal 4—7 rauhschalige, glänzend lichtblau gefärbte Eier, die es in 14 Tagen ausbrütet. Das Männchen unterhält es unterdessen durch fleißigen Gesang, versorgt es mit Nahrung und reinigt das Nest (Beobachtung!). Die Jungen (Mai- und Brachstaren der Landleute; denn die ersten Bruten fliegen zwischen dem 20. Mai und 20. Juni und die zweiten zwischen dem 20. Juni und 20. Juli aus) werden fleißig (vormittags alle drei und nachmittags alle fünf Minuten, Beobachtung!) mit Nacktschnecken und Würmern, weniger mit Raupen gefüttert und zugleich das Nest von Auswurfsstoffen gesäubert. Die Alten fassen diese, die von einem feinen Häutchen umgeben sind, mit dem Schnabel und lassen sie außerhalb des Nestes fallen (auch bei Schwalben und anderen Vögeln geschieht dies wenigstens so lange, bis sich die Jungen selbst umdrehen und über den Nestrand entleeren können). Beobachtung! Nach dem Ausfliegen werden die Jungen noch einige Tage geführt (siehe oben!) und im Suchen des Futters 2c. unterrichtet. Bei sehr rauher und nasser Witterung gehen auch manche zu Grunde. Vor der zweiten Brut, zu der besonders die älteren Paare dann bald schreiten, reinigen sie erst das Nest und tragen neue Neststoffe herzu.

**NB.** Die Stare vermehren sich, wenn ihnen genügende Nistgelegenheiten geboten werden, schneller als irgend eine Vogelart; denn:

1. Das Nest gewährt ihnen Schutz vor dem Wetter und den meisten Feinden.
2. Die Jungen fliegen nicht vorzeitig aus und fliegen dann fast so gut wie die Alten. Ihr erster Ausflug geht oft schon viele hundert Schritte weit nach einem Orte (Wäldchen 2c.), wo sie vorläufig Sicherheit und gutes Nachtquartier finden.
3. Sie schließen sich später gern an Dohlen, Saat- und Rabenkrähen an und entwischen dann beim Erscheinen eines Raubvogels, während ihre Begleiter diesem mutig entgegengehen.
4. Sie suchen und finden auch oft Schutz beim Herdenvieh.
5. Ihr spätsommerlicher Aufenthalt im Schilfe 2c., der auch während des Winters im Süden beibehalten wird, schützt gegen alle vierbeinigen Feinde und selbst gegen den Menschen.
6. Gegen die Nachstellungen der Menschen schützt die alten Stare auch ihr zähes, wenig schmackhaftes Fleisch.

Der S. baut sein kunstloses Nest in die Höhlungen der Bäume oder in Nistkästen, und das Weibchen legt Ende April und Anfang Juni je 4—7 lichtblaue, glänzende Eier, die es in 14 Tagen ausbrütet. Die Jungen

werden mit Schnecken, Würmern und Raupen fleißig gefüttert und nach dem Ausfliegen noch einige Tage geführt.

## D. Bewegung.

Der Flug des S. ist rasch und rauschend; sein Gang und Lauf zwar etwas wackelnd, aber behende; auch bewegt er sich im Gezweig und Röhricht mit viel Geschick.

Dazu ist sein Körper eingerichtet; denn:

Das Gerippe seines Körpers ist kräftig; die meisten Knochen sind mit Luft erfüllt; die mittelhohen, rotbraunen Füße sind ziemlich stark; drei der kräftigen Zehen stehen nach vorn, eine nach hinten, und die spitzen Flügel haben eine mittlere Länge.

## E. Stimme und Eigenschaften.

1. Er hat seinen Namen von seinem kurzen schnarrenden Lockton: Stoärr oder Scherr! Sein Gesang ist ein wundersames Gemisch von schnurrenden, zwitschernden, rieselnden, schnalzenden und pfeifenden Lauten; besonders häufige Silben sind ein scharfes „Spett, spett", ein pfeifendes „Hoviid" (Schäferpfiff!) und ein hohes „Zieh"! In der Not kreischt er laut. Er ahmt zugleich nicht nur die Stimme und den Gesang anderer Vögel (die Melodie der Amsel oder des Pirols, den Schlag der Wachtel, das Kreischen des Hähers, das Lullen der Heidelerche, den Gesang der Drosseln, Schilfsänger, Blaukehlchen, das Zwitschern der Schwalben, das Locken des Spatzen, das Gackern der Hühner, das Miauen und Wimmern des Bussards und Sperbers ꝛc.), sondern auch die verschiedensten Laute seiner Umgebung (das Knarren der Thüren, Kreischen der Windfahnen, das Pfeifen des Menschen, das Quaken der Frösche ꝛc.) nach. Alles wird mit geübtem Ohre aufgefaßt, eifrigst geübt und dann in der lustigsten Weise wiedergegeben. Dabei arbeitet der ganze Körper des Vogels mit. Die Flügel schlagen den Takt, und der eingekniffene Schwanz drückt gleichsam die Töne nach oben. Zugleich hat seine Stimme etwas von der eines Bauchredners und täuscht unser Ohr, wenn der Sänger nicht sichtbar ist, über die Entfernung und Richtung, aus der sie kommt. Das Schönste aber ist, daß er seine Stückchen vom Beginn des Frühlings bis zum späten Herbste mit gleicher Ausdauer erklingen läßt. In der Gefangenschaft ist der Star äußerst gelehrig und lernt pfeifen und sprechen, ohne daß man ihm die Zunge zu lösen braucht. Man muß (nach Lenz) ihn zu diesem Zwecke, bevor er ganz flügge ist, aus dem Neste nehmen, sorgfältig füttern und an einem Orte halten, wo er außer der Stimme seines Lehrmeisters so wenig als möglich hört. Wenn im Zimmer störende Dinge zu sehen sind, so zieht man ein Tuch über den Käfig und spricht und pfeift ihm das zu Lernende so oft als möglich vor. Lenz besaß als Knabe einen Star, der nicht

nur zwei Lieder pfiff, sondern auch eine Menge anderer Töne nachahmte und das Wort „Spitzbube“ ganz deutlich aussprach. Die Gebrüder Müller hatten einen dergleichen, dem sein Lehrmeister, ein mit einem chronischen Schnupfen behafteter Schuhmacher, folgende Worte vorgesprochen hatte: „Halt! Wer da? Jakob, hol die Wacht! Du Spitzbub! Marie, koch den Kaffee! Gretchen, mach die Thür zu! Babettchen, steh auf! — Ja! — Lottchen, küß' mich! Röschen, Julchen, schön Starchen!“ und der Star sprach alles mit der Aussprache und Betonung seines Lehrmeisters nach. — Der Star wird in der Gefangenschaft ganz zahm und zutraulich und folgt seinem Herrn, auch im Freien, wie ein Hund; dabei ist er klug unb weiß jede Gefahr zu vermeiden, lernt die, welche ihm wohlwollen, bald kennen, kommt auf ihren Ruf herbei, flüchtet bei Drohungen mit Schnarren und Schimpfen ꝛc. und ist überhaupt durch sein munteres, aufmerksames, ja neugieriges, geschäftiges, lustiges Wesen einer der angenehmsten und drolligsten Stubenvögel. Auch in der Freiheit ist er lärmend lebhaft, immerfort geschäftig, klug und listig.

1. Der Lockton des S. ist ein kurzes „Scherr“; sein Gesang ist ein wundersames Gemisch von allerlei schnurrenden, zwitschernden, schnalzenden und pfeifenden Tönen. Dazu ahmt er in lustigster Weise nicht nur die Stimmen anderer Vögel, sondern auch die verschiedensten Laute seiner Umgebung nach und trägt das alles mit fröhlichem Eifer und großer Ausdauer vor. In der Not kreischt er laut, und in der Gefangenschaft lernt er sogar sprechen. Er ist munter, geschäftig, lärmend-lebhaft, neugierig, drollig, dabei aber auch klug und listig und läßt sich leicht zähmen.

2. Zur Hervorbringung der Stimme besitzt er, wie alle Sänger, an seiner Luftröhre zwei Kehlköpfe, einen unteren an der Gabelung und einen oberen, den gewöhnlichen, am Anfange der Luftröhre. Dieser ist fast dreieckig und hat keinen Kehldeckel; seine Stimmritze wird von nervenreichen Wärzchen umgeben und ist an den Rändern mit einer weichen, muskeligen Haut bekleidet, die ihre vollkommene Schließung ermöglicht. (Vorführen.) Der untere ist eigentlich nur eine Verbreiterung des letzten Luftröhrenringes. Ein Steg in seiner Mitte, gebildet durch die Gabelung und die Verdoppelung der inneren Haut der Luftröhre, teilt ihn in zwei Spalten oder Ritzen. Deren Häute werden beim Ausströmen der Luft in Schwingung versetzt und dienen zur Erzeugung der Stimme, die dadurch, daß fünf an den Seiten liegende Muskelpaare die Stellung dieses Kehlkopfes und damit die Spannung und Entfernung der Häute vielfach verändern können, bedeutender Veränderungen (Modulation), fähig ist. Man nennt diese Einrichtung den Stimm- oder Singapparat.

2. Zur Hervorbringung seiner Stimme und des Gesanges besitzt der S. an seiner Luftröhre zwei Kehlköpfe und an deren unterem einen sogenannten Stimm- oder Singapparat.

## F. Feinde.

Der Fuchs erhascht ihn hier und da im Rohr; Marder, Wiesel, Eichhörnchen, Siebenschläfer und Katzen gehen den Nestern nach, ebenso die Rabenkrähen, Elstern, Dohlen und Häher. Sie kommen ans Flugloch, packen die sich zur Fütterung herbeidrängenden Jungen und ziehen sie aus dem Neste. Habichte und Sperber scheinen sie nicht sehr schmackhaft zu finden; denn sie stellen ihnen wenig nach; dagegen sieht man Tauben- und Lerchenfalken öfters auf sie stoßen.

**Seine Feinde sind außer den Tauben- und Lerchenfalken der Fuchs, der hier und da einen im Rohr erhascht, und Marder, Wiesel, Eichhörnchen, Siebenschläfer und Katzen, sowie Rabenkrähen, Elstern, Dohlen und Häher, die den Nestjungen nachgehen.**

## G. Würdigung.

Der Star ist durch Vertilgung der ober- und unterirdischen Pflanzenfeinde einer unserer nützlichsten Vögel. Das Fleisch der Jungen ist schmackhaft, und in manchen Gegenden werden die der ersten Brut gegessen. Man schützt und hegt den Staren darum soviel als möglich. Es geschieht dies besonders durch Anschlagen geeigneter Nistkästchen.

**NB.** Bei Einrichtung der Nistkästchen ist vor allem darauf zu achten, daß diese nicht zu kurz (mindestens 45 cm lang und 12 cm weit im Lichten!) sind und das runde (5 cm im Durchmesser haltende) Eingangsloch oben unter dem Deckel haben, damit das Nest tief und dunkel stehe, die Feinde (Marder, Katzen, Raubvögel) nicht hineingreifen und die Jungen nicht vorzeitig ausfliegen können. Mitunter nagelt man deshalb inwendig unter das Eingangsloch noch eine Querleiste. Man sehe auch darauf, daß inwendig nicht etwa ein Nagel vorsteht! Wird ein Kästchen in sonst starenreicher Gegend nicht bezogen, so ist es sicher zu kurz, oder sein Eingangsloch liegt zu tief und ist zu eng. Es ist eine Fabel, daß er ein enges Eingangsloch wünsche, es vorher ausmesse 2c. Das Gegenteil ist richtig. Die von Lenz aufgehängten Nistkästchen wurden anfangs von den S. verschmäht, weil ihre Eingangslöcher zu eng waren. Unter dem Eingangsloche vergesse man außen den hölzernen Sitzstab nicht! Den Kasten hängt man in die obersten Zweige eines möglichst hohen Baumes oder noch besser an eine über den Baum hinausragende oder auch an eine freistehende Stange. Das Eingangsloch richte man womöglich nach Südosten oder doch so, daß es nicht der Seite zugekehrt ist, aus der gewöhnlich die Stürme kommen. Auch an oder in den Giebeln der Häuser kann man Nisthöhlen für die S. anbringen.

## IV. Anschlüsse:

1. Der Star als Vertreter der Familie der Staren.

**Es sind mittelgroße Sänger mit plattem Kopfe, schlank kegelförmigem fast geradem Schnabel mit herabgezogenen Winkeln. Ihr gestreckter Rumpf ist mit mittellangen spitzen Flügeln, einem mäßig langen Schwanze, schlanken, kräftigen Läufen und kleinfedrigem, derbem Gefieder versehen. Alle sind lebhafte, leicht bewegliche, gesellige Zugvögel, die vorzugsweise von Schnecken, Würmern und Insekten leben, aber auch Beeren 2c. nicht verschmähen.**

Seine nächsten Verwandten sind meist Ausländer wie der Rosenstar, die Rosendrossel, der Heuschrecken- oder Hirtenvogel (er vertritt die S. in Mittel- und Südasien und ist ein sehr nützlicher Heuschreckenvertilger), der indische Mino oder die Mainatte (übertrifft selbst den S. und die Papageien an Gelehrigkeit und Nachahmungstalent), der afrikanische Madenhacker (befreit die Haut der größeren Säugetiere von Fliegen-[Oestrus]larven), der rotflügelige Star oder Maisdieb (eine Plage der nordamerikanischen Ackerbauer), der Kuhvogel oder -star (der wie unser S. in Amerika auf Viehweiden lebt, aber auch die Maisfelder zehntet und wie der Kuckuck seine Eier in fremde Nester legt), und der Baltimore- oder Feuervogel (in den Vereinigten Staaten, bekannt durch sein künstliches Nest, das er frei schwebend, oft mitten in Städten, an Baumzweigen aufhängt).

2. Der Star als Glied einer Lebensgemeinschaft (Garten, Feld und Flur).

3. Zusammenstellung der Beobachtungsaufgaben (s. o.!).

4. Gesetze (Übereinstimmung, Erhaltungsmäßigkeit, Anpassung 2c.)!

5. Vergleichung des Staren mit den Krähen und Dohlen.

a) Ähnlichkeiten:

1. Sie gehören zu unseren größten Singvögeln.

2. Sie vermögen sich auf dem Boden gewandt zu bewegen; denn ihre mittelhohen kräftigen Füße gestatten ein rasches Gehen, und die kräftigen Zehen ermöglichen, daß sie sich auch im Gezweige mit viel Geschick bewegen. Ihr schlanker Körper und die kräftigen mittellangen Flügel befähigen sie zu raschem und gewandtem Fluge.

3. Alle sind sehr kluge Tiere, die in der Gefangenschaft sehr drollig erscheinen, wohl auch sprechen lernen und von Natur eine schnarrende, krächzende Stimme haben. Ihre Klugheit macht sie sehr gesellig, und durch ihre Gemeinschaft wissen sie nicht nur den Gefahren besser zu entgehen, sondern auch sich leichter zu ernähren, ja auch sich zu vergnügen.

b) Verschiedenheiten:

1. Der Star ist ein Zugvogel; die Krähen und Dohlen sind Zug- und Standvögel.

2. Der Star spürt die Nahrung mit seinen scharfen Augen auf und erbeutet sie mit dem langen, dünnen, am Grunde etwas breitgedrückten und weitgespaltenen Schnabel, der für das Durchsuchen von Rasen und Laub und Aufnehmen des Gewürmes und der Insekten, sowie zum Erfassen kleiner Früchte wohl geeignet ist. Die Krähen und Dohlen erspüren ihre Nahrung durch das für Nähe und Ferne gleich scharfe Gesicht, das gute Gehör und den ausgezeichneten Geruch. Ihr langer, starker, etwas gewölbter Schnabel mit zusammengedrückter, etwas gebogener Spitze ermöglicht ihnen, kleines Gewürm, Insekten und deren Larven aufzunehmen. Da ihre Füße zum Festhalten größerer Beute doch nicht stark genug sind, so töten und zerfleischen sie nur kleinere Wirbeltiere und Aas.

3. Der Star ist durch Vertilgung der ober- und unterirdischen Pflanzenfeinde einer unserer nützlichsten Vögel; die Krähen und Dohlen nützen zwar ebenfalls durch die Vertilgung der Insekten, Würmer, Schnecken und Mäuse sehr, schaden aber auch hin und wieder durch die Vertilgung kleiner nützlicher Vögel.

**Anhang:**

Fröhjahr.

De Spree de is kam,
Singt lusti vun babn,
Kumt ok wul de Hadbar,
Kumt ok wul det Fröhjahr
Un all wat der singt,
Dat Summer uns bringt.

De Winter is hin,
As Snee anne Sünn,
As Kummer an Morgen,
As Klagen un Sorgen
Un Gram aewer Nacht,
Wennt Hart wedder lacht.

Klaus Groth.

## 5. Der Strauß. Struthĭo camēlus L.

Afrikanischer Strauß.

**I. Lehrmittel:** Abbildung von Leutemann-Lehmann; Straußenfedern? Abbildung der Straußenjagd von Leutemann, siehe Münchener Bilderbogen Nummer 625!

**Volkspoesie:**

I. Rätsel.

Es steht im Wasser;
Du trägst es in der Hand;
Es hat zwei Flügel
Und läuft doch im Sand.
Der Strauß.

Welcher große Strauß hat keine Blumen?
Der Vogel Strauß. Dr. Franklin.

II. Der Strauß.

Der Vogel Strauß hat große Bein',
Doch klein ist sein Verstand;
Es brütet ihm der Sonnenschein
Die Eier aus im Sand.
Oft Stein und Eisen er verschluckt;
Sein Magen, der ist gut.
Sein' Federn sind der Frauen Schmuck,
Sie stecken's auf den Hut.
L. A. v. Arnim.

III. Sprichwörter.

1. Ein Strauß legt ein großes Ei
   Und schweigt dabei;
   Hühner legen kleine Eier
   Und sind dennoch große Schreier.
2. Was dem Strauß an den Schultern versagt ist, hat ihm Allah in die Fersen gelegt.
3. Wenn der Strauß den Kopf in den Sand steckt, ist er nicht versteckt.
4. Wo der Strauß wohnt, wachsen keine Trauben.
5. Dem Strauß ein Sperlingsei unterlegen.
6. Er ist wie ein Strauß, wo er den Blitz leuchten sieht, dort kommt er an.
7. Er hat einen Straußenmagen; er kann alle harten Reden verdauen.
8. Er hat einen Straußenmagen; er verdauet Eisen, Häuser, Stein und Holz.
9. Dazu gehört ein Straußenmagen.

**II. Lehrgang.** Der Körperbau im Lichte der Lebensweise.

**III. Ergebnisse und Präparationen.**

### A. Heimat und Aufenthaltsort.

Der Strauß lebt in den Steppen und Wüsten Afrikas und Arabiens (die wenigstens hier und da einigermaßen fruchtbare Niederungen umschließen, also nicht ganz wasserlos sind) wild. Die S. waren früher in diesen Gegenden viel zahlreicher als jetzt; Lichtenstein sah zu Anfange unseres Jahrhunderts noch Herden von über 100 Stück nördlich vom Kap der guten Hoffnung. Die rücksichtslose Vertilgung hat sie sehr vermindert); doch wird er auch in diesen Gegenden (besonders in Algier, Fezzan und der Berberei, am Kap und auch im Sudan, der Federgewinnung halber) als Haustier gehalten. Er hält sich herdenweise in den ebenen Gegenden der Wüsten auf. Die Herden gliedern sich wieder in Familien. (Ein Männchen und 2—4 Weibchen), von denen jede ihr bestimmtes, von ihr behauptetes Weidegebiet hat. Bei eintretender Dürre wan-

dern sie wohl auch, um bessere Weideplätze aufzusuchen. Man findet sie oft in Gesellschaft der Zebras und Quaggas; denn diese folgen den Straußen, weil sie durch ihre Fernsichtigkeit Gefahr und Nahrung früher entdecken als sie selbst, und der Strauß bleibt jenen getreu, weil ihr Dünger große Käfer herbeilockt, die ihm ein angenehmes Futter sind. Er ist ein Wüsten- und Steppenvogel.

## B. Vermehrung.

Vor Beginn der Brutzeit kämpft der männliche S. (arabisch: Edlihm = der Tiefschwarze) mit anderen Männchen um jedes Weibchen (arabisch: Ribehda = der Graue). Das Männchen und die Weibchen einer Familie graben mit dem Schnabel eine Vertiefung in den Wüstenboden, und die Weibchen legen in diese im Frühjahre (vor oder bei Beginn der Regenzeit, durch die das Weidegebiet für die junge Brut geschaffen wird) gegen 30 Eier (eins wohl 10—14 Stück) und dann, während das Männchen schon brütet, noch einige Spätlinge daneben. Die Lage des Nestes suchen sie zu verheimlichen und verlassen es, sobald Menschen oder Raubtiere daran gestört haben.

Die Eier sind blaßgelb marmoriert, mit sehr dicker, glänzender Schale, erreichen die Größe eines Kinderkopfes und eine Schwere von 14—1500 g; an Masse sind sie so viel als 24 große Hühnereier. Das Ausbrüten besorgen beide Geschlechter gemeinschaftlich, doch ist das Männchen dabei thätiger als das Weibchen, besonders des Nachts (Schutz vor dem Tau und den Raubtieren). In den heißen Gegenden verlassen sie des Tages über die Eier oft stundenlang (dies veranlaßte die Fabel, daß die Sonne die Eier ausbrüte!); doch bedecken sie diese vorher mit Sand. Sie werden überdies jeden Tag umgewendet. In 6—7 Wochen schlüpfen die Jungen aus. Diese haben sofort die Größe eines Huhnes, werden unter dem Gefieder der Alten getrocknet und laufen nun ebenso geschickt davon wie junge Hühner (Nestflüchter!). Anfangs sind sie nicht mit Federn, sondern mit Borsten oder stachelförmigen Horngebilden bedeckt (Schutz vor den Dornen und Steinen der Wüste), die nach zwei Monaten grauen Dunen Platz machen. Sie werden von den Männchen geführt, nachts gehudert, in Gefahr verteidigt und pflücken sich ihre aus zarten Kräutern bestehende Nahrung von Anfang an selbst. Die graue Farbe bleibt dem Weibchen auch im Alter; das Männchen aber sieht vom dritten Jahre an tiefschwarz aus, mit reinweißen Flügel- und Schwanzfedern. Vom vierten Jahre an sind sie ausgewachsen und dann 2—$2^1/_2$ m hoch und ungefähr $1^1/_2$ Zentner schwer (größter lebender Vogel!).

**Die um ein Männchen vereinigten Weibchen legen mit Beginn des Frühjahres in eine im Boden gegrabene Vertiefung gegen 30 blaßgelbe Eier von der Größe eines Kinderkopfes. Diese werden in 6—7 Wochen ausgebrütet. Die Jungen können sofort laufen, werden aber noch eine Zeitlang**

vom Männchen geführt, nachts gehudert und in Gefahr beschützt. Mit vier Jahren sind sie ausgewachsen, und das Gefieder des Männchens ist dann kohlschwarz, sein Schwanz und seine Schwingen reinweiß gefärbt, während Junge und Weibchen eine schwarzbraune Färbung zeigen. Die Männchen sind dann über 2 m hoch und ungefähr $1^1/_2$ Zentner schwer. Der Strauß ist der größte Vogel.

## C. Ernährung.

1. Pflanzenstoffe, wie Kräuter, frisches Gras, Laub, Körner; Kerbtiere, kleinere Wirbeltiere (Kriechtiere, Vögel 2c.); verschluckt auch Sand und Kiesel zur Beförderung der Verdauung. Im großen und ganzen ist er genügsam, kann längere Zeit hungern, nimmt aber täglich eine bedeutende Wassermenge zu sich und erscheint regelmäßig an gewissen Tränkestellen. In der Gefangenschaft verzehrt er täglich etwa vier Pfund Gerste, ein Pfund Brot, zehn Salathäuptchen und säuft auch ziemlich viel. Er hat auch die Gewohnheit, allerlei unverdauliche Dinge (Steine, Scherben, Münzen, Glas, Metall 2c.), sowie er sie erreichen kann, zu verschlingen, oft zu seinem Verderben; denn spitze Nägel, scharfe Glasscherben und dergleichen führen dann wohl seinen Tod herbei. Ein Naturforscher fand in dem Magen eines zahmen S.: sieben Pfund Sand, Werg und Lumpen, drei Eisenstücke, neun englische Kupfermünzen, ein kupfernes Scharnier, zwei eiserne Schlüssel, 17 kupferne und 20 eiserne Nägel, Bleikugeln, Knöpfe, Schellen, Kiesel 2c. 2c. — Der ziemlich umfangreiche Schlüsselbund des Naturforschers Brehm hat seinen Weg mehrmals durch die Verdauungswerkzeuge eines S. genommen.

**1. Der S. nährt sich vorzugsweise von Pflanzenstoffen und Kerbtieren; doch verschmäht er gelegentlich auch kleine Wirbeltiere nicht und verschlingt auch unverdauliche Stoffe aller Art. Er ist genügsam, nimmt aber täglich eine nicht unbedeutende Wassermenge zu sich.**

2. Körpereinrichtung zum Aufspüren und Abweiden der Nahrung: Augen zu beiden Seiten des kleinen, platten und fast nackten Kopfes, groß, braun, sehr scharf; ihr oberes Lid mit Wimpern versehen; er kann beide nach vorn auf einen Punkt richten. Mit ihnen erspürt er die Nahrung. Er weidet sie ab mit dem mittelmäßig langen, flachen, vorn abgerundeten, mit einem starken Hornnagel versehenen, scharfen, bis unter die Augen gespaltenen Schnabel. Geruch und Gehör sind ebenfalls gut. Die Länge des nackten, nur mit einzelnen Borstenfedern besetzten, beim Männchen zur Paarungszeit hochroten Halses entspricht der der Beine, damit er seine Nahrung auf dem Boden erreichen kann.

**2. Er erspäht seine Nahrung mit den hellbraunen, sehr scharfen Augen, die zu beiden Seiten des kleinen Kopfes stehen, und weidet sie mit dem weit-**

gespaltenen, kräftigen Schnabel ab, wobei ihm die Länge des Halses sehr zu statten kommt.

## D. Bewegung.

1. Seiner Ernährung wegen muß er oft weite Wanderungen unternehmen; dabei vermag er zwar nicht zu fliegen, aber sehr gut zu laufen. Er übertrifft in seiner Geschwindigkeit selbst ein Rennpferd. Beim schnellen Laufen (am liebsten dem Winde entgegen) breitet er seine Flügel wie Segel aus, und seine Füße scheinen den Boden kaum zu berühren. Jeder Schritt hat dann eine Weite von 3—3½ m. Er läßt sich auch von dem Menschen zum Reiten benutzen, doch nicht lenken.

2. Körpereinrichtung dafür: Beine lang, in der Mitte des Rumpfes eingelenkt, die fleischfarbenen Unterschenkel mit starken, dicken Muskeln von außerordentlicher Kräftigkeit (er vermag mit ihnen auf einen Schlag einem Schakale den Kopf einzutreten; zahme S. treten kleinere Säugetiere, selbst Schafe tot!) und nackt; der Lauf ebenfalls lang, mit großen Schuppen bedeckt, mit zwei großen Vorderzehen (Rennfüße!), die innere davon sehr groß, mit einem gewaltigen stumpfen Nagel versehen; die äußere kleiner und nagellos, beide mit schwieliger Sohle. Die Flügel sind dagegen klein, und an Stelle der Schwingen stehen schlaff herabhängende, dünnschäftige Federn, deren Fahnenstrahlen nicht miteinander verbunden, also dunenartig sind. Sie sind deshalb zum Fliegen untauglich. Außerdem ist jeder Flügel noch mit zwei sporenartigen Stacheln bewehrt. Der ziemlich lange Schwanz trägt die gleichen schlaffen Federn wie die Flügel an Stelle der Steuerfedern. Der ganze Rumpf ist in ein ziemlich dichtes, aus schlaffen, gekräuselten Federn bestehendes Gefieder gehüllt. Das Knochengerüst des Körpers hat nur markerfüllte Knochen, und ihm fehlt das Gabelbein; das Brustbein ist ohne Kamm, so daß die Brustmuskeln dünn bleiben. Ihre Außenfläche ist auf der Brustmitte mit einer unbefiederten, hornigen Schwiele bedeckt. Sage der Araber, wie der S. die Fähigkeit zum Fliegen verlor: Er vermaß sich in thörichtem Hochmute, fliegend die Sonne zu erreichen. Ihre Strahlen versengten jedoch seine Schwingen; er stürzte elendiglich zum Boden herab, kann nicht mehr fliegen und trägt heute noch das Zeichen des Sturzes auf seiner Brust.

2. Die langen, in der Mitte des Rumpfes eingelenkten Beine haben außerordentlich kräftige nackte Schenkel, an denen sehr starke zweizehige Rennfüße mit gewaltigen beschuppten Läufen und zwei Vorderzehen stehen, von denen die innere, größere eine hufartige Kralle trägt. So vermag der S. die pflanzen- und tierarmen Wüstengegenden der heißen Erdstriche zu durcheilen; er ist ein Laufvogel. Zum Fliegen fehlt seinem Gerippe das Gabelbein und der Brustbeinkamm sowie die starken Brustmuskeln, auch enthalten seine Knochen keine Luft, sondern Mark. Darum sind auch seine Flügel kurz und die Fahnen seiner Schwingen dunig.

### E. Stimme, Eigenschaften.

Man hört, besonders zur Nistzeit, vom Männchen dreimal drei Töne, die dem Brüllen des Löwen oder auch dem dumpfen Tone einer Trommel ähnlich klingen.

Er ist sehr scheu (flieht ängstlich die Annäherung des Menschen); darum macht ihn die Gefahr nicht selten kopflos. Wie alle beschränkten Wesen zeigt er sich oft störrisch und wenig bildsam. Er gewöhnt sich an die Gefangenschaft; doch ist er dann gegen andere Geschöpfe gleichgiltig.

Körperbau: Die Luftröhre hat keinen unteren Kehlkopf, sondern nur einen häutigen Sack, der willkürlich mit Luft gefüllt und wieder entleert werden kann und unzweifelhaft zur Hervorbringung der dumpfen Stimme beiträgt.

### F. Dienst.

Sein Fleisch wird von den Hottentotten gegessen (schmeckt wie zähes Rindfleisch); das der Jungen ist schmackhaft. Das Blut, mit dem Fette vermischt, ist eine Speise der Araber. Die Eier werden ebenfalls gegessen, stehen aber im Geschmacke den Hühnereiern nach. (Eins ist für vier Personen ausreichend; ein Hottentotte überwältigt eins allein). Die Schalen der Eier geben Gefäße (man umgiebt sie mit Flechtwerk). Am geschätztesten aber sind seine kostbaren Federn, wegen derer man ihm sehr nachstellt und ihn in neuerer Zeit auch als Haustier hält. (In Algier bringt die seit 1857 betriebene Straußenzucht dem Lande jährlich etwa 20 Millionen Franken ein. Im Jahre 1865 besaß die Kapkolonie nur 80 zahme S., 1886 bereits 150 000 Stück, und 1882 wurden für 22 Millionen Mark Straußenfedern ausgeführt. Das Kilogramm stieg von 30 auf 300 Mark im Preise. Man beraubt den S. ungefähr alle acht Monate seiner Schwingen.)

### G. Jagd.

Die Araber jagen ihn zu Pferde, so daß zwei oder drei Reiter ein Tier verfolgen, von denen einer dem Vogel im Bogen seines Laufes folgt, während die übrigen die Sehne des Bogens durchreiten und dann den anderen ablösen. Dieses setzen sie so lange fort, bis sie ihn ermüdet haben und einholen, worauf sie ihn durch einen Schlag mit einer Keule zu Boden strecken. Geschossen wird der S. selten, da das Blut die Federn besudeln würde. Dem toten S. wird das Fell abgezogen, man dreht es darnach um und benutzt es zugleich als Sack zur Aufbewahrung der Federn.

**IV. Anschlüsse:**

1. Der Strauß als Vertreter der Laufvögel.

Es sind Erdvögel (Nestflüchter) mit verkümmerten oder sehr stumpfen Flügeln ohne steife Schwungfedern, die darum zum Fliegen untauglich sind. Dazu kommt, daß ihnen meist das Gabelbein, der Brustbeinkamm und starke Brustmuskeln fehlen und die Knochen nicht luftführend sind. Dafür haben sie mächtig entwickelte Beine und Füße (Rennfüße), die auf großen Vorderzehen mit hufartigen Nägeln und schwieligen Sohlen ruhen. Zu ihnen gehören die größten, in Steppen und Wüsten der wärmeren Erdstriche lebenden Vögel.

Die Verwandten sind die in den Steppenländern Südamerikas lebenden amerikanischen Strauße oder Nandus, der neuholländische und der indische Kasuar und der in Neuseeland heimische Waldstrauß oder Kiwi.

2. Der Strauß als Glied einer Lebensgemeinschaft (Wüste)!
3. Gesetze!
4. Der Strauß ein echter Wüstenvogel.
5. Der Strauß und das Kamel. Körperbau: Kleiner Kopf, scharfe Sinneswerkzeuge, scharfe Zähne und Schnabelränder zum Abbeißen der zähen, lederartigen Wüsten- und Steppengewächse, Unempfindlichkeit des Maules gegen die scharfen und stachlichten Wüstengewächse, langer Hals (Umschau, Verhältnis zu den Beinen!), Schwiele an der Brust, lange, muskelige, starke Schenkel, sehnige Unterschenkel und Läufe, schwielige Sohlen 2c.

Lebensweise: Wüstenbewohner, Genügsamkeit in der Nahrung, Ausdauer und Schnelligkeit in der Bewegung.

---

## 6. Die gemeine oder wilde Ente. Anas boschas L.

März-, Blumen-, Gras-, Moos-, Stoß-, Sturz- oder Stockente.

**I. Lehrmittel:** Wilde Ente gestopft; Hausente in der Natur zu beobachten; Gerippe oder wenigstens das Gabel- und Brustbein, Luftröhre mit Kehlköpfen und knöchernen Blasen, Schnabel und Fuß. Abbildungen!

**Volkspoesie:**

### I. Nachahmungen, Tiersprache 2c.

1. Ente.
'n Quark, 'n Quark!
Der Enterich:
Sackerlot, Sackerlot!

2. Tiergespräch.
Die Ente ruft im Hofe:
Back, back, back!
Die Geiß ruft aus dem Stalle:
Mer hewe keen Mehl! Simrock.
Der Haushund:
Wo, wo, wo, wo?
Die Katze:
Von Bernau, von Bernau!

3. Einquartierung.
Die Enten:
Soldaten kommen, Soldaten kommen!
Der Hahn auf der Mauer:
Sie sind schon da!
Wunderhorn.

### II. Reime.

Aanten.
Aanten int Water —
Wat vern Gesnater!
Aant in Dick —
Wat vern Musik!
Aanten int Water —
Wat vern Gesnater!
Aanten in Stroh —
Wat vern Halloh!
Kl. Groth

## III. Rätsel und Rätselfragen.

Wudel, Wudel Gret
Vör't Enn lep;
Rug wir s' nich,
Un doch wir't Wudel Wudel Gret.
Die Ente. Gillhoff.

1. Wann schwimmen die Enten? — Wenn sie keinen Grund finden.
2. Warum gehen die Enten (Gänse) barfuß? — Weil sie weder Strümpfe noch Schuh haben. Dr. Franklin.
3. Wo geiht de Ant in 't Water? — An de Kant.
4. Wennehr fangen de jungen Anten an tau swemmen? — Wann sei nich mihr grünnen koennen.
5. Wer is de dümmste Vagel? — De Ant; wenn dei nah de grot Schündör ringeiht, denn dückert s' sick doch noch. Gillhoff.
6. Welches Schwimmvogels Name entsteht durch das Aussprechen zweier Buchstabennamen? — (NT, Ente). Dr. Franklin.

## IV. Sprichwörter.

1. Der Ente Junge sind geborene Schwimmer.
2. Die Ente schwimmen lehren!
3. Enten sterben nicht, wenn man sie mit Wasser begießt.
4. Fremde Enten sind immer so groß wie Schwäne.
5. Die Ente lacht über das Watscheln der Gans.
6. Wilde Enten sind schwer zu zähmen.
7. Ich rede von Anten
   Und du antwortest von Gänsen.
8. Das ist eine aufgewärmte Ente!
9. Enten können nichts als schnattern.

Wander.

**II. Lehrgang.** Der Körperbau im Lichte der Lebensweise!

**III. Ergebnisse und Präparation.**

### A. Heimat und Aufenthaltsort.

1. Sie bewohnt die ganze nördliche Erdhälfte vom Wendekreise bis in die Mitte der kalten Zone (Grönland). Vom Norden wandert sie, sobald alles zufriert (Oktober, November, Beobachtung!), südwärts (die meisten nach Italien, Griechenland, Spanien, wenige nur bis Nordafrika oder Südasien. Zugvogel!). In Mitteldeutschland bleibt sie nicht selten auch den Winter über (Standvogel) an Gewässern, die durch kräftige warme Quellen offen gehalten werden (Duxer Teich!). Im Süden wandert (streicht) sie nur umher (Strichvogel). Schon im Februar und spätestens im März (Märzente) beginnt ihre Rückkehr; sie ist also vom 2. bis 11. bei uns.

Wir finden sie an Gewässern (Seen, Teichen, Flüssen, Strömen, Sümpfen 2c.), zumal wenn diese mit Buschwerk und Schilf eingefaßt und bedeckt sind; sie fliegt von da auch auf kleinere Teiche, Lachen, Wassergräben, Felder 2c. (Wasservögel!). Auf freiem Wasser zeigt sie sich wenig. Durch Entsumpfung der Wiesen und Regulierung der Flußufer werden ihnen die Zufluchtsstätten mehr und mehr entzogen. Überschwemmungen veranlassen sie mitunter, die Teiche, Bäche und Flüsse zu verlassen und das in Niederungen angesammelte seichtere

Wasser zu besuchen. Da können sie um so leichter gründeln und durch reiche Beute ihrer Freßlust genügen. Sobald die Weibchen zu brüten beginnen, vereinigen sich die Männchen zu umherstreifenden Gesellschaften. Im Herbste vereinigen sich jung und alt zu großen, umherziehenden Scharen. Als ein scheues Tier hält sich die E. bei Tage soviel als möglich verborgen. In den Mittagsstunden und in dunklen Nächten schläft sie entweder auf einem Beine stehend oder auf dem Wasser schwimmend, Kopf und Schnabel unter den Schulterfedern verborgen. In der Dämmerung ist sie am thätigsten. Wenn am Abend die Lerche verstummt und der letzte Lockruf des Rebhuhns verhallt ist, dann werden die Stockenten munter. Es beginnt das Schreien, Flattern und Auffliegen einzelner, bis endlich wie auf Befehl der ganze Schwarm sich erhebt und nach einigem Kreisen sich in kleinere Flüge auflöst, die nach verschiedenen Richtungen hin abziehen.

1. **Die wilde E. bewohnt fast die ganze nördliche Erdhälfte. Aus dem Norden wandert sie bei Eintritt des Frostes nach Süden und kehrt zurück, sobald die Gewässer vom Eise frei werden. Sie ist ein Zugvogel. Wir finden sie auf Gewässern, deren Ufer reich an Buschwerk, Schilf samt allerhand anderen Wasserpflanzen sind. Am thätigsten ist sie in der Dämmerung; in dunklen Nächten und während der Mittagsstunde ruht sie.**

2. Für diese Aufenthaltsorte ist zunächst das Gefieder der E. eingerichtet:

a) Das Wasser ist kühl, ja kalt, darum enthält ihr Unterhautzellgewebe reichliche Fettablagerungen (schlechter Wärmeleiter!), darum hat sie ein sehr dichtes, warmes und dabei glatt anliegendes Federkleid (Unter- und Oberkleid!). Dicht am Körper stehen die zarten gekräuselten Daunen oder Flaumfedern mit schwachem Kiele und wenig zusammenhängenden Fahnenstrahlen (schlechte Wärmeleiter!). Die Daunen werden von den Deckfedern mit steifen Kielen, an denen innig verbundene Fahnenstrahlen stehen, bedeckt. Gießen wir auf das Gefieder einer Hausente Wasser, so rinnt es in Tropfen ab; das Gleiche geschieht, wenn die Ente in den Regen kommt oder unter das Wasser taucht. Tauchen wir eine einzelne Deckfeder ins Wasser, so wird sie ebenfalls nicht naß; beschauen wir sie gegen das Licht, so glänzt sie; sie ist fettig. Das Einfetten geschieht aus einer den Schwanzwirbeln aufliegenden Drüse (Bürzeldrüse, siehe auch Heft III, S. 88 ff.!). Die Deckfedern schließen also nicht nur das Federkleid nach außen ab (Beobachte die gegen und dann mit dem Winde schwimmenden E.!), sondern schützen es auch gegen den Einfluß des Wassers.

**NB.** Die Federn werden wie die Haare in der Leder- oder Gefäßhaut benannten Schicht der Oberhaut erzeugt. Sie entwickeln sich in Taschen derselben innerhalb eines Balges (des Federbalges), in dem ein zweiter, zarterer (der Federkeim) steht, der eine gallertartige Flüssigkeit und die ernährenden Blutgefäße enthält. Zwischen beiden Bälgen liegt ein breiartiger, feinkörniger Stoff. Mit fortschreitender Entwickelung öffnet sich die Spitze des äußeren Balges, und ein pinsel-

artiger Strahl, die Spitze der Fahne, tritt hervor. Ihr folgt bald der untere stärkere Teil, der Kiel, der im Innern klar und markleer ist. Im Balge verliert sich der zarte Kiel auf der Körnerschicht; denn diese liefert den Stoff zum Aufbau der Federn. Der Kiel ist anfangs weich, blutig, blau ꝛc. und wird erst später hornig. Alle Federn wachsen sehr schnell; die größten sind schon in einigen Wochen ausgewachsen. Sie sind unempfindlich wie die Haare, aber doch als Lederhautgebilde vollkommener als diese. Verstümmelte Federn ersetzen sich nicht, wohl aber bildet sich das ganze Gefieder jährlich ein- bis zweimal ganz neu (Mauserung!).

Die Teile einer Feder sind:

1. Der Stamm, Kiel oder Schaft, die Grundlage der Feder. An ihm sieht man

A. Die Spule. Es ist der untere Teil der Feder, eine runde, hornige, durchscheinende Röhre; sie enthält eine Reihe tütenförmiger, ineinander steckender Zellen, welche die Nahrung weiter führen, die Seele. So wie die Feder dem Körper des Vogels entführt wird, trocknet die Seele zu einer faltigen Haut zusammen.

B. Die Spindel. Das ist der obere eckige, mit schwammigem Gewebe ausgefüllte Teil des Kiels. Ihre obere Seite ist gewölbt und mit glatter horniger Masse bedeckt; die untere ist durch eine Längsrinne geteilt und minder glatt. Die Spindel ist im Bogen nach unten oder auch in einer langgezogenen Schraubenlinie gekrümmt.

2. Die Fahne oder der Bart. Er wird gebildet von den zweizeilig an der Spindel stehenden Strahlen. Es sind dies dünne Hornblättchen, die schief von innen nach außen an dieser befestigt sind und an deren oberer Kante sich zweizeilig die Fasern ansetzen. Letztere tragen fast in gleicher Weise angesetzte und gebildete Häkchen, die den innigen Zusammenhang der Strahlen vermitteln. Auf der einen Seite zeichnen sich die Strahlen meistens durch größere Entwickelung und andere Stellung aus als an der anderen.

Nach ihrer Bildung unterscheidet man

A. Vollkommene Federn. Es sind solche, die Kiel und Fahne zeigen. Diese teilt man in

1. Ober-, Außen-, Licht- oder Umriß-(Kontur-)federn. Darunter versteht man die großen, mit steifen Kielen versehenen Federn, die innig verbundene Fahnenstrahlen haben und die äußeren Umrisse des Vogels bedecken. Sie tragen die Farbe und Zeichnung des Vogels und zerfallen in

a) Schwungfedern, Schwingen oder Ruderfedern. Es sind die steifen Flügelfedern, die an der Hand und dem Unterarme des Vogels beweglich angeheftet sind und sich fächerförmig ausbreiten und zusammenlegen lassen. Bei ausgespannten Flügeln bilden sie mehr oder weniger dichte Fächer, um die Luft zu fangen und den Vogel zu tragen.

b) Schwanz- oder Steuerfedern. Das sind die 8—24 steifen Schwanzfedern, die an dem Schwanze angeheftet sind, bei den Schwenkungen des Vogels lenken helfen und in ihrer Anordnung die verschiedenen Schwanzformen bilden. Auch sie stehen fächerförmig.

c) Deckfedern. So nennt man die größeren, Schwanz und Flügel sowie den übrigen Körper oben und unten bedeckenden Federn. Sie stehen mit Ausnahme des Kopfes nicht überall gleich dicht, sondern in regelmäßig verteilten Federfeldern oder -fluren, zwischen denen federlose Streifen oder Raine liegen, so daß eigentlich der größte Teil des Leibes nackt ist. Am deutlichsten sieht man diese Fluren bei den noch nicht flüggen Vögeln. Von dem in der Regel gleichmäßig befiederten Kopfe verläuft eine Flur den Vorderhals herab, gabelt sich über der Kropfgegend und sendet an die Schulter sowie an die Schenkel Äste ab. Ähnlich bedeckt eine solche Flur den Hinterhals und verbreitet sich zwischen den Flügeln sowie am Unterrücken. Es bleiben auf diese Weise nackt: die Halsseiten (wegen des Sförmigen Zusammenlegens des Halses), die Mitte der ganzen Unterseite (Brüten) und die Körperseiten (zur Aufnahme der gleichsam in einer Mulde

ruhenden Flügel). Alle Deckfedern liegen dachziegelartig übereinander. Diejenigen Vögel, welche am ganzen Körper ein gleichmäßig dichtes Federkleid tragen (Kasuare, Pinguine 2c.) sind zum Fliegen unfähig.

2. Flaumfedern oder Dunen. Das sind die kleineren, unter den Umrißfedern dicht auf der Haut liegenden, zarten, gekräuselten Federn mit meist schwachem Kiele und wenig zusammenhängenden Fahnenstrahlen. Da sie dem Lichte entzogen sind, entbehren sie einer lebhaften (intensiven) Färbung (Grundfarbe beim Sperling bläulich 2c. 2c.); nur bei einigen (Kakadu — rot, gelb) sind sie lebhafter gefärbt. Bei einigen Vögeln (Straußen 2c.) sind auch die Schwung- und Steuerfedern dunig.

B. Unvollkommene Federn. Sie haben wohl einen Kiel, aber keine oder eine verkümmerte Fahne; man findet sie als Bart- oder Schnurrborsten an den Augenlidern (Tagraubvögel, Tukane, Straußen 2c.) und am Schnabelgrunde der Vögel. Sie befördern in dem letzten Falle bei den Insektenfressern (besonders den Tag- und Nachtschwalben) den sicheren Fang der Insekten im Fluge.

Die Farbe des Gefiebers beruht weniger auf den Farbstoffen, die an den Federn haften, als auf der Bildung und der dadurch hervorgerufenen Strahlenbrechung. Meist ist das Gefieder des Männchens schöner (Metallschimmer) als das des Weibchens. Die Wasser- und die nordischen Vögel tragen mehr ein dichtes und die der Tropenländer ein prächtiges Federkleid. Die Farbe des Gefiebers dient der Maskierung (Schneehuhn im Winter; Adler und Falken haben die Farbe der Felsen und Baumstämme, die Feldhühner, Wachteln, Lerchen die der Erdschollen, die Tagschläfer haben ebenfalls ein düsteres Gefieder, und das mancher Papageien hat die Farbe der Blüten und Blätter (gelb, grün, rot, blau 2c.) der Bäume 2c.

Veränderungen des Federkleides werden hervorgerufen

1. Durch Abreibung oder Abbärtung (nicht zu verwechseln mit der Abnutzung; sie erhöht in der Regel die Schönheit des Gefiebers). Die unscheinbar oder unrein gefärbten Federränder werden abgestoßen, und die lebhafter gefärbten Mittelstellen werden dadurch zum Vorschein gebracht.

2. Die Verfärbung. Es verändern einzelne oder ganze Gruppen von Federn ihre Farbe.

3. Die Mauserung. Ein Wechsel der unbrauchbar gewordenen (Sonne, Staub, Nässe, Brutgeschäft 2c.) Federn. Alle Vögel mausern sich wenigstens einmal des Jahres (die meisten am Ende des Sommers nach dem Brüten, Enten und Gänse im Vorsommer), wenige zweimal (Schneehühner). Bei vielen Vögeln werden bei einer Mauserung nur die Deckfedern ersetzt und erst bei der zweiten die Schwung- und Steuerfedern (Blaukehlchen, Bachstelze, Kampfhahn, Scharbe 2c.); bei anderen bedarf der Ersatz der letzteren eines Zeitraumes von mehreren Jahren, da immer nur jederseits zwei gleichzeitig neu gebildet werden (Adler, Geier; sie bedürfen der Flügel zum Erbeuten ihrer Nahrung), während endlich bei etlichen die Mauserung dieses Teiles des Gefiebers so rasch vor sich geht, daß sie dabei flugunfähig werden (Enten, sie bedürfen ihrer Flügel beim Erbeuten der Nahrung nicht). Der schöne, meist durch Abreibung hervorgerufene Federschmuck zwischen Frühling und Herbst heißt Hochzeits-, Frühlings- oder Sommerkleid, das spätere, schlichtere Gewand: Herbst- oder Winterkleid. Junge Vögel tragen bis zum Herbste das Jugendkleid; es gleicht in der Regel dem des Weibchens. Mit dem Alter steigert sich die Pracht des Gefiebers (Kreuzschnabel: das Männchen in der Jugend grüngelb, dann goldgelb, darnach rotgelb, zuletzt zinnober- oder johannisbeerrot; Pirol: das Männchen in der Jugend grün und grüngelb, vom dritten Jahre an gelb 2c.). Während des Federwechsels sind die Vögel angegriffen und singen darum nicht. Solange der Vogel gesund ist, verleiht ihm jede Mauserung neue Schönheit; wird aber die Mauserung unterbrochen, so erkrankt er. In der Gefangenschaft erzeugt die Mauserung ein schlichteres Kleid als in der Freiheit (Hänfling, Stieglitz, Zeisig 2c.).

Die Farbe des Gefiebers der E. ist dem dunklen Grün der Binsen und übrigen Wasserpflanzen sowie dem Grau des Röhrichts

angepaßt. Beim Männchen ist vom November bis zum August des nächsten Jahres Kopf und Hals glänzend dunkelgrün, darunter ein weißes Halsband; die Kropfgegend ist dunkelkastanienbraun, der übrige Unterkörper auf grauweißem Grunde sehr zart schwärzlich gewellt, die Schultern sind grauweiß und bräunlich, der Vorderrücken bräunlich gefärbt. Auf den Flügeln hat es einen sogenannten Spiegel (das ist ein viereckiger, grünblau- und purpurschillernder, beiderseits mit einer schwarzen und weißen Linie begrenzter Fleck). Der Hinterrücken sieht schwarzgrün aus. Von den 16 Schwanzfedern sind in der Mitte 4 aufwärts gekrümmt. Dies ist das prachtvolle Hochzeitskleid. Von Mitte August bis Anfang November fehlt das prachtvolle Grün des Kopfes und Halses, der weiße Halsring, die feine Wellenzeichnung, die schönen aufwärts gekrümmten Federn des Schwanzes (Schwanzsicheln), und fast das ganze Gefieder ist dunkellerchenfarbig; doch bleibt die Prachtfarbe des Spiegels. Fast ebenso wie die Männchen in diesem Kleide (Herbstkleid) sehen die Jungen und die Weibchen zu jeder Zeit aus. Die Mauserung geht Mitte Juli so schnell von statten, daß die Ente eine Zeit lang unfähig ist, zu fliegen (die E. braucht ihr Gefieder auch nicht zum Erbeuten der Nahrung, siehe Habicht!). Es entsteht dadurch das einfache Kleid für Spätsommer und Herbstanfang; aus diesem entwickelt sich durch Abstoßung und Verfärbung das prachtvolle Hochzeits- oder Winterkleid. Bei der Hausente tragen die Männchen ihr schönes Kleid und ihre Schwanzsicheln das ganze Jahr; sie sind auch viel verschiedenartiger gefärbt (besonders oft ganz weiß). Dies kommt daher, daß sie schon durch ihren Aufenthalt im Hause geschützt sind (siehe die Haustaube!) und eines besonderen Schutzes durch die Färbung nicht bedürfen; doch findet man noch häufig mehr oder wenig deutlich auch bei ihnen die Färbung der Stammeltern.

**2a. Für diesen Aufenthaltsort ist zunächst ihr Gefieder eingerichtet; denn es besteht auf dem Grunde aus sehr zarten, dichten Dunen, die von zahlreichen glattanliegenden Deckfedern bedeckt und zusammengehalten werden. Dieses Federkleid hält den Körper warm und wird außerdem durch reichliches Einfetten gegen den Einfluß des Wassers geschützt. Seine Färbung ist dem dunklen Grün der Wasserpflanzen und dem Grau des Röhrichts angepaßt.**

b) Beobachte eine Ente, die ruhend auf dem Wasser schwimmt! Andere Tiere (Hunde, Fischottern, besonders Vierfüßler) schwimmen mit untergetauchtem Körper und müssen ihre Glieder rühren, um nicht unterzugehen. Die E. dagegen ruht, ohne ein Glied zu rühren, auf der Oberfläche des Wassers, etwa wie ein Kork. Die kahnförmige Gestalt ihres Leibes mit dem breiten Bauche (durch die möglichst viel Wasser verdrängt wird), kann nicht der alleinige Grund dafür sein. Es ist dies vielmehr die in dem Gefieder (Zwischenräume, Kiele!) und dem Körper enthaltene Luft. Betrachte das Innere eines der Länge

nach durchschnittenen Röhrenknochens eines flüggen Vogels (Ente, Gans, Taube ꝛc.)! Es ist hohl und markleer. Öffne mit einer starken Schere vorsichtig die Seite des Brustkorbes eines Vogels (Dohle, Krähe, Taube ꝛc.)! Man erblickt hinter dem Brustbeine quergespannte dünne Häute, zwischen denen sich Luft befindet (mit der Lunge in Verbindung stehende Luftsäcke). Die Röhrenknochen haben vor dem Gelenkkopfe ein Loch, durch das ein Luftkanal in das hohle Innere dringt und so die Lufthöhlen des Rumpfes mit denen der Knochen verbindet. Bei den Laufvögeln und einigen anderen sind dagegen die Knochen wenig, bei dem Waldstrauß (Kiwi!) und den Flossentauchern (Pinguinen!) gar nicht lufthaltig.

**b. Die breite, kahnförmige Gestalt des Körpers und die in ihm befindlichen Lufträume machen diesen besonders geschickt für das Schwimmen.**

## B. Ernährung.

a) Die E. verzehrt Froschlaich, Kaulquappen und Fröschchen, Fischlaich und Fischchen, Schneckeneier, Land- und Wasserschnecken, Muscheltiere, Kerbtiere und ihre Larven (besonders Hülsenwürmer, Mückenlarven ꝛc.), kleine Krustentiere (Floh- und Muschelkrebse, Wasserflöhe ꝛc.), Würmer, Armpolypen ꝛc., nicht minder Pflanzenstoffe aller Art, als Wurzelknollen, Sämereien (Eicheln und auch Bucheln fressen sie besonders gern!), allerlei Sumpf- und Wasserpflanzen, besonders Wasser- oder Meerlinsen (E.-flott, E.-grün, E.-gries) mit den darunter lebenden Tierchen und Blättern und Samen des an Gewässern und Sümpfen häufigen Süß- oder Mannagrases (Glycēria R.) ꝛc., die zarten Spitzen der Gräser und Getreidearten (im Mondschein oder in der Dämmerung fallen sie gern auf Hafer- oder Gerstenschwaden ein) ꝛc., also mehr Tier- als Pflanzennahrung. Muschelschalen, Sand und Kiesel werden zur Förderung der Verdauung mit verschluckt. Sie frißt, solange sie wach ist und etwas findet und ist darum einer der gefräßigsten Vögel.

Die zahme E. sucht sich oder bekommt dazu: Getreide, Brot, gekochte Kartoffeln, zerhackte Rüben, Salat, Kohl, Gras, Kleie, Fleischstückchen ꝛc. Sie ist ein Allesfresser, holt sich die Nahrung aus den Rinnsteinen, Düngerstellen ꝛc. Man bezeichnet sie wohl auch als das Schwein unter den Vögeln.

b) Beobachte die zahme E. beim Futtersuchen (wie sie, mit dem Schnabel tastend, Löcher in feuchtes Erdreich bohrt, den Rasen der Gärten und die Düngerstellen durchstöbert und im Schlamme oder Rinnsteine wühlt)! Die wilde E. sucht ihre Nahrung vorzugsweise im Wasser schwimmend, watend, gründelnd (sie taucht schwimmend den Vorderkörper unter und streckt den Hinterkörper mit den rudernden Beinen senkrecht in die Höhe), und, wenn es anders nicht gelingt, auch

tauchend, doch aber auch auf dem Lande. Zwar vermag sie mit ihren hellbraunen scharfen Augen gut zu sehen; doch erspürt sie ihre Nahrung mehr mit ihrem Schnabel und ihrer Zunge. Mit dem Schnabel durchsucht sie das Wasser, den Schlamm, die Erde des Ufers, die dichten Rasen des Grases und jungen Getreides. Er ist kaum länger als der Kopf, vorn etwas breiter als hinten, flach und die Ränder des Oberschnabels so übergebogen, daß der untere von ihm aufgenommen wird. Er wird mit Ausnahme seiner harten Ränder von einer grüngelben, nervenreichen und darum sehr empfindlichen Wachshaut überzogen. An der Spitze hat er einen stumpfen Nagel, und die Innenränder der beiden Schnabelhälften sind mit scharfen, kammförmig gestellten, ineinandergreifenden Hornleistchen besetzt. Sie lassen das Wasser ablaufen und halten die Beute fest, wirken also wie Seiher. Mit diesem Schnabel fühlt sie die Nahrung (diese zu sehen oder zu riechen ist meistens unmöglich). Die wilde E. wird dabei unterstützt durch die dicke, fleischige und an den Rändern fein gezähnelte Zunge. Auf diese Weise ist sie in ausgezeichneter Weise befähigt, ihre Nahrung im Wasser aufzusuchen; ihr Schnabel ist das sinnreichste Fischereiwerkzeug. Außerdem sind der drüsenreiche Vormagen und der muskelige Hauptmagen zur kräftigen Verdauung wohlgeeignet. Denn der eigentliche Magen besteht aus zwei großen halbkugeligen Muskeln, die inwendig mit einer harten faltigen Haut (Reibplatten) bekleidet sind, die sie befähigt, das im Vormagen erweichte Futter mit Hilfe der nebenbei verschluckten Kalk- und Kieselstückchen zu zerreiben. Der biegsame Hals, der zwar kürzer als der der Gans, aber doch noch länger als ihre Füße ist, kommt ihr beim Gründeln sehr zu statten.

a) Die wilde E. ernährt sich vorzugsweise von allerhand niederen Wasser- und Landtieren, als Polypen, Würmern, Krusten-, Weich- und Kerbtieren samt deren Eiern und Larven, den Eiern und Jungen der Frösche und Fische und außerdem von allerhand Sumpf- und Wasserpflanzen, den zarten Spitzen der Gräser und Getreidearten, sowie Sämereien. Sie gehört zu den gefräßigsten Vögeln.

b) Sie spürt ihre Nahrung mit den scharfen Augen auf dem Lande und im Wasser, wobei sie oft taucht und gründelt. Ihr Hals ist länger als die Füße, und ihr Schnabel ist in vorzüglicher Weise für das Erbeuten ihrer Nahrung im Wasser geeignet. Mit dem harten Nagel seiner Spitze bohrt sie ihn dabei in Schlamm und weiches Erdreich ein; seine Hornzähne bilden ein Sieb, das die Flüssigkeit ablaufen läßt und feste Körper zurückhält, und in seiner Wachshaut nebst der Zunge besitzt er ein sehr feines Gefühl, durch welches die E. das Genießbare von dem Ungenießbaren scheidet. Der drüsenreiche Vormagen vermag samt dem muskeligen Hauptmagen alle Nahrung zu zerreiben und zu verdauen.

## C. Vermehrung.

Die wilde E. nistet paarweise (lieber am Boden als in der Höhe) in der Nähe des Wassers, an einer trocknen, ruhigen Uferstelle, die durch Pflanzenwuchs (Schilfrohr, Binsen 2c.) gesichert ist, im Getreide, Gebüsch, in sumpfigen Wiesen, ja nicht selten weit vom Wasser in hohem, dichtem Grase (Erdnister), zuweilen auch auf Bäumen (niedrigen Kopfweiden oder auf höheren in verlassenen Krähen- und Eichhornnestern), in Höhlen alter Bäume 2c. Ihr Nest errichtet das Weibchen kunstlos; es häuft trockne Pflanzenstengel, Schilf und Grasblätter, Moos 2c. lose übereinander, rundet mit der Brust eine Mulde aus und füttert diese dann mit Dunen, die sie sich selbst ausrupft.

Es legt dann im April 8—16 blaßgraugrünliche (Schutz, Maskierung!), hart- und glattschalige Eier, die es in 24—28 Tagen ausbrütet. Sie brüten gern in Gesellschaft und suchen sich dabei gegenseitig um die Eier zu bestehlen. Wenn sie das Nest zeitweilig verlassen müssen, um ihrer Nahrung nachzugehen, so bedecken sie darum die Eier mit Dunen und schleichen möglichst verdeckt im Grase davon. Die Jungen werden nach dem Ausschlüpfen noch einen Tag im Neste erwärmt und dann von der Mutter dem Wasser zugeführt (Nestflüchter!). Auch die von einer Henne ausgebrüteten Entenküchlein eilen sofort dem Wasser zu; doch hat Lenz auch mehrmals beobachtet, daß von Haus- oder Truthennen gebrütete Entchen nicht nach dem Wasser verlangten. Die Weibchen führen ihre Jungen ohne Hilfe des Männchens. Steht das Nest auf einer niedrigen Kopfweide, so lassen sich die Kleinen, ohne Schaden zu nehmen, selbst herabfallen, während die Mutter sie von höheren Bäumen im Schnabel herabträgt. Sie verstehen sofort gewandt zu schwimmen und zu tauchen, haschen nach Insekten, zeigen sich sehr gefräßig und wachsen rasch heran. Anfangs hält sie die Alte in sicheren Verstecken verborgen; später erscheint sie mit ihnen auf freierem Wasser. Sowie Gefahr droht, verschwinden sie (drücken sich) und wissen dabei die Bodengestaltung trefflich zu benutzen, während die Alte nicht selten die Aufmerksamkeit der Verfolger auf sich zu lenken sucht. Die Jungen hängen sehr an ihr und gehorchen ihr unbedingt. Nach sechs Wochen (ungefähr in der ersten Hälfte des Juli) beginnen sie flugbar zu werden. Am Ende des Sommers schließen sich die Männchen (Antvögel, Erpel), die sich von Beginn der Brut an vereinigt mit ihresgleichen auf den Gewässern umhergetrieben haben, den bisher unter der Führung der Mütter stehenden Ketten der nun völlig flugbaren Jungen wieder an.

**Das Weibchen legt im April 8—16 graugrünliche Eier in ein kunstloses Nest, das sie vorher an einer versteckten Uferstelle errichtet und mit Dunen ausgefüttert hat. Es brütet sie in 24—28 Tagen aus, wärmt die Jungen noch einen Tag im Neste und führt sie dann sogleich dem Wasser zu. Sie**

können sofort schwimmen und tauchen, lernen unter ihrer Führung die Nahrung aufsuchen und den Gefahren entgehen und werden im Hochsommer flugbar. Am Ende des Sommers schließen sich auch die Männchen den Ketten wieder an.

## D. Bewegung.

Beobachte die Hausente beim Schwimmen! Sie schlägt mit den beiden Füßen abwechselnd etwas nach auswärts gegen das Wasser. Dabei spannt sich die Schwimmhaut samt den Zehen aus; der Fuß wirkt wie die breite Fläche eines Ruders und treibt den Körper vorwärts. Bei der Bewegung nach vorn krümmen sich dagegen die Zehen, nähern sich einander, so daß die Schwimmhaut gefaltet wird und die Vorwärtsbewegung des Fußes die des Körpers nicht stört. Beim ruhigen Schwimmen sind die Füße abwechselnd und beim raschen gleichzeitig thätig; in beiden Fällen wird der Körper in der Richtung der Diagonale ihrer Wirksamkeit, also gerade nach vorn getrieben. Um zu steuern, legt die E. ein Bein mit ausgebreiteten Zehen nach hinten und rudert mit dem andern (genau so wie man vom Ende eines Kahnes aus diesen mit zwei Rudern lenkt).

Die Beine sind kürzer als der Rumpf, weit nach hinten gerückt (wie die Ruder beim Kahn und die Schraube beim Schiff) und mit dem Oberschenkel ganz und dem Unterschenkel teilweise im Rumpfe versteckt. Der Lauf des blaßroten Fußes ist kurz (dadurch spart die E. beim Rudern Kraft), mit einer dicken Hornhaut überzogen, keine Muskeln, darum auch wenig Blutgefäße enthaltend (Schutz gegen die Kälte des Wassers!) und seitlich zusammengedrückt (Durchschneiden Wassers). Die drei Vorderzehen sind durch große Schwimmhäute verbunden, wodurch der Fuß in ein Ruder verwandelt wird. Sowie die E. den Fuß nach vorn bewegt (beugt), so beugt die über das Fersengelenk laufende (für die Vögel charakteristische) Sehne, die mit jedem einzelnen Zehengliede verbunden ist, ebenfalls die Zehen (ebendasselbe geschieht beim Aufheben des Fußes zum Stehen auf einem Beine und bei anderen Vögeln beim Hocken auf einem Zweige auch während des Schlafes) und faltet zugleich die Schwimmhaut. Vorzeigen des zergliederten Fußes! Die Beugesehnen liegen an der Hinterseite des Laufes in einer Scheide und laufen dann an der Unterseite der Zehen zu jedem einzelnen Gliede.

Beobachte gründelnde Enten! Sie tauchen den Vorderkörper unter, strecken den Hinterkörper senkrecht nach oben und halten durch die rudernden Beine das Gleichgewicht. So geschieht es beim Nahrungsuchen. Dabei taucht sie auch nicht selten. Dies thut sie, auch wenn sie verfolgt wird. Sie fährt dabei von der Oberfläche des Wassers aus mit einem mehr oder minder sichtbaren Sprunge in die Tiefe (Schwimm- oder Sprungtaucher! Die Stoßtaucher stürzen aus der Luft herab!) und verweilt oft minutenlang daselbst (höchstens

drei Minuten! Beobachtung! Eiderenten bis sieben Minuten?! Brehm!). Das gewandte Tauchen läßt sich sehr gut an den schon auf unseren mittleren und kleineren Teichen häufigen Wasserhühnern beobachten. — Alle Bewegungen der E. auf und im Wasser sind gewandt, und wenn sie verfolgt wird, sucht sie sich (auch unsere Hausente), wenn möglich, aufs Wasser zu retten; dort fühlt sie sich sicher (Wasser-, Schwimmvogel!).

Beobachte den Gang der E.! Er ist schwerfällig, watschelnd; denn jeder Schritt macht eine Drehung des Vorderkörpers notwendig. Dies hat seinen Grund in der Einlenkung der Beine hinter der Körpermitte weit auseinander und in der Kürze des Laufes. Sie geht wie auf kurzen Stelzen; denn sie muß ihr Körpergewicht abwechselnd von einem Fuße auf den andern verlegen. Veranschaulichung: Fasse ein Buch an dem einen Ende von beiden Seiten mit Daumen und Zeigefinger beider Hände und schreite mit den steif gehaltenen Mittelfingern abwechselnd vorwärts! Wenn sie laufen will, so braucht sie die Flügel zur Unterstützung.

Die E. fliegt gut, zwar nicht so vorzüglich wie die Schwalbe, die Taube, der Storch und die Möwe, aber doch besser als die Hausente (Übung! Fett!). Ihr Flug verursacht ein Säuseln und Wispern, dem ein Rauschen beim Einfallen des Vogels folgt; ja bei großer Eile vernimmt man wegen der Stärke der Schwungfedern ein pfeifendes Geräusch. Während des Fluges bilden die E. Reihen, die aber selten grade sind und fast nie einen Winkel bilden, wie bei den Gänsen. Das Auffliegen geschieht stets etwas schwerfällig, ruckweise, in schräg aufwärtsführender Richtung, ehe sie geradeausstrebt. Beim Einfallen werfen sie sich hart nieder. — Die Flügel sind mittelgroß, schmal und spitz, die zweite Schwinge ist die längste; sie klaftert 30 cm. Das Brustbein ist groß, lang, fast gleichbreit, mit tiefen Buchten (Anschauung); der Kamm ziemlich hoch und der Brustkorb durch das große gespreizte Gabelbein sehr verstärkt.

**Die wilde E. schwimmt ausgezeichnet, gründelt und taucht vortrefflich und weiß sich überhaupt auf dem Wasser gewandt zu bewegen. Sie ist ein Schwimm- und Wasservogel. Dabei leistet ihr die kahnförmige Gestalt ihres Körpers gute Dienste, und die kurzen Füße bilden mit den zwischen den Zehen ausgespannten Schwimmhäuten treffliche Ruder. Sie sind dazu in zweckmäßiger Weise an der hinteren Körperhälfte angebracht, und ihre Kürze erspart der E. Kraft. Die Einrichtungen aber, welche sich dem Schwimmen förderlich erweisen, sind für das Gehen hinderlich, darum ist ihre Bewegung auf dem Lande schwerfällig watschelnd. Sie fliegt aber gut; denn die mittelgroßen Flügel sind schmal und spitz, und das Brustbein ist mit einem hohen Kamme und starken Brustmuskeln versehen; außerdem vermehrt das starke Gabelbein die Festigkeit des Brustkorbes.**

## E. Stimme. Eigenschaften 2c.

Die Stimme der E. ist ein weitschallendes „Quak"; der Enterich ruft tief heiser „Quäk". Unterhaltungslaut: „Weck, Weck"! Lockruf: „Wack, Wack"! Warnrufe: „Rätsch" oder „Räb, Räb"! Alles dies ist genau so auch bei der Hausente zu beobachten. Die Stimme wird durch den an der Gabelung der Luftröhre liegenden unteren Kehlkopf, in dessen Nähe sich beim Männchen noch einige knöcherne Blasen befinden, hervorgebracht.

Die wilde E. ist außerordentlich scheu, mißtrauisch, vorsichtig und schlau. Wird sie aufgestört, so erhebt sie sich hoch in die Luft und fällt nach langem Kreisen erst an einem entfernten Platze wieder ein; ja, in den meisten Fällen sucht sie sogar ein anderes Thal auf. An Plätzen, die ihr verdächtig geworden sind, erhebt sie sich im Striche sofort hoch über Schußweite. Sie läßt sich jedoch zähmen. Zahme Stockenten zieht man dann leicht, wenn man ihre Eier von Hausenten, Haus- oder Truthühnern ausbrüten läßt und den jungen Tierchen die Flügel kürzt. Dies geschieht so: Wenn sie etwa acht Wochen alt sind, bindet man einen dünnen, aber festen Faden scharf um das Gelenk der Handwurzel; in drei bis vier Wochen fällt das abgebundene Stück ab. Ebenso verfährt man bei anderem wilden Geflügel (Schwänen, Gänsen, Kranichen, Störchen 2c.), das man an eine gewisse Örtlichkeit (Teiche, Gehöfte, Tiergärten 2c.) fesseln will. Doch sind auch die gezähmten E. sehr schwer an den Stall zu gewöhnen und wollen jedenfalls nur im Freien und gut versteckt brüten.

## F. Feinde.

Der Alten: Fuchs, Fischotter, Raubvögel vom Adler bis zum Habicht (die großen Edelfalken [Wander- und Jagdfalke] nähren sich fast ausschließlich von E.). Der Jungen: Die obengenannten und Marder, Wiesel, Iltis, Ratten (diese packen sie beim Schwimmen an den Beinen und ertränken sie), Gabel- und Rohrweihen, Raben, Krähen, Elstern und Raubmöwen; auch Blutegel, die sich an ihren Beinchen ansaugen, können ihnen tödlich werden. Das unerwartete Anschwellen der Gewässer vernichtet nicht selten die Brut. Gegen ihre Feinde schützt sie schon ihre mit der Umgebung übereinstimmende Färbung, die ihr das Verbergen (Drücken = platt ausgestrecktes Liegen in Gräben und Vertiefungen, am Ufer, unter überhängendem Gesträuche 2c.) erleichtert. Sie selbst sichert sich durch Schwimmen, Tauchen, Fliegen und Wasseraufwerfen. Die E. ändert ihr Betragen gegenüber den verschiedenen Feinden. Den Vierfüßlern sucht sie durch Schwimmen, dem Adler durch Fliegen, dem Habicht durch Wasserauswerfen mit den Flügeln und dem Wanderfalken durch Tauchen zu entgehen. Die Hausente wird vom Menschen beschützt; sie hat das nötig; denn ihre

Färbung schützt sie meistens nicht; ebensowenig vermag sie sich ihren Feinden durch Fliegen zu entziehen. Nicht zum wenigsten stellt aber der Mensch der wilden E. nach (die Märkte der Städte Italiens, Griechenlands, Spaniens und Ägyptens sind während des Winters mit E. gradezu überfüllt, und man kann sich dann für wenige Pfennige unseres Geldes eine E. kaufen).

## G. Dienst.

Das Fleisch (Wildbret) der wilden E. ist sehr schmackhaft, und auch ihre Eier werden gegessen; dazu hat sie sehr viele und gute Federn; doch stehen diese denen der Gänse an Güte etwas nach. In manchen Gegenden rupft man jedoch die E. sowie die Gänse. Die Kiele der großen Schwingen benutzt man zu Pinselstielen. Die E. befreien durch ihre Gefräßigkeit die Fluren von den schädlichen Schnecken, Würmern und Kerbtieren.

Der Schaden ist gering. Sie fressen allerdings Fische, jedoch nur kleine, und überdem können sie nur in seichten Gewässern fischen.

Die Jagd auf die wilde E. ist die interessanteste und darum beliebteste Art der Niederjagd. Sie beginnt mit Anfang Juli (Schonzeit vom 1. April bis 30. Juni). Man schießt sie mit Entenschroten. Auf größeren Teichen bedient sich der Jäger eines Kahnes, um die „Ketten" aufzusuchen; auf kleineren läßt er Blößen in das Schilf oder Rohr schneiden, auf denen er dann die schwimmenden Ketten an sich vorübertreiben läßt. Wenn mehrere Personen an der Jagd teilnehmen, so ist beim Schießen die größte Vorsicht nötig; denn von fern und zugleich von unten und vorn geschossen, prallen die Schrote an dem dichten Gefieder der E. leicht nach verschiedenen Seiten ab. Die E. beim Anschleichen zu erlegen, ist sehr schwierig. Der Jäger muß stets gegen den Wind anzukommen suchen, da sie eine ausgezeichnete Witterung besitzen; auch muß man einen leisen Tritt haben, da das Gehör nicht minder scharf ist. Sehr schwer ist es mitunter, die „geflügelte" E. zu erbeuten; denn sie verbirgt sich wie das Teichhuhn ganz im Wasser und hält nur den Kopf aus ihm empor, um zu atmen, oder sie beißt sich, wenn die Wunde tödlich ist, unter dem Wasser fest und verendet daselbst.

**NB.** In der Zugzeit hat man an Orten, wo die E. in großer Menge einzufallen pflegt, besondere Vorrichtungen zum Fangen. Bekannt sind in dieser Hinsicht die Vogelkojen auf den nordfriesischen Inseln. Nach Lehrer Philippsen auf Föhr giebt es deren fünf auf der Insel Föhr, drei auf Sylt und zwei auf Amrum. Jede Koje umfaßt eine Fläche von ungefähr 3 ha. In der Mitte befindet sich ein Teich; dieser ist auf allen Seiten von einem hohen Erdwalle umgeben, der aber an 4—6 Stellen von Gräben (Pfeifen genannt) durchbrochen wird. Jede Pfeife ist an ihrer Mündung in den Teich am breitesten und tiefsten und wird nach dem Ende zu immer schmäler und flacher, um endlich ganz trocken in einer Reuse oder einem Hamen zu endigen. Jede Pfeife ist zugleich bogenförmig angelegt, so daß man von dem Teiche nicht bis zum Ende (Hamen)

sehen kann. Der Wall des Teiches setzt sich an der einen Seite der Pfeife bis an deren Ende fort. Über den Pfeifen sind Netze ausgespannt, die an der einen Seite an dem Erdwalle, an der anderen jedoch an Pfählen befestigt sind. An dieser Seite stehen anstatt des Erdwalles eine Menge Schirme kulissenartig schräg gegen das Innere der Pfeife, so daß ein Mensch hinter ihnen gehen kann, ohne von den Tieren auf dem Teiche gesehen zu werden. Auch die E., die sich in der Pfeife befinden, können ihn nur hinter sich sehen, so daß sie durch sein Erscheinen immer weiter nach dem äußeren Ende der Pfeife zu gescheucht und dort gefangen werden. Die Erdwälle und freien Stellen der Koje sind mit Buschwerk bepflanzt, so daß die Koje von fern wie ein kleiner Wald aussieht. Zuletzt ist rings um die Koje ein breiter und tiefer Graben gezogen, über den nur ein einzelner Drehbalken führt, so daß kein Fremder eindringen kann.

Alle Arbeiten an und in der Koje besorgt der Kojmann. Sie bestehen darin, die wilden E. auf den Teich und von da in die Pfeifen zu locken, um sie dort zu fangen. Zwar wirkt schon die ganze Anlage lockend auf die E., doch bedient er sich dazu noch einer Menge gezähmter E., die er auf dem Teiche hält und in den Pfeifen füttert, als Lockvögel. Diese locken ihre wilden Verwandten aus der Luft herbei und führen sie dann nach den Futterplätzen in die Pfeifen hinein. Der Kojmann begeht ungefähr alle halben Stunden mit dem Futtersacke und einem Räucherfasse mit glimmender Torfkohle (um den Tieren seine Witterung zu nehmen) sämtliche Pfeifen. Sind nun E. in einer Pfeife, so geht er hinter den Schirmen von ihrer Mündung nach dem Hamen zu. Den E. auf dem Teiche bleibt er dabei unsichtbar, dafür sehen ihn die in der Pfeife befindlichen und eilen vor ihm her, der Reuse und dem Hamen zu, worin sie hängen bleiben. Nachdem er den gezähmten E. eine Handvoll Futter zugeworfen hat, nimmt er die Gefangenen aus dem Hamen und tötet sie, indem er sie am Schnabel erfaßt und über den Daumen zurückwirft; dadurch wird ihnen das Genick ausgerenkt und der augenblickliche Tod herbeigeführt. An günstigen Tagen können so 1—2000 Stück gefangen werden, oftmals ist jedoch der Fang auch sehr gering. Die Fangzeit beginnt Ende August und dauert so lange, bis sich der Teich mit Eis bedeckt. Die meisten E. werden bei stürmischem Wetter und zur Flutzeit gefangen, weil sie zur Ebbezeit auf dem Meeresboden reiche Nahrung finden. In jeder Koje fängt man jährlich durchschnittlich 10000 Stück; doch ist diese Zahl in manchen Jahren bis zu 66000 Stück gestiegen. Diese große Menge brachte es in früheren Jahren mit sich, daß man eine E. für 15 Pfennige kaufen konnte. In neuerer Zeit ist aber infolge der verbesserten Verkehrswege und weil zugleich die Feinschmecker der Großstädte für starke Nachfrage sorgen, der Preis der kleinen Krickenten für das Stück auf 70 Pfennige gestiegen.

**IV. Anschlüsse:**

1. Die Ente als Glied einer Lebensgemeinschaft (Teich und Fluß!).
2. Gesetze (der Erhaltungsmäßigkeit, des Zusammenhanges, der Anpassung 2c.)!
3. Zweckmäßige Beobachtungsaufgaben.
4. Die Ente als ein vollkommener Wasservogel.

a) Ihr Körperbau (Gestalt, Lufthöhlen 2c.) und die Bedeckung sind für das Leben auf dem Wasser eingerichtet.

b) Die Gestalt samt Stellung der Beine und Füße ist für die Bewegung auf dem Wasser berechnet.

c) Ihr Hals und Schnabel befähigen sie, ihre Nahrung in dem Wasser zu suchen.

d) Sie hält sich nicht nur von frühester Jugend an vorzugsweise auf dem Wasser auf, sondern sucht auch bei drohender Gefahr dort Zuflucht.

5. Vergleiche die Ente mit der Gans!

a) Ähnlichkeiten:

Die Gestalt, Bedeckung und der Körperbau beider sind für das Leben auf dem Wasser berechnet, s. o.!

b) Verschiedenheiten:

1. Die E. ist mehr für das Leben und die Bewegung auf dem Wasser eingerichtet als die Gans; denn ihr Leib ist flacher und verhältnismäßig länger, die Beine sind kürzer, die Schwimmfüße breiter (größere Schwimmhäute und längere Zehen) und mehr nach dem Hintergrunde des Leibes zu angebracht als bei der Gans. Sie kann infolgedessen zwar sehr gut schwimmen, gründeln und tauchen, aber auf dem Lande nur schwerfällig watscheln.

Der Leib der Gans ist dagegen höher, kürzer und plumper, ihre Beine sind länger und stärker und mehr nach der Mitte ihres Leibes zu angebracht, ihre Schwimmfüße sind kleiner als die der E. Sie kann deshalb zwar besser gehen, aber minder gut schwimmen, gründeln und tauchen als diese.

2. Die E. ist ein Allesfresser; sie nimmt ihre Nahrung sowohl aus dem Pflanzen- als auch aus dem Tierreiche; darum ꝛc. s. o.!

Die Gans nährt sich dagegen vorzugsweise von Pflanzenstoffen, obwohl sie Nahrung aus dem Tierreiche (Würmer, Schnecken, Muscheln, Kerbtiere ꝛc.) auch nicht verschmäht. Darum ist ihr Schnabel verhältnismäßig kürzer, schmäler, besonders an der Wurzel höher und an den Rändern und der Spitze schärfer als der der E. Die Gans vermag darum die Blätter der Pflanzen besser abzuweiden und auch kräftiger zu nagen als die E.

3. Die E. ist zuletzt mehr an die Nähe des Wassers gebunden als die Gans, obwohl sie in der Nahrung weniger wählerisch ist als jene; darum ist auch die Gänsezucht allgemeiner verbreitet als die Zucht der E., die mehr als Liebhaberei betrieben wird.

6. Die Ente als Vertreter der Wasser- oder Schwimmvögel.

**Es sind sehr gesellige, über die Gewässer der ganzen Erde verbreitete, durch Eier, Fleisch und Federn nützliche Vögel, deren dichtes Federkleid sich durch zahlreiche Dunen auszeichnet. Ihre Beine sind meist kürzer als der Rumpf, in dem das Schienbein mit seinem größeren Teile versteckt ist, und dabei mehr oder weniger nach hinten gerückt. Ihre Zehen sind mit Schwimmhäuten oder Hautlappen versehen, weswegen man ihre Füße Schwimmfüße nennt. Ihr Körper zeichnet sich durch starke Fettbildung aus. Sie leben vorzugsweise von Fischen und anderen niederen Tieren, sowie von Pflanzen, sind meist gute Schwimmer, Taucher und Gründler, und unter ihnen befinden sich die besten Flieger.**

a) Enten. Sie sind ausgezeichnet durch den mit einer sehr empfindlichen Wachshaut überzogenen und an den Innenflächen der Kinnladen mit ineinander greifenden Hornblättchen besetzten, an der Spitze mit einem stumpfen Nagel versehenen Schnabel.

Die eigentlichen Enten leben teils wild auf unseren Binnengewässern und an den Meeresküsten, wie die Krick- und die Knäck- (Stimme!) E. (unsere kleinsten), die Pfeif-E. (Stimme!), die Löffel-E. (Schnabel!), die Tafel-E. oder der Rothals, die Moor-E., die Klang- oder Schell-E., die Eider-E. oder Eidergans (Sylt, kleine dänische Inseln, Norwegen, Lappland, Island, Spitzbergen, Grönland und weiter über den ganzen Norden der Erde verbreitet. In Grönland werden jährlich ungefähr 3000 kg Dunen erbeutet. Vierundzwanzig Nester liefern ungefähr 1 kg gereinigte Dunen), oder werden bei uns zum Schmucke auf Geflügelhöfen gehalten, wie die Bisam- oder türkische E. aus Südamerika oder die Braut-E. aus Nordamerika. — Die Gänse sind mehr als die E. und Schwäne befähigt, sich auf dem Trockenen zu bewegen. Die Saatgans mit schwarz eingefaßtem Schnabel bewohnt den höheren Norden und erscheint nur im Winter in Mitteleuropa. Die Graugans, mit gelbem Schnabel, geht nicht so weit nach Norden wie die vorige und ist die Stammmutter unserer Hausgans. — Die Schwäne zeichnen sich durch ihren

langen Sförmig gebogenen Hals aus. Der gemeine, stumme oder Höckerschwan wird bei uns häufig auf Teichen gehalten, lebt aber nebst dem Singschwan auch wild auf den Binnengewässern der gemäßigten und kalten Zone der nördlichen Erdhälfte; nicht minder findet man bei uns den aus Australien stammenden schwarzen Schwan, während der prachtvoll rosenrot gefärbte Stelzenschwan oder Flamingo den Ländern um das Mittel- und das schwarze Meer angehört. — Die Säger oder Sägetaucher (Name von den scharf bezahnten Kinnladenrändern) brüten im Norden und erscheinen nur im Winter bei uns.

b) Die Pelekane oder Ruderfüßer leben meist als Seevögel zwischen den Wendekreisen und nähren sich von Fischen (Stoßtaucher). Ihre sämtlichen vier Zehen sind durch Schwimmhäute verbunden (Ruderfüße). Ihr auf Meeresinseln angehäufter Dünger liefert Guano.

Die stattlichen Fregattenvögel werden von den Seeleuten wegen ihres Scherenschwanzes auch Schneider genannt. Die Tropikvögel (Söhne der Sonne!) zeigen den Seefahrern durch ihr Erscheinen die Nähe des Wendekreises an. Die Scharben- oder Seeraben werden von den Chinesen zum Fischfange abgerichtet; ebenso geschieht dies mit den an ihrem Unterkiefer mit einem großen, häutigen Kehlsacke ausgerüsteten Pelekanen von den Indern. Der letztere Vogel war unseren Vorfahren ein Sinnbild mütterlicher Liebe.

c) Die Sturmvögel sind Seevögel aller Zonen, die man oft Hunderte von Meilen vom Festlande entfernt auf der hohen See findet, wo sie mit Unterstützung der ausgebreiteten Flügel geschickt auch auf den stürmischen Wellen laufen und ihre Nahrung von der Oberfläche des Wassers nehmen.

Die Sturmschwalbe (St. Petersvogel, -läufer) ist der kleinste Schwimmvogel. Er riecht sehr nach Thran, dient aber nicht, wie gefabelt wird, als Lampe. Der Albatros oder das Kapschaf (Name von der Gestalt des am Lande sitzenden Vogels) ist einer der größten Schwimmer und besten Flieger.

d) Die Möwen und Seeschwalben sind tauben- oder schwalbenähnliche (Schwanzbildung) Stoßtaucher, die vorzüglich an den nordischen Meeren leben, aber im Winter und mitunter auch im Sommer unsere Gewässer besuchen und von Fischen und Weichtieren, die einheimischen auch von Insekten und deren Larven leben. Ihre Größe wechselt von der einer Dohle bis zu der des Adlers.

Bekannte deutsche Arten sind die Lachmöwe (Stimme!), so groß wie eine Ringeltaube, Zwergmöwe und Silbermöwe. Die dreizehige Möwe erscheint nicht selten aus dem Norden im Spätherbste bei uns. Die Raubmöwen, als die größten ihrer Art, leben mehr im Norden. Die Seeschwalben (Name von der Schwanzbildung) bewohnen in zahlreichen Arten die Gewässer aller Erdgürtel.

e) Die Taucher oder Steißfüße sind wegen ihrer ganz am hinteren Körperende eingelenkten Beine und kurzen Flügel nebst verkümmertem Schwanze auf ein Leben auf dem Wasser angewiesen; doch vermögen einige, obwohl ihnen das Auffliegen nicht leicht wird, rasch zu fliegen. Ihr Federpelz dient zu Kragen, Müffen 2c. Bei uns finden wir nicht selten den Hauben- und den Zwergtaucher.

f) Die Alken und Pinguine sind im Körperbaue den Tauchern sehr ähnlich, nur daß ihnen die Hinterzehe fehlt und bei den Pinguinen die Flügelfedern gefranseten Hornschuppen ähnlich sind. Sie bewohnen gesellig die Felsen der Meeresgestade (Vogelberge des Nordens).

---

# C. Pflanzenkunde.

## 1. Die Kartoffel. Solānum tuberōsum L.

Knollentragender Nachtschatten, Erdbirne, Erdapfel, Tartoffel, Toffel, Grundbirne, Grumbirne, Nudel (Uckermark) 2c.

Seht, dort sitzet Schar an Schar;
Seht, nun reicht er's ihnen dar.
Alle essen, alle haben
Satt von seinen reichen Gaben. W. Hey.

**I. Lehrmittel:** Pflanzen mit Blüten, andere mit Früchten, was gleichzeitig von verschiedenen Feldern zu haben ist; Durchschnitt einer Frucht; reife rote, blaue (um die Lage der Farbschicht), weiße (besonders solche, welche die Korkbildung der Oberhaut recht deutlich zeigen, z. B. sogenannte „Lerchen"!), und gekochte (aufgesprungene und nicht aufgesprungene) Knollen; dergleichen solche, die an der Luft grün geworden, von Engerlingen angefressen, sowie solche, die mit der Krätze und der Fäule behaftet sind; eine dergleichen während des Wachstums verletzte, mit der vernarbten Wunde. Zur Vergleichung: Die Knollen von der knolligen Sonnenrose (Heliānthus tuberōsus L.), sowie andere Nachtschattenarten: S. nigrum, dulcamāra, lycopērsicum L. — Bilder oder Exemplare vom Totenkopf (Raupe, Puppe, Schmetterling), Bilder vom Kartoffelkäfer (Lepinotārsa [Dorȳphora] decemlineāta).

**Litteratur: Hermann Wagner,** Entdeckungsreisen in Feld und Flur. S. 32—38!

Beobachtet werde: Das Keimen (eine im Herbste in einen Blumentopf gepflanzte und mäßig warm gehaltene Kartoffel keimt nicht eher als die freiliegenden, eine im Dunkeln gekeimte), das Legen, Hacken, Häufeln, Blüte, Frucht, allmähliches Absterben des Krautes, Ernte. Man setze sich einige Kartoffeln so ein, daß man sie zu beliebiger Zeit ausheben kann, um die allmähliche Entwickelung und den Zustand der alten Knolle zu zeigen. Beobachtung der Kartoffelkrankheit. Beobachte an geschälten Kartoffeln das rasche Welken und Vertrocknen, die Gewinnung der Kartoffelstärke, die Zu- und Abnahme des Stärkemehlgehaltes im Laufe des Jahres! Man kann mit den Kindern versuchen, Kartoffeln aus reifen Samen zu ziehen; die Knollen werden allerdings im ersten Jahre nur etwa so groß wie eine Erbse.

**Volkspoesie:**

### I. Reime.

1.

Die Kartoffel spricht:
„Legst du mi im April,
Komm' i, wenn i will;
Legst du mi im Mai,
Komm i glei!" Wander.

2.

Pasteten hin, Pasteten her,
Was kümmern uns Pasteten!
Die Schüssel hier ist auch nicht leer
Und schmeckt so gut als aus dem Meer
Die Austern und Lampreten.

Und viel Pastet und Leckerbrot
Verderben Blut und Magen.
Die Köche kochen lauter Not,
Sie kochen uns viel eher tot;
Ihr Herren, laßt euch sagen.

Schön rötlich die Kartoffeln sind
Und weiß wie Alabaster,
Verdau'n sich lieblich und geschwind
Und sind für Mann und Weib und Kind
Ein rechtes Magenpflaster.

M. Claudius.

## II. Rätsel.

1.

Morgens rund,
Mittags gestampft,
Abends in Scheiben;
Dabei soll's bleiben:
Es ist gesund!

Die Kartoffel.

2.

Z' Morge su'r,
Z' Mittag in der Montur,
Z' Obig (Abend) gschwellt (gesotten) ane [gestellt.

Die Kartoffel. Rochholz.

3. Du châst mi stupfe (den Ackerboden lockern) wie de witt,
Se chum ech vor de Brachet (Juni) nitt. Rochholz.

4. Welche Behörde bilden die Kartoffeln?
Sie sind ein Land- und Stadtgericht. Dr. Franklin.

## III. Sprichwörter.

1. Bi Kartuffeln un Braud
Litt de Bure kenne Nauth.
2. Kartoffeln, ist der Bauern Sage,
Sie schmecken alle Tage.
3. Eine gebratene Kartoffel ist besser als eine gebratene Ananas.
4. Kartoffeln mit Liebe schmecken besser als Bratwürste mit Zank.
5. Lieber Kartoffeln im eigenen Haus,
Als im fremden Bratenschmaus.
6. Eine faule Kartoffel im Korbe steckt viele gesunde an.
7. Kartoffeln daun wol balgen (den Leib füllen),
Aber nicht talgen (Kraft verleihen). Wander.

**II. Lehrgang.** Der Bau im Lichte der Lebensweise.

**III. Ergebnisse und Präparation.**

## A. Heimat und Standort.

Wo habt ihr diese Pflanze gesehen? Sie stammt ursprünglich aus Südamerika und wird jetzt nahezu auf der ganzen Erde angebaut von Island, Hammerfest und Kamtschatka an bis Neuseeland in Australien. Zu große Kälte und die Hitze des Südens sagt ihr allerdings nicht zu; doch gedeiht sie sonst auf jedem Boden, ist aber auf fettem ertragreicher und auf gebirgigem und etwas sandigem wohlschmeckender.

**NB.** Die Heimat der Kartoffel ist Chile; dort wächst sie südlich bis zum Chonos-Archipel wild. Sie wurde dort auch vor der Entdeckung Amerikas zuerst

angebaut und verbreitete sich bis nach Peru und Neugranada. Von hier aus kam sie schon vor 1585 (wahrscheinlich zwischen 1560—70) durch die Spanier nach Europa (Spanien, Italien, 1588 schon bis Belgien). 1587 zog sie ein Breslauer Arzt Namens Scholz in seinem Garten, und der Botaniker Clusius pflanzte sie 1588 zuerst in Wien (er hatte zwei Knollen aus Belgien erhalten) und beschrieb sie unter dem Namen Papas Peruanōrum. Schon im Jahre 1595 hatte der päpstliche Gesandte in Amsterdam Kartoffeln als amerikanische Seltenheit ausgestellt. In der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts wurden sie auch in der von Walter Raleigh gegründeten Kolonie Virginien (Nordamerika) eingebürgert. Man nannte sie Openauk. Von hier aus brachten sie die Engländer während der Reisen Raleighs, also jedenfalls etwas später als die Spanier, nach Europa (Irland und England). Thomas Herriott, Raleighs Gefährte, führte sie im Jahre 1585 oder 1586 in Irland ein. Nach seiner noch erhaltenen Beschreibung der Pflanze ist es die Kartoffel und nicht die Batate, die oft mit ihr verwechselt worden ist, welche Verwechselung viele Verwirrung in die Verbreitungsgeschichte der Kartoffel brachte. Auf dieser Verwechselung beruht auch die Annahme, daß der Sklavenhändler John Hawkins sie 1565 als Schiffsproviant mit nach Irland gebracht habe. Unter anderen erhielt sie auch der Botaniker John Gerard aus Virginien und baute sie 1597 in seinem Garten zu London an, bildete sie auch in einer noch jetzt erhaltenen Abbildung ab. Aber erst gegen Mitte des 18. Jahrhunderts wurde sie in England allgemeiner angebaut.

Also ist sie zuerst durch die Spanier aus Südamerika und dann etwas später durch die Engländer aus Virginien nach Europa gekommen. Der Botaniker Bauhin gab der Pflanze um 1590 den Namen Solānum tuberōsum esculēntum. In Italien erhielten sie wegen der unterirdischen Knollen den Namen Taratuffoli, Turtoffoli, aus dem dann Tartuffeln und zuletzt unser deutscher Name Kartoffeln entstanden ist. Wenn auch durch Clusius' Bemühungen die Kartoffeln sich in den botanischen Gärten immer mehr verbreiteten, so hatte doch ihr Anbau auf dem Festlande von Europa bis gegen das Ende des 17. Jahrhunderts keine sonderlichen Fortschritte gemacht. 1676 wurden sie an der königlichen Tafel in Paris als Seltenheit gegessen. In Frankreich baute sie 1783 zuerst der Apotheker des Invalidenhauses, Parmentier, auf einem ihm von Ludwig XVI. in der Ebene von Sablons überlassenen 50 Morgen großen Grundstücke im großen an. Das Volk wollte jedoch nicht von dem in Frankreich üblichen „Gemüse und Brot" lassen und mochte nichts von dem Anbaue der neuen Frucht wissen (List: Androhung harter Strafen bei Entwendung, Wächter des Tages; des Nachts stehlen dann die Bauern!). Die Hungersnot im Jahre 1793 zeigte dann dem Volke den Nutzen der Kartoffel. In Italien ist der Anbau der Kartoffel, trotzdem die Mißernte des Jahres 1817 ihn etwas förderte, nicht allgemein geworden. In der Ebene hat sie der Mais wieder verdrängt, und der Italiener geht nicht von seiner Polenta aus Maismehl ab; auch mögen Klima und Boden ihr nicht recht günstig sein. In Deutschland und Mitteleuropa ist sie trotz der Bemühungen und Zwangsmaßregeln Friedrichs des Großen und seines Vaters erst nach den Hungerjahren 1771 und 72 richtig gewürdigt und dann allgemein angebaut worden. Nach Sachsen brachte sie der Generallieutenant von Mittkau im Jahre 1717 aus dem brabantischen Kriege und daselbst nach Schlettau der Oberförster von Beulwitz (1715—25). 1730 wurde sie zuerst in der Wolkensteiner Gegend und 1734 bei Grimma angepflanzt. Die Deutschen und Slaven hielten vorher an Mehlspeisen und Hülsenfrüchten fest. Jetzt findet man sie in den Alpen bis zur Höhe von 1100, ja 1500 m angebaut. In Deutschland ist etwa 10% des gesamten Ackerlandes (3 Mill. ha) damit bepflanzt, und man erntet durchschnittlich jährlich 20 Mill. Tonnen. Seit etwa einem Jahrhundert ist die Kartoffel von Europa aus nach dem Süden (in Griechenland überreichte man der Gemahlin König Ottos bei ihrem Einzuge einen Strauß Kartoffelblüten als eine in ihrem Heimatlande sicher unbekannte Seltenheit!), nach Asien bis über das Himalayagebirge nach Ceylon, Indien und Australien, wo sie besonders in Viktoria, Neuseeland und

Vandiemensland gedeiht, gewandert. Nur bei den Chinesen hat ihr Anbau, trotzdem weite Strecken dieses Landes zeitweilig von furchtbarer Hungersnot heimgesucht werden, noch nicht allgemeinen Anklang gefunden.

**Die Kartoffel stammt aus Südamerika und wird bei uns und fast auf der ganzen Erde angebaut.**

## B. Ernährung (Anbau).

1. Beobachte die Vorbereitung des Feldes! Es wird gedüngt (die Kartoffel hat wenig echte Wurzeln, braucht deshalb kräftige Düngung des Bodens!) und gepflügt; im Niederlande sodann geeggt (also soviel als möglich gelockert), und nun werden Furchen gezogen, in die man die Knollen legt, worauf sie, wie der Landmann sagt, wieder zugefahren werden. Der Pflug (sogenannte Kartoffelhaken) ist zu beschreiben. Kleinere Feldbesitzer pflügen das Land nur und hacken dann die Furchen, in die sie die Kartoffeln legen und die sie darauf wieder zuziehen. Der Obererzgebirger reißt mit seinem Universalhakenpfluge Furchen in den Acker, in die er dann die Kartoffeln ohne weitere Umstände legt. Die Zeilen kommen dabei mitunter etwas eng zusammen, so daß Licht und Luft nicht eindringen können. Auch die einzelnen Knollen legt er gewöhnlich nicht weit voneinander. Da nun auch der Boden nicht tief aufgearbeitet und die Düngung in der Regel nicht allzureichlich ist, so kann man sich nicht wundern, wenn der Ertrag viel geringer ist als im Niederlande.

Die Samenkartoffeln sind einige Wochen vorher ausgelesen und an einem mäßig warmen (über 4° C.) und nicht zu hellen Orte ausgebreitet worden, wo sie bald zu keimen beginnen. Will man die Kartoffel vor dem Keimen bewahren, so muß man sie an einem Orte aufbewahren, der kälter als 4° C. ist; doch muß man sich in acht nehmen, denn bei —1,5° C. erfrieren sie. In ihren Vertiefungen liegen die Knospen, Augen genannt. Jedes Auge enthält eigentlich drei Knospen, eine Haupt- und zwei unter gewöhnlichen Umständen nicht austreibende Seitenknospen. Aus jeder dieser Knospen kann eine neue Kartoffelpflanze werden. Diejenige Hälfte der Knolle, die mit dem Tragfaden zusammenhängt (die sogenannte Nabelhälfte), hat weniger und darum weiter auseinanderstehende Augen als die andere (Gipfelhälfte), an der die Augen gedrängter stehen. Da anscheinend auf jedes Auge der Nabelhälfte eine größere Menge von Nähr-(Reserve-)stoffen entfällt, so sollte man meinen, diese Hälfte werde die kräftigsten Triebe liefern. Dem ist aber nicht so. Die Gipfelhälfte ist eiweißreicher, ihre Augen sind triebkräftiger und liefern stärkere Sprossen. Die Nabelhälfte dagegen ist stärkemehlreicher und darum besonders zum Futter brauchbar. Die im finsteren Keller keimenden Kartoffeln zeigen weiße Keime (siehe Heft VI, S. 125 ff.); denn das Licht fehlte. Diese Triebe enthalten das giftige Solanin und müssen darum von den zur Ernährung der Menschen und Tiere

bestimmten Knollen vor der Verwendung entfernt werden. Der Stoff zu den Trieben kommt aus den Knollen selbst. Beweis: Diese werden beim Keimen welk, und beim späteren Ausnehmen finden wir sehr häufig noch die alte Mutterkartoffel vor; aber sie ist entweder hohl oder weich, wässerig und auf dem Durchschnitte dunkel gefärbt. Sie hat nicht Wasser, sondern das Stärkemehl verloren. Doch kann dieses nicht als solches aufgesaugt werden; denn es ist körnig, sondern muß sich dazu in Zucker verwandeln und wird als solcher flüssig zur Zellenbildung, zum Wachstume der Pflanzen verwendet. Es ist darum nicht gleichgiltig, ob man kleine, unausgewachsene Knollen oder auch nur Teile von Knollen (und welche?) oder kräftige ausgewachsene Kartoffeln legt. In den ersteren Fällen werden sich weniger kräftige Pflanzen entwickeln als im letzten. Man kann auch ein kleines Stück einer Kartoffel mit wenig Augen oder sogar nur einzelne ausgebohrte Augen in einen Blumennapf legen; man wird nur schwächliche Pflanzen erzielen.

Das Legen geschieht bei uns im April oder Anfang Mai, je nach der Witterung, und die Schößlinge richten sich in ihrem Erscheinen ebenfalls nach dieser (siehe Reime!). Man versuche, im Herbste Knollen zur Keimung zu bringen! Es mißlingt ebenso, wie der Versuch, zur gleichen Zeit einen sogenannten Andreas-(oder Barbara-)zweig zur Blütenentfaltung zu bringen. In den späteren Wintermonaten gelingt es um so leichter, je näher die Versuchszeit dem Frühjahre liegt.

Sobald die Kartoffelpflanzen nach einigen Wochen über der Erde erscheinen, so werden sie im Niederlande gehackt („Hackfrüchte"), d. h. der Boden wird aufgelockert und vom Unkraute befreit. Es geschieht dies mit der Hacke und dem Kartoffeligel. Mit dem Kartoffelhaken werden dann wieder flache Dämme angefahren. Nach einiger Zeit werden sie abermals mit Hacke, Igel und Haken behandelt; dieses Mal aber werden die Dämme höher angefahren, die Kartoffeln werden behäufelt. Im oberen Erzgebirge zieht man meistens Hacken und Häufeln in eins zusammen. Auf den Versuchsbeeten behäufele man einige Kartoffelstöcke nicht; sie werden im Herbste einen geringeren Ertrag zeigen! Das Häufeln ist also nötig, um den Ertrag zu vermehren! Betrachtet man eine aus der Erde gehobene, mit den ersten Knollenansätzen versehene Kartoffelpflanze, so sieht man zunächst am Grunde des Stengels, da, wo er auf der Kartoffel sitzt, eine Anzahl Wurzeln; es sind Nebenwurzeln. Das darüber liegende, im Boden befindliche Stengelstück hat von Haus aus eine kleine Anzahl Glieder, deren Grenzen durch kleine Schuppenblätter angezeigt werden. Aus den Achseln dieser Schuppenblätter brechen dünne, mehr wagerecht in der Erde hin wachsende wurzelähnliche Seitentriebe, sogenannte Tragfäden, hervor, die an ihren und ihrer Verzweigungen Enden die Kartoffel-

knollen als Verdickungen entstehen lassen, während aus ihren Knoten zugleich Wurzeln entspringen. Diese Tragfäden sind keine Wurzeln; denn sie tragen ja Blätter (wenn auch nur schuppenförmige), sondern Stengelgebilde (siehe auch Erdbeere!). Häufelt man nun die Kartoffeln, so wandeln sich auch solche Seitensprossen der jungen Kartoffelpflanze, die bei gewöhnlichem Verlaufe der Entwickelung zu blätterartigen Trieben ausgewachsen wären, in Tragfäden um. Da aber die Fähigkeit der Pflanzen, Neubildungen zu erzeugen, in der Jugend am größten ist, so darf die Behäufelung nicht zu spät vorgenommen werden. (Zum Zwecke reichlicherer Wurzelbildung behäufelt man Bohnen, Erbsen, Saubohnen, Rüben, Kohl, Raps ꝛc. Die Zuckerrüben enthalten in den über den Erdboden hervorragenden Köpfen an Stelle des Zuckers verschiedene Salze; diese müssen in der Fabrik vor dem Verarbeiten abgeschnitten werden, um dies zu ersparen, behäufelt man die Zuckerrüben ebenfalls.) Wollte man das alles dadurch erreichen, daß man die Kartoffeln gleich sehr tief in die Erde legte, so würde ihnen die zur Entwickelung nötige Wärme und Luft mangeln; sie würden entweder sehr spät treiben oder gar faulen. Auch lehrt die Erfahrung, daß in den durch Behäufelung hergestellten Dämmen während der Wachstumszeit im Durchschnitte eine höhere Wärme herrscht als im ebenen Ackerlande. Dadurch wird das Wachstum der unterirdischen Sprossen ebenfalls befördert. Die Wärme in den Dämmen ist am höchsten und gleichmäßigsten, wenn sie sich von Norden nach Süden erstrecken.

1. **Der Kartoffelacker muß kräftig gedüngt und gut gelockert werden. Ehe man die Kartoffeln im April oder Mai legt, läßt man sie etliche Wochen vorher an einem mäßig warmen, nicht zu hellen Orte keimen. Bei günstiger Witterung gehen sie bald nach dem Legen auf und werden nun zweimal gehackt und gejätet und endlich behäufelt.**

**Je kräftiger man den Acker düngt, je besser, tiefer und fleißiger man ihn bearbeitet und vom Unkraute befreit, je kräftigere Knollen man legt und je mehr Raum zwischen den einzelnen Pflanzen und Dämmen bleibt, desto größer ist auch der Ertrag der Ernte.**

2. Die Kartoffel nimmt, wie schon erwähnt wurde, mit jedem Boden vorlieb. Dies sieht man schon daraus, daß in der Regel auf frisch urbar gemachtem Boden (gerodetem Waldboden) zuerst Kartoffeln (beim nordamerikanischen Ansiedler außerdem noch Mais) gebaut werden. Sie ist eine sogenannte Humuspflanze, d. h. sie muß die Nahrung schon vorbereitet finden und zieht sie gern aus verwesenden Pflanzen- und Tierstoffen. Sie liebt Kalidünger (Pflanzenasche, Kalisalze, die in den Steinsalzlagern von Staßfurt bei Magdeburg u. a. als Kainit, Karnalit ꝛc. vorkommen). Der Ackerboden enthält das Kali besonders im Feldspat (wie kommt er bei uns in den Boden?

Gneis!), und die Wurzeln der Kartoffeln vermögen diesen Stoff mit besonderer Kraft dem Erdreiche zu entnehmen.

2. **Die Kartoffel nimmt zwar mit jedem Boden vorlieb; doch gehört sie zu den Kali liebenden Pflanzen.**

## C. Vermehrung.

Der krautige Stengel wird 0,50—1 m hoch; er ist vierkantig, bei manchen Arten sogar geflügelt (von jedem Blattstiele laufen zwei häutige Säume am Stengel herab; dadurch wird das Wasser zur Wurzel geleitet), mit kurzen Haaren besetzt, sperrig ästig. Der unterirdische Teil treibt seitwärts sogenannte Tragfäden (s. o.!); oberirdisch ist er reichlich mit abwechselnd stehenden, unterbrochen (die Sonne kann so das dichte Laub besser durchleuchten!) und unpaarig gefiederten Blättern besetzt. Jedes hat 7—11 Fiederblättchen, die nach dem Endblättchen zu immer größer werden. Jedes ist eiförmig länglich, am Grunde schief oder öfters herzförmig, ganzrandig, netzadrig, runzelig, unterseits grau, kurzhaarig. Der Blattstiel ist rinnig und geflügelt (Wasserleitung!).

Die Blüten kommen vom Juni (bei uns im Juli) bis August aus den Achseln der oberen Blätter und stehen in langgestielten, gabelig beginnenden Trugdolden. Die Blütenstielchen sind gegliedert, d. h. sie haben ungefähr auf der Hälfte ihrer Länge eine kleine knotige Anschwellung, in deren Mitte sich ein Gelenk bildet. Nach dem Verblühen trennen sich hier die Blüten, die keine Frucht bilden (und das sind bei manchen Sorten die meisten) ab; die anderen sind zuletzt zurückgeschlagen. Alle haben einen verwachsenblättrigen, glockigen, fünfzipfeligen grünen Kelch, der auch nach dem Abfallen der Blumenkrone noch bleibt. Diese ist doppelt so lang als jener und besteht ebenfalls aus einem einzigen Blatte, das fünf Falten zeigt, die zwischen ebensoviel Zipfeln verlaufen. Unten endet sie in eine kurze Röhre; sie ist radförmig, violett, rötlich oder weiß gefärbt und verhältnismäßig groß. Die fünf Staubblätter sind auf dem unteren Teile der Krone befestigt, haben sehr kurze Staubfäden, die dicht zusammenschließen und einen dicken gelben Kegel bilden. Jeder zeigt äußerlich eine feine Rille und öffnet sich an der Spitze mit zwei runden Löchern. Er enthält eine große Menge Blütenstaub. Der zweifächerige Fruchtknoten trägt einen fadenförmigen Griffel, der mit der kugeligen Narbe aus der Mitte der Staubbeutel hervorragt. Die Zipfel des Kelches und der Blumenkrone sowie die Staubgefäße wechseln in der Stellung miteinander ab. Die Blüten werden nur wenig von Hummeln und Schwebfliegen besucht. Während des Tages fällt der Blütenstaub auch auf die Kronenblätter, und des Nachts, wenn sie sich zusammenfalten, trifft er auf die Narbe (Selbst-

bestäubung, darum Fehlschlagen vieler Früchte und Fortpflanzung durch Knollen!).

Aus dem Fruchtknoten entwickelt sich die bekannte grüne, dann weißliche oder gelblichgrüne, zweifächerige Kartoffelbeere von der reichlichen Größe einer Haselnuß oder Kirsche. Oben giebt ein Punkt den Standort des Griffels an, während sie an ihrem Grunde vom Kelche umgeben ist. Ein dünner Querschnitt zeigt die Samenkörner in der Gestalt von zwei einander mit den offenen Seiten zugekehrten C (CO) angeordnet (Betrachtung durch die Lupe!). Bei manchen Sorten fallen alle, bei anderen viele Beeren vor der Reife ab. (Die Pflanze vermehrt sich mehr durch die Knollen, siehe auch die Laucharten; darum tritt die Samenbildung zurück!)

Die gesunden Kartoffelpflanzen sterben im Herbste von oben nach unten ab; der Nahrungsstoff wandert aus den oberirdischen Teilen nach unten in die Knollen (siehe auch Blätter, Heft VI, S. 114 ff.!); beim Getreide ist es umgekehrt: das Absterben beginnt bei der Wurzel. Zu derselben Zeit entwickeln sich an den Tragfäden auch die Knollen in der oben beschriebenen Weise. Sie sind bei den verschiedenen Sorten verschieden an Größe, Gestalt (lang, länglichrund, rund, gerade oder gebogen), Farbe (weiß, gelb, bläulich, rötlich, gescheckt), Schale (glatt, rauh, dünn, dick), Güte (mehl- oder wasserreich) und Geschmack. Manche Knollen haben reichliche, andere wenig Augen. Es giebt Früh- und Spätkartoffeln. Schneidet man das Kartoffelkraut bald ab (einige Stöcke der Versuchsbeete!), so bleiben die Knollen klein und wässerig (siehe Heft VI, S. 127 e!).

So lange die Kartoffel noch jung ist, läßt sich ihre dünne Oberhaut leicht abziehen oder abschaben; denn sie ist noch zart. (Bei manchen Arten ist sie allerdings gleich anfangs rauh und dicker, besonders bei den sogenannten Lerchenkartoffeln — Kork! —. Siehe auch die braunen rauhen Flecke auf der Schale mancher Äpfel und Birnen!). Man wiege zwei Kartoffeln, schäle eine davon und wiege beide nach einiger Zeit von neuem! Die geschälte hat an Gewicht verloren; die andere ist durch die Schale vor Austrocknung geschützt worden.

Man kann die Kartoffeln auch aus Samen ziehen. Dieser keimt mit zwei Samenblättern. Nach unten strebt eine Pfahlwurzel, nach oben der Stengel, der aber an den Gliedern bald die Tragfäden treibt; doch sind die Knollen das erste Jahr klein. Durch wechselseitige Bestäubung und Ausstreuung des gewonnenen Samens erzielt man neue Kartoffelsorten; doch sind nur wenige davon zur weiteren Zucht tauglich. Wird eine Kartoffel während der Zeit ihrer kräftigen Entwickelung verletzt (durch Hacken), so vernarbt oder überwallt die Wunde.

Der vierkantige, krautige und ästige Stengel wird bis 1 Meter hoch und trägt eine reichliche Anzahl großer, dunkelgrüner, gefiederter, netzrippiger, kurzhaariger Blätter. Aus den Achseln der oberen Blätter kommen im Juli

und August die Blüten in langgestielten Trugdolden hervor. Jede hat einen fünfzipfeligen bleibenden Kelch und eine große weiße, violette oder rötliche, ebenfalls fünfzipfelige Blumenkrone.

Die großen Staubbeutel der fünf Staubgefäße bilden einen Kegel, aus dem der fadenförmige Griffel mit der kopfförmigen Narbe hervorragt. Sie öffnen sich an der Spitze mit zwei Löchern und schütten den Blütenstaub auf die Narbe.

Aus dem zweifächerigen Fruchtknoten entwickelt sich zu Anfang des Herbstes die gelblichgrüne Kartoffelbeere, die viele kleine Samenkörner enthält. An den unterirdischen Stengelgliedern sprossen zu derselben Zeit wurzelähnliche Seitentriebe, die Tragfäden, hervor. An ihren Enden entstehen als Verdickungen die Kartoffeln.

Im Herbste sterben die gesunden Kartoffelpflanzen von oben nach unten ab, und der Nahrungsstoff wandert aus den Blättern und Stengeln in die Knollen und setzt sich hier als Stärkemehl ab. Die meisten Knollen haben eine länglichrunde Gestalt und sehen weiß, bläulich, rötlich oder gescheckt aus. Sie sind von einer dünnen Haut umgeben und tragen kleine Gruben oder Augen. Sie dienen für gewöhnlich zur Vermehrung der Pflanze; doch vermag man auch aus Samen Kartoffelpflanzen zu ziehen.

## D. Dienst.

Die Kartoffel ist ohne Zweifel das nützlichste Geschenk Amerikas für Nord- und Mitteleuropa, sowie der Mais für das südliche; denn seit der allgemeinen Verbreitung des Kartoffelbaues ist in Europa kein Fall allgemeiner Hungerpest mehr vorgekommen, während noch in den Jahren 1770/71 allein in Böhmen 180 000 und in Sachsen 150 000 Menschen der Hungerpest zum Opfer fielen.

Man verwendet die Kartoffeln:

1. Zur Nahrung des Menschen (in der Schale; geschält als Salzkartoffeln, als Suppe, Gemüse, Salat, Brei, Klöße [aus rohen und gekochten Kartoffeln bereitet], Kartoffelgötzen [Erzgebirge], Kartoffeln geröstet [rohe und gekochte], Gebäck [Kuchen, Bällchen, Puffer, Plinsen, Käulchen ꝛc. ꝛc. je nach der Landschaft!] ꝛc. ꝛc.) und zum Futter für das Vieh.

2. Zur Bereitung des Kartoffel-(Stärke-)mehles.

a) Man zerreibt einige rohe geschälte Kartoffeln und knetet oder stampft die gewonnene Masse in ungefähr $^1/_2$ Liter Wasser. Darauf gießt man sie durch ein feines Sieb oder drückt sie durch ein Leinwandläppchen. Es fließt eine milchige Flüssigkeit ab (will man sämtliche Stärke gewinnen, so muß man mehrmals mit Wasser nachspülen, bis es ganz klar erscheint), und das, was zurückbleibt, ist der Zellstoff oder die Pflanzenfaser. Er ist nach dem Trocknen grau, fest und faserig. Die Kartoffel enthält 0,4 % Faserstoff. Die

milchige Flüssigkeit gießt man nach ungefähr zwei Minuten vorsichtig in ein anderes Gefäß. Es geschieht dies, damit etwa vorhandene Unreinigkeiten zurückbleiben. Nach etwa einer Stunde gießt man die Flüssigkeit, die sich unterdessen geklärt hat, ab. Das, was zurückbleibt, ist das Stärkemehl, die Kartoffelstärke. Die Kartoffel enthält 18—20% Stärkemehl. Hat man es etwas getrocknet, so ist es ein weißes Pulver, das sich glatt anfühlt und zwischen den Fingern knirscht. Betrachtet man sie unter dem Mikroskope, so erblickt man eiförmige Körperchen, die aus vielen, um einen Punkt (exzentrisch) herumgelagerten Schichten bestehen. Man sieht zugleich aus diesem Versuche, daß sich das Stärkemehl in kaltem Wasser nicht auflöst.

**NB.** Es giebt in Deutschland etwa 700 Stärkefabriken, in denen besonders aus Kartoffeln oder auch aus Weizen (55—65% St.), Reis (70—73% St.) und Mais (56—57% St.) Stärkemehl hergestellt wird. Kartoffelstärkemehl ist die billigste, Weizenstärke die bessere Stärke.

b) Man erhitze das Stärkemehl mit etwa 20mal soviel Wasser unter stetem Umrühren bis zum Sieden (oder gieße das kochende Wasser darüber), so verliert es seine weiße Farbe, quillt sehr auf, und die ganze Masse wird gallertartig durchscheinend. Es kommt dies daher, daß die einzelnen Stärkekörnchen in dem siedenden Wasser stark aufgequollen sind. Auch schon beim Stärke- oder Kleisterkochen von seiten der Mutter zu beobachten! Betupfen wir den Kleister mit Jodtinktur, so wird die betupfte Stelle blau. Betupfen wir die Schnittfläche einer aufgeschnittenen Kartoffel, so färbt sie sich ebenso. Das Jod ist ein Erkennungsmittel für Stärke.

**NB.** Kochen wir die Kartoffel, so quillt das in ihr enthaltene Stärkemehl auf; enthält sie viel davon, so hat es dann nicht mehr Raum; die Kartoffel springt auf, während bei wenig Stärkemehlgehalt der Raum ausreicht und keine Veränderung der äußeren Gestalt der Kartoffel vor sich geht. So geschieht es regelmäßig bei jungen Kartoffeln. Daraus sehen wir, daß während des längeren Wachstums und der Reife mehr und mehr Stärkemehl in der Kartoffel niedergelegt wird. Das starke Aufquellen anderer Nahrungsmittel (Erbsen, Bohnen, Reis, Gräupchen, Gries 2c.) beim Kochen hat seinen Grund ebenfalls in ihrem Stärkereichtum.

Erhitzen wir die von dem Stärkemehl abgegossene Flüssigkeit in einem Kochfläschchen, so trübt sie sich mit Zunahme der Hitze mehr und mehr, und endlich scheidet sich ein flockiger, grauweißer Schaum aus; es ist Pflanzeneiweiß. Die Kartoffel enthält ungefähr 2% Eiweißstoffe.

Da der Eiweißgehalt der Kartoffel so gering ist, so giebt sie allein keine genügend nährende Kost. Wir genießen sie darum mit dem stark (19%) eiweißhaltigen Häringe oder, wie bei uns auf dem Lande, mit Quark. Sie giebt dann ein nicht nur billiges und schmackhaftes, sondern auch ganz zweckmäßiges Gericht. Freilich die Armen in Irland verzehren sie mit dünner Buttermilch oder reiben sie beim Essen, um ihr mehr Geschmack zu geben, an einem Heringe ab.

Aus dem Kartoffelstärkemehle läßt sich dann Kartoffelsago, Stärkegummi (Dextrin), Stärke- oder Kartoffelzucker (Dextrose — gefrorene Kartoffeln sind süß!) und endlich Weingeist (Alkohol) und Branntwein herstellen. In den Branntweinbrennereien Preußens

wurden von den im Jahre 1884 geernteten 14 180 011 Tonnen Kartoffeln 2 377 001 Tonnen zu Spiritus verarbeitet.

3. Die geriebenen rohen Kartoffeln wendet man, äußerlich aufgelegt, als Linderungsmittel bei Brandwunden an.

3. Das Kraut enthält Kali (s. o.!). Man könnte es deshalb zur Bereitung von Pottasche (kohlensaures Kalium) benutzen, wenn man das grüne Kraut zur Zeit der Blüte abschneiden, verbrennen und die Asche auslaugen wollte. Da man jedoch dadurch dem Ertrage der Kartoffeln Abbruch thun würde und uns jetzt andere, schon oben erwähnte, reichere Kaliquellen zu Gebote stehen, so kommt diese Benutzung in Wegfall.

5. Die im Finstern gebildeten weißen Keime, das Kraut und die Beeren und besonders einzelne am Sonnenlichte grün gewordene Knollen enthalten einen giftigen Stoff, das Solanin, das dem Opium ähnlich wirkt. Darum ist das frische Kraut dem Vieh nicht zuträglich und der Genuß grüngewordener Kartoffeln für Menschen und Vieh schädlich. In den reifen Knollen ist es in so geringer Menge vorhanden, daß zu seiner Entfernung das Kochen genügt.

**NB.** Die Wichtigkeit der Kartoffel als Kulturpflanze ersieht man also:

1. Sie ist genügsam in Bezug auf den Boden. Sie gedeiht in jedem Boden, obwohl sie in fettem ergiebiger und in gebirgigem und etwas sandigem wohlschmeckender ist.

2. Sie ist widerstandsfähig gegenüber dem Klima. Die Kartoffeln gerieten bis zum Auftreten der Kartoffelkrankheit, obwohl sie gegen Frost sehr empfindlich sind und anhaltend nasses oder auch trockenes Wetter ihnen nicht zusagt, doch fast bei jeder Witterung und auch bei geringer Pflege.

3. Sie kann auf die verschiedenste Weise benutzt und leicht fortgepflanzt werden und wird trotz täglichen Genusses nicht zum Ekel.

4. Der Kartoffelbau gestattet die Ernährung einer dichten Bevölkerung. Als vorzügliches Viehfutter hebt ihr Anbau auch den Viehstand und macht dadurch Fleisch, Milch, Butter und Käse wohlfeiler.

**NB. 2.** Alle Versuche, die Kartoffeln in den sogenannten Konservenfabriken als gedörrte Kartoffeln für eine längere Dauer herzustellen, waren bis in die neueste Zeit daran gescheitert, daß sie dabei ein dunkles, unansehnliches Äußere erhielten oder von den bei der Dörrung angewendeten Mitteln einen üblen Geruch bekamen. Im Jahre 1886 erst ist auf die Herstellung guter Dörrkartoffeln (Kartoffelkonserven) ein Patent erteilt worden. Bei diesem Verfahren behalten sie ihre natürliche weiße Farbe, werden etwas durchscheinend und verlieren 70 % ihres Gewichtes an Wasser. Die gedörrten Kartoffeln halten sich so jahrelang und haben eine Form, daß man sie leicht verschicken und auch, da sie nicht viel Raum einnehmen, zur Beköstigung der Mannschaften auf Schiffen bei weiter Fahrt mit Nutzen verwenden kann.

## E. Bewohner, Feinde, Krankheiten.

1. Aus dem Tierreiche:

a) Mäuse, Tausendfüße und die Larven des Maikäfers

(Engerlinge) und des Saatschnellkäfers (Agriōtes striātus F. — die Drahtwürmer) fressen, wenn sie in größerer Anzahl vorhanden sind, die Tragfäden ab und höhlen die Knollen aus, können darum großen Schaden anrichten.

b) Ein anderer gefährlicher Feind aus der Käferwelt, der Kolorado-(Kartoffel-)käfer (Lepinotārsa [Chrysomēla oder Dorȳphora] decemlineāta), lebt in Nordamerika. Er gehört zu den Blattkäfern, von denen auch bei uns einige kleinere Arten (Hāltica dulcamārae E. et atricilla F. et pubēscens E. H.) auf den Blättern der Kartoffel schmarotzen. Er ist 10 mm lang und 7 mm breit und hat oben eine schmutziggelbe und unten eine gelbrote Grundfarbe. Die Spitzen der keulenförmigen Fühler, ein Dreieck im Gesichte, die Partie hinter den Augen, auf dem Halsschilde ein H- oder V-förmiger Mittelfleck und je fünf zur Seite dessen, auf den stark gewölbten Flügeldecken die Naht, die Spitzengegend des Außenrandes und auf jeder einzelnen fünf Längsstreifen, von denen der zweite und der dritte (von der Naht an gezählt) hinten in einer Spitze zusammenlaufen, sind schwarz gefärbt. Die schwarzen Streifen werden nach außen durch unregelmäßige, teilweise doppelte Reihen grober Punkte begrenzt. Durch die Punktreihen und die Anordnung der schwarzen Streifen unterscheidet er sich von einer bei uns lebenden ähnlichen Art: Chrysomēla juncta. Auf der gelbroten Unterseite sind glänzend schwarz gefärbt: Fleckenreihen am Bauche, einige größere Randflecke zwischen Mittel- und Hinterbeinen und an allen Beinen die äußerste Wurzel, wie die Kniee und die Oberseite der Füße.

Er überwintert ziemlich tief in der Erde und stellt sich, sobald die Kartoffeln die ersten Triebe entwickelt haben, ein, diese benagend. In 12—14 Tagen legt das Weibchen an die Ober- oder Unterseite der Blätter nach und nach 700—1200 hellgelbe, allmählich braungelb werdende, in 5—8 Tagen ausschlüpfende Eier. Die jungen Larven sind fast blutrot, werden durch Häutungen nach und nach heller und zeigen nach 17—20 Tagen, wo sie ausgewachsen sind, auf glänzend orangegelbem Grunde an den Seiten zwei übereinander liegende Reihen schwarzer Punkte. Sie fressen am Tage vom Rande der Blätter her; des Nachts verkriechen sie sich in die Risse des Erdbodens. Sind sie ausgewachsen, so graben sie sich bis 9 cm in den Erdboden und werden in einer kleinen Erdhöhle zu schmutzigroten, bis 12 Tage ruhenden Puppen. Da also ihre Entwickelung in einem Zeitraume von höchstens 55 Tagen vollendet ist, so können sich bei günstiger Witterung drei Bruten (Geschlechter, Generationen) in einem Jahre entwickeln. Eine ungeheure Vermehrung!

Ist der Kartoffelacker kahl gefressen, so gehen die Larven auch Kratzdisteln (Cirsium), Knöterich (Polȳgonum), Gänsefuß (Chenopōdium), Raukensenf (Sisȳmbrium) und Kohl an oder hungern mehrere Tage in Erdrissen, bis die kahl gefressenen Kartoffelpflanzen

neue Triebe hervorgebracht haben. Die Käfer aber fliegen einfach einem anderen Kartoffelacker zu. Bei solcher Gefräßigkeit, Fruchtbarkeit und Beweglichkeit ist es natürlich kein Wunder, daß dieser Käfer, den man 1823 in den Gegenden des Felsengebirges an wilden Nachtschattenarten fand, als der Kartoffelbau diesen Gegenden nahe kam, auf die Kartoffelfelder überging, sich ins ungeheure vermehrte und in immer weitere Gebiete vordrang. Von 1859—1874 verbreitete er sich durch die nördlichen Teile der Vereinigten Staaten und Südkanada bis an die Küsten des Atlantischen Ozeans, über ein Gebiet von 40—50 000 Quadratmeilen. Er hatte dabei in gerader Richtung einen Weg von 360 geographischen Meilen zurückgelegt. In Europa ist er 1877 bei Mühlheim am Rhein und bei Torgau (jedenfalls absichtlich ausgesetzt) aufgetreten, aber sofort gründlich vertilgt worden. Hafenbehörden, Kapitäne und Mannschaften der zwischen Europa und Amerika fahrenden Schiffe nebst Land- und Forstwirten sind durch Verordnungen angewiesen, auf die Käfer zu achten.

Nach Taschenberg.

c) In Südeuropa bis Böhmen lebt ein Verwandter von der spanischen Fliege, Epicauta vertālis in gleicher Weise wie der Koloradokäfer auf der Kartoffel, ohne sich jedoch in dem gleichen Maße zu vermehren. Er ist durchaus mattschwarz gefärbt, nur am Außenrande der Flügeldecken grau, und die Ränder des Kopfschildes und das erste Fühlerglied rot. Man ist erst durch die Jagd auf den Kartoffelkäfer auf ihn aufmerksam geworden. In Amerika kennt man noch zwei Käfer dieser Art.

d) Als Bewohner oder Gast können wir die große, grüngelbe mit hellblauen, auf dem Rücken in einem spitzen Winkel sich vereinigenden Schrägstreifen und einem gewundenen Schwanzhorne gezierte Raupe des Totenkopfes oder Kartoffelschwärmers betrachten. Sie lebt vom Juni bis September meist auf Kartoffeln, aber auch auf Möhren, dem Stechapfel und Pfaffenhütchen. Den Winter verbringt sie als beinahe kleinfingerlange, braune Puppe in der Erde, wo sie beim Ausnehmen der Kartoffeln mitunter gefunden wird. Man kann sie in feuchter Erde an einem frostfreien Orte aufbewahren. Aus ihr kommt der sogenannte Kartoffelschwärmer oder Totenkopf, ein großer, schwarzbraungelb gefärbter Schmetterling mit einer totenkopfähnlichen Zeichnung auf der Oberseite des Bruststückes hervor.

e) Eine sonst an den Wurzeln der gemeinen Bohne lebende Erdlaus (Tychea phaseōli) ist von Dr. Karsch ebenfalls als Verheerer der Kartoffel entdeckt worden. Sie wird 2 mm lang, $1^1/_2$ mm breit und hoch und erscheint dem bloßen Auge als ein nadelkopfdickes, längliches, gelbliches Kügelchen; unter der Lupe sieht man, daß der ganze Leib fein und kurz gelbschimmernd behaart ist. Sie

frißt die Stengel in einer Tiefe von etwa 15 cm unter der Erde an und zerstört sie so, daß man sie leicht herausziehen kann.

f) Einige kleine Kräuterwanzen (Eurȳdema oleräceum et ornätum) schaden nicht nur den Küchengewächsen, sondern auch den Kartoffelpflanzen durch Aussaugen der Blätter, an denen sie dann in Masse sitzen und sie so zum Welken bringen.

g) Das Kartoffelälchen, ein Verwandter des Gras- und Weizenälchens (Anguillŭla trĭtici) ist nach Professor Kühn in Halle Ursache der Wurmfäule der Kartoffeln, die häufig mit der durch den Kartoffelfäulepilz (Peronōspora infēstans Casp.) hervorgerufenen Kartoffelfäule verwechselt wird und ihr auch äußerlich ganz ähnlich ist. Diese Tierchen sind mikroskopisch kleine Würmchen, ganz ähnlich denen, die in brandigem Getreide (Hafer, Weizen, Roggen, Buchweizen 2c.) leben. Zu ihrer Vernichtung wird man derartig angegangene Kartoffeln von den übrigen absondern und nur nach vorherigem Kochen und Dämpfen verfüttern oder, wenn dies wegen der vorhandenen Menge nicht sofort angängig ist, gedämpft einsäuern. Denn wenn man sie roh verfüttert oder die faulen Stellen ausschneidet und der Düngerstelle zuführt, so kommen sie durch den Dünger wieder auf das Feld.

2. Aus dem Pflanzenreiche.

a) Die Kartoffelkrankheit oder (Zellen-) -Fäule. In Amerika scheint sich diese Krankheit schon früher, aber mehr vereinzelt gezeigt zu haben. Vom Jahre 1830 an bemerkte man sie auch in Deutschland einzeln und nicht sehr auffallend. Zu einer allgemeinen und verheerenden Seuche gestaltete sie sich erst in dem nassen Sommer 1845, wo sie in ganz Mitteleuropa bis Rußland hauste und in ziemlicher Heftigkeit bis 1850 anhielt, so daß sie den gesamten Kartoffelbau in Frage zu stellen schien. Seit jenem Jahre tritt sie schwächer auf, nicht so allgemein, mehr nur in nassen Jahren und feuchten Lagen.

Bei ihrem Eintritte bekommen (Ende Juni) die Blätter braune Flecken, die sich vergrößern. Das Blatt schrumpft zusammen; die braunen Teile sind abgestorben. Zuletzt kann das ganze Kraut unter Verbreitung eines scharfen widrigen Geruches schwarzbraun werden und absterben, bei feuchter Witterung in wenig Tagen der ganze Acker ergriffen sein. Bei feuchtem Wetter und wenn man die Blätter in einen feuchten Raum legt, erscheint rings um die braunen Stellen ein schimmelartiger Saum. Daraus ersieht man, daß die ganze Krankheit durch einen Pilz hervorgerufen wird. Es ist der fadenförmige Schmarotzerpilz (Peronospŏra infēstans Casp.), der in das gesunde Gewebe der Blätter eindringt, sich von ihm nährt und bei seinem weiteren Wachstume seine winzigen fruchttragenden Zweige durch ihre Spaltöffnungen nach außen schickt. Dadurch wird natürlich die Atmung der Pflanze gestört; sie muß ersticken und stirbt

rasch ab. Am Gipfel dieser Fruchtfäden stehen die Früchte (Konidien). Sie sind zitronenförmig, gelblich und erzeugen in ihrem Innern die Sporen. Sie fallen bei der Reife ab und werden durch den Wind von Feld zu Feld weiter getragen. Feuchte Witterung ist ihrer Entwickelung besonders förderlich; denn unter dem Einflusse der Feuchtigkeit öffnen sich die Konidien, und die Sporen werden frei. Wenn es nur bei der Krautverderbnis bleibt, so können die Knollen noch gerettet werden, nur der Ertrag ist geringer. Aber die Keime (Sporen) werden durch den Regen auch in die Erde und so den Knollen zugeführt. In ihrem Gewebe wuchert der Pilz weiter. Sie bekommen schmutzigbraune, etwas faltig eingesunkene Stellen. Im Gewebe der Knollen, im Umkreise der braunen Stellen, befinden sich die Fäden des Pilzes, und auf Durchschnitten solcher Knollen wachsen sehr bald an diesen Punkten die Fruchtträger hervor. Während der Aufbewahrung der Knollen in Kellern und Mieten greift dann die Krankheit weiter um sich, und die Knollen sterben ganz oder zum Teil ab. Dabei verwandeln sie sich entweder in eine jauchige, stinkende Masse (nasse Fäule) oder schrumpfen bei trockener Aufbewahrung zu einer bröckeligen Masse zusammen (trockene Fäule). Das Schwarzwerden und der üble Geruch bezeichnet das Ende der Krankheit. Durch das Faulen wird der Pilz getötet und macht dann seinen Verwandten, den Schimmelpilzen (Fusispōrium solāni Mart. Kartoffelspindelschimmel) Platz. Die kranken Knollen stecken die gesunden an. Der Pilz überwintert weder in der Erde noch an der Luft, sondern nur in den kranken Knollen und wird mit diesen im nächsten Frühjahre wieder auf das Feld gebracht. Hier entwickelt und verbreitet er sich außerordentlich rasch, indem er durch die zahlreichen Öffnungen (an der Unterseite eines Kartoffelblattes über 100 000) Fruchtträger und an ihnen Keime bildet, die sich bei feuchter Witterung durch den Wind rasch auf weite Strecken verbreiten und auf den Blättern keimend (Wassertropfen, Schwärmsporen!) auch das Kraut aller gesunden Kartoffeln anstecken (schon nach 30 Stunden zeigen sich kleine braune Flecke auf den Blättern). Alle Versuche, den Pilz zu töten, führen natürlich zugleich zur Vernichtung der Kartoffeln. Die Verhütungsmaßregeln, denn um diese kann es sich nur handeln, bestehen zunächst in der Vernichtung aller kranken Teile durch Kochen oder Verbrennen. Dann bewahre man die Kartoffeln möglichst trocken auf und lege nur gesunde Knollen möglichst auf einen trockenen, luftigen, sonnigen und sandigen Boden; denn Feuchtigkeit begünstigt die Krankheit. Da der Pilz am leichtesten in zartschalige Knollen eindringt und in den jungen zarten Sprossen auftritt, so pflanze man an gefährdeten Stellen mehr dickschalige rote, als zartschalige weiße Sorten und lasse sie vorher ordentlich keimen, damit die Entwickelung im Boden dann rasch vor sich gehe.

**NB. 1.** Durchschnitte von den frischen Teilen erkrankter Blätter zeigen bei ungefähr 200—250facher Vergrößerung nicht nur die Pilzfäden im Innern, sondern auch die aus den Spaltöffnungen ausbrechenden Fruchtfäden mit Sporen. Einzelne Sporen möchte man unter 300facher Vergrößerung betrachten.

**NB. 2.** In der neuesten Zeit ist noch eine andere Art von Kartoffelkrankheit bekannt geworden. Sie unterscheidet sich von der echten dadurch, daß die Knollen erkranken, während die Blätter und Stengel gesund bleiben. Ursache ist ein auf den Vorkeimen des Ackerschafthalmes (Equisētum arvēnse L.) schmarotzender Pilz (Pythium Equisēti Pringsh.), der auf die Knollen der Kartoffeln übergeht und sie gerade so zerstört wie die Fäule. In diesem sehr leicht unterscheidbaren Falle wird man keine Kartoffeln in Äcker, auf denen Schafthalm wurzelt, legen. Den Ackerschafthalm aber vertilgt man durch Entwässerung und Düngung mit Salz.

b) Die Kartoffelkrätze (Grind, Schorf, Pocken oder Warzenkrankheit) zeigt sich als ein rauher Ausschlag auf den Knollen der Kartoffel. Zuerst erscheinen kleine, nur nadelkopfgroße Erhöhungen, warzenartige Wucherungen der Oberhaut. Diese werden dann rissig, und es siedeln sich in ihnen Pilze an, die zerstörend auf das Gewebe einwirken. Über den Grund dieser Art der Erkrankung ist man noch nicht recht einig; manche suchen ihn in der Mergeldüngung, andere in der Anwendung von frischem, zu wenig zersetztem Dünger ꝛc. ꝛc.

**IV. Anschlüsse:**

1. Die Kartoffel als Vertreter der Nachtschattengewächse oder Tollkräuter (siehe Heft III, S. 102!).
2. Zusammenstellung und Verteilung der Beobachtungsaufgaben. Siehe oben!
3. Die Kartoffel als Glied einer Lebensgemeinschaft (Feld und Flur!).
4. Vorführung der in der Gegend gebräuchlichsten Kartoffelsorten. Auf dem Lande werden die Kinder gern die nötigen besorgen.

**Anhang:**

Blühendes Kartoffelkraut,
Sanft vom Sommerwind umkost,
Immer, wenn ich dich geschaut,
Warst du mir ein Augentrost,
Mit der Büsche Laubgezelt,
Mit der Blüten rötlich Blau
Hebst du wie ein Blumenfeld
Dich hervor aus grüner Au.

K. Gerok.

---

## 2. Der Feld-Blätterschwamm. Agāricus [Psalliōta] campēstris L.

Feld-Egerling, Feld-Champignon, Ägatle, Brachmännchen, Erdgürtel, Tafelschwamm, Herrenschwamm.

**I. Lehrmittel:** Champignons in allen Stufen der Entwickelung. Hut eines großen Champignons auf einem weißen Teller, einer Glasplatte oder einem Blatte weißen Papieres, um die ausfallenden Sporen aufzufangen und zu zeigen. Die hauptsächlichsten, gerade zur Verfügung stehenden eßbaren und giftigen Schwämme der Gegend (Gruppierung vielleicht in Blätterpilze, Röhrlinge, Porlinge,

Stachelpilze, Ziegenbärte, Härtlinge oder Bauchpilze, Faltenpilze 2c.). Die mir bis jetzt bekannten besten Abbildungen hat der „Führer für Pilzfreunde" von **Edmund Michael.** 40 Tafeln, Zwickau 1895. 6 Mark. Pilzmodelle (siehe Heft I) sind meist zu teuer!

**Litteratur: M. Lebl,** Die Champignonzucht. Berlin. **H. Offner,** Auch ein Blumen- und Gemüsegarten. In Heft I von „Aus der Heimat" von **Dr. K. G. Lutz,** Zeitschrift des Deutschen Lehrer-Vereines für Naturkunde.

**Volkspoesie:**

I. Rätsel.

1. Der arme Tropf
Hat einen Hut und keinen Kopf
Und hat dazu
Nur einen Fuß und keinen Schuh.
Fr. Güll. Der Pilz.

2. Oben glatt,
Unten durchfurcht.
Lettisches Volksrätsel. Der Pilz.

II. Sprichwörter.

1. Es giebt mehr Pilze als Eichen.
2. Pilze wachsen schneller als Eichen.
3. Pilze schießen über Nacht auf.
4. Was wie ein Pilz wächst, vergeht auch wie ein Pilz.
5. Je giftiger der Pilz, je schöner die Kappe.
6. Pilze und Gäste von drei Tagen
Sind gleich beliebt dem Magen.
7. Wer alle Pilze brät, kann sich leicht vergiften.
8. In die Pilze gehen.
9. Wie Pilze aufschießen.
10. Glückspilz!
11. Ein Pilz mit hohem Stiel weiß sich viel.

Wander.

**II. Lehrgang.** Der Bau im Lichte der Lebensweise!

**III. Ergebnisse und Präparation.**

## A. Heimat und Standort.

Wo habt ihr diesen Pilz gesehen? Bei uns auf Brachwiesen am Wege nach Witzschdorf, desgleichen zu beiden Seiten der Chemnitzer Straße 2c. 2c. Wir finden ihn also bei uns, aber auch in ganz Deutschland, Asien, Nordafrika und Nordamerika. Er wächst auf Wiesen, Feldern und Rainen, in Gärten und seltener auch in Wäldern. Besonders liebt er Wiesen, die an den Seiten der Straßen liegen, von denen aus der Pferdedünger auf diese herabgeweht wird. In trockenen Jahren erscheint er häufig nach einem Regen truppweise auf derartigen mit Pferdedünger oder auch mit Jauche gedüngten Wiesen mitunter schon im Juni, dann im Hochsommer und Herbste. Er wächst überhaupt am reichlichsten in trockenen Jahren und auf trockenem Grasboden. Verfasser sah ihn selbst vor Jahren auf Wiesen zu beiden Seiten der Straße von Waldenburg nach Hohenstein in solchen Mengen, daß er in Handwagen zusammengefahren und dann weiter verladen wurde.

**Wir finden den Feld-Blätterschwamm bei uns und in ganz Europa, Asien, Nordafrika und Nordamerika vom Juni bis zum Herbste einzeln und truppweise auf Wiesen, Feldern und Rainen sowie in Gärten und Wäldern.**

**NB.** Auf denselben Standorten wächst auch noch der Acker-Blätterschwamm, Schaf-Egerling, Gukemuke 2c. (Agāricus [Psalliōta] arvēnsis Schaeff.), der aber dem Feld-Egerling im Geschmacke nachsteht und dessen Blätter anfänglich weißlichgrau gefärbt sind. Er kommt auch erst Ende des Sommers. Sein Stiel ist hohl.

## B. Ernährung.

Man zeige den Kindern entweder draußen in der Natur im Boden (Spaziergänge) oder an der selbstgesammelten oder auch vom Gärtner bezogenen Champignonbrut die weißen faserigen Stränge des Fadengeflechtes (Mycelioms). Dieses ähnelt den Wurzeln höherer Pflanzen und verbreitet sich netzartig in verwesenden Pflanzenstoffen (besonders Pferdedünger). Es ist die eigentliche Pilzpflanze (Pilzlager). Sie kommt nicht an das Tageslicht. Ist die Witterung nicht gerade günstig, vielleicht zu trocken oder zu kühl, so bleibt der Pilz immer in der Form eines solchen Fasergeflechtes. Er kann in diesem Zustande jahrelang verharren, gelegentlich weiter wuchern und auch wieder ruhen. Da diesem Pilzkörper das Blattgrün fehlt, er auch nicht an das Sonnenlicht kommt, so geht seine Ernährung genau so vor sich, wie bei den Schmarotzerpflanzen. Er vermag darum wie diese in seinem Körper keine Baustoffe zu erzeugen (nicht zu assimilieren; er bildet und enthält darum keine Stärke; kein Pilz enthält darum Stärkemehl, aber reichlich Stickstoff!), seine Masse nicht aus einem von Pflanzen- oder Tierstoffen freien Boden zu vermehren, sondern nimmt die fertigen Baustoffe aus den verwesenden Pflanzenstoffen auf. Darum tritt aber bei ihm auch die Atmung, die Aufnahme des Sauerstoffes und Ausscheidung der Kohlensäure, die bei den übrigen Pflanzen am Tage durch die Ernährung (Assimilation) verdeckt wird, deutlich hervor. Er bedarf deshalb auch (ähnlich manchen anderen Schmarotzerpflanzen, Seide, Schuppenwurz, Fichtenspargel 2c.) keiner Wurzel, keines Stammes und keines grünen Blattes.

**Der Feld-Blätterschwamm ernährt sich von den verwesenden Pflanzenstoffen, aus denen er die fertigen Stoffe zum Aufbau seines Körpers entnimmt.**

## C. Vermehrung.

Bringt man den Hut eines ausgewachsenen Champignons mit der Unterseite auf ein Blatt weißen Papieres, so erblickt man schon vom nächsten Tage an die feinen staubartigen braun- oder schwarzpurpurnen Keimkörner (Sporen) in großer Menge. Es sind dies keine Samenkörner wie die der Blütenpflanzen; denn sie enthalten weder Samenblätter noch Würzelchen und Federchen. Sie sind so fein wie das feinste Pudermehl und werden darum leicht von der Luft fortgetragen und überall hin verbreitet (das Hervorstäuben der Sporen kann man den Kindern auch sehr deutlich an einem reifen

Bovist zeigen). Millionen von ihnen gehen zu Grunde, da sie nicht an die Orte gelangen, die ihnen zum Gedeihen zusagen. Aber es bleiben noch genug, die auf den ihnen zusagenden Nährstoff gelangen, daselbst anfangen zu keimen und das Pilzlager entwickeln. Hat dieses die gehörige Größe und Ausbildung erlangt und tritt besonders warmes und feuchtes Wetter ein, so entwickeln sich auf ihm die von uns als Pilze oder Schwämme bezeichneten Körper. Sie sind anfangs von einer zarten weißen Haut, der Hülle, umgeben und kugelrund von Gestalt. In der weiteren Entwickelung wird diese eirund oder birnförmig; die Hülle zerreißt, und die Pilze erheben sich über dem Boden. Jeder besteht aus dem Strunke oder Stiele und dem Hute.

Der Hut ist anfangs kugelig; sowie der Strunk sich streckt, wird er dann halbkugelig und breitet sich endlich flach gewölbt aus. Sein Rand entfernt sich dabei vom Strunke, und die Unterseite des Hutes wird sichtbar. Sie ist wieder mit einer weißen Haut, dem Schleier, überzogen. Die Oberfläche des Hutes ist meist weißlich oder ganz schwach gelblich, seltener bräunlich gefärbt, flockig oder schuppig seidenhaarig, ein andermal auch ganz glatt. Der Rand ist etwas eingebogen. Wenn sich der Hut weiter bis zu seiner vollen Größe (etwa bis zu 15 cm Durchmesser) ausbreitet, so reicht der Schleier nicht mehr zur Bedeckung seiner Unterseite aus, trennt sich von dem Rande des Hutes und bleibt an der Mitte des Stieles als sogenannter Ring zurück. Der Stiel wird mitunter bis 8 cm hoch und 2 cm dick und sitzt mit seinem unteren dicken Ende im Pilzlager fest. Er ist innen voll, weiß und fleischig, außen feinschuppig oder glatt. Das Fleisch des Hutes ist bis 2 cm dick und wie das des Stieles wohlriechend, nußartig schmeckend und weiß; bei Verletzung wird es oft rötlich. Der Zucht-Blätterschwamm (Ps. campēstris pratīcola) hat einen bräunlichroten, feinschuppigen Hut und hellrötliches Fleisch.

An der Unterseite des Hutes stehen zahlreiche senkrechte Blättchen, die vom Rande nach dem Strunke hin verlaufen, ohne mit diesem zu verschmelzen; denn sie sind nach außen zugespitzt und nach innen stumpf. An ihrer anfangs schwach rötlichen, später rosenroten und endlich purpurbraunen Farbe unterscheidet man den Champignon sicher von anderen ähnlichen Pilzen. Ein Champignon mit dunklen Blättern kennzeichnet sich dadurch sogleich als alt. Untersucht man diese Blättchen mit dem Mikroskope (Querschnitt 200—500fach vergrößert, Faustzeichnung!), so sieht man, daß sie beiderseits von einem zarten Häutchen (Fruchthaut, Hymenium) überzogen sind, auf dem sich dann rechtwinkelig zu der Fläche der Blättchen keulenförmige Zellen (die Basidien) erheben. Sie tragen jede vier Stielchen (Sporenstützen, Sterigmen) mit je einer Spore. Diese trennt sich nach erlangter Reife von

der Stütze ab und fällt entweder zur Erde oder wird vom Winde fortgetragen.

Das, was wir Pilz oder Schwamm nennen, ist also, wie wir gesehen haben, eigentlich nur ein Fruchtträger einer unterirdisch wachsenden Pflanze. Ihr eigentlicher Körper ist das im Boden befindliche Lager.

Die Keimkörner des Feld-Blätterschwammes, welche in einen Boden kommen, der verwesende Pflanzenstoffe enthält, keimen und wachsen dann daselbst zu einem feinen weißen Fadengeflechte, dem Pilzlager, aus. Tritt dann feuchte und warme Witterung ein, so bilden sich auf diesem kugelige Fruchtträger, die von einer weißen Haut umhüllt sind. Nach einigen Tagen sprengen sie die Hülle, und jeder entwickelt sich zu einem vollständigen Pilze oder Schwamme, der aus Strunk und Hut besteht.

Der Stiel ist etwa daumenstark und fingerlang, dabei weiß von Farbe und sitzt mit seinem unteren dickeren Ende im Pilzlager fest. Der anfangs kugelige, später flach gewölbte Hut hat eine flockig oder schuppig seidenhaarig weiße oder bräunliche Oberfläche. Seine Unterseite ist mit einem weißen Schleier bedeckt. So wie sich aber der Hut zu seiner vollen Größe ausbreitet, löst sich auch der Schleier von dem Hutrande und bleibt als Ring an dem Stiele zurück. Beide, Stiel und Hut, haben ein wohlriechendes, wie Nußkern schmeckendes, weißes Fleisch.

An der Unterseite des Hutes stehen zugleich an zarten, senkrechten, zuerst rosenroten, zuletzt aber schwarzbraunen Blättchen die ebenso gefärbten Sporen. Der sogenannte Pilz oder Schwamm ist also nur ein Fruchtträger; der eigentliche Pilz steckt als Fadengeflecht in der Erde.

## D. Dienst.

Der Champignon hat unstreitig unter allen unseren Pilzen den besten Geschmack. Er ist aber, wie alle Pilze, um so schmackhafter und besser, je frischer und jünger er ist. Zugleich ist er seines großen Stickstoffgehaltes (getrocknet 45 %) halber sehr nahrhaft. Bei der Zubereitung ist es zweckmäßig, die Oberhaut des Hutes abzuziehen, und bei solchen, die in der Entwickelung etwas vorgeschritten sind, die Blätter (das Futter), sowie zähe und harte Stiele auszuscheiden. Alte oder gar verschimmelte Exemplare wirft man weg; denn wenn ein Gericht sonst eßbarer Pilze nicht bekommt, so hat man in der Regel die gesammelten nicht sofort verwendet, da auch der beste Pilz bei längerem Stehen rasch verdirbt und dann schädlich wird.

Das, was nach der Reinigung zurückbleibt, wird in kleine Stücke zerschnitten, gewaschen, mit etwas Salz bestreut und nun ohne Wasser, im eigenen Safte (sie enthalten frisch oft 90 % Wasser) sobald als möglich rasch gekocht; denn durch langes Sieden wird der Pilz (sein Eiweiß) immer härter und unverdaulicher. Eine Messerspitze

voll doppeltkohlensaures Natron auf ein Liter Pilze daran gethan, befördert das Weichwerden.

**NB.** Verwendung des Champignons als Volksnahrungsmittel (von den feineren Zubereitungsarten abgesehen).

Man benutzt ihn

1. fein gewiegt mit etwas Butter und gebräuntem Mehle frisch und getrocknet zur Suppe; doch müssen die getrockneten eine Stunde, die frischen aber nur die Hälfte dieser Zeit kochen.

2. als Gemüse. Sie werden in diesem Falle in ihrem Safte mit etwas (doch nicht zu viel) Butter, viel Petersilie und etwas feinem Pfeffer weich gesotten. Man kann sie auch mit aufgequollenem Reis oder solchen Gräupchen 2c., schichtenweise abwechselnd, in nicht zu vieler Butter backen oder aus ihnen, nachdem man sie mit Butter und Zitronensaft gedünstet hat, nach dem Abkühlen mit Ei und Semmel Klößchen formen und dem Gemüse beifügen.

3. als Zuthat zum Fleisch (frisch und getrocknet), indem man sie mit gehacktem Schweinefleisch, Ei und geriebener Semmel mischt, daraus Koteletten (Fleischklößchen) zum Braten formt. Doch muß man an solche von getrockneten Pilzen etwas Pilzsaft (siehe unten!) geben.

4. zu Salat, wobei man die in Salzwasser abgebrühten Pilze in feine Scheibchen schneidet und mit Essig und Öl, Pfeffer und Salz anrichtet.

5. Man siedet sie in verdünntem Trauben-(nicht Wein-, denn das ist Essigsprit)essig weich und füllt sie mit dem Safte in Gläser. Sie müssen dann in den nächsten Tagen noch einigemal aufgesotten und zuletzt mit einer Decke von feinem Öl versehen werden; so halten sie sich nach meiner Erfahrung jahrelang. Manche gießen den Saft ab und heben ihn als Extrakt besonders auf; die Pilze setzen sie dann mit Pfeffer, Piment, Lorbeerblättern und Perlzwiebeln gesotten in unverdünnten Essig. Ich liebe jedoch die scharfen Gewürze und Säuren nicht (siehe Verdauung!). Doch die Geschmäcke sind verschieden! Auf die erste Weise eingemacht, kann man sie jederzeit zu Sülze, russischem Salat, Ragout 2c. verwenden. Manche kochen auch die Pilze in ihrem Safte gar, lassen diesen abtropfen und setzen sie dann in weithalsige Gläser, sie mit zerlassener Butter oder Tafelöl von der Luft abschließend.

6. Man kocht die Pilze mit etwas Salz mehrmals kräftig ab und siedet dann den Saft (Extrakt) so lange ein, bis er so dick wie Sirup ist, worauf man ihn in Flaschen verwahrt und später nach Bedarf den Speisen (Suppen, Fleisch, Brühen, Gemüse 2c.) zufügt. In pilzreichen Gegenden werden von den Sammlern nicht selten die Abfälle beim Putzen zur Bereitung des Pilzsaftes benutzt; ein Verfahren, das nicht gerade zu empfehlen ist.

7. Zuletzt kann man den Champignon, wie die meisten Pilze, an Fäden aufgereiht oder auf Hürden, Sieben oder Netzen an der Luft oder in Backöfen trocknen und so aufbewahren. Trocknet man sie so, daß sie ganz dürr sind, so kann man sie dann im Mörser zu Pulver stoßen und dieses dann als Zuthat zu den Speisen verwenden.

**Der Feld-Blätterschwamm ist der schmackhafteste und verdaulichste aller einheimischen Pilze. Er wird darum nicht nur zu Suppen und als Zuthat zu Fleisch verwendet, sondern auch als Gemüse, Salat und Sülze genossen sowie eingesotten und getrocknet aufbewahrt. Er sollte, wie alle Pilze, immer mehr ein Volksnahrungsmittel werden. Er wird auch von dem Wilde und Weideviehe sehr gern gefressen.**

## E. Zucht.

Da der Champignon so vielfache Verwendung als Speiseschwamm findet, so zieht man ihn seit langer Zeit in Frankreich (Paris), Belgien und Österreich und in neuerer Zeit auch in Deutschland.

**NB. 1.** Man zieht ihn in Gewächshäusern, Kellern, Viehställen, Schuppen, verlassenen Steinbrüchen (Paris), im Sommer auch im Freien. Der Wert der in Frankreich gezüchteten Champignons übersteigt jährlich den Betrag von 30 Mill. Franken. Der zur Zucht benutzte Raum kann ganz finster sein; denn das Licht ist keine Lebensbedingung für den Pilz, wohl aber eine gleichmäßige Feuchtigkeit und Wärme der verwesenden Pflanzenstoffe. Man mengt zu dem Zwecke Pferdedünger mit verrottetem Laube, setzt diese Mischung etwa 1 m hoch auf und stampft sie fest, so daß sie sich erwärmt, was in etwa acht Tagen geschieht. Der Dünger wird nun in wöchentlichen Pausen noch zweimal umgearbeitet und dann in Kästen oder Verschlägen ungefähr 40 cm hoch aufgeschichtet und festgestampft. Wenn er sich nach acht Tagen wieder erwärmt hat, so gräbt man, soviel der Raum erlaubt, in 20—25 cm Entfernung voneinander Reihen 3 cm tiefer Löcher hinein. In jedes Loch bringt man ein ungefähr walnußgroßes Stück vom Champignonzüchter bezogene Champignonbrut, worauf man alles wieder feststampft und das Ganze, um das Austrocknen zu verhüten, mit trockenem Laube oder Pferdedünger zudeckt. Gewahrt man nach 10—12 Tagen beim Nachsehen, daß der Dünger mit weißen schimmelartigen Fäden durchzogen ist, so entfernt man die Laubdecke und bringt etwa 3—5 cm hoch gute, feuchte, lockere Gartenerde auf die Anlage, ebnet sie und drückt sie fest. Nach etwa vierzehn Tagen zeigen sich als erste Zeichen eines guten Fortganges weiße, wie Schimmel aussehende Flecken in den Beeten. Wird die obere Schicht des Beetes zu trocken, so besprengt man sie nach Bedarf mit lauwarmem Wasser, in dem man ein wenig Salpeter aufgelöst hat. Fünf bis sechs Wochen nach der Anlage zeigen sich die ersten Champignons, die man nicht etwa abschneidet (da das zurückbleibende Stück des Stieles faulen und das Lager zerstören würde, sondern behutsam abdreht. Eine Anlage liefert etwa 2—3 Monate lang guten Ertrag. Läßt dieser nach, so wird die Champignonerde zur Anrichtung frischer Zuchtbeete benutzt.

**NB. 2.** In neuerer Zeit zieht man auch Trüffeln, Lorcheln, Morcheln u. a.

**IV. Anschlüsse:**

1. Der Feld-Blätterschwamm als Glied einer Lebensgemeinschaft. Feld und Wiese.
2. Beobachtungsaufgaben!
3. Gesetze!
4. Der Champignon als Vertreter der Hut-(Basidien-)pilze. Siehe unten!

---

## 3. Der Fliegenpilz. Agāricus (Amanīta) muscārius L.

Fliegenschwamm.

**I. Lehrmittel:** Fliegenpilze in allen Entwickelungsstufen. Siehe auch Feld-Blätterschwamm!

**Volkspoesie:**

### Sprichwörter.

1. Wenn die Schwämme am besten gekocht seynd, soll man sie zum Fenster hinauswerfen.

2. Wenn's viel Schwämm hed, so ged's en strenge Winter.
3. Er ist ein wahrer Schwamm von einem Menschen.
4. Späte Schwämme, später Schnee. Wander.

**II. Lehrgang.** Der Bau im Lichte der Lebensweise.

**III. Präparation und Ergebnisse.**

## A. Heimat und Standort.

Der Fliegenschwamm findet sich häufig bei uns und in ganz Europa und Asien, besonders in lichten Nadel- und Laubwäldern sowie zwischen Gesträuch.

## B. Ernährung.

Siehe Feld-Blätterschwamm! Er lebt wie dieser von verwesenden Pflanzenstoffen des Waldbodens und ist deshalb ein Schmarotzer, dem das Blattgrün fehlt.

## C. Vermehrung.

Siehe auch Feld-Blätterschwamm! Die Keimkörner oder Sporen haben eine weiße Farbe. Das Pilzlager wuchert unter der Erde bis zum Sommer wie beim Feld-Blätterschwamm. Tritt feuchtwarme Witterung ein, so wächst in einer Nacht der Pilz als Fruchtträger hervor. Siehe Sprichwörter! Die weiße Hülle zerreißt ringsum; ihr unterer Teil bleibt an dem unteren keulenförmig angeschwollenen Ende des Stieles als schuppiger Rand zurück; der obere bleibt auf dem Hute sitzen und teilt sich bei seinem Wachstume in viele dicke, weiße Warzen. Der Hut selbst ist anfangs glockig, später breitet er sich flacher aus und hat in seiner Mitte eine kleinere Vertiefung. Die Oberfläche des Hutes ist klebrig und feuerrot oder pomeranzenfarbig. Eine Abart ist kleiner und warzenlos (Amanita puella Pers.). Der Schleier zeigt dieselbe Bildung und Fortbildung wie beim Feld-Blätterschwamme. Der Hut wird bis 20 cm breit, der Stiel bis 20 cm hoch und ist dabei inwendig erst flockig und dann hohl. Das Fleisch des ganzen Pilzes ist weiß, ebenso die Blättchen der Unterseite des Hutes, die ganz wie beim Champignon gebaut sind.

**Der Fliegenpilz besteht, wie alle Pilze, aus Lager und Fruchtträger. Das Lager entwickelt sich aus den weißen Keimkörnern oder Sporen. Es wuchert bis zum Sommer im Erdboden verborgen. Tritt feuchtwarme Witterung ein, so bilden sich darauf kugelige, von einer weißen Haut umhüllte Fruchtträger, und in einer Nacht sprengen sie dann die Hüllen und treten als Pilze auf dem Waldboden hervor. Der untere Teil der Hülle bleibt an dem keulenförmig angeschwollenen Teile des Strunkes als schuppiger Rand zurück. Der obere Teil bleibt auf dem Hute in Gestalt dicker weißer Warzen sitzen.**

Der Stiel wird bis spannenlang, ist schlank, außen weiß gefärbt und innen zuletzt hohl. Er sitzt mit seinem knolligen unteren Ende im Pilzlager fest. Der anfangs kugelige, später flach gewölbte Hut hat in seiner Mitte eine kleine Vertiefung und wird bis 20 cm breit. Seine Oberfläche ist mit einer klebrigen feuerroten, später pomeranzenfarbigen Haut überzogen. Die Unterseite ist mit einem weißen Schleier bedeckt; bei der Entwickelung zerreißt dieser, und der Rest bleibt als Ring am Stiele zurück. Das Fleisch des Hutes und Stieles ist locker und schwammig, und der ganze Pilz ist sehr giftig; doch ist der Geruch keineswegs unangenehm.

An der Unterseite des Hutes verlaufen senkrechte, zarte, weiße Blättchen von dem Stiele bis zum Hutrande. Sie sind von einem zarten Häutchen bedeckt; dieses trägt keulenförmige Zellen, deren jede auf vier Spitzchen ebensoviel weiße Sporen trägt.

## D. Würdigung.

Er hat seinen Namen davon erhalten, daß eine Abkochung von ihm in Milch früher zum Töten der Fliegen benutzt wurde; doch konnten dadurch leicht andere Tiere vergiftet werden. In einigermaßen größerer Menge genossen, ist er sowohl frisch als getrocknet äußerst giftig. Den Kamtschadalen und anderen Völkerschaften des nordöstlichen Sibiriens dient er (dort Muchomor genannt) als Berauschungsmittel.

**NB.** Wie hütet man sich vor Pilzvergiftungen?

1. Lerne die Pilze so kennen, daß du die giftigen von den nicht giftigen genau unterscheiden kannst!

2. Genieße nur junge, gesunde und frische Pilze!

Sehr oft werden Vergiftungserscheinungen nach Pilzgenuß nur durch zu langes und falsches Aufbewahren sonst ganz guter Pilze hervorgerufen. Alle die alten Regeln vom silbernen Löffel, der Zwiebel, die beim Mitkochen in giftigen Pilzen schwarz werden, sind alberne Märchen. Auch viele sonstige Regeln sind zum mindesten unzuverlässig. z. B.:

a) Schwämme, die beim Durchschneiden oder bei Druck die Farbe verändern, blau werden, sind giftig. Dann sind es auch das Rothaupt, der echte Reizker, der Sandröhrling (Bolētus variegātus Sw.), der Filzröhrling oder die Ziegenlippe (B. submentōsus L.), der rotbraune Röhrling u. a.

b) Schwämme mit aussickerndem Milchsafte beim Zerbrechen sind verdächtig. Siehe dazu die echten Reizker, den Brätling (Lactārius volēmus Fr.), den süßlichen und wohlriechenden Milchblätterschwamm (L. glyciōsmus und subdūlcis Fr.) ꝛc.!

c) Schwämme mit einem unangenehmen Geruche und brennendem, beißendem oder bitterem Geschmacke sind giftig. Der echte Reizker und das Lauchschwämmchen (Marāsmius scorodōnius Fr.) sind frisch scharf, der Semmelpilz (Polȳporus conflŭens Fr.) etwas bitter, während mehrere eßbare Löcherpilze (Polȳpori) im Jugendzustande säuerlich riechen. Der giftige Fliegenschwamm dagegen hat keinen auffallenden Geschmack und Geruch.

d) Schwämme mit auffallenden und dunklen Farben sind verdächtig. Der beste Pilz Südeuropas und Süddeutschlands, der Kaiserling (Agāricus [Amanīta] caesārius Scop.) hat eine pomeranzenrote Farbe, sieht also genau so aus wie ein Fliegenpilz ohne Warzen; der Eierpilz, das Gelbschwämmchen ist dottergelb, und die Morcheln und Frühlorcheln haben ganz düstere Farben ꝛc.

e) Schwämme mit klebriger Oberfläche und hohlem Stiele sind verdächtig. Siehe dagegen den echten Reizker, den Ring- oder Butterpilz (Bolētus lūteus L.), die Morchel u. a.!

f) Von Würmern und Schnecken angefressene Schwämme sind deswegen durchaus nicht als eßbare oder auch nur unschädliche zu betrachten, da auch ganz giftige von diesen Tieren angegangen werden 2c. 2c.

Was thut man bei Vergiftungen durch Pilze?

Die ersten Kennzeichen einer Pilzvergiftung sind: Kratzen oder Brennen im Halse, Brennen, Drücken, Schwere und Spannung in der Magengegend, Auftreibung des Unterleibes, Schwindel, Angstgefühl, Ekel, Erbrechen, Durchfall, große Hitze in den Eingeweiden mit Durstgefühl, Magen- und Unterleibskrämpfe 2c. 2c.

Gegenmittel bis zur Ankunft des Arztes: Künstlicher Brechreiz (durch Finger oder Feder in der Rachenhöhle), Entleerung durch Klystiere, Trinken von Milch, Selterswasser und kaltem Wasser, erregende Umschläge auf den Unterleib, Kastendampfbad 2c.

**IV. Anschlüsse:**

1. Der Fliegenschwamm als Glied einer Lebensgemeinschaft. Der Wald.
2. Beobachtungsaufgaben!
3. Gesetze!
4. Der Fliegenpilz als Vertreter der Pilze. Siehe unten!

---

## 4. Der Hausschwamm. Merūlius dēstruens Pers. (lācrymans Schum.) I.

Thränenschwamm, Aderschwamm, Faltenschwamm.

**I. Lehrmittel:** Der Hausschwamm in seiner Entwickelung. Stücke von Holz, das durch Schwamm zerstört wurde. Siehe auch Feld-Blätterschwamm!

**II. Lehrgang.** Der Bau im Lichte der Lebensweise!

**III. Präparation und Ergebnisse.**

### A. Heimat und Standort.

Man findet ihn bei uns nicht zu selten in dem Holz- und Mauerwerke (also in totem Holze!) der Gebäude. Am häufigsten wuchert er in den Grundschwellen der Gebäude, den Lagerhölzern und Dielen der Fußböden (besonders üppig dann, wenn diese aus weichem Holze bestehen oder Splintholz enthalten oder solches, das in der Saftzeit gefällt wurde und darum reich an Nahrungsstoff ist), die unmittelbar auf feuchtem Boden ruhen und nicht durch eine bewegte Luftschicht von ihm getrennt sind. Er wächst da auch durch Mauern hindurch, in den Thürpfosten in die Höhe 2c. 2c. Ebenso liebt er dumpfige, feuchte Keller und Winkel der Gebäude. Am verderblichsten wird er an feuchten von Licht und Luft abgeschlossenen Stellen, und je weniger er zur Fruchtbildung kommt, desto üppiger entwickelt sich das Lager. Man merkt ihn gewöhnlich nicht eher, als bis es zu spät ist, wenn vielleicht die Dielen unter den Füßen der Bewohner einbrechen.

Vorher kündigt er sich dem aufmerksamen Beobachter höchstens durch seinen unangenehmen, dumpfigen Geruch, mit dem er die Räume erfüllt, an, wohl auch durch seine zimtbraunen Sporen, die sich als feines Pulver auf den Geräten der Zimmer ablagern.

**Der Hausschwamm findet sich vorzugsweise im Holzwerke solcher Gebäude, die feucht liegen und dabei so gebaut sind, daß von ihrem Grunde Licht und Luft abgesperrt werden.**

## B. Ernährung.

Siehe Feldblätterschwamm! Er entwickelt sein Lager in den Zellen des Holzwerkes der Gebäude.

## C. Vermehrung.

Die Sporen entwickeln das Lager dem Auge unsichtbar im Holzwerke, dann auch auf diesem, aber nur da, wo es ihm möglich ist, zur Luft und zum Lichte vorzudringen (Bohrlöcher, Ritzen der Dielen, zwischen dem des Mörtels beraubten Gemäuer ꝛc.). Man sieht dann pelzartige, gelbliche Wülste hervorstehen. Auf solchen Dielen, die mit Ölfarbe gestrichen sind, erscheinen oft zerstreute schwarze Pünktchen. Am Mauerwerke der Keller bemerkt man wohl weiße Punkte, die nach und nach zu schleimigen Flecken oder zu zartwolligen Anflügen zusammenfließen und dann ein silberartiges, spinnenwebenähnliches Gespinst bilden, das später dicker und blättrig wird, eine aschgraue Farbe und einen seidenartigen Glanz annimmt (ihre Fruchtentwickelung!). Werden von ihm befallene Dielen oder Lager herausgerissen, so sieht man daran die Fruchtkörper als oft über $^1/_2$ m große, dicke haut- oder tuchförmige Lappen, worauf sich die Fruchthaut (das Hymenium) in niedrigen netzförmigen Falten oder Runzeln ausbreitet, auf der sich dann die gestielten Sporen (siehe Feldblätterschwamm!) entwickeln. Diese Lappen sind am Rande angeschwollen, filzig und weißgefärbt. Nach der Mitte zu erscheinen sie ockergelb oder rostbraun und an der Unterseite faserig, samthaarig. Ihr Rand tröpfelt eine wässerige Flüssigkeit aus, die anfänglich klar ist und später milchig wird (Thränenschwamm!); sie enthält zahllose Sporen oder Keimkörner. Das Lager saugt den Holzkörper aus und zerstört ihn (destruens!); an den ausgesaugten Stellen stirbt es dann ab, und das zerstörte Holz erscheint inwendig dunkelbraun, wie halb verkohlt, ist ganz trocken und zerbröckelt unter dem Drucke des Fingers.

**Der Hausschwamm entwickelt sein Lager dem Auge unsichtbar in den Zellen des Holzwerkes. Der Fruchtträger bildet darüber herabhängende tuchförmige, gelbbraune Lappen. Darauf breitet sich die Fruchthaut in niedrigen, netzförmigen Falten aus, und auf dieser bilden sich die Sporen.**

### D. Würdigung.

Der Hausschwamm zerstört das Holzwerk ganzer Häuser. Er verdirbt zugleich durch seine Ausdünstung und seine Sporen die Luft der Wohnräume und erzeugt bei den Bewohnern vielfach Krankheitszufälle.

**NB.** Man schützt sich:

1. Durch sorgfältige Auswahl des Bauholzes (nicht in der Saftzeit geschlagen, gut ausgetrocknet, hartes [besonders Eiche], mit pilzfeindlichen Stoffen getränktes 2c.). Man ersetzt es wohl auch an besonders gefährdeten Stellen durch Eisenschwellen.

2. Durch umsichtige Auswahl und Entwässerung des Bauplatzes, sowie sorgfältige Ausführung des Baues (siehe Heft VI S. 218 u. 221!). Die Lage des Erdgeschosses sei nicht zu tief, zur Ausfüllung unter den Dielen verwende man nicht Stoffe, die Pilzkeime enthalten (fruchtbare Gartenerde 2c., sondern reinen Sand, ausgeglühte Asche 2c.).

3. Vertilgung. Sollte sich der Schwamm doch zeigen, so muß alles (auch das scheinbar noch gesunde) Holzwerk entfernt werden. Die Mauerfugen sind auszuhacken und dann mit Zement zu erneuern und der ganze Raum unter den Dielen mit Teer oder Asphalt zu streichen. Die Dielen sind hohl zu legen und der Raum unter ihnen durch Luftröhren mit dem Schornsteine in Verbindung zu setzen.

**IV. Anschlüsse:**

1. Der Hausschwamm als Glied einer Lebensgemeinschaft. Das Haus.
2. Beobachtungsaufgaben!
3. Gesetze!
4. Der Hausschwamm als Vertreter der Pilze!

---

## 5. Der graugrüne Pinselschimmel. Penicillium glaucum Link.

**I. Lehrmittel:** Man bringe befeuchtete Scheiben frischgekochter Kartoffeln auf feuchtem Löschpapier an die Luft; nach einigen Stunden stülpe man eine Drahtglocke darüber, sorge jedoch dafür, daß alles feucht bleibt. Man erblickt oft schon nach einem Tage weiße, bläuliche, gelbe oder rote Flecken; es sind Schimmelpilze. Auf einer angefeuchteten (doch nicht zu nassen) Brotscheibe entwickelt sich, wenn man sie dann (zur Erhaltung der Feuchtigkeit) unter eine Glasglocke bringt, nach gewöhnlichen anderen Schimmelpilzen der graugrüne Pinselschimmel als ein grüner Überzug. Erinnere die Kinder daran, wie rasch die gekochten, geschälten Kartoffeln, welche in der Speisekammer stehen, schimmelig werden! Zeige Brot, Bücklinge, Tinte mit Schimmelbildung. Faustzeichnungen des Myceliums und der Fruchtträger!

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. Präparation und Ergebnisse.**

### A. Heimat und Fundort.

Wir sehen ihn bei uns (und in der ganzen Welt) auf allerhand Eßwaren (Brot, gekochten Kartoffeln, eingemachten und frischen

Früchten, geräucherten Fisch-, Fleisch- und Wurstwaren, Getränken, auch Abfällen ꝛc.), sobald diese in feuchtwarmer Luft eine Zeit lang aufbewahrt werden.

## B. Ernährung.

Siehe Feldblätterschwamm!

## C. Vermehrung.

Die Sporen dieses und einiger verwandten Pilze (Aspergillus glaucus Link., graugrüner Kolbenschimmel und Mucor mucēdo L., gemeiner Kopfschimmel ꝛc.) sind überall in der Luft und im Staube verbreitet und gelangen wegen ihrer außerordentlichen Feinheit durch die kleinsten Öffnungen zu den Nahrungsstoffen. Aus ihnen entwickelt sich in und auf diesen Grundlagen ein aus gegliederten, vielfach verzweigten Fäden bestehendes Lager. Aus ihm erheben sich senkrecht die Fruchtträger, die auf ihrer Spitze ein pinselförmiges Büschel kleiner perlschnurähnlicher Sporenketten tragen. Diese Pilze bilden auf diese Weise weiße, bläulich oder grün gefärbte, dichtflockige Überzüge über die von ihnen befallenen Körper. Beschauen wir sie mit dem Mikroskope, so erscheinen sie unter starker Vergrößerung wie aus Zuckerschaum gebildet.

**Der Pinselschimmel entwickelt sein fadenförmiges Lager in und auf den von ihm befallenen Körpern. Aus diesen steigen dann zierliche pinselförmige Fruchtträger auf, die an ihrer Spitze zarte Büschel sehr kleiner perlschnurähnlicher Sporenketten tragen. Er bildet so weiß-, bläulich- oder auch graugrüngefärbte, dicht flockige Überzüge über die von ihm befallenen Körper.**

## D. Würdigung.

**Er verdirbt durch die von ihm hervorgerufene Fäulnis die Nahrung der Menschen und Tiere und ist beim Genusse der Gesundheit sehr schädlich.**

Er zerstört Brot und alle oben aufgeführten Stoffe, auf denen er lebt. Manche Leute halten den Genuß schimmligen Brotes nicht für schädlich; ein Freund des Verfassers jedoch, ein kräftiger Landwirt, bezahlte diese Meinung beinahe mit dem Leben. Es war bei ihm nach dem Genusse schimmligen Brotes eine regelrechte Pilzvergiftung eingetreten.

Da alle Schimmelpilze nur durch die Sporen (Keimkörner) übertragen werden, so muß man zu ihrer Bekämpfung letztere abzuhalten suchen. Dies geschieht

1. Durch peinliche Sauberkeit. Man entferne aus den Vorratsräumen besonders alle Abgänge, die Schimmelbildung hervorrufen oder verbreiten können.

2. Eingemachte und frische Früchte sperre man gegen die Sporen ab. Verschluß der Einmachegläser durch Überzüge von

Wachspapier, Tierblase; Übergießen der eingemachten Speisen mit einer Schicht Wasser, Öl, Fett, Butter; Überstreuen mit klarem Zucker; zeitweiliges Aufkochen, um die Keime zu töten (dies geschieht schon bei 61° C.); Einwickeln der Früchte in Baumwolle, Fließ- und Seidenpapier 2c. 2c.

**IV. Anschlüsse.** Siehe die früher betrachteten Pilze!

---

## 6. Das Mutterkorn. Clāviceps purpūrea Tul.

Das Hungerkorn, Hahnensporn.

**I. Lehrmittel:** Roggenähren mit Mutterkorn; Ähren mit in der Entwickelung begriffenem Mutterkorne und andere unten zu erwähnende Gräser mit dieser Pilzbildung sind schwerer zu beschaffen, ebenso ein keimendes Mutterkorn (Sclerōtium). Faustzeichnungen der Entwickelung.

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. Präparation und Ergebnisse.**

### A. Heimat und Fundort.

Wir finden das Mutterkorn in den Ähren des Roggens (seltener des Weizens und der Gerste) und vieler anderer Gräser (z. B. Lolch, Quecke, Trespe, Knäuelgras, Rispengras, Glatthafer 2c., auf denen es dann entsprechend kleiner ist) zur Zeit der Fruchtreife (7.—10.) In nassen Jahren (z. B. bei uns 1894!), auf tief und feucht gelegenen Feldern und an schattigen Stellen ist es besonders häufig. Man findet dann auch mehrere Körner in einer Ähre, während sonst nur eins in jeder zu sehen ist.

### B. Ernährung.

Wie bei allen Pilzen!

### C. Vermehrung.

Im Frühjahre bilden sich auf dem einzelnen Mutterkorn, das auf feuchten Boden zu liegen gekommen ist, (bis zu 20) kleine (2—8 mm lange) pilzähnliche, rötliche Fruchtträger mit Köpfchen von der Größe eines Stecknadelkopfes. Diese tragen in der Oberfläche des Köpfchens eingesenkt mikroskopisch kleine, flaschenförmige Sporenbehälter, in denen sich die Sporen in Schläuchen entwickeln. Wenn nun eine solche Spore auf den Fruchtknoten einer Roggenblüte gelangt, so beginnt sie zu keimen und bildet in ihm einen schmutzig weißen, käseartigen, weichen Körper, das Lager. Aus diesem kommen zahllose Sommersporen (Konidien), die, ähnlich wie beim Hausschwamm, in einer zuckerhaltigen, klebrigen Flüssigkeit (dem Honigtau des Getreides), die reichlich aus den Blüten quillt und abtropft, nach außen abgestoßen werden und viel zur weiteren Ver-

breitung des Pilzes beitragen. Während nun der Fruchtknoten der Blüte abstirbt, wuchert das Lager des Pilzes weiter. Sein Gewebe erhärtet und verwandelt sich in ein walzenförmiges, schwach gekrümmtes, der Länge nach gefurchtes, bis 2 cm großes Korn. Es steht meist weit aus der Ähre hervor, ist außen schwarzviolett, innen weiß oder weiß-rötlich gefärbt, und seine Masse ist wachsartig. Dieses Korn überwintert und erzeugt im nächsten Frühjahre die oben erwähnten (Winter-)sporen, für die es die Nährstoffe (neben 46 % Pilzcellulose 35 % fettes Öl, aber auch 1 % des giftigen Ergotins) enthält.

**Im Frühjahre bilden sich auf dem einzelnen Mutterkorne an kleinen Fruchtträgern Keimkörner. Gelangen diese auf die Blüten des Roggens, so bildet sich aus ihnen zuerst ein weiches Lager. Aus diesem strömen in einem klebrigen süßen Safte die zahlreichen Sommersporen hervor, die den Pilz immer weiter verbreiten. Das Lager selbst aber wuchert weiter und verwandelt sich in ein schwarzviolettes, weit aus der Ähre hervorstehendes Korn. Dieses ist wachshart, inwendig meist weißrötlich und überwintert in dem Boden.**

## D. Würdigung.

**Das Mutterkorn ist nicht nur dem Getreide selbst schädlich, da es sich an Stelle guter Körner entwickelt, sondern auch Menschen und Tieren; denn es enthält ein starkes Gift.**

Mehl aus mutterkornreichem Getreide kennzeichnet sich schon äußerlich durch eine bläuliche Farbe. Mutterkorn wirkt, in größerer Menge genossen, auf Menschen und Tiere tödlich. Der fortgesetzte Genuß mutterkornhaltigen Brotes erzeugt bei den Menschen die sogenannte Kriebelkrankheit, die besonders in den Hungerjahren 1770 und 1771 in Westfalen und Hannover wütete, aber auch in neuerer Zeit (1855 und 1856 in Nassau) hier und da vereinzelt aufgetreten ist. Sie beginnt mit einem eigentümlichen, schmerzhaft juckenden Kriebeln, das in den Spitzen der Zehen und Finger anfängt und sich allmählich über den ganzen Körper verbreitet. Die Kranken klagen dabei über Kopfschmerz, Ohrensausen, Schwindel, Mattigkeit, und zuletzt treten unter großen Schmerzen heftige Krämpfe in den Gliedern ein. Ja diese werden zuweilen brandig, und das führt zum Tode. Bessert sich der Zustand, so bleibt doch in der Regel ein langwieriges Nervenleiden zurück. Auch Säugetiere und Vögel erliegen, wenn sie viel Mutterkorn fressen, ähnlichen Krankheiten.

Die arzneiliche Verwendung des Mutterkorns ist seit dem Ende des 16. Jahrhunderts aufgekommen. Ihr verdankt es seinen deutschen Namen; doch hat man in neuerer Zeit Mittel, welche die gleiche Wirkung ohne schädliche Folgen äußern.

### E. Vertilgung.

Man muß vor allen Dingen zu verhüten suchen, daß das Mutterkorn durch Ausfallen während der Ernte in den Boden gerate und sich so weiter verbreite. Dies geschieht dadurch, daß man den Roggen vor dem Mähen nicht zum Ausfallen reif werden läßt. Außerdem tritt man durch sorgfältige Reinigung des Saatgutes, tiefe Bearbeitung und Trockenlegung des Bodens seiner Verbreitung entgegen. Da die an den Rändern der Felder wachsenden Gräser (besonders der ausdauernde Lolch) nicht selten der erste Herd der Mutterkornbildung sind, so empfiehlt es sich aus diesem Grunde, die Ränder fleißig und zeitig abzumähen. Sehr verkehrt ist es, das aus dem Getreide ausgeschiedene Mutterkorn auf den Düngerhaufen zu werfen. In den Apotheken wird es übrigens gut bezahlt.

**IV. Anschlüsse.** Siehe die vorher betrachteten Pilze!

---

## 7. Der Pilz der Kartoffelkrankheit.

### Peronospŏra infēstans Casp.

**I. Lehrmittel:** Von der Seuche befallene Knollen und Stengel der Kartoffel. Faustzeichnungen der Entwickelung. Siehe auch die Kartoffel!

**II. Lehrgang.** Wie vorher.

**III. Ergebnisse und Präparation.**

A. Heimat und Fundort.
B. Ernährung.
C. Vermehrung.
D. Schaden.
E. Verhütung.

} Siehe die Kartoffel, III. E. 2a! Aus dem dort Gegebenen wird man mit Leichtigkeit das zur Behandlung Nötige aufstellen können!

**IV. Anschlüsse:**

1. Der Pilz der Kartoffelkrankheit als Vertreter der Pilze.

**Die Pilze sind Zellenpflanzen ohne Blattgrün. Sie leben darum auf Pflanzen und Tierstoffen, die in Verwesung begriffen sind, oder als Schmarotzer auf lebenden Pflanzen und Tieren. Ihre einfachsten Formen bestehen aus einzelnen Zellen** (Gährungspilze); **andere sind aus Zellenreihen** (Fäden) **gebildet, und die höheren bestehen aus einem Fadengeflecht, dem Lager, auf dem sich dann der vielgestaltige Fruchtkörper erhebt. Die niedrigsten Formen** (die Spaltpilze) **vermehren sich durch Zellteilung, die übrigen durch Keimkörner oder Sporen.**

Die Pilze sind

1. Fäulnisbewohner (Saprophyten). Zu diesen gehören alle die, welche an Orten wachsen, wo sie zu ihrer Ernährung in Zersetzung begriffene oder zer-

setzungsfähige Überreste von Pflanzen und Tieren oder aus Pflanzen- und Tierstoffen hergestellte Kunstprodukte vorfinden.

2. Schmarotzer (Parasiten) an Pflanzen, Tieren und Menschen. Besonders groß ist die Zahl der Pflanzen bewohnenden Schmarotzerpilze; ja sie bewohnen selbst Algen und ihresgleichen.

A. Die Spaltpilze (Schizomyceten oder Bakterien) sind nach ihrer Wirkung

1. Gährungsspaltpilze (Zymogene Bakterien), wie der Buttersäurepilz, der Eiweiß, Fett und Stärke (Reifen des Käses) in Buttersäure verwandelt, der Milchsäurepilz, der Milchzucker, Stärkemehl in der Milch und dem Gemüse (Sauerwerden der Milch, des Sauerkrautes, der Gurken, Bohnen, vieler Speisen und eingemachter Früchte) in Milchsäure verwandelt, der Essigsäurepilz (die Essigmutter), der Weingeist (Wein, Bier) in Essig verwandelt, und der Kahmpilz, der das Verderben (Kahmigwerden) des Weines und Bieres veranlaßt, wobei die Säure verschwindet und Kohlensäure und schleimige Flüssigkeit (Wasser) gebildet werden.

2. Farbstoffspaltpilze (Chromogene oder Pigmentbakterien). Sie erzeugen auf stärkereichen Stoffen (gekochtem verdorbenen Reis, gekochten Kartoffeln, Brot, Mehl, Kleister 2c.) und in der gekochten Milch lebhaft rote, blaue, gelbe u. a. Farben. So entsteht die blaue und gelbe Milch, der grüne Eiter, das Blut im Brote (auch das Wunder der blutenden Hostie findet dadurch seine Erklärung) und in der Milch.

3. Krankheitsspaltpilze (Pathogene Bakterien) sind der Milzbrandpilz (Erzeuger des tödlichen und sehr ansteckenden Milzbrandes der Rinder, von denen sich die Krankheit auf andere Tiere und Menschen überträgt), der Kuhpockenpilz (in der Lymphe der Blattern), der Dyphtheritispilz (Erzeuger der gleichnamigen Erkrankung), der Tuberkelpilz (Ursache der Perlsucht der Rinder und der Schwindsucht der Menschen), der Cholerapilz (Erzeuger der Cholera) u. a.

Die Spaltpilze sind die kleinsten Pflanzen (und da sie nur aus einer Zelle bestehen, zugleich die kleinsten Pflanzenzellen); denn die größten haben einen Durchmesser von 0,002 mm, und 500 Millionen lufttrockene Exemplare wiegen etwa 1 mg. Aber sie sind einer ungeheuren Vermehrung fähig; denn schon nach 20 Minuten ist ein Spaltpilz ausgewachsen und vermehrt sich (d. h. teilt sich einfach oder kreuzweise) so, daß er nach acht Stunden eine Nachkommenschaft von 20 Millionen haben kann. Da sie dabei die Stoffe zu ihrem Aufbau dem menschlichen, tierischen oder pflanzlichen Körper, auf dem sie wuchern, entnehmen, so ist es natürlich, daß sie, trotz ihrer Kleinheit, tiefgehende Umwälzungen in diesem hervorrufen. Dazu haben sie ein zähes Leben; denn auch die Austrocknung und der Frost vermögen ihre Lebensfähigkeit nicht zu vernichten.

Sie beschleunigen die Beseitigung der dem Untergange geweihten Pflanzen- und Tierstoffe, indem sie ihre Verwesung befördern, da diese durch ihre Mitwirkung viel rascher vor sich geht als unter alleiniger Einwirkung atmosphärischer Einflüsse (Feuchtigkeit, Wärme 2c.). Sie verwandeln sie in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak (also mineralische Stoffe), die dann zum Aufbaue neuer Körper verwendet werden. So reinigen sie auch das Wasser der durch die Abfälle der menschlichen Ansiedelungen verunreinigten Gewässer. Sie arbeiten also in gleicher Weise wie die zahlreichen auf faulende Körper angewiesenen niederen Tiere. Wir bedürfen aber auch ihrer Mitwirkung bei der Bereitung vieler Speisen und Getränke (Butter, Käse, Brot, Sauerkraut, Bier, Wein, Essig 2c.).

Aber dieselben Nahrungsmittel werden auch durch die Einwirkung dieser Pilze verdorben oder zerstört, und ebenso erzeugen sie bei Menschen, Tieren und Pflanzen verheerende Seuchen und den Tod.

Wir vermögen uns gegen ihre Einwirkungen hauptsächlich durch größte Reinlichkeit (frische Luft, Sonne, Hautpflege) und Mäßigkeit, sowie durch Kräftigung unseres Körpers (damit er widerstandsfähiger werde) zu schützen.

B. Die niedrigste Ordnung der Sporenpilze sind die Schleimpilze (Myxomycēten), die in der Jugend Schleimkörper von unbestimmter Gestalt sind und nur zur Fruchtzeit sich durch Umhüllung mit einer Zellhaut zu Keimkörnern (Sporen) umwandeln. Sie leben besonders auf faulenden Baumstrünken, abgefallenen Blättern, Moos, Gras, Lohhaufen 2c. Man sieht besonders den Lohpilz als schaumigen, dottergelben Schleim auf Lohe, faulen Baumstümpfen 2c.; seine Sporen behalten entweder die gelbe Farbe oder werden auch violett oder rußbraun. Für gewöhnlich hält er sich in der Tiefe der Lohe (er scheut das Licht) auf; bei feuchter Luft kommt er wohl auch an ihre Oberfläche, und die Gerber pflegen zu sagen: „Die Lohe blüht", und dies für ein Anzeichen baldigen Witterungswechsels zu halten.

C. Die Hefe- oder Sproßpilze sind mikroskopisch kleine Zellen, aus denen fortwährend neue herauswachsen, mit denen sie dann kettenförmige Reihen bilden. Sie verwandeln Zucker in Weingeist (Alkohol) bei der Gärung und Bereitung von Wein, Branntwein, Bier und Brot.

D. Das Lager der Algenpilze (fälschlich oft Schimmel-, wohl auch Fadenpilze genannt) besteht aus einzelligen Fäden ohne Querwände, an denen einzelne Äste sich zu Fruchtträgern entwickeln, an deren Enden sich die Keimkörner oder Sporen abschnüren (einige entwickeln auch verschiedene Sporenzellen, die miteinander verschmelzen und sich so fortpflanzen). Zu ihnen gehören der Pilz der Kartoffelkrankheit, der gemeine Kopfschimmel u. a.

E. Die Brandpilze keimen als Sporen am Grunde der Keimpflanze oder am Grunde der Blätter einer Pflanze und wachsen dann im Innern des Stengels und der Blätter bis zu den Blüten empor, so daß die von ihnen befallenen Pflanzenteile bei der Fruchtbildung in dunkle staubige Sporenmassen zerfallen. Wir sehen sie als Staubbrand, Rußbrand oder Ruß (schwarzes Pulver) in den Ähren des Roggens, Weizens, der Gerste und den Rispen des Hafers, der Hirse und vieler anderer Gräser, als Stein- oder Faulbrand im Innern der geschlossenen Körner des Weizens und Dinkels 2c. 2c. Nahe Verwandte der Brandpilze sind die sogenannten Insektentöter, deren Lager im Körper der Insekten wuchert und diese tötet, während die Fruchtfäden nach außen treten und die Sporen bilden. Der bekannteste ist der sogenannte Fliegentöter (Empūsa muscae Cohn).

F. Die Rostpilze bilden ihr Lager auf einer Pflanze und erzeugen Sporen, die auf eine andere Pflanze übergehen und hier ebenfalls Rostpilze hervorbringen, deren Sporen überwintern und den Kreislauf im nächsten Jahre von neuem beginnen. Manche bleiben auch auf einer Pflanze. So bildet der sogenannte Getreiderost (Puccīnia grāminis Pers.) auf der Unterseite der Blätter des Sauerdornes (Bērberis vulgāris L.) in gelben polsterartigen Flecken orangegelbe Sporen (Aecidienform). Diese werden vom Winde auf die Blätter des Getreides und mancher Gräser (Roggen, Weizen, Gerste, Hafer, Quecke, ausdauernder Lolch, Knäuelgras 2c.) übertragen und erzeugen hier rostrote abstäubende Häufchen von Sporen (Sommersporen, Uredoform, den „Rost" der Landleute!), welche die Krankheit weiter verbreiten. Nachdem der rostfarbene Ausschlag an der Pflanze einige Zeit bestanden hat, erscheinen die schwarzen Häufchen der Winter-(Teleuto-)sporen. Diese überwintern im Stroh und erzeugen dann im Frühjahre auf den Blättern des Sauerdorns aufs neue den Becherrost (Aecidium berberīdis Pers.). Rostpilze giebt es auf den Pflanzen fast aller Familien der Blütenpflanzen und Farne. Sie finden sich sowohl auf den Gräsern und Kräutern, als auch auf Sträuchern und Bäumen. Sie vermehren sich ins ungeheure (ein Fleckchen von 0,5 mm Länge enthält oft 1000 Sporen) und vernichten, wo sie (in feuchten Jahren) zeitig auftreten, durch Störung der Körnerbildung (die Blätter sterben vorzeitig ab, und infolgedessen tritt Mangel an Baustoff ein) den Ertrag eines ganzen von ihnen befallenen Grundstückes. Das geerntete Stroh muß in diesem Falle samt den Stoppeln verbrannt werden, ebenso das Gras der Ränder; denn die Sporen haben ein zähes Leben. — Häufig sehen wir auch, wie Rostpilze an der gemeinen Wolfsmilch Blüten- und Fruchtbildung verhindern und die Blätter verkümmern lassen.

G. Zu den Schlauchpilzen, deren Sporen in besonderen Behältern (Schläuchen) gebildet werden, gehören Pilze mit sehr entwickelten Fruchtkörpern, wie die Morcheln und Trüffeln, aber auch solche mit weniger ausgebildeten, wie der Pinselschimmel (s. o.!), der Pilz der Rot- und Weißfäule des Holzes, der Pilz der Seidenraupenkrankheit (Muscardine), der Eischimmel (der als Soorpilz die Mundschwämmchen der Kinder erzeugt) und andere Schimmel- oder Fadenpilze, die Mehltaupilze auf Blättern und Früchten (zu denen auch der Pilz der Traubenkrankheit gehört) und das Mutterkorn (s. o.!) 2c.

H. Die letzte und gewissermaßen vollkommenste Gruppe der Pilze sind die sogenannten Basidienpilze, deren Sporen sich meist zu vieren auf besonderen Zellen (Basidien) bilden; ihre Hauptabteilungen sind

a) Die Bauchpilze mit den Sporen im Innern des schlauchförmigen Fruchtkörpers, wie der stinkende Gichtschwamm (Gichtmorchel, Hexenei, mit Leichengeruch), der Erdstern und die Boviste oder Stäublinge.

b) Die Hautpilze, deren Sporen sich auf einer Fruchthaut (Hymēnium) bilden, die dem Fruchtkörper aufliegt. Diese Fruchthaut befindet sich an der Unterseite des Hutes an leistenförmigen Blättern, wie bei den Blätterpilzen (s. o. Fliegenschwamm und Feld-Blätterschwamm!), oder sie bildet eine zusammenhängende, mit vielen röhren- oder wabenförmigen Vertiefungen versehene Masse, wie bei den Löcherpilzen (Steinpilz, Rothaupt, Hausschwamm), oder die Fruchthaut bildet Stacheln, Kämme, Zähne 2c. wie bei den Stachelpilzen (Habichtschwamm), oder sie bildet eine glatte Oberfläche auf einem ohr- oder becherförmigen Hute, wie bei den Ohrschwämmen (Ohrschwamm) oder auch auf einem einfachen oder ästigen Fruchtkörper, wie bei den Keulenpilzen (Ziegenbart).

In Bezug auf Nutzen und Schaden der Pilze überhaupt gilt vieles schon bei den Spaltpilzen Gesagte auch hier. Nützlich sind insbesondere eine große Anzahl Schwämme noch durch ihren Nährwert (siehe Feld-Blätterschwamm, daselbst auch über Bereitung und Verwendung, sowie Zucht! Verzeichnis der eßbaren Schwämme siehe Heft IV, S. 11!). Gewerblich benutzt man den Feuerschwamm zur Fabrikation von Zunder und Luxusgegenständen (Käppchen, Täschchen 2c.). In der Arzneikunde verwendet man das Mutterkorn und äußerlich ebenfalls den Feuerschwamm als blutstillendes Mittel.

Schädlich sind die giftigen Schwämme; doch sind die Meinungen über die Gefährlichkeit gewisser Schwämme geteilt. Entschieden giftig sind jedoch

a) Blätterschwämme:

1. Blätterschwämme ohne Milchsaft.

Der Fliegenschwamm, der Knollenblätterschwamm (Amanīta phalloīdes Fr.), der Pantherschwamm (Amanīta pantherīnus DC.), der rissige Blätterschwamm (Inocýbo rimōsus Bull.), der Schwefelkopf (Hypholōma fasciculāris Huds.), der Speiteufel (Rūssula emētica Fr.).

2. Blätterschwämme mit Milchsaft.

Der Giftreizker (Lactārius torminōsus Fr.), der klebrige Milchschwamm (Lactārius ūvidus Fr.), der beißende Milchschwamm (Lactārius pyrogālus Fr.).

b) Röhrenpilze.

Der Satans- oder Blutpilz (Bolētus sātanas Lenz.).

c) Der Hausschwamm (s. o.!).

d) Bauchpilze.

Der Hartbovist (Sclerodērma vulgāre Fr.).

---

# D. Naturlehre.

## 1. Das Licht, leuchtende Körper.

### I.

### A. Erfahrung, Anschauung, Erklärung, Entwickelung.

In unserer Umgebung befinden sich allerlei Körper, die wir mit unsern Augen sehen. Wir erkennen ihre Gestalt, Größe, Farbe ꝛc., indem Licht von ihnen ausgeht und in unser Auge eindringt. So geschieht es, wenn es hell ist. Doch ist dies nicht immer der Fall; dann ist es dunkel. Man sagt mitunter: „Ich kann die Hand vor den Augen nicht sehen.“ Im Finstern sehen wir nichts. Das Mittel, wodurch uns die Gegenstände sichtbar werden, nennen wir das Licht.

### B. Gesetz.

**Wenn uns die Körper in unserer Umgebung deutlich sichtbar sind, so ist es hell. Können wir sie nicht erkennen, so ist es dunkel. Die Finsternis ist ein hoher Grad von Dunkelheit. Das Mittel, durch das uns die Gegenstände um uns her sichtbar werden, nennen wir das Licht. Wir sehen einen Körper nur dann, wenn Lichtstrahlen von ihm ausgehen, die in unser Auge gelangen.**

### II.

### A. Erfahrung, Anschauung, Erklärung, Entwickelung.

a) Alle sichtbaren Körper senden demnach Lichtstrahlen aus, aber nicht alle ihr eigenes Licht. Darum vermögen wir die meisten von ihnen in dunkeln Räumen oder in der Nacht nicht zu sehen. Sie senden also nur Licht aus, wenn sie solches von anderen Körpern empfangen. Die Körper aber, die ihr eigenes Licht aussenden, nennt man Lichtquellen. Die Quelle alles irdischen Lichtes ist die Sonne. Das Licht des Mondes und der Planeten ist Sonnenlicht, das von ihnen zurückgeworfen wird.

**NB.** Die Ursache des Sonnenlichtes ist die ungeheure Höhe der Temperatur dieses Weltkörpers, hervorgerufen durch die Geschwindigkeit der Schwingungen (über 1000 Billionen in der Sekunde) ihrer feinsten Teilchen (Moleküle). Diese Schwingungen pflanzen sich nach allen Richtungen des Weltenraumes fort. Das gleiche (bei uns nur nicht so stark bemerkbare) eigene Licht haben die übrigen Fixsterne. Die Leuchtkraft des Vollmondes beträgt nur den 600 000sten Teil von der Stärke des Sonnenlichtes, und das Licht der hellsten Fixsterne ist viele Millionen mal schwächer als das der Sonne.

b) Man nehme einen feinen Draht, wickle ihn um einen dünnen Stab, biege das gerade Ende rechtwinkelig um und halte nun, nachdem man den Stab herausgezogen hat, den gewundenen Teil in eine Spiritusflamme. Er wird glühend werden, und die vorher wenig Licht verbreitende Flamme wird sofort hell leuchten. Eine Flamme wird also hell leuchtend, wenn sich in ihr glühende Körper befinden. Bei den meisten Flammen sind es feine Kohleteilchen, die darin glühen und sie leuchtend machen. Werden diese nur bis zur Rotglühhitze erwärmt, so hat die Flamme ein trübes gelbrötliches Licht (Herdfeuer, Öllampe, Kienspan, Talg-, Wachs-, Stearin- und Paraffinkerzen, gewöhnliche Gasflamme ꝛc.). Dagegen ist ihr Licht hell und weiß, wenn die in ihr glühenden Körper bis zur Weißglühhitze erwärmt werden (Gasglühlicht).

**NB.** Bei 525° fangen die Körper an mit rotem Lichte zu glühen und erreichen bei 1170° die Weißglut. Das stärkste irdische Licht ist das elektrische Licht (Blitz). Es hat bei Anwendung von 50 Bunsenschen Elementen $^1/_4$ der Stärke des Sonnenlichtes. Das Drummondsche Kalk- oder Siderallicht (in einer Flamme von Wasser- und Sauerstoff wird ein Kalkstückchen in Weißglühhitze versetzt) erreicht nur $^1/_6$ dieser Stärke. Sehr stark ist auch das künstliche Licht des in reinem Sauerstoff brennenden Phosphors, sowie das Magnesium- und das Zinkmagnesiumlicht.

c) Streichen wir im Dunkeln mit einem Phosphorzündhölzchen unter geringem Drucke über die Hand, über Leder oder einen anderen Körper, so leuchtet nicht nur das Hölzchen, sondern auch der gestrichene Körper. Man hat dabei keine Wärmeempfindung. Diese Art des Leuchtens bei gewöhnlicher Temperatur nennt man Phosphoreszenz. Es ist indessen so schwach, daß es nur in der Dunkelheit sichtbar wird. Es muß sich also das Auge von stärkeren Reizen erst erholen und für so schwache Reize empfänglich machen. Der Name rührt von dem Leuchten des Phosphors im Dunkeln her.

**NB.** Dieses Leuchten der Körper im Dunkeln hat verschiedene Gründe.

1. Eine langsame Verbrennung. Das Leuchten des von der Weißfäule befallenen Holzes, faulender Pilze, faulenden Fleisches, das Leuchten des Phosphors.

2. Die Bestrahlung durch die Sonne (Insolation) oder ein grelles künstliches Licht. Es leuchten dann alle Körper, einige lange, die meisten nur kurze Zeit, am kürzesten Flüssigkeiten und Gase. Von alters her sind in dieser Weise bekannt der Diamant, der sogenannte Bologneser Leuchtstein (eisenfreies Schwerspatpulver mit Tragant geglüht), Austern- und Eierschalen und kalkhaltige Mineralien (Calcium, Barium, vorzüglich Flußspat), auch weißes Papier. Künstliche Leuchtsteine verfertigt man aus Schwefel mit Alkalimetallen.

3. Veränderungen der Dichte der Körper. Verdichtungen und Verdünnungen bei Schlag, Stoß und Druck. (Kiesel, besonders Bergkristall, Zucker, Kreide, Marmor, Glimmer leuchten beim Zerschlagen oder Spalten, Luft beim heftigen Zusammenpressen. — Beim Zerbeißen eines Stückchens Zucker zeigt sich im Dunkeln die ganze Mundhöhle erhellt! Beim Anschlagen des Stahles an ein Quarzstück entstehen durch abgerissene glühende Teile Funken! Das pneumatische Feuerzeug!)

4. Wärme. Die phosphoreszierenden Körper leuchten auch durch Erwärmung (Cascariola, ein Schuster in Bologna, fand im Jahre 1604 auf einem Berge unweit der Stadt einen aschgrau aussehenden Knollen schwefelsauren Schwerspates. Das bedeutende Gewicht des Steines brachte ihn auf den Gedanken, es möchte sich aus ihm Gold machen lassen. Er nahm ihn mit nach Hause und glühte ihn vergebens in dem Kohlenfeuer seines Kochofens. Zu seinem größten Erstaunen glühte der Stein in dem Dunkel der Nacht noch fort, obwohl er ganz kalt geworden und das Kohlenfeuer längst erloschen war); auch manche Metalle leuchten bei Erwärmung sehr stark im Dunkeln.

5. Elektrizität. Die phosphoreszierenden Körper (besonders Diamant, Bernstein ꝛc.) leuchten auch, wenn man elektrische Funkenströme durch sie hindurchgehen läßt. Geißlersche Röhren!

6. Der Lebensvorgang der Menschen und Tiere. Es sind zu nennen: Einzelne Käfer, Tausendfüße, Weichtiere, Strahltiere, Infusorien, Pflanzentiere und Pflanzen. — Glänzender und Nachtleuchtkäfer, Johanniswürmchen (Lampȳris splendīdula F. und noctilūca L.), der Cucujo, Leuchtkäfer der Brasilianer (Pyrōphorus noctilūcus et phosphōreus von 3—4 cm Länge, die Larve im Marke des Zuckerrohres), der leuchtende Tausendfuß (Scolopēndra elēctrica L.), Seesterne (Ophiūra phosphōrea), die Feuerscheiden (Pyrosōma, Manteltiere des Mittelmeeres) und das funkelnde Leuchtbläschen (Noctilūca miliāris Lam., Nordsee). — Die Kapuzinerkresse (Tropāeolum majus L., von Linnés Tochter des Abends beobachtet), die Nachtkerze (Oenothēra biēnnis L.), Diptam (Dictāmnus albus L.), die Ringelblume (Calēndula officinālis L.), die Fruchtträger (besonders Fruchthäute) einiger Blätterpilze der gemäßigten und heißen Gegenden und die wurzelförmigen Pilzlager in Bergwerken.

### B. Gesetze.

a) Einige Körper senden ihr eigenes Licht aus. Wir nennen sie selbstleuchtende Körper oder Lichtquellen. Hat ein Körper das Licht, das von ihm ausgeht, erst von einem anderen Körper empfangen, so wird er dunkel genannt. Die Hauptquelle alles irdischen Lichtes ist die Sonne.

b) Irdische Körper können durch starke Erhitzung Lichtquellen werden. Je stärker sie dabei glühen, desto heller ist ihr Licht.

c) Manche Körper zeigen auch bei geringer Wärme im Dunkeln ein schwaches Licht. Die bekanntesten derartigen Körper sind der Phosphor, manche Tiere und Pflanzen, faulende und vorher von der Sonne beschienene Stoffe. Auch einige Mineralien leuchten auf diese Weise, wenn man sie drückt, erwärmt oder schlägt.

## III.

### A. Erfahrung, Anschauung.

a) Poliertes Glas, Kristalle, ruhiges, klares Wasser, Luft und andere farblose Gase. Man erkennt die hinter ihnen befindlichen Gegenstände nach Farbe und Gestalt in scharfen Umrissen.

b) Geöltes Seidenpapier, Hornscheiben, mattgeschliffenes und gefärbtes Glas, getrockneter Darm, Porzellan. Auch wenn die dahinter befindlichen Gegenstände nahe daran stehen, nimmt man sie doch nur in unbestimmten Umrissen wahr. Das Licht dringt nur ganz gedämpft hindurch.

c) Eine Mauer, ein Brett, die Metalle ꝛc.

B. **Erklärung und Entwickelung.**

C. **Gesetze.**

**Durch manche Körper kann man hindurchsehen und die Farbe und Gestalt der dahinter befindlichen Gegenstände deutlich wahrnehmen. Diese Körper sind durchsichtig.**

**Durch andere Körper kann man wohl Licht wahrnehmen, aber weder die Farbe noch die Gestalt der hinter ihnen befindlichen Gegenstände genau unterscheiden; sie sind durchscheinend.**

**Andere Körper lassen gar kein Licht durch ihre Masse dringen; sie sind undurchsichtig.**

## IV.

### Anwendung, Übung.

1. Warum sind der Mond und die Planeten keine Lichtquellen?

2. Warum sind die sogenannten Beleuchtungsspiegel keine Lichtquellen?

3. Warum ist es möglich, daß die Eingebornen von Brasilien (wie A. v. Humboldt erzählt) die daselbst vorkommenden großen Leuchtkäfer in durchlöcherten Flaschenkürbissen als Laternen benutzen können?

4. Welchen durchsichtigen Körper bringt die Natur im Winter hervor?

5. Womit kann man Papier durchscheinend oder durchsichtig machen? Öl, Benzol.

6. Welche Teile einer Lampe müssen durchsichtig, welche durchscheinend sein? Cylinder, Becher, Schirm.

7. Warum bespritzt oder bestreicht man in Neubauten die Fensterscheiben mit Kalk oder Malerfarben? Um sie sichtbar zu machen, damit ꝛc.

8. Warum stoßen Vögel, die sich in Gebäude verirrt haben, sich die Köpfe an den Fensterscheiben ein?

9. Welche Teile unseres Körpers sind durchsichtig, welche durchscheinend? (durchsichtige Hornhaut, Kristalllinse — harte Hornhaut, Oberhaut des Körpers, Nägel ꝛc.).

10. Wie beweisen wir an dem Glase, dem Wasser und der Luft, daß kein irdischer Körper vollkommen durchsichtig ist? Fensterglas als Tafel und pulverisiert, 80—90 Platten dünnen Glases über

einandergelegt, lassen kein Licht hindurch — Wasser, Wasserdampf, Nebel, Wolken, Schnee, Eis in Platten und gepulvert, Meerwasser in großer Tiefe — blaue Färbung entfernter Höhen und des Himmels.

11. Warum kann man in tiefen Seen, auch wenn das Wasser ganz klar ist, doch nicht bis auf den Grund schauen?

12. Wie beweisen wir, daß kein Körper völlig undurchsichtig ist? Blattgold läßt bei einer Dicke von 0,001 mm das Licht mit grünlichbrauner Farbe durch, Kupfer mit grüner, Eisen, Zinn, Platin mit braunroter; Dünnschliffe der Gesteine!

13. Auf der Thatsache, daß manche Körper bei verschiedener Dicke das Licht mehr oder weniger leicht durchlassen, beruht die Herstellung der sogenannten Lichtbilder (Lithophanieen) aus Wachs, Porzellan, Milchglas, Papier 2c. Man bringt sie an Fenstern oder Lampenschirmen an.

14. Wo benutzt man durchsichtige Körper? An Stellen, an denen das Licht in Räume ein- oder aus ihnen herausgelassen werden soll (Fenster, Lampencylinder, Laternen 2c.).

15. Wozu verwendet man undurchsichtige Körper? Zum Abhalten des Lichtes.

16. Wozu werden durchscheinende verwendet? Zur Dämpfung des Lichtes, Lampenschirme, -becher, -teller 2c.

## 2. Geradlinige Verbreitung des Lichtes.

### A. Erfahrung, Anschauung.

a) Bei einer auf einem Tische stehenden brennenden Lampe können alle Personen, die um den Tisch herum sitzen, sehen.

b) Die durch ein Fenster in ein Zimmer fallenden Lichtstrahlen bilden dieses auf dem Fußboden ab. Verfolgen wir das Licht mit den Augen, so sehen wir an den unzähligen in der Luft schwebenden Stäubchen seinen geraden Weg. — Man lasse das Sonnenlicht durch eine kleine Öffnung in ein dunkles Zimmer fallen. Enthält die Luft aufgeregten Staub, so kann man den Weg des Lichtes leicht verfolgen. — Stelle eine durchbohrte Pappscheibe vor ein brennendes Licht, fange den durch das Loch hindurchgehenden Lichtstrahl mit einer weißen Fläche auf, bewege dann das Licht seitwärts sowie nach oben und unten und mache die Kinder auf die Bewegung des hellen Punktes auf der Fläche aufmerksam!

c) Stelle zwei auf Korkscheiben aufgesteckte Nadeln auf den Tisch! Laß ein Kind von der einen zur anderen visieren; schiebe eine dritte solche Nadel zwischen die beiden, so daß sie die entferntere verdeckt, also dem von ihr ausgehenden Lichte den Weg zum Auge versperrt! Sie stehen dann in einer geraden Linie. Ähnlicher Versuch mit 2 oder 3 Pappscheiben, deren jede in der Mitte ein kleines Loch hat.

e) Durch ein gekrümmtes, enges Rohr können wir nichts sehen.

B. **Erklärung und Entwickelung.**

Der Stoff, durch den das Licht sich fortpflanzt, wird das Mittel genannt.

C. **Gesetz.**

**Das Licht verbreitet sich von einem leuchtenden Körper aus nach allen Seiten in geraden Linien. Diese geraden Linien heißen Lichtstrahlen.**

D. **Anwendung, Übung.**

1. Da das Licht sich nur geradlinig verbreitet, so verwendet man diese Thatsache beim Visieren zum Abstecken längerer gerader Linien auf dem Felde durch Stangen. Wie viel Stangen muß man dabei wenigstens haben?

2. Desgleichen beim Visieren mit dem Diopterlineal und dem Fernrohre mit dem Fadenkreuz.

3. Desgleichen beim Schießen (Flinte, Büchse, Kanone, Armbrust), beim Richten der Reihen.

4. Wie verfahren wir beim Aufsuchen leuchtender Körper? Wir verfolgen den Strahl in gerader Richtung.

5. Daß die Lichtstrahlen stets einen geraden Weg einschlagen, sehen wir an der optischen oder dunkeln Kammer (Camera clara, obscura, Leonardo da Vinci 1500). Dringen durch eine Wandöffnung in einen dunkeln Raum Lichtstrahlen, so entstehen auf der gegenüberliegenden Wand umgekehrte Bilder der Gegenstände, welche die Lichtstrahlen aussenden. Um eine optische Kammer im kleinen zu haben, verfertige man zwei walzenförmige oder viereckige Röhren aus Pappe, von denen sich, wie bei einem Fernrohre, die eine über die andere schieben läßt. Die weitere Röhre ist an ihrem vorderen Ende durch eine Pappscheibe verschlossen, die in der Mitte mit einer feinen Öffnung versehen ist. Das vordere Ende des engeren Rohres ist vorn mit geöltem Seidenpapier verschlossen. Die hinteren Enden beider Rohre sind natürlich offen. Richtet man die in einander geschobenen Rohre mit dem vorderen verschlossenen Ende auf ein Fenster, in dem sich vielleicht ein Kind aufgestellt hat, so erscheint auf dem Seidenpapiere des etwas zurückgezogenen inneren Rohres ein vollständiges verkehrtes Bild des Fensters (oben ist unten und rechts ist links — Bewegungen des Kindes im Fenster!). Daraus sehen wir, daß eine geradlinige Fortpflanzung und folglich Kreuzung der Lichtstrahlen stattfinden muß. Noch einfacher läßt sich die gleiche Wirkung erzielen, wenn man mittels einer Stopfnadel ein Loch in ein Kartenblatt sticht, dieses dann nahe (ungefähr 6 cm) vor die Flamme eines Lichtes hält und dahinter in einiger Entfernung ein auf Rähmchen gespanntes Stück geöltes Papier. Man kann darauf das umgekehrte verkleinerte Bild der Flamme auffangen.

**Gesetz.**

**Läßt man die von einem hellen Körper ausgehenden Lichtstrahlen durch eine enge Öffnung fallen, so kreuzen sie sich darin, und es erscheint hinter ihr das umgekehrte verkleinerte Bild des Körpers.**

Das Bild ist um so größer, je kleiner die Entfernung der Gegenstände und je größer die Entfernung der Bildfläche von der Öffnung ist; es ist um so deutlicher, je kleiner die Öffnung ist; aber in gleichem Maße nimmt, von einer gewissen Grenze an, die Helligkeit und mit ihr dann auch wieder die Deutlichkeit ab. Eine zu große Öffnung verwischt das Bild völlig ꝛc.

6. Die feinen Öffnungen zwischen den Blättern einer Baumkrone geben bei Sonnenschein kreisförmige oder elliptische Sonnenbilder auf dem Boden unter ihr. Runde Sonnenbilder hinter kleinen Öffnungen!

**NB.** Die Geschwindigkeit, mit der das Licht sich fortpflanzt, beträgt 40 000 Meilen oder 300 000 Kilometer in einer Sekunde, wie durch Beobachtungen und Versuche (zuerst durch den dänischen Astronomen Olaf Römer 1676) festgestellt worden ist. Sie ist also ungefähr eine Million mal so groß als die des Schalles.

1. Wie viel Zeit gebraucht das Licht, um vom Monde (50 000 Meil.), von der Sonne (20 Mill. Meil.) und vom Neptun (600 Mill. Meil.) zu uns zu kommen? Vom nächsten Fixstern kommt es in ungefähr 3 Jahren und vom Sirius in etwas über 13 Jahren an.

2. Welche Erscheinungen aus dem gewöhnlichen Leben zeigen uns die so sehr verschiedene Geschwindigkeit von Licht und Schall? Aufblitzen des Pulvers und Knall des Schusses; Blitz und Donner!

## 3. Der Schatten.

### Rätsel:

1.

Wenn du es jagst, so flieht es dich;
Wenn du es fliehst, so jagt es dich.

Der Schatten. Simrock.

2.

Du siehst es nur beim Sonnenschein;
Zu Mittag ist es kurz und klein;
Dann wächst's bis Sonnenuntergang
Und wird gar wie ein Baum so lang.

Der Schatten. Firmenich.

3.

Es geht was den Boden hin und trappt nicht.

Der Schatten. Dunger.

4.

Über was kann man nicht hinübergehen?
Um was kann man nicht herumgehen?

Der Schatten.

5.

Weder brennt es im Feuer, noch ertrinkt es im Wasser!

Der Schatten.

6.

Was ist ein reines Nichts und doch sichtbar?

Der Schatten.

7.

Einer kommt, zwei sieht man!

Der Schatten. Lettische Volksrätsel.

## I. Wesen und Entstehung.

### A. Erfahrung, Anschauung.

a) Die Sonnenstrahlen gehen durch die Scheiben, aber nicht durch die Rahmen der Fensterflügel; das zeigt uns das vom Sonnenlichte entworfene Bild auf dem Fußboden der Stube. An Stelle der Rahmen erblicken wir dunkle Streifen — Schatten.

b) Hält man ganz nahe hinter einen von der Sonne beschienenen Draht ein Stück weißes Papier, so erhält man einen ziemlich scharfen Schatten. Entfernt man den Draht vom Papiere, so wird der Schatten breiter und verschwommen. Mit zunehmender Breite des Schattens nimmt auch seine Schärfe ab, so daß er ganz verschwindet, wenn man den Draht 0,60—1 m weit vom Papiere entfernt. Der Kernschatten eines Stabes ist bei Sonnenlicht ungefähr 105 mal so lang als der Stab breit ist.

c) Halte eine undurchsichtige Kugel in die Sonnenstrahlen und beobachte auf einem dahinter befindlichen Schirme die Schattenbildung!

### B. Erklärung und Entwickelung.

### C. Gesetz.

**Den unbeleuchteten Raum hinter einem beleuchteten undurchsichtigen Körper nennen wir Schatten. Der Schatten ist eine Folge der geradlinigen Verbreitung des Lichtes. Der Raum, welcher gar kein Licht von der Lichtquelle erhält, wird Kernschatten genannt. Halbschatten ist der den Kernschatten umgebende Raum, der nur von einem Teile des leuchtenden Körpers Licht empfängt.**

**NB.** Den unbeleuchteten Teil des beleuchteten Körpers nennt man auch Eigenschatten zum Unterschiede von dem dahinter liegenden Schattenraume, und den auf eine Fläche oder anderen Körper fallenden Schattenraum den Schlagschatten.

1. Warum ist der Schatten, den eine hohe, schlanke Turmspitze auf den Boden wirft, verschwommen?

2. Warum ist der Schatten eines kleinen, hoch in der Luft schwebenden Vogels kaum noch sichtbar?

## II. Lage.

### A. Erfahrung, Anschauung.

Wiederhole obige Versuche und mache die Kinder auf die Lage des leuchtenden und beleuchteten Körpers im Verhältnis zum Schatten aufmerksam! Mache die Kinder auf die tägliche Bewegung des Schattens eines von der Sonne beschienenen Körpers aufmerksam (Lage des Schattens zu den verschiedenen Tageszeiten)! Bewege den leuchtenden und den beleuchteten Körper!

B. **Erklärung und Entwickelung.**

C. **Gesetz.**

**Der Schatten liegt stets in gerader Linie mit dem leuchtenden und beleuchteten Körper auf der vom Lichte abgewendeten Seite.**

D. **Anwendung.**

Darauf, daß sich der Schatten eines Körpers je nach dem Stande der Sonne im Laufe des Tages weiter bewegt, beruht die Einrichtung der Sonnenuhren. Sie bestehen aus einer mit der Weltachse gleichlaufenden Linie, die entweder durch einen Stab oder durch die obere Kante einer senkrechten Platte dargestellt ist und ihren Schatten auf eine wagerechte oder senkrechte Grundplatte wirft (Faustzeichnung!). Felsen, Bäume, Türme, Teile hoher Gebäude geben natürliche Sonnenuhren.

1. Wo habt ihr bei uns künstliche Sonnenuhren gesehen? An Gebäuden, Mauern, auf Säulen ꝛc. Wo natürliche?

2. In welcher Richtung liegen die Schatten zu den Körpern, die sie werfen, des Morgens, Mittags und Nachmittags?

3. Wo auf der Erde haben die Körper einen bald nach Norden, bald nach Süden fallenden Schatten?

4. Warum muß der Schatten eines Baumes, Turmes ꝛc. am Mittage am kürzesten sein?

## III. Gestalt und Länge.

A. **Erfahrung und Anschauung.**

a) Bei Sonnen- oder Kerzenschein halte eine kreisrunde Pappscheibe erst mit der breiten und dann mit der schmalen Seite gegen das Licht, desgleichen ein Buch! Eine Kugel wirft in jeder Stellung einen kreisrunden (eigentlich kegelförmigen) Schatten. Ändere die Entfernung des schattenwerfenden Körpers vom leuchtenden! Laß den schattenwerfenden Körper größer und dann kleiner als die Lichtquelle sein!

b) Beobachte die Länge deines eigenen oder des Schattens eines Baumes, Turmes ꝛc. des Morgens, Mittags und Nachmittags!

B. **Erklärung und Entwickelung.**

C. **Gesetze.**

a) Die Gestalt des Schattens hängt von der Gestalt, Größe und Stellung des schattenwerfenden Körpers ab. Sind beide kugelförmig und ist die Lichtquelle größer als der schattenwerfende Körper (Sonne und ihre Planeten), so hat der Kernschatten die Form eines Kegels, dessen Grundfläche

am schattengebenden Körper liegt (während der Halbschatten ein abgestumpfter Kegel ist, dessen kleinere Grundfläche am schattengebenden Körper liegt. Der Schlagschatten, den man auf einer senkrechten Fläche auffängt, bildet einen nach außen immer heller werdenden Kreis). Ist dagegen der leuchtende Körper kleiner als der schattenwerfende, so wächst der Schatten mit der Entfernung.

b) Je höher der leuchtende Körper über dem schattenwerfenden steht, desto kürzer, und je niedriger er steht, desto länger ist der auf einer Ebene aufgefangene Schatten.

## D. Anwendung, Übung.

1. Was für eine Gestalt kann der Schatten eines kreisrunden Brettes, eines Buches und der einer Kugel haben?

2. Welche Lage und Größe haben die Schlagschatten von Türmen, Bäumen ꝛc. zu den verschiedenen Tageszeiten? Welche Länge in den verschiedenen Jahreszeiten?

3. Warum ist in Schulzimmern, die nach Süden liegen, die Sonne im Winter weit lästiger als im Sommer? Sie steht tiefer, überstrahlt das ganze Zimmer.

4. Wie wechselt die Lage und Größe unseres Schattens, wenn wir auf eine mitten über einer Straße hängende Laterne zugehen und unter ihr hinschreitend, uns wieder von ihr entfernen?

5. Muß man eine recht große oder recht kleine Lichtflamme wählen, wenn man den Schattenriß (die Silhouette) einer Person an der Wand abnehmen will?

6. Muß die Person nahe an der Wand oder weit ab sitzen?

7. Wie hoch ist ein Turm, dessen Schatten 40 m lang ist, wenn ein daneben im Boden steckender Stab von 1 m Höhe einen Schatten von 60 cm Länge wirft?

8. Bei welchen Himmelserscheinungen finden die Gesetze über den Schatten ebenfalls Anwendung? Bei Sonnen- und Mondfinsternissen. Bei einer Sonnenfinsternis versperrt uns der Neumond das Licht der Sonne. Je nachdem dabei gewisse Gegenden der Erde von dem Kern- oder nur vom Halbschatten des Mondes getroffen werden, ist die Verfinsterung für sie mehr oder weniger stark. Bei einer Mondfinsternis tritt der Mond in den Schatten der Erde.

9. Was lernen wir daraus, daß bei den Sonnen- und Mondfinsternissen die Gestalt der Schlagschatten stets kreisrund erscheint, über die Gestalt der beteiligten Himmelskörper?

10. Welche Unterhaltung im Zimmer können uns die Schatten gewähren? Schattenspiele.

## 4. Die Stärke des Lichtes.

### A. Erfahrung, Anschauung.

a) Man untersuche, in welcher Entfernung von der Flamme eines Talglichtes, einer Stearinkerze, einer Petroleumlampe, einer Gasflamme man noch lesen kann! Bei Mondlicht zu lesen, ist schon schwierig, bei Sonnenlicht ist es leicht. Eine vom Drummondschen Lichte beleuchtete Kerzenflamme wirft einen Schatten.

b) Man lasse das Licht einer Kerzenflamme durch ein farbiges Glas fallen! Vergleiche die Stärke des Sonnenlichtes bei Nebel mit der an hellen Tagen! 2c.

c) Man stelle vor einen Stab (Bleistift) zwei brennende Kerzen, dahinter einen weißen Schirm (Bogen weißes Papier) und beobachte die Veränderung in der Schärfe der Schattenbilder, wenn die Entfernung der einen oder der anderen Flamme vom Stabe geändert wird! Man mache den Versuch mit einer Petroleumlampe und Kerze! Die Petroleumlampe muß, soll die Schärfe der Schatten gleich sein, weit zurückgezogen werden. Läßt man an Stelle der einen Kerze das Sonnenlicht treten, so kann man sogar sehen, wie die andere Kerzenflamme, von der Sonne beleuchtet, selbst Schatten wirft.

d) Laß auf eine Fläche die Sonnenstrahlen erst rechtwinkelig fallen, neige sie dann und beobachte dabei die abnehmende Größe des Schattens 2c.!

### B. Erklärung und Entwickelung.

### C. Gesetze.

**Die Stärke der Beleuchtung hängt von der Stärke der Lichtquelle und von der Durchsichtigkeit des Mittels, das die Lichtstrahlen zu durchdringen haben, ab und verringert sich mit der Zunahme der Entfernung von der Lichtquelle. Die Beleuchtung einer Fläche ist am stärksten, wenn sie von dem Lichte senkrecht getroffen wird; sie wird um so schwächer, je schräger die Lichtstrahlen auf sie fallen.**

**NB.** Den letzten Teil des ersten Satzes kann man schon durch Rechnung beweisen. Es muß dieser Satz wahr sein; denn die Lichtstrahlen gehen mit zunehmender Entfernung so auseinander, daß dieselbe Lichtmenge, wenn sie erst einen Quadratcentimeter beleuchtete, in doppelter Entfernung schon vier dergleichen und in dreifacher sogar 9 □cm zu beleuchten hat. Die Stärke der Beleuchtung kann darum dann nur $^1/_4$ und $^1/_9$ der ursprünglichen Stärke besitzen. Er läßt sich dies auch durch Zeichnung veranschaulichen. Mit der Beleuchtung hängt zugleich die Erwärmung zusammen.

### D. Anwendung, Übung.

1. Warum leuchtet der Mond nicht, wenn er mit der Sonne zugleich am Himmel steht?

2. Warum geschehen bei Nebel in London und ganz England so viele Unglücksfälle?

3. Warum trägt man bei Augenleiden graue oder blaue Brillen?

4. Warum versieht man die Lampen mit Bechern, Tellern und Glocken aus Milchglas?

5. Warum bringen wir an den Fenstern der Wohnzimmer Vorhänge an?

6. Warum gedeihen die Pflanzen an den Südhängen der Berge besser als an der Nordseite?

7. Warum schmilzt Schnee an Südhängen eher als auf der Ebene?

8. Warum liegen die Kurorte für Genesende oft an der Südseite der Gebirge? Alpen ꝛc.

9. Warum sind für die zweckmäßige Beleuchtung eines größeren Arbeitsraumes mehrere kleinere Lichtquellen in der Nähe der Arbeitenden vorteilhafter als eine einzige und große, aber von den Arbeitenden entfernt angebrachte?

## 5. Die Zurückwerfung des Lichtes.

### A. Erfahrung, Anschauung.

a) Sobald wir Licht in ein vorher finsteres Zimmer bringen, vermögen wir die darin befindlichen Gegenstände zu sehen. Sie müssen also von dem auf sie gefallenen Lichte einen Teil zurückwerfen (wie Wände, Felsen ꝛc. die Schallwellen). Es geschieht dies nach allen Seiten; denn wir vermögen die Körper von allen Stellen des erleuchteten Zimmers aus zu sehen. Die Oberfläche dieser Körper ist rauh.

b) In unserm Schulzimmer erblicken wir die schwarze Wandtafel, die grauen Wände und die weiße Zimmerdecke. Sie alle erhalten durch die Fenster das gleiche Licht und sind doch verschieden hell. Sie werfen also das Licht nicht in gleichem Maße zurück, manche mehr, manche weniger. Ein Teil des Lichtes wird stets zurückbehalten, er wird verschluckt. Was wird aus dem verschluckten Lichte?

c) Wenn wir im Sonnenscheine Läppchen von verschiedenfarbigem Tuche auf Schnee oder Eis legen, so schmilzt unter ihnen der Schnee oder das Eis um so mehr, je dunkler das einzelne Läppchen ist.

d) Man lasse am Fenster auf ein Blatt glattes weißes Papier Sonnenstrahlen fallen und beobachte dabei zuerst das darunter liegende Fensterbrett (es zeigt einen hellen Schein) und dann, während man das Blatt nach dem Zimmer hin in verschiedenen Richtungen neigt, die nicht von der Sonne beschienenen Wände des Zimmers (es zeigt sich mitunter ein heller Schein auf der Zimmerwand, welcher die Fläche des Papieres zugewendet ist)! Dasselbe versuchen wir mit einem Spiegel! Seine Fläche wirft die Lichtstrahlen in einer Richtung zurück. Die Fläche des Spiegels ist poliert. Einfluß dieses Lichtes auf das Auge. Es blendet!

## B. Erklärung und Entwickelung.

## C. Gesetze.

Fällt das Licht auf Körper mit rauher Oberfläche, so strahlt es meist nach allen Seiten von ihnen zurück; es wird **zerstreut**, und die Körper werden dadurch sichtbar.

Die Körper geben jedoch nur einen Teil des empfangenen Lichtes zurück, das übrige nehmen sie in sich auf; sie **verschlucken** es.

Das von den Körpern verschluckte Licht wird in Wärme umgewandelt.

Fällt aber das Licht auf Körper mit sehr glatter (polierter) Oberfläche, so strahlt es in einer bestimmten Richtung zurück; es wird **zurückgeworfen**.

Für unser Auge ist das zerstreute Licht am wohlthätigsten.

## D. Anwendung, Übung.

1. Welcher Unterschied ist dem Grade nach zwischen dem Lichte, das die Körper erhalten, und dem, das sie zerstreuen? Dieses ist schwächer als jenes.

2. Warum sieht die Öffnung eines Kellers (Zimmers) von außen schwarz (dunkel), von innen aber hell aus?

3. Warum erscheinen uns die Zimmer mit dunkel gefärbten Wänden (trotz der gleich großen Fenster) minder hell als die mit hellgefärbten Wänden?

4. Aus welcher Erscheinung sehen wir, daß auch die Luft das Licht zerstreut? Aus der Morgen- und Abenddämmerung. Vor dem Auf- und nach dem Untergange der Sonne empfangen die oberen und die nach der Sonne zu gelegenen Luftschichten noch Sonnenstrahlen, und diese samt den in ihnen enthaltenen Staub- und Wasserteilchen und Wolken teilen von diesem Lichte den untern Luftschichten mit. Je reiner also die Luft ist, desto kürzer ist die Dämmerung. Dies ist auch ein Grund mit dafür, daß unter dem Äquator die Dämmerung so kurz ist.

5. Warum tragen wir in sonnigen Jahreszeiten und Gegenden Kleider in hellen und an trüben und kalten Tagen solche in dunklen Farben?

6. Warum schmilzt der Schnee bei Sonnenschein an der Sonnenseite dunkler Stämme, Felsen und Erdschollen stets zuerst?

7. Woraus sieht man, daß die Spiegel doch nicht alles Licht in einer Richtung zurückwerfen? Sie würden sonst von den anderen Seiten aus nicht sichtbar sein.

8. Warum sehen wir die Oberfläche der Spiegel- und Fensterscheiben undeutlich?

9. Warum würde man vollkommene Spiegel gar nicht als Körper wahrnehmen?

---

## 6. Die Spiegel überhaupt, die Spiegelbilder des ebenen Spiegels.

### Rätsel:

1.

Ick weit en Ding,
Hett vier Ecken,
Dor kann ein Ap den annern seihn.

Der Spiegel. Gillhoff.

2.

't wist jedem en anner Gesicht und
hett doch gor kein; wat is dat?

Der Spiegel. Gillhoff.

3. Ein Bocksauge an der Wand.

Der Spiegel. Lettisches Volksrätsel.

## I. Der Spiegel überhaupt.

### A. Erfahrung, Anschauung.

Vorbemerkung. Geglättete, glänzende Flächen werfen die Lichtstrahlen zurück (s. o.). Auf glatten Flächen haben die nebeneinander liegenden Teilchen eine und dieselbe Richtung; daher werden die auf kleinere Flächenteile fallenden Strahlen in derselben Lage gegeneinander zurückgeworfen, wie sie aufgetroffen sind.

a) Bei Auf- und Untergang der Sonne sehen wir nicht selten, wenn wir die Sonne im Rücken haben, in weiter Ferne die Fenster eines Gebäudes, den Knopf oder die Wetterfahne eines Turmes hell erglänzen. Ebenso erglänzen im Sonnenlichte Wasser- und Eisflächen, Metall- und Porzellanstücke; sie werfen das Licht in großer Menge zurück und werden deshalb Spiegel genannt.

b) Wir stellen einen kleinen Spiegel (ein Stück Spiegelglas) frei auf das Fensterbrett oder auf einen in der Nähe des Fensters stehenden Tisch, so daß er von den Sonnenstrahlen in schräger Richtung getroffen wird. Die Spiegelfläche zeigt ebenfalls einen starken Glanz, und an der gegenüberliegenden Wand oder an der Decke des Zimmers entsteht ein heller Fleck. Wir beweisen durch das Vorhalten eines Buches, daß er von der Zurückwerfung der Strahlen des Spiegels herrührt. Wir lassen sowohl die Richtung der Lichtstrahlen, die den Spiegel treffen, als auch die derjenigen, welche vom Spiegel ausgehen, im allgemeinen angeben. Es ist dabei zu beachten, daß bei genügender Entfernung des Spiegels eine kreisrunde helle Scheibe (Bild der Sonne) entsteht. Es ist dabei ganz gleich, welche Form die Spiegelöffnung hat.

c) Wir erinnern die Kinder an die Bilder, die sie von ihren Gesichtszügen auf Glaskugeln, runden, hohlen Metallflächen, Holz- oder Hornknöpfen, Küchengeschirren erhielten und lassen sie mit denen von ebenen glatten Flächen vergleichen.

d) Wir setzen einen Winkelmesser (Transporteur) so auf den Spiegel, daß der Sonnenstrahl an seiner Seite entlang verläuft und

in seinem Mittelpunkte auf den Spiegel trifft. Wir zeichnen die ebene Spiegelfläche und die Strahlen (durch Striche) an die Wandtafel. Wir vergleichen auch die Zurückwerfung des Schalles.

### B. Erklärung und Entwickelung.

### C. Gesetze.

**Glatte, glänzende Flächen werfen die Lichtstrahlen fast in derselben Ordnung und Stärke zurück, wie sie diese empfangen. Es entstehen dadurch Bilder von den vor ihnen befindlichen Gegenständen. Man nennt diese glatten, glänzenden Flächen Spiegel. Ebene Spiegelflächen erzeugen Bilder, die den Gegenständen ähnlich sind; krumme Flächen vergrößern, verkleinern oder verzerren die Bilder.**

**Die Lichtstrahlen werden durch die Spiegelfläche so zurückgeworfen, daß der zurückgeworfene Strahl mit der Spiegelfläche einen ebenso großen Winkel bildet wie der einfallende Strahl. Beide Strahlen bleiben dabei in derselben, auf dem Spiegel senkrechten Ebene.**

### D. Anwendung, Übung.

1. Natürliche Spiegel: Das Sehloch des menschlichen und tierischen Auges, Oberflächen von Flüssigkeiten, Wassertropfen, Eisflächen und -nadeln, Kristallflächen, Oberfläche des Quecksilbers.

2. Künstliche Spiegel: Polierte oder lackierte Holz-, polierte Glas-, Horn-, Papier-, Metallflächen, vergoldete Turmknöpfe, lackiertes Leder, gewichstes Schuhwerk, glasierte Topf- und Porzellanwaren 2c.

3. Künstliche Spiegel verfertigte man schon im Altertum aus Metall (Kupfer, Bronze, Silber, Gold) und versah sie mit Handgriffen. Um sie aber gegen das Verbiegen zu sichern, mußte man sie ziemlich dick anfertigen, dadurch wurden sie nicht nur sehr schwer, sondern auch teuer. Außerdem litten einige unter ihnen durch die Berührung mit der Luft. Jetzt macht man die Spiegel meist aus Glas, das man auf der Rückseite mit einem Überzuge von Zinnamalgam (Zinn mit Quecksilber) oder Silber versieht, welchen Belag man dann noch durch Lackieren schützt. Neuerdings läßt man auf chemischem Wege eine dünne Silberschicht auf der Rückseite der Glasplatte niederschlagen. Will man selbst einen Spiegel anfertigen, so breite man auf einem glatten mit erhöhter Randleiste versehenen Brettchen (Teller) ein etwa 5 cm im Quadrat großes Stanniolblättchen (Zinnfolie) aus und gieße darauf vorsichtig soviel Quecksilber, daß es etwa 2 mm hoch damit bedeckt ist. Das Quecksilber ist nötig; denn das Zinn zeigt, wenn es auch noch so sorgfältig gewalzt ist, doch immer noch kleine Unebenheiten, die wir freilich mit dem bloßen Auge nicht sehen können. Diese beseitigt das Quecksilber und löst zugleich das Zinn auf. Darauf nehme man ein etwas kleineres Glasplättchen, drücke es behutsam auf diese Schicht und beschwere es. Hebt man nun nach etwa 24 Stunden die Glasplatte

auf, so haftet auf ihrer Rückseite eine Schicht Amalgam fest auf dem Glase, während das überflüssige Quecksilber abläuft. Diese Schicht ist der eigentliche Spiegel; denn das Glas bildet nur den schützenden Überzug. Eine so belegte Glasplatte bildet eigentlich zwei Spiegel. Man sieht dies besonders deutlich, wenn man eine geschliffene Glasplatte zur Herstellung des Spiegels benutzte. Ein Teil der auffallenden Lichtstrahlen wird nämlich schon von der vorderen Fläche der Glasscheibe zurückgeworfen und giebt ein erstes, allerdings schwaches Bild. Der größte Teil des Lichtes aber dringt bis auf den Metallspiegel hindurch und wird dort vollständig zurückgeworfen, so daß er ein kräftiges Bild erzeugt, dem gegenüber das andere meist übersehen wird.

4. Beobachte die verzerrten Bilder, die an glasierten Krügen, polierten Friesen, Kannen ꝛc. entstehen!

## II. Die Bilder des ebenen Spiegels.

### A. Erfahrung und Anschauung.

a) Beobachten wir unser Bild im Spiegel! Es ist genau so groß wie wir selbst und gleicht uns auch sonst; doch erscheint es soweit hinter dem Spiegel, als wir vor ihm stehen. Gehen wir einen Schritt zurück, so thut es das Bild auch. Gehen wir jedoch nach rechts, so geht das Bild nach links. Heben wir den rechten Arm, so hebt das Bild den linken. Dies muß so sein; denn alle Lichtstrahlen, die von einem leuchtenden Punkte ausgehen, werden ja genau unter dem gleichen Winkel zurückgeworfen, unter dem sie auffallen (s. o.!). Sie müssen darum in ihrer Verlängerung sich in einem Punkte vereinigen, der genau so weit hinter dem Spiegel liegt, als der die Strahlen aussendende Körper sich vor ihm befindet. Die zurückgeworfenen Strahlen, die in das Auge gelangen, machen darum den Eindruck, als ob sie von jenem Vereinigungspunkte hinter dem Spiegel herkämen; denn unser Auge sucht den Gegenstand in der Richtung der Strahlen ꝛc. Durch Zeichnung zu veranschaulichen! Dieselben Versuche macht man auch vor dem senkrecht stehenden Spiegel mit einem kleinen Körper (Federhalter, Kreuz ꝛc.), den man senkrecht nach oben und unten und wagerecht hält, vor-, rück- und seitwärts neigt. Das Bild entspricht stets der Stellung des Körpers, nur die Seiten sind auch hier vertauscht. Desgleichen vor einem wagerecht liegenden Spiegel. Hier giebt ein senkrecht stehender Körper ein Bild, das verkehrt (auf dem Kopfe) steht.

b) Stelle diese Versuche vor einem Spiegel, der um die Hälfte eines rechten Winkels auf- oder abwärts geneigt ist, an! Aufrechte Körper erscheinen liegend und liegende aufrecht.

c) Stelle zwei Spiegel mit ihren Flächen gleichlaufend senkrecht einander gegenüber und zwischen sie eine angezündete Kerze! Schaut

man in den einen oder andern, so erblickt man eine ganze Reihe hintereinander stehender Bilder. Ein Spiegel wirft dem andern sein Bild zu (Lichtecho!). Es müßten eigentlich unzählige Bilder entstehen. Warum?

d) Man stelle zwei Spiegel unter einem Winkel (90, 75, 60, 45, 36, 30°) gegeneinander und bringe einen Körper zwischen ihre Flächen. Man erblickt um so mehr Bilder, je kleiner der Winkel ist. (Genau: so viel Bilder, so oft die Größe des Winkels in 360° enthalten ist, weniger 1, $\frac{360}{n}$ —1!)

## B. Erklärung und Entwickelung.

## C. Gesetze.

a) In einem ebenen, senkrecht stehenden Spiegel ist das Spiegelbild seinem Gegenstande vollkommen gleich, nur die Seiten sind vertauscht. Es erscheint gerade so weit hinter dem Spiegel, als der Gegenstand vor dem Spiegel sich befindet. Rechtsliegende Gegenstände werden links vom Spiegel in diesem gesehen, links liegende dagegen rechts.

b) In einem unter 45° geneigten Spiegel erscheinen aufrechte Gegenstände liegend und liegende aufrecht.

c) Gleichlaufende Spiegel geben sehr viele, aber immer schwächer werdende Bilder.

d) Winkelspiegel geben um so mehr Bilder, je kleiner ihr Winkel ist.

## D. Anwendung, Übung.

1. Warum geben glatte ebene, aber unpolierte Körper kein Bild? Weil sie eine Menge kleiner Unebenheiten besitzen, welche die Strahlen unregelmäßig zurückstrahlen oder zerstreuen. Sie vermögen sich nicht wieder zu vereinigen, und wir sehen anstatt des Bildes den beleuchteten Gegenstand vor uns.

2. Warum kann man, wenn man einen Gegenstand dicht an die Spiegelscheibe hält, aus der Entfernung des Bildes von ihm auf die Dicke der Spiegelscheibe schließen?

3. Wie probiert man die Reinheit des Glases eines Spiegels? Man legt z. B. die Hand dicht an das Glas; wenn das Spiegelbild der Hand in Gestalt und Farbenton vollständig gleich ist, dann ist die Scheibe klar ꝛc.

4. Warum wirken die geöffneten Fensterflügel in Schul- und anderen Zimmern oft störend? Sie werden durch den dunkeln Hintergrund zu Spiegeln, und das von ihnen zurückgeworfene Licht blendet die Augen.

5. Inwiefern sind unsere Glasspiegel doch Metallspiegel?

6. Warum muß man sich erst besonders darauf einüben, vor dem Spiegel sich selbst die Haare zu schneiden, sich zu rasieren ꝛc.?

7. Warum sieht man in einem Gewässer das Bild der am Rande befindlichen Körper umgekehrt?

8. Wie kann man an einer an dem Ufer eines Gewässers aufgerichteten Säule (Mauer 2c.) erkennen, daß sie senkrecht steht, ohne das Lot anzuwenden?

9. Warum werden in einem Guckkasten die auf seinem Boden wagrecht liegenden Bilder aufrecht gesehen?

10. Warum ist das Spiegelbild von Geschriebenem und Gedrucktem ohne besondere Übung unleserlich? Wie muß man es schreiben oder drucken, damit es sofort lesbar sei? Verkehrt von rechts nach links (Spiegelschrift der Graveure!).

11. Wodurch beobachten manche Leute, am Fenster sitzend, ohne sich herauszuneigen, das Treiben auf der Straße oder vor ihrer Thür? (Winkelspiegel, sogenannte Fensterspione, um unliebsamen Besuch 2c. zu bemerken und dann abweisen zu lassen.)

12. Wie können Kaufleute, von einem neben dem Laden befindlichen Zimmer aus, die im Laden befindlichen Personen genau beobachten?

13. Ebenso beobachten die Aufseher im Königlichen grünen Gewölbe zu Dresden beim Vorzeigen der Schätze dieser Sammlungen die Fremden durch dazu angebrachte Spiegel.

14. Warum hat man in Kleidergeschäften so große Spiegel? Wenn jemand in einem ebenen Spiegel seine ganze Gestalt (von Kopf bis zu den Füßen) betrachten will, so muß der Spiegel wenigstens halb so groß wie die Person sein, wenn er senkrecht steht.

15. Welcher Täuschung ist man ausgesetzt, wenn die Rückwand eines Geschirr- (oder anderen)schrankes aus Spiegelglas besteht?

16. Wie benutzen Goldarbeiter (Uhrmacher 2c.) ebene Spiegel, um den Inhalt ihrer Schaufenster reichhaltiger erscheinen zu lassen? Spiegel an der Rück- und an den Seitenwänden.

17. Wie oft sehen wir einen Gegenstand zwischen zwei Winkelspiegeln, wenn diese unter einem Winkel von $90^0$ ($60^0$) gegeneinander stehen? Vier-(sechs)mal, den Gegenstand selbst mitgezählt.

18. Auf den Erscheinungen der Winkelspiegel beruht das Kaleidoskop (Schönseher von Brewster, sprich: Bruster, 1817). Man kann es in Spielwarenhandlungen kaufen. Will man es selbst anfertigen, so fügt man in einer Papprohre zwei Spiegelstreifen unter einem Winkel von $60^0$ der Länge nach zusammen und schließt die Röhre an der einen Seite (einige Millimeter vor ihrem Ende) mit einem reinen runden Glase, das von einem Draht- oder Pappringe festgehalten wird. An der anderen Seite schließt man die Röhre mit einer Decke, die nur eine Öffnung von höchstens $^1/_2$ cm hat. Das vordere Ende verschließt man dann, nachdem man noch einige buntfarbige Glassplitter vor das Glas gebracht hat, mit einer Blechkapsel, in die eine matt geschliffene Glasscheibe eingesetzt ist. Es leistet nebst

dem von Debus (1860) erfundenen Debusskop den Musterzeichnern beim Erfinden neuer Muster die besten Dienste.

19. Warum erblickt man in einem Kaleidoskop beim Schütteln sich beständig verändernde sternförmige Figuren?

20. Warum entstehen zwischen zwei gleichlaufenden Spiegeln nicht unzählige Bilder?

## 7. Der Spiegel mit krummen Flächen.

### I. Der Hohlspiegel.

#### A. Erfahrung, Anschauung, Erklärung.

Vorbemerkung. Als Lehrmittel bediene man sich des Hohlspiegels einer Wandlampe, oder man fertige einen solchen aus einem Uhrglase, dessen erhabene Seite man mit Tinte oder Ruß schwärzt oder auch mit schwarzem Papiere oder schwarzem Siegellack überzieht. Im letzten Falle kann man auch mit Siegellack einen Kork als Handgriff daran befestigen. Ein Hohlspiegel ist ein Stück einer polierten Kugelfläche. Es ist im Verhältnis zur ganzen Kugelfläche klein. Ein Strahl, der von dem Mittelpunkte der Kugel (dem geometrischen Mittelpunkte) nach der Mitte des Spiegels (dem optischen Mittelpunkte) geht, (also die Mitte des Spiegels rechtwinkelig trifft), heißt seine Achse.

a) Man richte den Hohlspiegel so gegen die Sonne, daß deren Strahlen gleichlaufend mit der Achse auffallen. Sie werden zurückgeworfen. Man bringe einen sehr schmalen Papierstreifen in die zurückgeworfenen Strahlen. Es zeigt sich ein heller Kreis. Man entferne das Papier so weit, daß der Kreis als Punkt erscheint. Wenn der Spiegel stark genug wirkt, so wird das Papier erst braun und entzündet sich dann. Wenn wir unsre Hand an die Stelle des Papiers bringen, so fühlen wir einen brennenden Schmerz. — Die gleichlaufend mit seiner Achse auf den Spiegel fallenden Strahlen werden so zurückgeworfen, daß sie alle in einem Punkte zusammentreffen. Dieser Punkt liegt in der Achse des Spiegels, je nach dem Grade der Krümmung seiner Fläche näher oder ferner, immer aber zwischen dem Mittelpunkte der Kugel und dem des Spiegels. Da alle Strahlen hier vereinigt werden, so ist nicht nur die Beleuchtung, sondern auch die Erwärmung sehr stark. Der Punkt wird darum Brennpunkt und seine Entfernung vom Mittelpunkte des Spiegels Brennweite genannt (Zeichnung!).

b) Machen wir den umgekehrten Versuch! Wir stellen eine Kerze so vor dem Hohlspiegel auf, daß die Flamme ungefähr in den Brennpunkt zu stehen kommt. Der Raum vor dem Spiegel wird hell erleuchtet. Jetzt werden die von dem Brennpunkte aus auf den Spiegel fallenden Strahlen gleichlaufend mit der Achse zurückgeworfen (Zeichnung!).

c) Bringen wir die Kerzenflamme dem Spiegel näher, so daß sie zwischen ihm und dem Brennpunkt steht! Ihr Bild (subjektives,

geometrisches) erscheint im Spiegel vergrößert und aufrecht; dasselbe gewahren wir von uns, wenn wir von dieser Entfernung aus in den Spiegel schauen.

d) Stellen wir die Flamme einige Meter von einer hellen Wand auf, halten den Spiegel in ihre Nähe und gehen mit ihm langsam von ihr zurück, bis die Flamme sich ein wenig jenseit des Brennpunktes befindet. Es erscheint auf der Wand (jenseit des geometrischen Mittelpunktes = des Mittelpunktes der Kugel, zu deren Innenfläche der Spiegel gehört) ein umgekehrtes, vergrößertes Bild der Flamme, das man auffangen kann. Ist der Hohlspiegel ziemlich groß (vielleicht im Durchmesser von mindestens $^1/_2$ m), so wird das Bild auch in der Luft frei schwebend sichtbar (objektives, physisches, wirkliches oder Luftbild).

e) Stellen wir endlich die Flamme ein oder einige Meter (je nach der Größe des Spiegels) vom Spiegel entfernt auf, so werden wir ein umgekehrtes, aber verkleinertes Bild etwas jenseits des Brennpunktes (zwischen Brennpunkt und geometrischem Mittelpunkte) wahrnehmen. Auch dieses Bild läßt sich auffangen (ist objektiv 2c.).

## B. Gesetze.

**a) Wenn die Sonnenstrahlen gleichlaufend mit der Achse auf die Fläche des Hohlspiegels fallen, so werden sie so zurückgeworfen, daß sie alle in einem Punkte zusammentreffen, den man Brennpunkt nennt. Seine Entfernung vom Mittelpunkte des Spiegels wird Brennweite genannt. Der Hohlspiegel dient in diesem Falle als Brennspiegel.**

**b) Befindet sich ein leuchtender Körper im Brennpunkte, so werden alle Lichtstrahlen gleichlaufend mit der Achse des Spiegels zurückgeworfen. Der Hohlspiegel dient dann als Beleuchtungsspiegel.**

**c) Wenn sich aber der Körper ganz in der Nähe des Spiegels** (innerhalb der Brennweite) **befindet, so entsteht ein aufrechtes, vergrößertes** (subjektives) **Bild im Spiegel. Der Hohlspiegel ist dann ein Vergrößerungs-** (Vexier-) **spiegel.**

**d) Befindet sich der Körper etwas jenseits des Brennpunktes, so entsteht in der Ferne** (jenseits des geometrischen Mittelpunktes) **ein umgekehrtes vergrößertes Bild, das sich auffangen läßt** (objektives Bild, Zauberspiegel).

**e) Von einem entfernten Körper entsteht ein umgekehrtes verkleinertes Bild in der Nähe des Brennpunktes** (zwischen Brennpunkt und geometrischem Mittelpunkte), **das sich ebenfalls auffangen läßt** (objektives Bild).

## C. Anwendung, Übung.

1. Warum führen die Hohlspiegel den Namen Sammel- oder Brennspiegel? Man kann mit ihrer Hilfe, wenn man sie gegen die Sonne richtet, brennbare Körper entzünden (Archimedes in Syrakus, 213 v. Chr.!).

2. Warum werden die Hohlspiegel auch Vexierspiegel genannt?

Leute, die man ahnungslos hineinschauen läßt, erschrecken vor ihrem vergrößerten Bilde.

3. Wo dienen die Hohlspiegel als Beleuchtungsspiegel? Wand- (Küchen-, Haus-), Weber-, Wagen-, Lokomotivlampen 2c.

4. Inwiefern haben die Hohlspiegel eine große Bedeutung für die Schiffahrt? Sie werden seit Ende des vorigen Jahrhunderts als Scheinwerfer auf Schiffen und besonders auf Leuchttürmen verwendet, um den Schiffern in der Nacht die Nähe des Festlandes und den Weg zum Hafen zu zeigen. In der sogenannten Laterne dieser Türme sind Lampen aufgestellt, deren Licht (Lampen- oder elektrisches) durch Hohlspiegel (Scheinwerfer) weit hinaus aufs Meer geworfen wird. Durch Drehung der Lampen oder eines Schirmes geschieht dies bei jedem Leuchtturme in bestimmten, den Schiffern genau bekannten Zwischenräumen (Blickfeuer), woran diese dann die an einer und derselben Küstenstrecke befindlichen Leuchttürme voneinander unterscheiden.

5. Warum führen die Hohlspiegel den Namen Zauberspiegel? Taschenspieler lassen mit Hilfe großer Hohl- und Winkelspiegel Personen oder Gegenstände (auf einem Glase Wasser einen Blumenstrauß 2c.) erscheinen (Zaubervorstellungen). Es sind dies die Bilder stark erleuchteter Gegenstände oder Personen, die durch große Hohl- und Winkelspiegel auf eine bestimmte Stelle geworfen werden.

6. Warum gebraucht man wohl kleinere Hohlspiegel als Rasierspiegel? Lichtstärke, deutliche Bilder!

## II. Der erhabene Spiegel.

### A. Erfahrung, Anschauung, Erklärung 2c.

Vorbemerkung. Erhabene Spiegel kann man sich ebenfalls aus einem Uhrglase leicht selbst verfertigen. Jeder erhabene Spiegel ist ebenfalls ein Stück einer (auswendig) polierten Kugelfläche.

In welche Entfernung man auch die Körper vor derartige Spiegel bringt, sie geben stets aufrechte und verkleinerte Bilder, die um so kleiner werden, je weiter sich der Gegenstand vom Spiegel entfernt.

### B. Gesetz.

**Erhabene Spiegel geben stets aufrechte und verkleinerte Bilder der Gegenstände, die um so kleiner werden, je weiter sich der abgebildete Gegenstand vom Spiegel entfernt.**

### C. Anwendung, Übung.

1. Warum werden die erhabenen Spiegel auch Zerstreuungsspiegel genannt?

2. Weshalb kann man sie Verkleinerungsspiegel nennen?

3. In welchem Falle dienen sie als Landschaftsspiegel? Als in Gärten oder Anlagen aufgestellte spiegelnde Glaskugeln. Innerer Überzug durch schwarzen Eisenlack, schwarzen dünnen Firnis oder

Metall (eine Mischung von gleichen Teilen Blei, Zinn und Wismut geschmolzen, die graugelbe Oxydschicht abgenommen, der Mischung $^2/_3$ des Gewichtes Quecksilber zugesetzt und in die getrocknete, erwärmte Kugel gegossen und wie vorher der gleichmäßigen Verteilung halber geschwenkt).

4. Welche Gegenstände wirken wie erhabene Spiegel? Dunkel gefärbte Glasflaschen, Knöpfe an Kleidern und Hausgeräten, Kugeln der Thermometer und Barometer, Außenflächen der Löffel, glasierter Krüge, metallener Gefäße, die Hornhaut des menschlichen und tierischen Auges ꝛc. ꝛc.

**NB.** In der Heilkunde finden die Spiegel Anwendung als Augen-, Ohren- und Kehlkopfspiegel.

## 8. Die Brechung des Lichtes.

### A. Erfahrung, Anschauung, Erklärung ꝛc.

a) 1. Man lasse die Sonnenstrahlen rechtwinkelig auf ein mit Wasser gefülltes Glas fallen, sie gehen in gleicher Richtung weiter.

2. Man stelle ein leeres Wasserglas in die Sonne und vor dieses einen Streifen blaues Papier, so daß dessen Schatten gerade über den ganzen Boden des Glases hin sich erstreckt! Darauf gieße man Wasser in das Glas! Der Schatten bedeckt jetzt nicht mehr die ganze Bodenfläche (schöner gelingt der Versuch, wenn man an die Stelle des Wasserglases einen Glaswürfel stellen kann. Keppler 1611!). Die Sonnenstrahlen fallen in schräger Richtung aus der Luft in das Wasser (aus einem Körper [Mittel] in den andern); sie werden von ihrem geraden Wege abgelenkt, gebrochen.

b) Wir stellen eine Schüssel auf einen Tisch und schauen aus einiger Entfernung schräg auf ihren Boden! Wir gießen Wasser hinein, und sie erscheint uns flacher, ihr Boden gehoben. Befindet sich etwa eine gemalte Blume auf ihrem Boden, so stellen wir uns so, daß, solange die Schüssel leer ist, der Rand beim Hineinschauen die Blume für unser Auge verdeckt. Gießen wir Wasser hinein, so wird die Blume über dem Rande sichtbar. Den gleichen Versuch können wir auch mit einem auf dem Boden der Schüssel liegenden Geldstücke anstellen (Snell!). Schauen wir senkrecht von oben in die Schüssel, so sehen wir alles am gehörigen Orte. Im ersten Falle gingen die Lichtstrahlen von dem Boden der Schüssel (der Blume, der Münze) nur schräg durch die Luft, sodann, als Wasser eingegossen wurde, in schräger Richtung durch das Wasser (den dichteren Körper, das dichtere Mittel) in die Luft (den dünneren Körper ꝛc.). Ziehen wir eine Senkrechte auf den Punkt, an dem der Strahl aus einem Mittel in das andere übergeht, so heißt diese das Einfallslot. In dem Versuche a 2 gehen die schrägen Lichtstrahlen aus der Luft (dem

dünneren Mittel) in das Wasser (das dichtere) über, und sie werden nach dem Einfallslote zu gebrochen. In dem Versuche b werden die Strahlen vom Einfallslote weg gebrochen. Wir sehen aber alles in der Richtung des letzten Teiles des Strahles.

### B. Gesetze.

**a) Wenn die Lichtstrahlen aus einem durchsichtigen Körper in einen anderen übergehen und dabei die Fläche des zweiten in senkrechter Richtung treffen, so gehen sie in gerader Richtung weiter. Treffen sie aber in schräger Richtung darauf, so werden sie von ihrem geraden Wege abgelenkt und gebrochen.**

**b) Gehen die Lichtstrahlen dabei aus einem dichteren Mittel in ein weniger dichtes über, so werden sie von dem Einfallslote weg gebrochen; gehen sie aber in ein dichteres über, so werden sie nach ihm zu gebrochen.**

### C. Anwendung, Übung.

1. Warum erscheint ein schräg ins Wasser gestellter gerader Stab (Bleistift) nach oben geknickt oder gebrochen? Warum ist das nicht der Fall, wenn man ihn senkrecht ins Wasser stellt? Das Gleiche siehe an Rudern 2c.

2. Warum erscheinen uns klare Gewässer (Teiche, Seen, Flüsse 2c.), deren Grund wir sehen können, flacher, als sie wirklich sind?

Vorderer Teil des Königsees! In den klaren Gewässern der heißen Zone ist die durch Brechung hervorgebrachte Täuschung so bedeutend, daß man meint, Meerespflanzen, die so weit unter dem Wasserspiegel wachsen, daß man sie mit den längsten Rudern noch nicht berühren kann, mit den Händen greifen zu können. Diese Erscheinung kann auch zu Unglück beim Baden Veranlassung werden.

3. Warum erscheinen uns Gefäße (Fässer, Eimer 2c.) die mit klaren Flüssigkeiten gefüllt sind (besonders von der Seite gesehen), flacher als gleich große leere?

Kinder täuschen sich oft, wollen hineingefallene Gegenstände herausholen und streifen die Ärmel nicht hoch genug auf 2c.

4. Warum ist es unsicher, Fische von der Seite zu stechen oder zu schießen?

Wir sehen sie in dieser Richtung nicht genau an dem Orte, an dem sie stehen. Man muß beim Schießen etwas darunter zielen. Man sticht sie auch meist von oben.

5. Warum erscheint ein geradlinig begrenzter Streifen Papier, der so unter ein mit Wasser gefülltes (geschliffenes) Glas gelegt wird, daß er nicht ganz bis zu der dem Beobachter abgewendeten Seite des Bodens reicht, unter dem Glase gehoben, sobald man schräg hineinschaut (das seitwärts über das Glas hinaus reichende Papier verändert seine Lage nicht)? Schaut man senkrecht hinein, so erscheint er da, wo er wirklich ist.

6. Warum erblickt man die nicht über uns (im Zenith) stehenden Himmelskörper höher, als sie in Wirklichkeit stehen?

Ihre Strahlen erleiden auf dem Wege zur Erde durch die immer dichter werdenden Luftschichten eine Ablenkung. Wir erblicken daher die Gestirne schon, ehe sie wirklich über den Horizont treten und noch einige Zeit nach ihrem Untergange unter den Horizont (Atmosphärische Strahlenbrechung!). Die Strahlenbrechung tritt auch bei entfernten irdischen Gegenständen ein (terrestrische Strahlenbrechung!) und macht Gegenstände sichtbar, die unter dem Horizonte liegen. So sieht man in Ostfriesland in der Nähe von Wittmund (etwa 12 km von der Küste) mitunter die Dünen der Insel Spiekeroog, bei Saßnitz auf der Insel Rügen nicht nur den drei Seemeilen entfernten Badeort Göhren, sondern auch die 24 Seemeilen entfernte Insel Greifswalder Oie, bei Hastings an der englischen Südostküste die 12 Meilen entfernte französische Küste und von einer Anhöhe bei Reggio in Unteritalien die sizilianische Küste mit Teilen von Messina. An den norddeutschen Meeren bezeichnet man das Erscheinen sonst unsichtbarer Küsten mit dem Namen Kimmung. Da aber solche Erscheinungen einem raschen, zauberhaften Wechsel unterworfen sind, schrieb man sie früher einer Fee, der Fata (Fee) Morgana zu und bezeichnet auch jetzt häufig derartige Erscheinungen mit diesem Namen.

7. Warum scheinen Gegenstände zu zittern, wenn wir sie über ein durch die Strahlen der Sonne stark erhitztes Dach hinwegsehen?

Weil infolge der Erhitzung ungleich dichte Luftschichten über dem Dache entstehen, die in Bewegung geraten, so daß die durch sie hindurchgehenden Strahlen bald mehr, bald weniger gebrochen werden und daher in beständig wechselnden Richtungen in unser Auge gelangen. Dieses sieht nun die Gegenstände selbst beständig ihren Ort wechseln und erhält dadurch den Eindruck des Zitterns.

8. Warum sehen wir durch eine ebene Glasscheibe (Fensterscheibe) die Gegenstände nicht gebrochen und auch nicht merklich verschoben oder verzerrt?

Die Lichtstrahlen werden zwar beim Eintritte in die Scheibe gebrochen, beim Austritte jedoch abermals und in entgegengesetzter Richtung, so daß die Wirkung der ersten Brechung durch die zweite aufgehoben wird. Die austretenden Lichtstrahlen sind darum mit den eintretenden gleichlaufend, und die einzige Wirkung der Glasscheibe ist deshalb eine geringe Ortsverschiebung, die man an dem Gegenstande erblickt, die aber nur bei sehr dicken Scheiben und nur, wenn man schief hindurchschaut, bemerkbar wird.

9. Warum sieht man durch ein dreiseitiges Prisma (an dem jede Fläche einen Winkel von $60^0$ mit der benachbarten macht) die Gegenstände nicht an ihrem wirklichen Orte?

Der aus- und eintretende Teil eines gebrochenen Lichtstrahles

sind nur dann gleichlaufend, wenn die Grenzflächen des brechenden Körpers es auch sind. Sind sie aber, wie beim dreiseitigen Prisma, gegen einander geneigt, so muß der austretende Lichtstrahl eine ganz andere Richtung haben als der eintretende. Er wird nach oben abgelenkt sein, wenn die Kante des Prismas nach unten gerichtet ist, und umgekehrt. Der durch ein dreiseitiges Prisma hindurchgehende Strahl wird von der Kante abgebrochen. Man sieht daher einen Gegenstand (Kerzenflamme 2c.), den man durch ein solches Prisma betrachtet, tiefer, als er wirklich liegt, wenn die Kante oder der sogenannte brechende Winkel des Prismas nach unten gerichtet ist, und höher, wenn man das Prisma umgekehrt hält.

10. Warum erblickt man eine Kerzenflamme, die in gleicher Höhe mit dem Boden eines gefüllten Wasserglases seitwärts von diesem steht, zwar nicht senkrecht von oben, aber auf der entsprechenden Stelle der andern Seite des Glases?

Die sehr schräg von der Kerze aus an die Unterseite der Oberfläche des Wassers im Glase gelangenden Lichtstrahlen werden von dieser wie von einem Spiegel zurückgeworfen. Noch deutlicher wird das Bild, wenn man die Lichtstrahlen durch eine, auf der dem Lichte zugekehrten Seite des Glases aufgeklebte Papierscheibe, in der eine Figur (Stern, Kreuz 2c.) ausgeschnitten ist, gehen läßt. Man erblickt auf der andern Seite von unten ein helles Kreuz 2c. als Spiegelbild.

11. Ein zum Teil mit Wasser gefülltes Probiergläschen stelle man schräg in ein mit Wasser gefülltes Glas und schaue senkrecht von oben darauf! Warum erscheint der mit Wasser gefüllte Teil durchsichtig und der Luft enthaltende, ebenfalls unter dem Wasser befindliche silberglänzend, spiegelnd?

Die von der Seite her durch das Wasser im Glase gehenden Strahlen des Tageslichtes fallen so schräg auf den mit Luft gefüllten Teil des Probiergläschens, daß sie nicht in die in ihm enthaltene Luft treten können. Sie werden vollkommen zurückgeworfen und verleihen dem Gläschen den starken Metallglanz. Ebenso zeigt die Oberfläche des in einem Glase enthaltenen Wassers, seitwärts von unten gesehen einen lebhaften Metallglanz.

12. Warum erscheinen Luftblasen im Wasser als silberglänzende Perlen?

13. Man schleift die Edelsteine deshalb vielflächig, um ihren Glanz zu erhöhen.

Aus beiden Versuchen lernen wir: Trifft ein Lichtstrahl in sehr schräger Richtung (unter einem großen Einfallswinkel) auf ein dünneres Mittel, so vermag er nicht in dieses einzutreten, sondern wird vollständig zurückgeworfen.

**NB.** Auf dieser vollständigen Zurückwerfung (totalen Reflexion) beruht die Erscheinung der Luftspiegelung. In den großen Ebenen Asiens und Afrikas werden nicht selten bei großer Ruhe der Luft die tiefer gelegenen Luft-

schichten durch die senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen für kurze Zeit leichter und dünner als die höheren. Dann werden die von fernen höheren Gegenständen (Oasen mit Palmen u. dergl.) abwärts ausgehenden Lichtstrahlen so gebrochen, daß sie zuletzt eine fast wagerechte Richtung annehmen und von den unteren Luftschichten vollständig zurückgeworfen werden. Daher erblickt man die Gegenstände selbst in der Ferne durch die auf dem gewöhnlichen Wege unmittelbar in das Auge gelangenden Strahlen und darunter ihr Spiegelbild (also verkehrt) wie unter einer großen Wasserfläche (Monge auf Napoleons Zuge nach Ägypten, 1798!). Umgekehrt kann auch, besonders auf kalten Meeren, die tiefste Luftschicht viel dichter sein als die nächst höhere. Dann treffen die aufsteigenden Strahlen tiefer liegender Gegenstände sehr schief auf die höheren dünneren Schichten, werden von diesen zuletzt vollständig schräg nach unten zurückgeworfen und erzeugen ein über dem fernen Gegenstande (Schiffe 2c.) schwebendes, umgekehrtes Bild (Scoresby in den Polarmeeren).

## 9. Die Linsen.

### I. Die erhabene Linse.

#### A. Erfahrung, Anschauung 2c.

Vorbemerkung. Sehr wichtige Erscheinungen der Brechung werden (ähnlich wie bei der Zurückwerfung durch die Spiegel) durch Gläser mit gekrümmter Oberfläche hervorgebracht. Ihre Flächen sind ebenso wie die der Hohl- und erhabenen Spiegel Teile einer Kugelfläche, und sie führen wegen der Gestalt der auf beiden Seiten erhabenen Gläser den Namen Linsen. Sie sind entweder in der Mitte dicker als am Rande, und man nennt sie dann erhabene, Konvex- oder Sammellinsen, oder in der Mitte hohl und am Rande dicker, in welchem Falle sie Hohl-, Konkav- oder Zerstreuungslinsen heißen. Ihrer weiteren Zusammensetzung nach giebt es wieder von jeder Sorte drei Formen. Die Axe der Linse ist die gerade Linie, welche die Mittelpunkte der beiden Kugelflächen (optische Mittelpunkte) verbindet, durch die die Linse gebildet wird. Sie zeigen die Erscheinungen der Spiegel mit gekrümmten Flächen, und es gelten bei ihnen auch die gleichen Gesetze.

1. Erscheinungen der erhabenen Linsen.

a) Erinnere die Kinder an die Versuche, die sie vielleicht mit dem Leseglase der Großeltern machten! Richte das erhabene Glas gegen die Sonne, so daß die Strahlen gleichlaufend auffallen, und gieb ihm eine verschiedene Entfernung von der auffangenden Fläche, so daß dahinter ein Kreis und dann ein heller Punkt sichtbar wird. Papier, das in den Punkt gebracht wird, färbt sich braun und entzündet sich zuletzt. Stelle Versuche mit Linsen von verschieden starker Wölbung an, und mache die Kinder auf die entsprechende Entfernung des Brennpunktes aufmerksam! (Zeichnung!) Die durch den optischen Mittelpunkt gehenden Strahlen sind stets gerade. Man nennt sie auch Hauptstrahlen.

b) Der umgekehrte Versuch wird angestellt, indem man einen leuchtenden Körper (Kerzenflamme) in den Brennpunkt bringt. Die ganze Linse erscheint hell, und es entsteht dahinter ein heller Kreis (Zeichnung!).

c) Betrachten wir durch eine erhabene Linse einen Gegenstand (Schrift, Gewebe, Käfer 2c.)! Der das Licht ausstrahlende Gegen-

stand muß sich innerhalb der Brennweite befinden. Er erscheint aufrecht und mehr oder weniger vergrößert, je nach der Stärke der Linse (Zeichnung!).

d) Wir halten die Linse so, daß der leuchtende Körper (Kerze) sich etwas jenseits des Brennpunktes befindet; es entsteht jenseits der Linse ein umgekehrtes vergrößertes Bild, das sich auffangen läßt (objektives Bild!). Der auffangende Schirm darf jedoch von dem Tageslichte nicht zu hell beleuchtet werden.

e) Man richte die Linse von einem Punkte nahe einer hellen Wand auf ein gegenüberliegendes Fenster, in dem ein Kind steht, und bringe das Bild auf die Wand! Es erscheint verkleinert und verkehrt (wie in der optischen Kammer, siehe oben!) und läßt sich, wie wir sehen, auffangen (ist ein objektives).

## B. Gesetze.

**a) Wenn die Sonnenstrahlen gleichlaufend mit der Achse auf eine erhabene Linse fallen, so werden sie** (mit Ausnahme der durch den Mittelpunkt gehenden) **so gebrochen, daß sie sich in einem hinter der Linse liegenden Punkte vereinigen. Diesen Punkt nennt man den Brennpunkt. Der Brennpunkt liegt immer eine kleine Strecke von der Linse entfernt; diese Entfernung wird Brennweite genannt. Je gewölbter eine Linse ist, desto geringer ist auch ihre Brennweite. Die erhabene Linse dient so als Sammel- oder Brennglas.**

**b) Befindet sich ein leuchtender Körper im Brennpunkte, so werden alle Lichtstrahlen so gebrochen, daß sie gleichlaufend mit der Achse weitergehen. Die erhabene Linse dient so als Beleuchtungsglas.**

**c) Von einem in der Nähe der Linse** (innerhalb der Brennweite) **befindlichen Körper entsteht auf derselben Seite der Linse ein aufrechtes vergrößertes** (subjektives) **Bild** oder

**Ein zwischen der erhabenen Linse und ihrem Brennpunkte befindlicher Körper erscheint dem Auge aufrecht, vergrößert und in etwas weiterer Entfernung. Die erhabene Linse ist in diesem Falle ein Vergrößerungsglas** (Lupe).

**d) Von einem dicht vor dem Brennpunkte befindlichen Körper entsteht jenseits der Linse in größerer Entfernung ein umgekehrtes vergrößertes Bild, das sich auffangen läßt.**

**e) Von einem weit entfernten Körper entsteht jenseits der Linse ein umgekehrtes verkleinertes Bild in der Nähe des Brennpunktes** (zwischen Brennpunkt und geometrischem Mittelpunkte), **das sich auffangen läßt** (objektives Bild).

## C. Anwendung, Übung.

1. Warum führen die erhabenen Linsen den Namen Sammellinsen oder Brenngläser? S. o.!

2. Mit welchem Spiegel zeigt die erhabene Linse gleiche Erscheinungen und Gesetze?

3. Warum wird die erhabene Linse vielfach als Vergrößerungsglas (Lupe, Leseglas) benutzt?

4. Wo wird sie da besonders verwendet?

Guckkasten, Panoramen, Fernröhren, Mikroskopen 2c. Fabrikanten (Fadenzähler bei Webwaren), Uhrmacher, Graveure 2c.

5. Wo finden wir natürliche Linsen? Im menschlichen und tierischen Auge.

6. Warum können gefüllte Wasserflaschen von kugeliger Form und Fensterglasschlieren (Stellen, die eine andere Dichte wie die übrige Glasmasse besitzen), wenn die Sonnenstrahlen durch sie hindurchgehen, unter Umständen gefährlich werden?

Sie wirken als Brenngläser und entzünden leicht entzündliche Stoffe.

7. Warum entsteht hinter einem Wassertropfen im Sonnenlichte ein kleiner heller Schein?

8. Inwiefern wirken die mit Wasser gefüllten Lichtkugeln der Schuhmacher und Schneider wie erhabene Linsen?

9. Warum werden die erhabenen Linsen wie die Hohlspiegel für Beleuchtungszwecke (Scheinwerfer der Schiffe und Leuchttürme und Signallaternen der Eisenbahnen) verwendet?

Weil sie, wenn hinter ihnen eine Flamme brennt, als Ganzes zu leuchten scheinen.

10. Welcher Unterschied zeigt sich aber in der Stellung zum leuchtenden Körper?

11. Wie erklärt es sich, daß durch manche Stellen der Fensterscheiben hindurch die Gegenstände verzerrt aussehen?

## II. Die hohle Linse.

### A. Anschauung, Erfahrung 2c.

Läßt man die Sonnenstrahlen rechtwinkelig auf eine hohle Linse fallen, so zeigt sich beim Auffangen des Lichtes dahinter ein mäßig heller Kreis mit hellerem Rande. Das hohle Glas lenkt also die gleichlaufenden Sonnenstrahlen nach außen ab, zerstreut sie. Man betrachte die Körper durch eine Hohl- oder Konkavlinse. Sie erscheinen aufrecht und verkleinert, und wenn man das Glas schnell vom Auge nimmt und die wirkliche Entfernung des Gegenstandes mit der scheinbaren, durch das Glas ermittelten, vergleicht, so ist der Körper eigentlich weiter entfernt, als es, durch das Glas betrachtet, erschien.

### B. Gesetz.

**Wenn wir die Körper durch ein Hohlglas betrachten, so erscheinen sie aufrecht, verkleinert und näher, als sie es in Wirklichkeit sind.**

### C. Anwendung.

In den Brillen und Lorgnetten für Kurzsichtige, im holländischen oder Galileischen Fernrohre 2c.

## 10. Die Dunkelkammer (Camera obscura), die Photographie, die Zauberlaterne (Laterna magica).

1. In der optischen Kammer (siehe Seite 187!) sind die Bilder nur bei kleiner Öffnung scharf, werden aber dann wegen geringer Lichtmenge undeutlich. Um diesen Übelstand zu beseitigen, setzte Porta (ein neapolitanischer Edelmann, 1658) in die Öffnung eine erhabene Linse ein. — Das Bild wird aber bei dem Versuche e (s. o.) mit der Linse deutlicher, wenn fremdes Licht abgehalten wird. Man umschließt deshalb die Linse und auch die auffangende Platte mit einem Stoffe, der das Licht abhält (Papp- oder Holzkasten). Ist nun eine Linse in die Wand eines (zur Aufsaugung des zerstreuten Lichtes inwendig geschwärzten) Kastens eingesetzt und befindet sich an der gegenüberliegenden Seite (in der Nähe des Brennpunktes der Linse) eine matte Glasplatte, ein Schirm oder dergleichen, so entstehen darauf Bilder der entfernten Körper. Nach den Linsengesetzen hat aber das durch die Linse entworfene Bild nicht immer die gleiche Entfernung von ihr. Es richtet sich diese vielmehr nach der Entfernung der abgebildeten Körper. Darum müssen Vorrichtungen getroffen werden, die es ermöglichen, die Entfernung sowohl der Linse als auch der Mattglasplatte zu verändern (sie auszuziehen). Diese ganze Einrichtung führt den Namen Dunkelkammer (Camera obscura).

Man erhält auf diese Weise die Bilder auf der hinteren senkrechten Wand. Um sie auf der oberen, wagerechten Wand zu entwerfen, bringe man am hintern Ende der Kammer einen Spiegel in einem Winkel unter 45° an; er wirft die Strahlen nach oben, wo man sie dann auf einer matt geschliffenen Glasplatte auffangen kann (Camera clara). Ebenso leicht ist es, sie auf die untere zu bekommen. Zum Schutze der oberen Glasplatte und zugleich zum Abblenden des Lichtes bringt man dann in der Regel einen Deckel zum Aufklappen an, der an den Seiten mit senkrechten Anhängen (Schutzschirmen) versehen ist. Diese Einrichtung gestattet, das Bild auf Seidenpapier nachzuzeichnen; doch möchte dann vorher die matte Glastafel mit einer hellen vertauscht werden. Die vollkommenste Dunkelkammer ist das Auge.

2 a. Man hat sich von Anfang an Mühe gegeben, die Bilder der Dunkelkammer festzuhalten und gedachte dabei der zersetzenden Wirkungen des Sonnenlichtes (Wäsche bleicht, die Farben der Kleiderstoffe verschießen) auf verschiedene Körper. Darum wählte man als Überzug der auffangenden Platte solche Stoffe, die sehr empfindlich gegen die Einwirkungen des Lichtes sind.

**NB.** Niepce, ein französischer Kavalleriehauptmann, entwickelte 1814 zuerst Bilder auf Metall und benutzte dazu Asphalt. Er starb schon 1833, hatte sich aber vorher mit dem Dekorationsmaler Daguerre verbunden; dieser bildete das

Verfahren weiter aus, und es gelang ihm, Quecksilberbilder auf einer jodierten Silberplatte herzustellen (Daguerreotypie 1835!). Der Erfinder der Photographie auf Papier ist der Engländer Talbot (Talbotypie); er benutzte mit Chlorsilber getränktes Papier, Archer (1851) nach Grays Vorschlag eine Glastafel, die mit einer von Jodsilber durchtränkten Kollodiumschicht überzogen war. Die beiden letzten Weisen vereinigt das heutige Verfahren der Photographie.

b) Vorversuche. Man gieße etwas in Wasser gelösten Höllenstein (salpetersaures Silber) in ein Probiergläschen und tröpfle Salzwasser hinzu! Es entsteht ein weißer Niederschlag, der wie geronnene Milch in festen Flocken absetzt und sich nach einiger Zeit etwas violett färbt. Das Chlor des Kochsalzes verbindet sich mit dem Silber der Höllensteinlösung, und es entsteht Chlorsilber. Man filtriere, reibe dann einige Flocken des Chlorsilbers auf weißem Papiere breit und lasse es in einem dunkeln Raume trocknen! Darauf lege man das trockne Papier so in ein Buch, daß vielleicht die Hälfte hervorragt und setze es dem Lichte aus! Das freiliegende Papier wird violett, zuletzt schwarz, während das vor dem Lichte geschützte weiß bleibt. Das Chlorsilber wird vom Lichte zersetzt; das Chlor entweicht, und das Silber bleibt in fein verteiltem Zustande (das Papier schwarz färbend) zurück. Noch leichter werden Jod- und Bromsilber vom Lichte zersetzt. — Genaueres siehe Lehrbuch eines methodisch verbindenden Unterrichts in der Mineralienkunde, unorganischen Chemie und chemischen Technologie von B. Seidel!

c) Man übergießt eine Glasplatte mit Kollodium, das mit Alkohol gemischt ist und etwas Jod- oder Bromkalium enthält. Diese Platte taucht man, solange sie noch feucht ist, in einem dunkeln Raume an 2 Schnüren senkrecht in das Silberbad (wässerige Lösung von Silbernitrat, salpetersaurem Silberoxyd), so daß sich auf ihr ein Überzug von Jodsilber bildet. Sie wird nun in einem flachen, dicht verschlossenen Kästchen (damit kein Licht hinzutreten kann), das an seiner Vorderseite einen Schieber hat, an die Bildstelle einer auf einen Gegenstand sorgfältig eingestellten dunkeln Kammer gebracht, deren Linse vorn bedeckt ist. Darauf wird zunächst der vor der Platte angebrachte Schieber und dann auch der Linsenverschluß auf Augenblicke entfernt und ihr Überzug auf diese Weise den Einwirkungen des Lichtes ausgesetzt. Durch das Licht wird das Jodsilber des Überzugs zersetzt; das Silber scheidet sich in einem äußerst feinen schwarzen Pulver aus. Dadurch werden die Stellen, die besonders vom Lichte getroffen wurden, schwarz, während die dunkeln hell bleiben. Eine ausreichende Zersetzung würde aber zu lange Zeit beanspruchen; man begnügt sich damit, daß die Zersetzung an den betreffenden Stellen eingeleitet ist, sie nun leichter zersetzbar sind, und bringt die Platte in die schwarze Kammer (einen dunkeln vom Lichte roter oder gelber Scheiben schwach erleuchteten Raum). Hier wird durch Begießen (Entwickelungsbad) mit Pyrogallussäure (oder Ferrosulfat) die Zersetzung vollendet. Das dadurch entstehende Bild giebt die

Verhältnisse von Licht und Schatten verkehrt an. Überall, wo der Gegenstand hell erschien, ist das Bild dunkel und umgekehrt. Man nennt dieses Bild ein negatives.

d) Zuletzt wird durch Übergießen der Platte mit unterschwefligsaurem Natron und Nachspülen mit Wasser das noch vorhandene Jodsilber der hellen Stellen entfernt, weil sonst am Tageslichte die ganze Platte schwarz werden würde. Zur Herstellung des richtigen (positiven) Bildes legt man die Platte mit der Bildseite auf sogenanntes photographisches Papier (es ist ebenfalls mit Chlorsilber getränkt), das auf schwarzem Tuch ausgebreitet ist, fügt das Ganze in einen Rahmen (Kopierrahmen) und läßt nun die Sonnenstrahlen durch das negative Bild hindurch auf das photographische Papier einwirken. Die hellen Stellen des negativen Bildes lassen das Licht hindurch; darum wird hinter ihnen das Chlorsilber zersetzt, und diese Stellen des Bildes werden dunkel. Die dunkeln Stellen des negativen Bildes dagegen verhindern den Zutritt des Lichtes und die Zersetzung des Chlorsilbers, darum bleiben die hinter ihnen befindlichen Stellen des Bildes hell. Es entsteht dadurch auf dem Papiere ein Bild mit naturgemäßer Verteilung von Licht und Schatten, ein positives Bild. Darauf folgt die Reinigung und Feststellung dieses Bildes wie vorher beim negativen. Das Trocknen, Aufkleben und Glätten des Bildes beschließt die Herstellung. Natürlich kann man durch eine negative Platte positive Bilder in beliebiger Anzahl herstellen.

e) Das Verfahren beim Photographieren ist jetzt durch Herstellung der sogenannten Trockenplatten sehr vervollkommnet und erleichtert worden. Diese sind so weit fertig, daß sie sofort in die Dunkelkammer eingesetzt werden können, und dabei so empfindlich, daß die Einwirkung des Lichtes zum Zwecke der Herstellung eines Bildes nur sehr kurz zu sein braucht (Momentphotographie!). Dies ist für die Wissenschaft von außerordentlichem Werte. Weil aber das Verfahren so sehr erleichtert worden ist, so hat sich auch ein Heer von Liebhabern seiner bemächtigt.

3 a) Die Dunkelkammer bildet beleuchtete Körper ab, die sich außer ihr befinden, und ihr Inneres wird dabei dunkel gehalten. Bei der sogenannten Zauberlaterne (Laterna magica, Pater Kircher, 1646) befindet sich der hell beleuchtete Gegenstand innerhalb des Instruments, und der Raum außerhalb muß dunkel erhalten werden. Sie ist nach der Linsenregel unter d eingerichtet und ist ein mit Ausnahme der für eine Lampe nötigen Zuglöcher verschlossenes Gehäuse aus Blech. In diesem steht in dem Brennpunkte eines kleinen Hohlspiegels eine Lampe, deren eigenes Licht samt dem vom Hohlspiegel zurückgeworfenen auf ein durchscheinendes (auf Glas gemaltes) Bild fällt. Dieses wird an der der Lampe gegenüberliegenden Wand der Laterne verkehrt eingeschoben, und vor dem Bilde befindet sich nach außen zu noch eine Röhre mit einer oder zwei Linsen. Durch

diese wird dann in weiterer Entfernung ein vergrößertes Bild entworfen, das sich auf einer Zimmerwand oder auf einem Vorhange auffangen läßt. Warum schiebt man das Bild verkehrt in die Laterne?

b) Man benutzte sie im vorigen Jahrhunderte, um Gespenstererscheinungen auf dem Theater hervorzurufen. Jetzt dient bei den Geisterszenen auf dem Theater ein ebener reiner Glasspiegel, der auf der Vorderhälfte der Bühne schief aufgestellt ist und den Zuschauern subjektive Bilder von Gegenständen entwirft, die unter der Bühne, grell von einer elektrischen Lampe beleuchtet, aufgestellt sind. Jetzt verwendet man die Zauberlaterne zur Herstellung der sogenannten Nebel- oder Wandelbilder. Doch bedarf man dazu zweier Zauberlaternen, deren Lampen so eingerichtet sind, daß sie bald ein schwaches, bald ein sehr helles Licht geben können. Man stellt beide Laternen so auf, daß die durch sie beleuchteten Kreise genau zusammenfallen. Schwächt man nun das Licht der einen Laterne, so verschwindet ihr Bild wie im Nebel, und es erscheint das in die andere eingesetzte deutlich und umgekehrt ꝛc. Man bedient sich hierzu gern solcher Bilder, die einen und denselben Gegenstand unter verschiedenen Umständen (etwa eine Landschaft im Sommer und dann im Winter) darstellen. Wenn an den Bildern Vorrichtungen zum Bewegen angebracht sind, so bewegen sich dann die entworfenen Bilder. Besonders beliebt sind die beweglichen Glasscheiben, die mit farbigen Mustern bemalt sind und bei der Bewegung ein prächtiges Linien- und Farbenspiel (Rosetten, Sterne ꝛc.) zeigen. Sie führen den Namen Chromatropen (Farbenwandler).

c) Eine verbesserte Zauberlaterne ist das Skioptikon von Talbot, das in neuerer Zeit im Unterrichte und bei öffentlichen Vorträgen zur Darbietung erläuternder Veranschaulichungen, die dann von einer großen Menge Zuhörer zugleich betrachtet werden können, vielfach angewendet wird.

## 11. Die Lupe und das Mikroskop.

1. Wenn wir einen sehr kleinen Körper sehr deutlich sehen wollen, so bringen wir ihn möglichst nahe an das Auge. Wir sehen in der Regel keinen Gegenstand ohne Anstrengung deutlich, der nicht mindestens 15—20 cm vom Auge entfernt ist (siehe das oben Gesagte, S. 25 ff!). Für näher an das Auge gebrachte Körper vermag sich unser Auge nicht einzurichten; wir sehen sie zwar etwas vergrößert, aber undeutlich. Durch eine erhabene Linse, die man zwischen das Auge und den Körper bringt und zwar so, daß dieser innerhalb der Brennweite liegt, entsteht nach der Linsenregel unter c auf der Seite des Körpers ein entferntes, vergrößertes, aufrechtes Bild für das Auge, das sich

vor der Linse befindet. Das Auge sieht dann den sehr nahen Gegenstand durch die erhabene Linse in die Weite des deutlichen Sehens gerückt und vergrößert. Die erhabene Linse ist in diesem Falle eine Lupe. Sie dient also dazu, sehr kleine und dem Auge nahe gebrachte Gegenstände deutlich und vergrößert zu sehen, und ist in der Regel, um sie bequemer handhaben zu können, in Horn oder Metall gefaßt. Die sogenannten Lesegläser, deren sich fernsichtige Leute bedienen, um kleingedruckte Schrift lesen zu können, sind schwache Lupen. Zu den besten gehören die sogenannten Cylinderlupen, kleine Glascylinder, die an beiden Seiten erhaben geschliffen sind. Wenn es sich um einen Gesamtüberblick handelt, so bringt man das Auge möglichst nahe an die Lupe; will man aber einen einzelnen Punkt genauer sehen, so wird man das Auge etwas entfernen.

Die Lupe dient den Uhrmachern, Graveuren und Kupferstechern bei ihren Arbeiten, den Webwarenfabrikanten und Kaufleuten beim Untersuchen der Waren (Fadenzähler), den Geldwechslern zur Untersuchung des Papiergeldes, den Naturforschern beim genauen Betrachten der Naturkörper ꝛc.

2. Nicht selten versieht man eine solche Lupe von sehr kleiner Brennweite mit einem Gestelle. Daran befindet sich ein Tischchen, das mit einer runden Öffnung zum Durchgange des Lichtes versehen ist. Auf dieses legt man den zu betrachtenden Gegenstand. Über ihm befindet sich die verschiebbare Lupe und unter ihm ein Spiegel, der Licht durch die Öffnung des Tischchens auf den Körper wirft. Das Ganze wird so Mikroskop (Kleinseher) genannt.

3. Das zusammengesetzte Mikroskop gründet sich in seinem Baue außer der oben erwähnten noch auf die Linsenregel d. In seiner einfachsten Gestalt besteht es aus zwei einfachen erhabenen Linsen, die an den beiden Enden eines geschwärzten Messingrohres angebracht sind. Eine davon ist kleiner und stärker gewölbt, dem Gegenstande zugerichtet und heißt darum Objektivlinse (Objektivglas, Objektiv); die andere ist größer, schwächer gewölbt, dem Auge zugewendet und wird deshalb Augenlinse (Okular) genannt. Die Röhre ist in senkrechter Richtung in einer Hülse auf einer, mit einem schweren Fuße (Standhaftigkeit) versehenen Säule befestigt in der sie sich durch eine Schraube (Mikrometerschraube) auf und ab bewegen läßt. Unter dem Rohre ist an der Säule ein Tisch (der Objekttisch) angebracht, der mit einer Öffnung zum Durchgange des Lichtes versehen ist. Darunter befindet sich wieder ein drehbarer Hohlspiegel, um Licht durch die Öffnung des Tisches auf den Gegenstand zu werfen. Durch das stark gewölbte Objektivglas entsteht ein vergrößertes umgekehrtes wirkliches (objektives) Bild des nahe darunter (nahe dem Brennpunkte der Linse) befindlichen kleinen Gegenstandes in der Röhre unterhalb des Okulars. Dieses Bild wird für das Auge noch durch das Okular, das hier als Lupe dient, vergrößert (Zeichnung!).

**NB. 1.** Seneca, Alhazen, Bacon und Porta kannten die Wirkung der Wasserkugeln als Vergrößerungsgläser, benutzten sie aber nur selten. Leuwenhoek stellte sich durch Schmelzen kleine Glaslinsen (-tropfen) her und beobachtete damit; Hooker und Hartsoeker beobachteten mit Glaskugeln und Gray mit Wassertropfen. Das Mikroskop erfanden die Brillenmacher Hans und Zacharias Janssen (Vater und Sohn) in Middelburg, 1590.

**NB. 2.** Helmholtz (1873) berechnet die Größe der kleinsten mit dem Mikroskope wahrnehmbaren Entfernung auf $^1/_{3636}$ mm, und Hartnack in Paris steigerte sie (Wiener Weltausstellung 1873) bis auf $^1/_{4654}$ mm. Ein Mikroskop muß man außer der Vergrößerung und dem Gesichtsfelde auch auf die Helligkeit und Schärfe prüfen. Ein gutes Mikroskop muß mit dreihundertfacher Vergrößerung noch bei einer Kerzenflamme hinreichend helle Bilder geben. Die gewöhnlichen zur Trichinenschau dienenden Mikroskope vergrößern in der Regel 50—200mal. Will man ein gutes Mikroskop kaufen, so lasse man sich bei der Prüfung nicht durch Objekte täuschen, die der Verkäufer zur Probe vorlegt und die in der Regel dazu besonders präpariert sind. Man besorge sich dazu die Flügelschuppen vom Seidenspinner (Bombyx mori L.) oder Schuppen vom Fischchen oder Zuckergaste (Lepisma saccharine L.); für sehr gute Instrumente aber die Flügelschuppen vom gelben Sandauge (Hippärchia Janira L.). Noch besser, aber ziemlich teuer, sind die Robertschen (Mechaniker Robert in Barth in Pommern und Greifswalde) Platten und die Peterssschen Kleinschriften. Das Mikroskop hat die größte Bedeutung für die Untersuchung des inneren Baues der Menschen, Tiere, Pflanzen und Mineralien, für das Studium der kleinsten Tier- und Pflanzenformen, der Kristalle, für die Heilkunde und gerichtliche Medizin, für Prüfung der Nahrungsmittel (Fleischbeschau) und Waren auf Reinheit (Seide, Wolle, Baumwolle, Leinen) und Brauchbarkeit. Die vorzüglichsten Mikroskope baut in Deutschland die optische Werkstätte von Karl Zeiß in Jena und in Frankreich Hartnack (früher Oberhäuser) in Paris; allerdings sind sie nicht billig. Siehe übrigens „Die Anwendung des Mikroskops im Naturgeschichts-Unterrichte" von B. Seidel, Seminaroberlehrer, Zschopau, Gensel. 0,30 M. (ein Vortrag)!

## 12. Die Fernrohre.

Wie das Mikroskop uns die Sehwinkel von kleinen Dingen vergrößert, so thut es das Fernrohr für entferntere. Da man aber bei ihm den zu betrachtenden Körper nicht wie beim Mikroskope nach Belieben beleuchten kann, so sucht man die erforderliche Lichtstärke der Bilder durch größere Objektivgläser (die mehr Strahlen aufnehmen können) zu erreichen.

1. Das astronomische oder Kepplersche Fernrohr (1611) besteht, wie das zusammengesetzte Mikroskop, aus zwei erhabenen Linsen, aus einer großen, wenig gewölbten Objektivlinse und einer kleinen, stark gewölbten Okularlinse. Es erzeugt auf dieselbe Weise wie das Mikroskop ein umgekehrtes Bild des betrachteten Gegenstandes. Das große Objektivglas entwirft ein umgekehrtes vergrößertes Bild des entfernten Gegenstandes, und dieses Bild wird vom Okular noch mehr vergrößert. Zeichnung! Da die Bilder verkehrt entworfen werden, so eignet es sich nur für die Betrachtung der Himmelskörper.

2. Das Erd- (oder terrestrische) Fernrohr besteht aus einem

Objektivglase und drei Okulargläsern, welche in eine gemeinsame Okularröhre gefaßt sind und die ein zusammengesetztes Mikroskop bilden. Das Objektivglas entwirft ein umgekehrtes Bild eines fernen irdischen Körpers, und von diesem Bilde wird durch das zusammengesetzte Okular (wie durch ein zusammengesetztes Mikroskop) ein zweites, abermals umgekehrtes Bild entworfen und zugleich vergrößert. Durch die zweimalige Umkehrung stellt sich dann das Bild wieder aufrecht dar. Zeichnung!

3. Das holländische oder Galileische Fernrohr (Operngucker, Feldstecher, Krimstecher!) wird für gewöhnlich zur Betrachtung von Gegenständen benutzt, die nicht zu weit von uns entfernt sind. Eine Objektivlinse von großer Brennweite entwirft das Bild des betrachteten Körpers, aber eine Zerstreuungslinse als Okular bricht die Lichtstrahlen so, als ob sie von einem nahe vor dem Okulare stehenden Gegenstande herkämen, und das Auge erblickt ihn darum aufrecht und auch (je nachdem 2—5fach, seltener mehrfach) vergrößert. Es wird nicht nur als Operngucker, sondern wegen seiner handlichen Form auch von Vergnügungsreisenden, besonders aber von Offizieren im Felde (Name!) benutzt. Galilei allerdings entdeckte mit diesem Fernrohre die Berge und Krater des Mondes, die Jupitertrabanten, den Saturnring, die Sonnenflecken, die Lichtgestalten der Venus und löste die Milchstraße in Sterne auf.

4. In den Spiegelfernrohren (Teleskopen, Reflektoren), die in letzter Zeit wieder zur Geltung gekommen sind, wird nicht durch eine Objektlinse, sondern durch einen Hohlspiegel ein umgekehrtes (Gesetz e des Hohlspiegels) Bild eines fernen Himmelskörpers erzeugt und in einem ebenen Spiegel durch ein Okular betrachtet. Die Spiegel haben oft einen Durchmesser von mehr als einem Meter, deshalb leisten sie durch ihre Helligkeit große Dienste bei Erforschung der Himmelskörper.

**NB.** Die Fernrohre sind jedenfalls kurz vor 1609 in Holland durch Zufall erfunden worden. Genannt werden Johann Lippershey (Lippersein, Lippershein, Lippersseim 2c.), dessen Kinder mit Gläsern ihres Vaters gespielt, diese in ein Rohr gezwängt und dann damit den Hahn auf dem nahen Kirchturme vergrößert gesehen hatten, und Johann und Zacharias Janssen (alle drei Brillenmacher in Middelburg), außerdem aber Jakob Metius aus Alkmar. Galilei hörte im Anfange des Jahres 1609 von der Erfindung und fand es durch Berechnungen. Keppler erfand sein Fernrohr 1611, und nach seinen Angaben baute Pater Scheiner (1613—17) Fernrohre. Jakob Gregory gab 1663 die Bauart seines Teleskops (Reflektors) an; doch wurde es erst von Hooke 1674 ausgeführt. Newton baute 1671 sein Teleskop. Berühmt durch ihre Größe waren die von Herschel (1789, dessen Hohlspiegel 1,25 m Durchmesser und 12,5 m Brennweite hatte) und Lord Rosse (1843, sein Spiegel hatte $1^7/_8$ m Durchmesser und $15^1/_2$ m Brennweite; es kostete 250000 M.). Als die achromatischen Gläser erfunden waren, wendete man sich wieder den Linsenfernrohren zu und baute auch hier Rieseninstrumente. Große Teleskope mit Hohlspiegeln werden Reflektoren und dergleichen mit Linsen Refraktoren, mittlere Tuben und kleinere Perspektive genannt.

## 13. Das Sonnenlicht besteht aus Farbenstrahlen.

### A. Anschauung, Erfahrung.

Man erinnere die Kinder an die farbigen Erscheinungen, welche die Sonnenstrahlen in Tautropfen, dem Strahle eines Springbrunnens, dem Wasserstaube eines hohen Wehres, den Eiszapfen, hinter einem Wasserglase ꝛc. hervorrufen.

b) In einem Zimmer, in das die Sonnenstrahlen fallen, halte man unweit des Fensters ein Stück Pappe oder starkes Papier, durch dessen Mitte ein kleines Loch gebohrt ist, senkrecht, so daß die Sonnenstrahlen hindurchfallen. Dieses Bündel Sonnenstrahlen lasse man erst auf den Boden fallen; es giebt einen runden weißen Fleck. Nun fange man das Bündel mit einem Prisma (dessen eine Kante nach unten gerichtet ist!) auf; der weiße Fleck (das Bild der Sonne) erscheint nur noch schwach an seiner Stelle. Die Lichtstrahlen sind also vom geraden Wege abgelenkt, sie sind gebrochen worden. Zugleich hat sich auch die Gestalt des Bildes verändert; es ist ein Streifen entstanden, der von unten nach oben sieben Farben (rot, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett) zeigt. Es ist also farbig geworden. Die Farben sind jedoch nicht scharf von einander abgegrenzt, sondern gehen allmählich ineinander über. — Man kann den Versuch auch so machen, daß man die Sonnenstrahlen mit einem kleinen Spiegel auffängt und dann durch das Prisma gehen läßt (Newton 1666!).

c) Man lasse eine einzelne Farbe durch ein zweites Prisma gehen!

d) Man fange das farbige Licht mit einer erhabenen Linse auf!

e) Man lasse die Kinder durch das Prisma Gegenstände betrachten!

**NB.** Man kann sich auch aus Glasstreifen, die der Glaser (4 cm breit) schneidet und die man zusammenkittet und unten und oben mit einem Holz- oder Blechboden versieht, das Prisma selbst bauen und dann mit Wasser füllen. Es verrichtet seinen Dienst ganz gut.

### B. Erklärung und Entwickelung.

### C. Gesetze.

a) Das Sonnenlicht hat ursprünglich eine weiße Farbe.

b) Das weiße Sonnenlicht ist jedoch aus unzähligen Farbenstrahlen zusammengesetzt und läßt sich durch Brechung in diese zerlegen. Sie heißen Regenbogenfarben. Die Regenbogenfarben sind: rot, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violett. Sie werden in verschiedenem Grade gebrochen, rot am wenigsten, violett am meisten; darum erscheinen sie nebeneinander in verschiedener Höhe.

c) Ein solcher farbiger Lichtstrahl läßt sich zwar aufs neue brechen, jedoch nicht wieder zerlegen; er ist einfach.

**d) Die sieben Regenbogenfarben geben vereinigt wieder die weiße Farbe.**

**NB.** Die gleichen Regenbogenfarben geben auch die meisten künstlichen Lichtquellen (Öl-, Kerzen- und Gasflammen, elektrisches Licht, Magnesiumlicht, weißglühende Metalle 2c.).

## D. Anwendung.

1. Eine Folge der Brechung und farbigen Zerlegung des Lichtes sind die farbigen Ränder, die man an den Körpern wahrnimmt, wenn man sie durch ein Prisma betrachtet, desgleichen durch eckig geschliffene Glaskörper (Stöpsel von Flaschen, Glasverzierungen an Kronleuchtern 2c.). Diese farbigen Ränder erscheinen bei jeder stärkeren Lichtbrechung und stellten sich bald als ein großer Übelstand bei den Linsen der Mikroskope und Fernröhre heraus. Diesem Übelstande helfen die nach Eulers (1747) Vorgange von dem Engländer Dollond (1757) erfundenen farbenfreien (achromatischen) Linsen ab. Sie sind aus zwei Gläsern, einer erhabenen Linse aus Kronglas (reinem Fensterglase, Kalkglas) und einer vertieften aus Flintglas (bleihaltigem Glas) so zusammengesetzt, daß die Flintglaslinse die durch das Kronglas hervorgebrachten farbigen Strahlen wieder zu weißen vereinigt.

2. Warum funkeln Tautropfen in der Sonne oft in den prachtvollsten Farben?

Die in diese eingetretenen Strahlen werden nicht allein gebrochen, sondern zugleich in ihre Bestandteile zerlegt, von den hintern Flächen des Tropfens zurückgeworfen und beim Austritte abermals gebrochen.

3. Warum kann ein Tautropfen nicht auch alle diese Farben zugleich zeigen?

Jeder Tautropfen sendet dem Auge nur eine einzige Art farbiger Strahlen zu, während die übrigen farbigen Strahlen so weit von dieser Richtung abweichen, daß sie an dem Auge unbemerkt vorübergehen. Es erscheint also unter den vielen Tautropfen jeder in einer andern Farbe. Die gleichen Erscheinungen erblicken wir an Springbrunnen, dem Wasserstrahle einer Feuerspritze, Eiszapfen, an dem Wasserstaube von Wehren, Wasserfällen und den Schaufelrädern eines Dampfschiffes, an Gläsern und Flaschen mit Wasser 2c.

4. Warum erblicken wir einen Regenbogen, wenn wir vor einer Wolke, aus der es regnet, stehen und hinter uns die Sonne haben?

Der Regenguß ist gewissermaßen eine Wand aus lauter fallenden Tropfen. Die in die einzelnen Tropfen fallenden Sonnenstrahlen werden bei ihrem Eintritte gebrochen, von der Hinterwand zurückgeworfen und bei ihrem Austritte abermals gebrochen und in farbige Strahlen zerteilt, die dann in unser Auge gelangen. Jeder Tropfen

sendet nur eine einzige Art von Strahlen in unser Auge; aber in einer umfangreichen Regenwolke finden sich genug Tropfen unter und über einander vor, um alle Farben erscheinen zu lassen, und je dichter die Wolke und der Regen ist, desto farbenprächtiger erscheint der Regenbogen. Auch bei hellem Mondenscheine können wir Regenbogen (Mondregenbogen) wahrnehmen, doch besitzen ihre Farben geringen Glanz.

5. Warum hat der Regenbogen immer die Gestalt eines Kreisbogens?

Weil die Tropfen, welche die gleichen Strahlen dem Auge zusenden, sowohl gegen die Sonne als auch gegen das Auge die gleiche Lage haben müssen, und das können nur die sein, die in einem Kreisbogen liegen. Jeder Beobachter sieht daher immer nur seinen eigenen Regenbogen.

6. Wovon hängt es ab, wie hoch der Regenbogen am Himmel steht?

Von dem Stande der Sonne: Bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang bildet er einen vollständigen Halbkreis (mit einem Halbmesser von 42 Himmelsgraden) im Westen oder im Osten. Je höher die Sonne steht, desto niedriger wird der Bogen. Steht die Sonne selbst 42° hoch, so entsteht kein Regenbogen.

7. Wovon hängt es ab, ob der Regenbogen vollständig oder unvollständig ist?

Stücke eines Regenbogens in der Nähe des Horizonts nennt man Wasser- oder Regengallen.

8. Wenn nehmen wir über dem Hauptregenbogen noch einen Nebenregenbogen in umgekehrter Anordnung der Farben wahr?

Wenn die Tropfenwand eine genügende Höhe besitzt, daß die Sonnenstrahlen in den (10 Himmelsgrade) höher gelegenen Regentropfen eine zweimalige Brechung und auch Zurückwerfung erleiden; deshalb erscheinen auch seine Farben matter.

**NB.** Diese sämtlichen Erscheinungen haben ihren Grund in der Entstehung und Verbreitung des Lichtes durch Schwingungen des Äthers. Wie wir Schallschwingungen von verschiedener Geschwindigkeit als verschiedene Töne empfinden, so empfinden wir auch Lichtschwingungen von verschiedener Geschwindigkeit als verschiedene Farben. Die Schnelligkeit der Schwingungen, auf denen das Licht beruht, ist aber bei weitem größer als die Schnelligkeit der Schallschwingungen (rot von 400—470, orange von 470—520, gelb von 520—590, grün von 590—650, hellblau von 650—700, dunkelblau von 700—760, violett von 760 bis 800 Billionen Schwingungen in der Sekunde!). Die rascher schwingenden müssen aber auf ihrem Wege durch einen Körper mehr abgelenkt werden als die langsamer schwingenden. Deswegen ist es möglich, das weiße Sonnenlicht, das alle die verschiedenen farbigen Strahlen enthält, durch Brechung in die einzelnen Farben zu zerlegen.

## 14. Die Farben der Körper.

### A. Anschauung, Erfahrung.

a) Halte ein rot gefärbtes Stück Papier (10 Pfennigmarke ꝛc.) im Winkel über eine weiße Fläche! Es erscheint daselbst ein roter Fleck. Wiederhole diesen Versuch mit verschieden (blau, grün ꝛc.) gefärbten Papierstückchen! Es zeigt sich stets die entsprechende Farbe. Weiß wirft alle Farbenstrahlen zurück, die gefärbten aber stets nur eine. Weiße Schneeflächen blenden; sie werfen alle Lichtstrahlen zurück.

b) Führe die Kreiselversuche mit Farbenscheiben aus (Farbenkreisel mit Schnur zum Loslassen!)!

### B. Erklärung und Entwickelung.

### C. Gesetze.

**a) Die verschiedenen Farben der dunkeln Körper kommen von den Strahlen her, die sie zurückwerfen, während sie die übrigen verschlucken. Grün ist also der Körper, welcher die grünen Strahlen zurückwirft ꝛc. Weiß erscheint der Körper, welcher alle Strahlen zurückwirft; der, welcher alle aufnimmt und keine zurückwirft, erscheint schwarz gefärbt.**

**b) Alle sieben Regenbogenfarben geben vereinigt Weiß. Rot, Gelb und Blau geben vereinigt auch schon Weiß; man nennt sie darum die drei Hauptfarben und die übrigen, Violett** (blaurot), **Orange** (rotgelb) **und Grün** (blaugelb) **Nebenfarben. Die Nebenfarben lassen sich aus zwei Hauptfarben bilden und heißen darum auch Mittelfarben. Die Hauptfarben lassen sich jedoch nicht durch Mischung bilden. Eine Nebenfarbe, die mit einer Hauptfarbe vereint ebenfalls Weiß giebt, ist die Ergänzungsfarbe zu dieser** (Grün zu Rot — Violett zu Gelb — Orange zu Blau. Nachweis der Ursache!).

1. Warum können wir bei Lampen- oder Kerzenlicht grüne und blaue Farben so schwer unterscheiden?

Die Lampen- und Kerzenflammen haben vorzugsweise gelbes Licht. Ein Körper strahlt aber nur das Licht zurück, das er empfängt. Ein grüner oder blauer Körper wirft nur grünes oder blaues Licht zurück; das andere verschluckt er. Empfängt er nun gelbes Licht von der Flamme, so verschluckt er dieses und kann nichts zurückwerfen, erscheint darum unserm Auge grau. Die gleiche Erscheinung haben wir, wenn wir den Docht einer Spiritusflamme mit Salz einreiben. Dieses verleiht der Flamme ein sehr gelbes Licht, in dem alle nicht gelb oder weiß gefärbten Körper schmutziggrau oder bei dunklerer Färbung fast schwarz erscheinen. Aus demselben Grunde erscheint die Sonne, durch dichten, dunkeln Rauch oder eine geschwärzte Glasscheibe betrachtet, im rötlichen Lichte.

2. Woraus erklärt sich das schöne Blau des Himmels?

Die Luft unserer Atmosphäre ist, wie wir schon oben sahen, keineswegs völlig durchsichtig, sondern die in ihm enthaltenen ganz feinen Dunstbläschen werfen vorzugsweise die blauen Strahlen zurück; sonst würde uns der Himmel schwarz erscheinen, und wir würden am Tage die Sterne sehen. Jeder trübe, schwach beleuchtete Körper erscheint vor Dunkel blau, vor Hell dagegen rot. Das Himmelsblau und das Blau der Augen haben eigentlich die gleiche Ursache, die auch den blauen Anhauch ferner Berge und das Dunkelblau reiner Seegewässer erklärt. Die zu größeren Bläschen verdichteten Wasserdämpfe bleichen zuweilen (besonders im Winter) das Blau des Himmels. Daher ist dieses am reinsten nach einem Regen, wenn die Wasserdämpfe aus der Luft niedergeschlagen sind. In südlichen Gegenden erscheint darum auch das Blau des Himmels dunkler als bei uns, da die Luft dort dunstfreier ist. Wird die Trübung der Luft durch Wasserbläschen zu stark (Nebel ꝛc.), so wird sie undurchsichtig. Glas erscheint aus ähnlichen Gründen in größerer Menge blau oder grün.

3. Worin hat die Erscheinung des Morgen- und Abendrotes ihren Grund?

Ebenfalls in den feinen, in der Luft allezeit vorhandenen Dunstbläschen und zwar in dem durchfallenden Lichte, solange sie noch nicht zu dicht sind. Forbes bemerkte zuerst, daß die Sonne hinter dem Dampfe dicht am Ventile der Lokomotive rot erschien, in größerer Entfernung aber (wenn er sich mehr verdichtet hatte) von ihm verdeckt wurde. Es muß also zur Erzeugung des Rot die Größe und Menge der Dunstbläschen unter einer gewissen Grenze bleiben. Am prachtvollsten zeigt sich das Abendrot, wenn sich die Wasserdämpfe erst infolge der gegen Sonnenuntergang eintretenden Abkühlung des Erdbodens zu verdichten beginnen (Herbstabende, die das brillanteste Abendrot erzeugen!). Enthält dagegen die Atmosphäre so viel Dämpfe, daß sie sich schon vor Sonnenuntergang zu Nebeln verdichten, so entsteht nur ein mattes gelbes Abendrot; man betrachtet es mit Recht als Vorboten baldigen Regens, während prächtiges Abendrot gutes Wetter bedeutet. Das Gleiche gilt vom Morgengrau, während Morgenrot schlechtes Wetter anzeigt; denn im letzten Falle ist die Luft schon vor der aufgehenden Sonne mit Dämpfen erfüllt gewesen.

4. Warum spielen Seifenblasen in so prächtigen Farben?

Alle durchsichtigen Körper erscheinen im zurückgeworfenen und im durchgelassenen Lichte farbig, wenn sich hinreichend dünne Schichten bilden; die Farben ändern sich mit der Dicke der Schichten. Das Licht wird dann sowohl von der oberen als von der unteren Fläche zurückgeworfen, die zurückgeworfenen Lichtstrahlen aber begegnen und stärken oder schwächen einander und rufen so verschiedene Farben hervor. Da die Dicke der Seifenblasenwände sich fortwährend ändert,

so müssen auch die durch sie erzeugten Farben beständig wechseln. Auf denselben Gründen beruhen die Farbenerscheinungen an dünnen Ölschichten, die sich auf Wasser ausbreiten, an der Haut, die schmutziges Wasser überzieht, an alten blinden Fensterscheiben, an Sprüngen in Glas, Eis oder Kristall (zwischen Blättchen des isländischen Doppelspates, des Glimmers und Gipses), die dünne Luftschichten bilden, an den Oxydrinden der Metalle (das bunte Anlaufen des Stahles ꝛc.), an dünnen Eisschichten, die sich bei starker Kälte der äußeren Luft an der Innenseite der Fensterscheiben bilden; an Kollodiumhäutchen, an Fischschuppen ꝛc.

5. Warum ist das runde Sonnenbild, das ein Lichtstrahl, der durch eine sehr kleine Öffnung in ein dunkles Zimmer fällt, auf einem weißen Blatt Papier erzeugt, größer als diese Öffnung selbst?

Das Licht erfährt beim Durchgange durch die Öffnung an ihren Rändern eine Ablenkung, die man Beugung nennt. Die abgelenkten Lichtstrahlen müssen daher einen größeren Raum beleuchten, als wenn sie gerade fortgingen; denn ihre Schwingungen zeigen die gleichen Erscheinungen wie Wasser- und Schallwellen.

6. Worauf beruht die Erscheinung der Höfe um Sonne und Mond?

Sie verdanken ihre Entstehung ebenfalls dem Vorhandensein feiner Dunstbläschen und kleiner Eisnadeln in der Luft, von denen das Licht zurückgeworfen und gebrochen wird. Sie sind helle, oft farbige Ringe, welche die Sonne und noch häufiger den Mond in verschiedener Gestalt umschließen. Da, wo die Ringe einander schneiden, entstehen größere helle Stellen, die dann Nebensonnen und Nebenmonde genannt werden, oder auch kreuz- und schwertförmige Gestalten. Sind Sonne oder Mond, wohl auch größere Planeten, von einem lichten, meist regenbogenartigen und dann außen rötlichen Raume umgeben, so nennt man ihn einen Kranz. Haucht man eine Glasscheibe leicht an und sieht dadurch nach dem Monde oder nach einer Kerzenflamme, so erblickt man ebenfalls einen Kranz. Der Heiligenschein, wenn Nebel und Sonnenschein zugleich vorhanden sind, gehört auch hierher.

7. Wie entsteht das prächtige Farbenspiel von Perlmutterflächen?

Ihre Oberfläche ist von äußerst feinen Riefen durchzogen, und die auftreffenden Lichtstrahlen werden sowohl von den Riefen, wie von den Rinnen zurückgeworfen und begegnen einander, wodurch die Farbenveränderungen eintreten, die sofort wechseln, wenn wir die Richtung der schillernden Oberfläche ändern. Als Brewster eine Perlmutterfläche in Siegellack abdrückte, zeigte dessen Oberfläche ebenfalls Perlmutterschiller. Die sogenannten Irisknöpfe enthalten feine Riefensysteme verschiedener Richtungen, geben daher ebenfalls verschiedene Farben. Ähnliche Farben zeigen aus der gleichen Ursache

die Flügel und Augen vieler Insekten (Schmetterlinge, Florfliegen ꝛc.) und feine Gewebe aus Draht oder Flor und feine Federn der Vögel beim Hindurchschauen.

8. Verwandt mit diesen Erscheinungen ist die Eigentümlichkeit mancher Körper, das auf sie fallende Licht in eigentümlicher Weise zu verändern, man nennt sie Fluoreszenz (von Fluorcalcium = Flußspat!). Stellen wir mit Weingeist eine möglichst starke Lösung von Blattgrün (siehe Heft VI, S. 114!) her und lassen durch eine Linse ein Strahlenbündel darauf fallen, so zeigt sich ein prachtvolles Rot. Schwefelsaures Chinin in der hundert bis zweihundertfachen Gewichtsmenge von Wasser aufgelöst und mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt, fluoresziert blau, ebenso Petroleum; eine dicke Abkochung von Roßkastanienrinde dunkelgrün ꝛc.

---

# E. Mineralienkunde.

## 1. Der Sandstein.

Quarzsandstein, Quadersandstein.

**I. Lehrmittel:** 1. Frische Handstücke des Quadersandsteins von verschiedenen Fundorten. 2. Stücke verwitterten Sandsteins. 3. Rollstücke aus dem Geschiebe der Flüsse. 4. Schutt und Grus. 5. Grunderde aus Sandstein. 6. Ackererde desgleichen. 7. Stücke mit Versteinerungen (Abdrücken, Abgüssen, Steinkernen [s. Heft I, S. 117 ff.], von Muscheln [Exogȳra colūmba Gld., Taubenschnörkelmuschel; Cārdium hillānum Sow., Urherzmuschel; Spondȳlus spinōsus Gldf., stachlige Klappmuschel; Ammonites vārians Sow., Veränderliches Ammonshorn 2c. 2c.] 2c.). 8. Ein bearbeitetes Stück. 9. Zum Vergleiche Konglomerat und Thonschiefer. — Abbildungen und Zeichnungen: die Felsengestalten der Bastei, des Liliensteins, Prebischthors, Kuhstalls, Bielagrundes in der Sächsischen Schweiz, der Adersbacher und Weckelsdorfer Felsen in Böhmen und der Rabendocke bei Goldberg in Schlesien 2c.

**Litteratur:** Die Steinbrecher im Elbsandsteingebirge von M. Martini in „Bunte Bilder aus dem Sachsenlande", Band II, S. 89 ff. — B. Seidel, Die paläozoischen Formationen in der Umgegend von Chemnitz und Flöha.

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. Ergebnisse und Präparation.**

1. Zeige den Kindern frische und verwitterte Handstücke vom Sandstein und entwickle daran durch Anschauung das Nötige über Farbe und Härte! Der Sandstein tritt in manchen Gegenden der Erde in so großen Massen auf, daß er ganze Schichten der Erdrinde bildet; er ist eine Fels- oder Gesteinsart. Die Hauptmasse bilden kleine (bald mikroskopisch klein, bald bis zur Größe von Mohn- und Hirsekörnern) abgerundete oder eckige Quarzkörner. Diese sind durch ein Bindemittel miteinander verkittet. Ist der Sandstein sehr hart, so daß er sich nicht vom Eisen ritzen läßt, und dabei geruchlos, so ist das Bindemittel in der Regel kieselig (quarzig); riecht er wenig oder gar nicht nach Thon, braust er aber auf und zerfällt, wenn man verdünnte Salz- oder Salpetersäure darauf gießt, so ist es kalkig; riecht es aber unter den gleichen Verhältnissen mehr nach Thon, so ist das Bindemittel Mergel (thoniger Kalk). Mitunter riecht er aber stark nach Thon und braust unter der Einwirkung der

Säuren nicht auf; dann ist das Bindemittel ein weißer, gelber, bräunlicher oder grünlicher Thon (oft mit etwas Eisen) und der Stein ziemlich weich. Das Bindemittel beträgt jedoch meist nur 2—4, die Quarzkörner 96—98 % der Masse. Der Sandstein besteht also aus verkitteten Quarzkörnern. Bei einigen Arten finden sich auch Feldspatkörnchen und Glimmerblättchen vor. Alle liegen aber nicht regellos durcheinander, sondern sind in Schichten oder Lagen geordnet, so daß Platten und Bänke von verschiedener Mächtigkeit entstehen. Je nach der Größe der Quarzkörner giebt es grob- und feinkörnigen und nach seiner Festigkeit harten und weichen Sandstein.

**1. Der Sandstein ist eine Fels- und Gesteinsart von nicht zu großer Härte und körnigem Gefüge. Seine Farbe ist meistens grau, seltener gelblich, bräunlich oder grünlich, und seine Hauptmasse besteht aus Quarzkörnern, die durch ein** (kieseliges, thoniges, kalkiges oder mergeliges) **Bindemittel zusammengehalten werden.**

2. Die Sandsteine sind, wie man aus ihrer Lagerung und ihrem Gefüge ersieht, durch Anschwemmung und Ablagerung aus dem Wasser entstanden. Sie sind darum Ablagerungs-(Sediment-)gesteine. Den Stoff gaben die Bestandteile der schon vorhandenen Gesteine, deren verwitterte und zersetzte Teile durch das fließende Wasser weitergeführt, geschieden (in Gerölle, Sand, feinen thonigen Schlamm) und dann wieder abgelagert wurden, wie wir das noch heute in der Natur nach jedem starken Regengusse sehen können. Ihre Ablagerung aus dem Wasser beweisen auch die in ihnen vorkommenden Reste von Tieren (besonders Schaltieren) und Pflanzen, dazu ihre Lagerung zwischen oder auf den Schichten anderer Gesteine. Nach der Ablagerung sickerte dann allmählich das Bindemittel ein, das die Körnchen verkittete. So finden wir ihn in unserer Nähe in den Steinbrüchen der Finkenmühle bei Flöha, im Wetzelbachthale nördlich von Gückelsberg, in den Brüchen am südwestlichen Rande des Zeisigwaldes (Kohlensandstein), zwei Gruben in der Nähe der Brauerei von Gablenz an der Straße nach Augustusburg, eine Grube östlich der Kirche von Glösa (mürber Sandstein des Rotliegenden, der bei der Aufbereitung meist zu Sand zerfällt und auch als solcher zum Bauen benutzt wird).

**2. Der Sandstein ist durch Anschwemmung und Ablagerung aus Wasser entstanden. Dies beweist seine Lagerung zwischen und auf den Schichten anderer Gesteine und seine deutlich wahrnehmbare Schichtung. Er bildete sich aus verwitterten und zersetzten Teilen der schon vorhandenen Gesteine, die durch das Wasser fortgeführt, geschieden, abgelagert und dann durch ein Bindemittel vereinigt wurden; darum finden sich auch Reste von Tieren und Pflanzen in seinen Schichten.**

3. Wo können wir den Sandstein in unserer Nähe als Gestein sehen? siehe oben! Dazu Grauwackensandstein bei Rottluff und Frankenberg; andere (Sandsteine der Silurformation) mit Kiesel-, Alaun- und Thonschiefer wechsellagernd nördlich von Langenstriegis am rechten Thalgehänge der kleinen Striegis; Sandsteine aus Quarz- und Feldspatkörnchen und Glimmerblättchen zusammengesetzt (sogenannte Granitsandsteine, Arkose) in der Gegend von Berthelsdorf (Mittelmühle)); Sandsteine aus den Bruchstücken schieferiger Gesteine (Sandsteine der Kulmformation) im unteren Teile von Borna und in der Mitte von Glösa 2c. 2c.

In Sachsen in der sogenannten Sächsischen Schweiz (Quadersandstein), einem zu beiden Seiten der Elbe liegenden Gebiete von 8—9 Quadratmeilen (rechts zwischen Lohmen, Wehlen, Hohnstein, Hinterhermsdorf, durchströmt von der Kirnitzsch, Polenz, Wesenitz und zum Teil auch von der Sebnitz; links in der Gegend von Pirna, Berggießhübel und Königstein bis zur Landesgrenze, durchflossen vom Krippenbache, der Biela und Gottleuba). Dieses ist aber nur ein Teil des großen, in Böhmen zumeist rechts der Elbe ostwärts bis zur Gegend südlich von Zittau gelegenen Gebietes (Böhmische Schweiz) dieser Gebirgsart. Die übrigen in Sachsen auf den Höhen von Rabenau, Dippoldiswalde, Liebstadt und im Tharander Walde zerstreuten kleinen Gebiete betragen keine ganze Quadratmeile. — Grauwackensandstein findet sich im Voigtlande nordwestlich von Plauen sich über Mühltroff ins Reußische fortsetzend; zwischen Schönfeld und Schönbach nördlich von Reichenbach und in der Gegend von Oschatz (Colmberg).

Im weiteren Deutschland und Österreich findet sich der Quadersandstein in den Adersbacher und Weckelsdorfer Felslabyrinthen im Politz-Adersbacher Sandsteingebirge, der daran grenzenden Heuscheuer und der Rabendocke bei Goldberg im Gesenke; zwischen Bunzlau und Löwenberg im Nordosten vom Riesengebirge; der Sandstein von Chlomek bei Jungbunzlau, von Groß-Skal bei Turnau und der Sandstein der Prachover Felsen bei Gitschin, sämtlich im nordöstlichen Teile Böhmens; desgleichen am nordöstlichen Rande des Harzes (die Teufelsmauer und der Regenstein bei Blankenburg); als Grünsandstein (Glaukonit) in Westfalen und Hessen und als Muschelsandstein in der Schweiz.

Sandstein des Rotliegenden ist der nordöstliche Teil der Kyffhäuserberge.

Buntsandstein ist der Hauptbestandteil der Vogesen (Vogesensandstein).

Sandsteine finden wir auch in den Karpathen, in Rußland und in England.

3. Wir finden den Sandstein in unserer Gegend besonders in der Umgebung von Flöha, Frankenberg und Chemnitz; der sogenannte Quadersand-

**stein bildet zu beiden Seiten der Elbe das Gebirge der Sächsischen und Böhmischen** (Elbsandsteingebirge) **Schweiz; sonst kommt er noch in den Sudeten und am nordöstlichen Rande des Harzes vor.**

4. Der Sandstein ist nicht nur wagerecht geschichtet, sondern auch senkrecht zerklüftet und bildet dann würfelförmige Blöcke (Quader, Quadersandstein!). Da nun seine Härte infolge seines thonigen Bindemittels nicht bedeutend ist, so war er von alters her eine der nutzbarsten Felsarten unseres Vaterlandes. Je nach seiner Beschaffenheit (hart oder weich, grob- oder feinkörnig), wird er zu Mühl- und Schleifsteinen, zu Quadern und anderen Werkstücken und von Bildhauern und Steinmetzen zu Bildsäulen und Verzierungen von Bauwerken verwendet. Mühlsteine verfertigt man in den Kyffhäuserbergen (aus rotem Sandstein) und in Sachsen früher in Liebethal und jetzt in Johnsdorf bei Zittau; doch hat diese Industrie in neuerer Zeit durch Verwendung von Porzellanwalzen in den Mühlwerken sehr gelitten. In den heutigen Tagen finden Tausende von Menschen (1890: 4020, 1894: 3610) in den Sandsteinbrüchen der Sächsischen Schweiz ihr Brot. Von ihnen wird der auch im Auslande unter dem Namen „pirnaischer Stein" (weil er früher hauptsächlich von Pirna aus auf der Elbe verschifft wurde) bekannte Sandstein gebrochen, behauen und auf den Schiffen und der Eisenbahn versandt (1894 über 175000 cbm).

**NB.** Die ältesten Erzeugnisse waren die Liebethaler Mühlsteine, wie überhaupt der Sandstein in umfänglicher Weise zuerst im Wesenitz-, dann im Gottleuba- und dann erst (des bequemen Wasserweges halber) im Elbthale gebrochen wurde.

Die alten Sorben haben kaum etwas anderes als Mühlsteine gebrochen; doch die ostwärts vordringenden Deutschen benutzten den Sandstein bald zum Baue ihrer Burgen, Gotteshäuser, Denkmäler und Brücken (Burg, Dom und Brücke zu Meißen, Brücke zu Dresden ꝛc.). Später daraus errichtete größere Bauwerke sind das Schloß zu Tetschen (1550—1600), viele Kirchen, das große Schloß in Kopenhagen (1740) ꝛc. Die Baulust Augusts des Starken und seines Sohnes brachte den Steinbrechern großen Verdienst (die Quadern der Frauenkirche und katholischen Hofkirche sind Postelwitzer Stein; aus Sandsteinquadern sind damals errichtet das Japanische Palais, Palais im Großen Garten, Schloß Pillnitz, das sogenannte Blockhaus an der Brücke ꝛc.; die zu den Verzierungen des Zwingers verwendeten sind Cottaer Stein, der aber nicht wetterbeständig genug ist ꝛc. Nach dem siebenjährigen Kriege wurden die Kreuz- und die Annenkirche und um 400 Privathäuser in Dresden neu aus Sandstein errichtet ꝛc.). Jetzt wird dieser Stein nicht nur auf der Elbe, sondern auch auf der Eisenbahn nach allen Himmelsgegenden zu Brücken-, Hafen-, Kai-, Festungs-, Kirchen-, Schloß- und Häuserbauten, sowie zu Denkmälern versendet. Man führt Werkblöcke bis zu 5 cbm Inhalt aus, die besonders nach Hamburg gehen (Hamburger Ware!). Die größten gelieferten Werkstücken waren lange Zeit die $5^1/_2$ m hohen Säulen der Altstädter Hauptwache in Dresden, die noch dazu aus den Landbrüchen von Neundorf bei Gottleuba herbeigefahren werden mußten. In neuester Zeit sind am Gebäude der neuen Kunstakademie auf der Brühlschen Terrasse 12 Säulen von je 8 m Höhe, 5 cbm Inhalt und 220 Zentner Gewicht aufgestellt worden. Aus Blöcken von 14 cbm Inhalt wurden gewaltige Atlanten beim Umbau des Königlichen Schlosses geformt, und jeder der Blöcke, aus denen Professor Schilling die vier Gruppen an der Treppe der Brühlschen Terrasse meißelte, wog 500 Zentner.

In neuerer Zeit beeinträchtigen Ziegel, Zement und Eisen die Verwendung des Sandsteins als Baumaterial, so daß von den 500 in der Sächsischen Schweiz vorhandenen Brüchen nur wenig über die Hälfte (1894: 365) im Betriebe sind. Die Arbeiter, die schon seit dem 15. Jahrhunderte zu Innungen vereinigt sind, stehen unter zwei Königlichen Steinbruchaufsehern (Pirna und Wendischfähre) und gliedern sich in Bruchmeister, Hohlmacher und Räumer. Man bricht den Stein so, daß die Hohlmacher einen großen Felsen (Wand) an einer weichen (faulen) Schicht so unterhöhlen, daß er das Gleichgewicht verliert und vom Berge abbricht. Dies dauert oft jahrelang, da sie sich dabei oft 9—15 m tief quer (liegend oder sitzend) in den Felsen hineinarbeiten müssen. Unter den ausgehöhlten Teil der Wand werden während der Arbeit starke Steifen (Stützen aus Holz) gestellt, die in alten Zeiten zuletzt ausgehackt und weggebrannt wurden, jetzt aber durch Pulver und Dynamit weggesprengt werden. Eine solche Wand wurde z. B. am 29. November 1887 nach dreijähriger Arbeit in Schöna zu Fall gebracht. Sie hatte $17^1/_2$ m Tiefe, 45 m Höhe und 40 m Breite, ruhte auf 24 Steifen und war bis auf $^7/_8$ ihrer Grundfläche hohl gemacht; sie ergab über eine Million Zentner Steinmasse. Nicht immer geht der Sturz glücklich ab. In den weißen Brüchen zwischen Wehlen und Rathen fiel 1820 eine Wand mit solcher Gewalt in die Elbe, daß ein vorübersegelnder Kahn weit auf das jenseitige Ufer geworfen wurde, und bei Wehlen stürzte am 23. Juli 1877 beim Fällen einer Wand eine solche Masse Steinblöcke in die Elbe, daß die Wogen am anderen Ufer hinausschlugen und 22 Tage lang kein Dampfschiff die Stelle des Felsensturzes passieren konnte. Seit dieser Zeit ist die Aufsicht über die Brüche sehr verschärft worden, so daß ohne obrigkeitliche Genehmigung keine Wand in Angriff genommen werden darf. Früher gab es für die Steinbrecher in dieser Hinsicht kein Hindernis; Wege, Straßen und Flüsse (Eisenbahnen gab es noch nicht) waren oft gefährdet, wie die großen Steinblöcke, die zwischen Niedergrund und Schöna, in Postelwitz, an der Bastei im und am Elbstrome lagen und zum Teil noch liegen, bezeugen. Die großen Blöcke einer niedergegangenen Wand werden zerlegt und der Schutt von den Räumern weggeräumt und in Halden aufgetürmt. Die fertige Ware (Werkstücke) wird auf starken, niedrigen, zweirädrigen Wagen (Steinkarren) an zur Elbe hinabführende schiefe Ebenen (Huschen) gebracht, in denen man sie auf Schlitten hinabläßt, damit sie dort in die Schiffe verladen werden. Mitunter stellen auch besondere Steinmetzen die Arbeiten schon im Bruche vollständig her. Die Arbeit der Steinbrecher, besonders der Hohlmacher, ist sehr gefährlich und die Gesundheit schädigend. Viele stürzen von den Felswänden ab oder werden unter den stürzenden Wänden begraben. Drei Tage nach dem oben erwähnten Wandeinsturze im Jahre 1820 stürzte eine dadurch erschütterte nahe, noch

größere, fast 40 m hohe Wand unvermutet ein und verschüttete 13 Arbeiter. Erst am sechsten Tage gelang es fünf noch lebend hervorzuarbeiten, die allein dadurch, daß ein Teil der fallenden Wand eine Höhle gebildet hatte, wenn auch unter schrecklichen Qualen, erhalten worden waren. Ans Wunderbare grenzt die Errettung von 24 anderen, die am 25. Januar 1862 in einem Bruche oberhalb Schandau durch eine ungeheure Wand verschüttet, aber nach 56stündiger Todesangst alle glücklich herausgegraben wurden. Selten wird ein Steinbrecher alt, die wenigsten überdauern das 50. Lebensjahr. Die Sonnenglut, der sie an den kahlen, senkrechten Felswänden preisgegeben sind, die Erkältung in den feuchten Felsspalten und der Sandstaub, den sie täglich einatmen, läßt sie oft schon zwischen dem 30. und 40. Lebensjahre an der Steinbrecherkrankheit zu Grunde gehen.

4. Da der Sandstein sich leicht in Blöcke spalten und bearbeiten läßt, so ist er von alters her die nutzbarste Felsart unseres Vaterlandes. Er wird nicht nur zu Schleif- und Mühlsteinen, sondern auch zu Bausteinen und Werkstücken und von Steinmetzen und Bildhauern zu Verzierungen und Bildsäulen verarbeitet. Tausende von Arbeitern finden in den zu beiden Seiten der Elbe liegenden Steinbrüchen durch das Brechen, Behauen und Verladen dieses Gesteines ihr Brot; doch ist diese Arbeit noch gefährlicher und schädigt die Gesundheit mehr als die der Bergleute.

5. Da der Sandstein keine hervorragende Härte besitzt, so unterliegt er auch den Einwirkungen der Feuchtigkeit, der Luft und dem Wechsel von Hitze und Frost ziemlich rasch und verwittert. Zuerst mögen seine ursprünglich wagerechten Schichten durch die Faltungen des Erdkörpers (siehe früher Heft VI, S. 174!) in Klüfte aufgerissen worden sein, deren größte das jetzige Thal der Elbe bildet. Dadurch wurde zugleich der Witterung ihre Arbeit erleichtert, und die aufgerissenen kleineren Spalten führten in den Gewässern der Niederschläge die Erzeugnisse der Verwitterung zur Elbe und in dieser weiter. Nur wenige Flächen blieben geschlossen in wagerechter Lage (Platte mit den Orten Ober- und Nieder-Ebenheit oberhalb Pirna, die Schneeberg-Platte, die Ostrauer Scheibe bei Schandau ꝛc.). Darum finden wir im Elbsandsteingebirge so viele tiefe und enge Schluchten wie in keinem anderen Gebirge. Hier giebt es wenig Thäler, sondern nur schmale, zu beiden Seiten von hohen senkrechten Felswänden eingeschlossene Gründe (Liebethaler, Wehlener, Uttewalder, Amsel-, tiefer, Oschel-, Kirnitzsch-, Biela-Grund ꝛc.) und Klüfte, die hin und wieder von kleinen Bächen und Flüssen durchströmt werden. Ja, einige Gegenden (besonders die zwischen der Kamnitz und Kirnitzsch und die längs der Polenz abwärts von Hohnstein) sind ein wahres Labyrinth von schauerlichen Abgründen und schlotartigen, unterirdischen Gängen, Grotten und Höhlen. Über dieses alles er-

heben sich eine Menge pfeilerartiger, oben abgeflachter Kuppen (Lilienstein, Königstein, Schneeberg, Papststein, Gorisch, Pfaffenstein, Quirl, Zirkelstein, Bärenstein, Wildenstein, Schrammsteine ꝛc.) und sonderbarer Felsgestalten (Bastei, Neurathen, Mönchsstein, Kuhstall, Prebischthor, Hockstein ꝛc.), als offenbare Trümmer eines früher zusammenhängenden Ganzen, die der völligen Zerstörung bis heute entgangen sind. Ihren Fuß umgiebt in der Regel ein Haufwerk von Blöcken; darum erhebt sich ihre Wurzel zuerst kegelförmig, um dann in der oberen Hälfte senkrecht aufzusteigen. So haben sich auch an den Felsenwänden des Elbthales, die 70—200 m über dem Elbspiegel aufsteigen, zumeist beträchtliche Schutthalden angesammelt. An großen Sandsteinblöcken reich sind das Polenz- und Kirnitzschthal, der Fuß des Liliensteins (an seinem Südhange findet sich auch ein Wackelstein [siehe Heft II, S. 177 unten!], die sogenannte Schildkröte), das große Horn bei Berggießhübel, der Bielagrund, die Wälder an den Zschirnsteinen und in der Gegend von Königstein, dann im Zittauer Stadtwalde bei Oybin und Johnsdorf, sowie in der Paulsdorfer Heide bei Dippoldiswalde. Einzeln findet man sie durch die ganze Sächsische und Böhmische Schweiz.

Der aus dem Quadersandsteine entstehende Boden besteht aus feinkörnigem Quarzsande und Sandsteingebröckel mit ein wenig (2—4 %) eisenschüssigem Thone. Das Gestein zerfällt zwar an der Atmosphäre; es entsteht aber nur ein beweglicher Sand, der vom Winde verweht und vom Regen mit fortgespült wird. Dadurch wird die Flachgründigkeit, Gehaltlosigkeit und Unfruchtbarkeit dieses Bodens begreiflich. Die flachen Quellthäler und waldigen Gründe ausgenommen, wird man selten über einen Meter tief zu graben brauchen, um das feste Gestein zu erreichen, und er enthält bis zu 0,30 m Tiefe nur 21 % Reinerde. Soweit darum der Boden des Quadersandsteingebietes nicht von aufgeschwemmtem Lande bedeckt ist, trägt er nur Heidekraut, Kiefern- und seltener Fichtenwald (Zittauer Wald, Schandauer, Kunnersdorfer und Rosenthaler Heide).

**5. Die Einwirkungen der Erdfaltung und der Witterung haben den Sandstein in zerklüftete Felsen zerspalten, zwischen denen sich tiefe Schluchten und Gründe hinziehen. Die höchsten Erhebungen sind als pfeilerartige, oben abgeflachte Kuppen und sonderbare Felsgestalten zurückgeblieben, die oft einen sehr malerischen Anblick darbieten. Ein Teil der Felsen ist in unregelmäßige Blöcke zerspalten, und diese sind beim Herabstürzen zu Schutt zertrümmert. Soweit dieser in die Gewalt des fließenden Wassers geraten ist, hat er sich zu Rollsteinen abgerundet. Der Schutt hat sich endlich nach und nach in seine Grundbestandteile, Quarzsand und ein wenig Thon, aufgelöst, und diese bilden, soweit nicht angeschwemmter Boden vorhanden ist, einen sandigen, wenig fruchtbaren Boden, der nur Heidekraut und Kiefern ernährt.**

---

## 2. Der Thonschiefer.

**I. Lehrmittel:** 1. Frische und verwitterte Handstücke des Thonschiefers von verschiedenen Fundorten. 2. Schutt. 3. Rollsteine aus dem Geschiebe der Flüsse. 4. Grund- und Ackererde aus Thonschiefer. 5. Dachschiefer von Lößnitz im Erzgebirge, Lehesten in Thüringen und England. 6. Griffelschiefer aus Sonneberg. 7. Schiefer mit Versteinerungen. 8. Kieselschiefer. 9. Wetzschiefer.

Abbildungen: 1. Ein idealer Querschnitt eines Teiles der festen Erdrinde. 2. Die geognostische Karte der betreffenden Sektion und die geognostische Generalkarte der betreffenden Provinz.

**Litteratur:** B. Seidel, „Die paläozoischen Formationen in der Umgebung von Chemnitz und Flöha" und „Die archäischen Formationen des Erzgebirges in der Umgebung von Zschopau." — H. Wagner, „In die Natur". 3. Bändchen. Schiefertafel und Schieferstift. S. 69 ff.

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. Präparation und Ergebnisse.**

1. Vorzeigen der Handstücke, Entwickelung der Härte (3, läßt sich leicht ritzen, ritzt eine Kupfermünze nicht, Strich grauweiß), Farbe (silber-, bläulich-, grünlich-, rötlichgrau, bis blauschwarz, schwach glänzend, durch Verwitterung ockergelb), des Gefüges (eben, seltener wellig-schiefrig, leicht in Tafeln spaltbar); an feuchter Lippe klebend, riecht angefeuchtet beim Ritzen nach Thon (Name!), saugt beim Befeuchten stark Wasser ein und trocknet schnell wieder (wie Thon). Grundmasse: Thon- und Kieselerde, selten mit mikroskopischen Glimmerschüppchen, gefärbt durch Eisen (rot, gelb) oder Kohle (schwärzlich). Er ist eine Gesteins- oder Felsart. Warum?

**1. Der Thonschiefer ist eine Fels- oder Gesteinsart von meist geringer Härte und silber-, bläulich-, grünlich- oder rötlichgrauer bis blauschwarzer Farbe. Er hat ein schieferiges Gefüge, läßt sich deshalb leicht spalten und besteht aus sehr feiner, erhärteter Thonerde, die mit mikroskopischen Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen gemengt ist.**

2. Der Thonschiefer ist, wie man aus seiner Lagerung und seinem Gefüge sehen kann, durch Anschwemmung und Ablagerung aus dem Wasser entstanden; er ist ein Ablagerungs-(Sediment-)gestein. Die Masseteilchen geben die Erzeugnisse der Verwitterung der vorhandenen Gesteine, besonders die Feldspate. Bei deren Zersetzung blieb nach dem Verschwinden des Natron oder Kali die kieselsaure Thonerde mit geringen Mengen von Eisenoxyd übrig. Die etwaige blauschwarze Farbe verdankt er beigemischter Kohle. Diese Bestandteile sind meist so fein zerteilt und so innig verbunden, daß nur das Vergrößerungsglas sie uns zeigen kann. Am Schiefergriffel bemerkt man mitunter, daß er rote Striche macht; da ist an der betreffenden Stelle etwas mehr Eisenoxyd vorhanden, und ritzt er die Tafel, so ist ein Kieselkörnchen daran schuld. Die Ablagerung aus

dem Wasser ersieht man auch aus den in ihm vorkommenden Resten von Tieren (besonders Fischen, Schaltieren 2c.) und Pflanzen und aus seiner Lagerung zwischen oder auf den Schichten anderer Gesteine. Die ursprünglich wagerechte Lagerung der Schichten ist vielfach gestört; sie haben sich gefaltet (gehoben oder gesenkt) und sind so aus ihrer ursprünglichen Lage gekommen. Es kommt deshalb bei ihnen nicht nur ihre Mächtigkeit (Dicke), sondern auch ihr Streichen und Fallen (s. v. B. Seidel, S. 22ff.!) in Betracht (Anschauung auf Spaziergängen). Diese Störungen in der Lage der Schichten sind eine Folge der Abkühlung unseres Erdkörpers (s. Heft III, S. 148!).

**2. Aus der Zusammensetzung und Lagerung des Thonschiefers sieht man, daß er durch Anschwemmung und Ablagerung aus Wasser entstanden ist; er gehört darum zu den Ablagerungsgesteinen. Die verwitterten und zersetzten Teile schon vorhandener Gesteine wurden durch das Wasser fortgeführt, geschieden und in Schichten wieder abgelagert. Die ursprünglich wagerechte Lagerung der Schichten ist aber später dadurch, daß diese sich falteten, meistens schief geworden.**

**NB.** Durch Aufnahme von Kohlenstoffteilchen geht der Thonschiefer in Alaunschiefer, durch Vorherrschen des Quarzes in Kieselschiefer und sogenannten Wetzschiefer und durch Auftreten von deutlichen Glimmerblättchen in Glimmerschiefer über. Der Kieselschiefer ist gewöhnlich nach allen Richtungen von zahlreichen weißen Quarzadern durchzogen und hat meist eine schwarze Farbe. Die Übergänge sind oft ganz unmerklich und daher die Grenzen dieser Gesteine schwer anzugeben. Durch Verwitterung verwandelt sich der Thonschiefer in Schieferthon und Schieferletten.

3. Wo habt ihr dieses Gestein in unserer Nähe gesehen? In einem Bruche an den Rändern eines Feldweges südlich von Niederwiesa (Thonschiefer und Kieselschiefer), am Abhange des Butterberges bei Hausdorf an der Straße von Mühlbach nach Hausdorf (Thonschiefer und Kieselschiefer), in mehreren Brüchen bei Rottluff (Thonschiefer mit Grauwacke wechsellagernd). Urthonschiefer (Phyllit): Brüche östlich von Oberhermersdorf, westlich von Hermersdorf und zwischen Kleinolbersdorf und dem Adelsberge (glimmeriger Phyllit), rechter Hang des Flöhathales bei Falkenau, am Wachtelberge, bei Oberwiesa, zwischen Erdmannsdorf und Euba (Quarzphyllit), Felsen des rechten Hanges des Zschopauthales unterhalb des Kunnersteins, Gehänge des Zwönitzthales bei Dittersdorf, Steinbruch westlich von Grünberg an der Straße von Schellenberg nach Flöha (Feldspatphyllit).

In Sachsen: Der Thonschiefer nimmt im westlichen Sachsen südlich von der böhmisch-bayerischen Grenze (über die er noch ein Stück nach Böhmen und Bayern hineinreicht) den ganzen Zipfel von Adorf, Markneukirchen, Klingenthal durch das ganze obere Elstergebiet (einigemal vom Grünstein, Grauwacke und Granit unterbrochen) bis Zeulenroda, Hohenleuben, Weida ein und zieht sich dann in einem breiten Streifen ost-

wärts über Hartenstein, Lößnitz, Zwönitz, Stollberg bis in die Gegend östlich von Chemnitz (Erdmannsdorf, Euba, ja bis nach Oederan). Dieses Gebiet umfaßt etwa 17 Quadratmeilen. Kleinere Gebiete liegen auf dem Nord- und Ostrande des niedererzgebirgischen Granulitgebietes zwischen Döbeln, Roßwein, Siebenlehn, Wilsdruff, Tharand bis etwa eine Wegstunde südwestlich von Lommatzsch und auf der Südostseite dieses Gebietes ein schmaler Streifen von Oberrabenstein bei Chemnitz über Röhrsdorf, Draisdorf bis südwestlich nach Hainichen (zusammen 6—7 Quadratmeilen); auf der Nordwestseite des erwähnten Granulitgebietes von Glauchau aus an beiden Ufern der Zwickauer Mulde bis unterhalb Waldenburg, dann an der Westseite dieses Flusses in einem schmalen Streifen weiter bis Rochlitz, hier die Zwickauer Mulde überschreitend östlich nach der Mündung der Zschopau hin bis Döbeln (um zwei Quadratmeilen); endlich auf den Höhen des linken Elbufers von Berggießhübel noch über Dohna und Maxen hinaus (eine Quadratmeile). Dies giebt zusammen über 25 Quadratmeilen.

In Deutschland bildet der Thonschiefer das Hauptgestein des Taunus und Hundsrück, und in Frankreich bestehen die Ardennen und Cevennen fast nur aus ihm. In den Alpen, in Böhmen, im Fichtelgebirge, im Thüringer Walde (Lehesten, Sonneberg), am Harze (Goslar, Blankenburg), in England (Dachschiefer von Bangor in Wales) und in Schweden und Norwegen bildet er bedeutende Bergmassen. In Mexiko ist er erzführend (Silbergruben von Guanaxuato).

**3. Wir finden Thonschiefer in unserer Nähe in einem breiten Streifen von Burkhardtsdorf-Klaffenbach bis Euba-Erdmannsdorf. Es ist dies nur ein kleiner Teil des großen Thonschiefergebietes, das unser Vaterland vom südlichen Voigtlande an nach Südosten bis Tharand-Wilsdruff und nahe an Lommatzsch im Gebiete der weißen Elster und der beiden Mulden durchzieht. Er bildet dann auf der Erde ganze Gebirge oder doch hervorragende Teile davon und ist also ein ziemlich verbreitetes Ablagerungsgestein.**

4. Weges seines Gefüges und seiner leichten Spaltbarkeit wird der dickschiefrige und quarzreiche Thonschiefer zu Platten zum Belegen der Gartenmauern, der Fußböden von Küchen, Kellern, Hausfluren, Höfen, zu Decksteinen über Schleusen (Penna und Methau bei Rochlitz), der dünnschiefrige mit glatter Oberfläche aber zu Dachschiefer verarbeitet (Sachsen: Lößnitz, Zwönitz, Stollberg und Hartenstein, zwischen Glauchau und Waldenburg, zwischen Rochlitz, Geringswalde und Colditz, bei Ölsnitz und Lengenfeld im Voigtlande; doch sind fast alle diese Schieferbrüche in den letzten Jahrzehnten zum Erliegen gekommen). Die größten Brüche dieser Art in Deutschland sind bei Lehesten im Thüringer Walde (sie liefern außer vorzüglichem Dachschiefer auch Schiefertafeln, Tisch- und andere Nutzplatten.

Die Schiefertafeln werden gespalten, glatt geschabt, rechtwinkelig in Vierecke geschnitten, geschliffen und endlich mit Kohlenpulver und Öl poliert). Guter Dachschiefer kommt auch aus England (Bangor in Wales). Doch wird auch der beste Dachschiefer in neuerer Zeit durch die viel haltbareren glasierten Ziegel verdrängt. Der weichere und deshalb auf Tafelschiefer schreibende, beim Zerschlagen in stänglige Stücke zerspringende Thonschiefer wird als Griffelschiefer zu Schreibgriffeln verarbeitet (Sonneberg). Der ganz weiche Thonschiefer mit erdigem Bruche, der so viel Kohle enthält, daß er auf Papier schreibt, heißt Zeichenschiefer (schwarze Kreide) und findet sich selten (am besten zu Marilla in Spanien, auch im Baireutschen bei Oberhüttendorf und Dünahoff in der Nähe von Ludwigstadt). Die Urthonschiefer verwendet man hin und wieder zu Bausteinen, und der quarzreiche dickschiefrige Kieselschiefer giebt ein festes, aber etwas scharfes Material zum Beschottern der Straßen. Der Wetzschiefer (bei Sonneberg in Thüringen, am Harze, in den Ardennen) dient wegen seines Kieselgehaltes zu Schleif- und Wetzsteinen für feinere Instrumente. Ihre Güte hängt von der Reinheit, Härte und Feinheit des Kornes ab; doch werden auch besonders feine Wetzsteine aus Kalkstein gefertigt.

**4. Der Thonschiefer wird seiner leichten Spaltbarkeit wegen zu Platten verarbeitet. Die dickschieferigen, quarzreichen Arten liefern Platten zu Fußböden und zum Bedecken von Mauern und Schleusen. Die dünnschieferigen Sorten mit glatter, glänzender Oberfläche geben Dachschiefer und die feineren den Tafelschiefer. Von den quarzreichsten Arten verwendet man die groben zum Beschottern der Wege und die feinen zu Wetz- und Schleifsteinen.**

5. Durch die Einwirkung von Frost und Hitze, Feuchtigkeit und Luft verwittert der Thonschiefer. Er zerfällt in Bänke, diese wieder in Schutt, der in Wasser selten abgerundet wird; denn er zerfällt vorher meist in lauter dünne Plättchen. Die thonigen Arten verwandelten sich vorher schon in Schieferthon und Schieferletten. Die Plättchen geben endlich Erde, die aus Kiesel- und Thonerde mit Eisenoxyd, Magnesia mit etwas Kalkerde besteht. Der durch seine Verwitterung entstandene Boden ist je nach dem Quarzgehalte und der davon abhängigen größeren oder geringeren Härte des Thonschiefers flach- oder tiefgründiger und enthält darnach 35—64 % Reinerde. Wegen seines blättrigen Gefüges löst sich der Thonschiefer rascher als die Massengesteine und giebt einen Boden von mittlerer bis guter Fruchtbarkeit. In den höheren Lagen unseres Vaterlandes ist er hauptsächlich mit Nadelwald (Fichte) bestanden.

**5. Der Thonschiefer verwittert um so langsamer, je mehr er Quarz enthält, und um so rascher, je thonhaltiger er ist; doch löst er sich wegen seines blätterigen Gefüges rascher auf als die Massengesteine. Der von ihm gebildete Boden ist von verschiedener Güte, doch trägt er auch auf rauhen Gebirgslagen noch kräftigen Nadelwald.**

---

# F. Gewerbekunde.

## 1. Die Bierbereitung.

**I. Lehrmittel:** 1. Gerste, Weizen, Hafer. 2. Gekeimte Gerste an der Luft getrocknet (Grünmalz), bei mäßiger Wärme (Darrmalz), gebranntes Malz (Farbenmalz). 3. Hopfenzweige mit Fruchtkätzchen. 4. Brauhopfen (die getrockneten Fruchtkätzchen des Hopfens). 5. Treber. 6. Malzkeime. 7. Ausgezogenen Hopfen. 8. Hefe. 9. Hefepilze unter dem Mikroskope. Man besuche mit den Kindern womöglich eine nicht zu große Brauerei. Je kleiner und einfacher eingerichtet sie ist, desto besser für das Verständnis der Kinder ist es.

**Volkspoesie:**

### I. Rätsel.

1.

Krummholz hält Geradholz,
Geradholz hält Pisewippop,
Pisewippop hält Leib und Seele zu-
[sammen.

Ein Faß Bier. K. Simrock.

2.

Es liegt was im Keller, hat ein weißes Mützchen auf und ein braunes Kleid.
Was ist das?

Ein Faß Bier. K. Simrock.

3.

Eß hot e ru-et Röckle o on e weiß Käpple of!

Bier im Glas. B. Spieß.

4.

Wat liggt innen in't Holt un hett 'ne witt Huw up?

Ein Faß Bier. Gillhoff.

5.

Wer ist Bräutigam und Braut (braut) zugleich?

Der Bierbrauer.

6.

Welche Biere schäumen am meisten?

Die Barbiere. Dr. Franklin.

7.

Lieber laß ich mir das Herz herausziehen als meinen Gürtel abnehmen.

Die Biertonne. Lettisches Volksrätsel.

### II. Sprichwörter.

1. Bier nährt, Branntwein zehrt.
2. Beim Bier giebt's viel tapfere Leut.
3. Wer gerät ins Bierhaus,
   Kommt ins Verlierhaus.
4. Bier bringt große Worte hervor.
5. Wenn das Bier eingehet, geht der Mund auf.
6. Ist das Bier im Manne,
   Ist der Geist in der Kanne.
7. Bier und Brot ist gut für Hungersnot.
8. Wie man's gebraut hat, muß man's trinken.
9. Brauen und Backen gerät nicht immer.

10. Langsam gebraut und hastig gebacken.
11. Wo der Brauer ist, kann der Bäcker nicht sein.
12. Wasserreich und hopfen-(malz-)arm,
Ist ein Bier, daß Gott erbarm.
13. Wo kommt Bier und Barmherzigkeit bei einander!
14. Das Bier ist ohne Zweifel ein Trank für den Teufel.
15. Im Bierkrug liegt viel Betrug.
16. Er braut Bier ohne Malz.
17. Jung Bier gärt.
18. Heimisch Bier ist besser als fremder Wein.
19. Wer Bier holt, bekommt Hefen mit.
20. Des Morgens ist er ein Bierfaß, des Abends ein Faß Bier.
21. Einbecker Bier ist ein starkes Tier.
22. Er hat das Bier verschüttet.

Wander.

## III. Alte Namen für das Bier verschiedener deutscher Städte.

Breslau — Scheps.
Leipzig — Rastrum.
Halle — Puff und Muff.
Wittenberg — Kuckuck.
Halberstadt — Broihan.
Goslar — Gose.
Braunschweig — Mumme.
Grimma — Bauchweh.
Erfurt — Schlung.
Eisleben — Krabbel an der Wand.
Stade — Kater.
Osnabrück — Bürste.
Buxtehude — Ich weiß nicht wie.
Schweidnitz — Stier.
Kolberg — Block.
Königsberg — Saure Maid 2c. 2c.

**II. Lehrgang.** Siehe unten!

**III. Präparation und Ergebnisse.**

### Vorversuche.

1. Man löse reinen Zucker in reinem Wasser zu einer dicklichen Flüssigkeit (Sirup) auf. Ein Drittel davon bewahre man in einem wohlverschlossenen Gefäße auf; das andere Drittel lasse man unbedeckt einige Zeit an freier Luft stehen, während man in das letzte Drittel etwas Bier- oder auch Preßhefe bringt, die Mischung auf etwa 25° C. erwärmt und sie dann beobachtet!

Der erste Teil bleibt unverändert; das zweite Drittel beginnt nach längerer Zeit zuerst schwach und dann immer stärker zu schäumen, beruhigt sich aber darnach allmählich wieder und bildet alsdann eine dünne, nicht mehr süß, sondern brennend (alkoholisch) schmeckende Flüssigkeit. Der dritte Teil zeigt denselben Vorgang, der aber sofort nach dem Zusetzen der Hefe beginnt und in viel rascherer Aufeinanderfolge verläuft. Die Hefezellen vermehren sich zu perlenschnurartigen Reihen, und dadurch zersetzt sich die Flüssigkeit. Das Schäumen wird durch das Entweichen einer Luftart verursacht. Fangen wir diese auf und leiten sie in Kalkwasser, so trübt sich dieses; leiten wir sie auf den Grund eines hohen Glascylinders und tauchen dann einen brennenden Span hinein, so verlöscht dieser. Die Luftart ist also Kohlensäure. Hört die Vermehrung der Hefezellen auf, so ist auch die Kohlensäureentwickelung beendet.

Den ganzen Vorgang nennt man Gärung. Er ist, wie wir sahen, ein Zerfallen der zuckerhaltigen Flüssigkeit in Kohlensäure und Weingeist. Unter dem Einfluß der Hefe und Wärme verlief er rasch. Hefe ist ein Gärungserreger. In einem offenen Gefäße an freier Luft geschieht dies langsamer. Es muß auch aus der freien Luft ein der Hefe ähnlicher Stoff in die Flüssigkeit gelangen und die Gärung erregen. Die Hefe ist ein mikroskopisch kleiner Pilz (unter dem Mikroskope erscheint sie als eine Menge durchsichtiger Bläschen, die wie die Perlen an einer Schnur aneinander gereiht sind); seine Keimkörner werden von der Luft weiter getragen.

2. Koste einzelne frische Gerstenkörner! Sie schmecken mehlig. Koste einzelne Körner gekeimter Gerste (frischen Malzes)! Sie schmecken süßlich. In jedem Gerstenkorne ist während der Keimung eine Substanz (Diastase) entstanden, durch deren Einwirkung ein Teil des Stärkemehles in Zucker verwandelt worden ist.

**NB.** Um Diastase darzustellen, übergieße man frisches Malz mit so viel Wasser, daß es gerade davon bedeckt ist, und lasse es zwölf Stunden lang ausziehen. Darauf filtriere man die Flüssigkeit durch ein Tuch, presse den Rest aus und erwärme das Ganze bis 70 oder 80°, bis das Eiweiß geronnen ist. Entferne dieses durch Filtrieren und füge zu der Flüssigkeit 15—20mal soviel starken Weingeist; es scheidet sich die Diastase in Flocken aus! Setzt man davon eingeweichter Stärke zu, so verwandelt sich diese in Zucker.

3. Rühre einige Pfund frisches gequetschtes Malz mit warmem Wasser zu einem dünnen Brei an, erhöhe die Wärme während $^3/_4$ Stunden allmählich unter Umrühren; lasse sie jedoch dabei 70° C. nicht überschreiten! Laß dieses Gemisch eine Stunde lang stehen! Es hat einen süßlichen Geschmack angenommen.

4. Gieße die Flüssigkeit von dem Malze ab, oder trenne sie von ihm durch Seihen; kühle sie darauf schnell auf ungefähr 20° ab und laß sie stehen! Es beginnt sich auf und in ihr Schaum zu bilden (Kohlensäure steigt auf); die Flüssigkeit gerät in Gärung. Diese ist anfangs schwach, steigert sich allmählich, nimmt dann wieder ab nnd hört zuletzt ganz auf. Dabei haben sich flockige Hefemassen ausgeschieden, die zum Teil auf dem Boden abgelagert sind, zum Teil in und auf der Flüssigkeit schwimmen und sie trüben. Malzaufguß wird in der Wärme von selbst süß und geht dann in Gärung über; dabei scheidet sich Hefe ab. Das Stärkemehl wird in Zucker und dieser in Weingeist und Kohlensäure verwandelt; die Ursache ist das Wachstum der Hefepilze.

Ein Malzaufguß, dessen Gärung man unterbrochen hat, ist das Bier.

Bei der Bierbereitung unterscheidet man:

1. die Bereitung des Malzes (das Malzen, Mälzen),
2. die Bereitung der Bierwürze (das Maischen),
3. die Gärung der Bierwürze und
4. die Aufbewahrung und Pflege des Bieres.

## A. Die Bereitung des Malzes oder das Malzen.

a) Das Einweichen.

1. Große Gefäße aus Holz, Sandstein und Zement (Quell- oder Weichbottiche, -kufen) füllt man etwa zur Hälfte mit Wasser und schüttet unter beständigem Umrühren die Gerste hinein, wobei noch so viel Wasser zugesetzt wird, daß die Gerste vollständig davon bedeckt wird. Die gesunden Körner sinken nach einigen Stunden unter, und auf der Oberfläche des Wassers erscheinen die tauben und beschädigten, die abgeschöpft und als Abschöpfgerste (Schwemmlinge) zu Viehfutter verwendet werden.

Das Wasser durchdringt nach und nach die Körner und löst gewisse in ihrer Hülle enthaltene Bestandteile auf. Es nimmt dadurch eine braune Farbe und einen eigentümlichen Geruch und Geschmack an, zeigt auch große Neigung, in Gärung (Milch-, Buttersäure- und Bernsteinsäuregärung) überzugehen. Damit dadurch nicht etwa ein nachteiliger Einfluß auf das Malz ausgeübt werde, wird das Weichwasser so oft gewechselt, bis es nicht mehr trübe abfließt. Außerdem entwickelt sich aus der Gerste während des Einweichens reichlich Kohlensäure. Junge, frische Gerste weicht schon in 48—72 Stunden, während ältere, kleberreiche und dickschalige oft 6—7 Tage dazu bedarf. Die Dauer des Einweichens hängt aber neben der Beschaffenheit und dem Alter der Gerste auch noch von der Wärme des Wassers ꝛc. ab. Es ist nicht ratsam, die Gerste zu stark zu weichen, weil dadurch ihre Keimkraft zerstört wird. Man erkennt die richtige Quellreife daran, daß das Korn mit dem Nagel leicht gebogen werden kann, ohne zu zerbrechen, daß die Schale sich leicht löst, wenn man das Korn der Länge nach zwischen den Fingern drückt, und daß das Korn, an einem Holze ꝛc. gestrichen, einen mehlartigen weißen Strich giebt, sowie an einem äpfelartigen Geruche. Die Gerste nimmt 40—50% Wasser auf und quillt dabei um 18—24% auf. Die gequellte Gerste läßt man dann noch 8—10 Stunden zum vollständigen Ablaufen des Wassers in der Weiche liegen, ehe man sie auf die Malztenne bringt.

**1. Zuerst wird die Gerste in reinem Wasser eingeweicht. Sie erhält dadurch nicht nur die zum Keimen nötige Feuchtigkeit, sondern es werden ihr auch Stoffe entzogen, die den Geschmack des Malzes und Bieres verderben würden. Außerdem wird sie dabei von allen sonstigen Unreinigkeiten und den tauben Körnern befreit.**

**NB. 1.** Die ganze Malzbereitung ist eigentlich ein eingeleiteter und dann unterbrochener Keimvorgang. Würde man die Gerste ungekeimt zur Bierbereitung verwenden, so würde sich die in ihr enthaltene Stärke nur unvollständig in Zucker verwandeln. Durch das Keimen wird aber erst diese Umbildung angeregt.

Am Querschnitte eines Gerstenkornes bemerken wir außen die holzige Schale, darunter eine braune Linie (die sogenannte Kleber-[Eiweiß]schicht) und

im Innern den weißen Mehlkörper. Auf einem der Rückenfurche entlang geführten Längsschnitte zeigt sich am spitzen Ende, dort wo bei der Keimung das Würzelchen hervorbricht, von dünnerer Schale bedeckt der Keimling (Embryo). Er besteht aus dem Würzelchen, das sich zuerst entwickelt, und dem Blattfederchen oder Knöspchen, das erst später hervortritt und nach oben wächst (in einem Längsschnitte des Maiskornes kann man mit der Lupe die einzelnen Teile noch deutlicher sehen). Während der Entwickelung des Keimes (dem Keimen) muß das Blattfederchen die zu seiner Entwickelung nötigen Stoffe, bevor ihm das Würzelchen aus dem Boden Nahrung zuführen kann, aus dem Kleber und Stärkemehl des Samenkornes nehmen. Dies ist aber nur möglich, wenn der Kleber durch Einweichung des Kornes (in der Natur durch die Bodenfeuchtigkeit) löslich gemacht worden ist. Je mehr dies geschieht, desto mehr wandelt sich aber unter seiner Einwirkung auch das Stärkemehl in Gummi und Zucker (Dextrin, Dextrose, Maltose) um. Doch gehört auch ein bestimmter Wärmegrad (bei Gerste nicht unter + 4,5° C. [Minimum], am raschesten bei + 18° C. [Optimum] und nicht über + 32° C. [Maximum]) samt dem Zutritte der Luft und möglichster Abhaltung des Lichtes dazu.

**NB. 2.** Zur Bierbrauerei eignet sich am besten ein reines, weiches oder doch nur wenig hartes Wasser. Wasser, das durch zersetzte Pflanzen- und Tierstoffe verunreinigt worden ist, ist untauglich dazu (verursacht Schimmel im Malze, stört die Gärung, und das daraus hergestellte Bier hält sich nicht); ebenso wirken mineralische Stoffe (Gips, Chlor, Eisen 2c.) mit Ausnahme von kohlensaurem Kalke ungünstig.

**NB. 3.** Um eine gleichmäßige Quellreife des Malzes zu erzielen, muß die verwendete Gerste eine möglichst gleiche Beschaffenheit (besonders gleichmäßige Dicke ihrer Schalen) und gleiches Alter haben. Sie soll dann eine möglichst hohe (88—90 %) Keimfähigkeit und hohen Stärkemehlgehalt besitzen.

Obgleich zur Erzeugung des Weingeistes im Biere jeder stärkemehl- und zuckerhaltige Stoff (außer Gerste, Weizen, Roggen, Hafer, Reis, Mais, Kartoffelstärke und -zucker, Glycerin 2c.) anwendbar wäre, so giebt man doch den Getreidearten und unter diesen wieder der Gerste den Vorzug, da ihr Stärkemehlgehalt gleichmäßiger ist als der anderer Getreidearten und sie auch am leichtesten ein gutes Malz liefert, dessen Fähigkeit, Zucker zu bilden, größer ist als die anderer gemälzter Getreidearten.

b) Das Keimen.

2. Sobald die Gerste genügend mit Feuchtigkeit gesättigt ist, wird sie in 12—15 cm hohen Haufen (Beeten) auf der Malz- oder Haufentenne (Wachstenne, -keller) ausgebreitet. Die Malztenne muß sich leicht lüften lassen (Entfernung der Kohlensäure, die das Keimen hindert, Schimmelbildung!) und darf nur schwach (violette Fensterscheiben!) erhellt sein. Da der rechtzeitige Beginn und ruhige Fortgang des Keimens an einen bestimmten Wärmegrad gebunden ist, so muß der Mälzer gerade auf die Temperatur der Gerste seine besondere Aufmerksamkeit richten. Da die feuchten Körper sich durch das Aufeinanderliegen selbst erhitzen, so müssen die Haufen von Zeit zu Zeit (anfangs alle sechs und später alle acht Stunden, bis die Oberfläche trocken erscheint) umgeschaufelt werden, damit die Wärme nicht zu hoch steigt. Während die Haufen so langsam abtrocknen, erscheint der Keim zuerst als ein weißer Punkt, aus dem sich mehrere Würzelchen entwickeln (Guzen, Äugeln!). Ist das bei allen Körnern gleichmäßig eingetreten, so steigert man durch Aufschichten (bis

zu 30 cm) der Haufen die Wärme so hoch, daß eine starke Verdunstung eintritt und der dadurch erzeugte Wasserdampf sich an der Oberfläche der Haufen niederlegt (Schwitzen). Doch darf die Wärme nie über 32° steigen; sie beträgt in der Regel 12—20° C. (s. o.!). Das in den Körnern enthaltene Stärkemehl wandelt sich mit der Entwickelung des Keimes allmählich in Stärkegummi (Dextrin) und Zucker (Maltose, Dextrose) um, und in den Eiweißstoffen bildet sich die Diastase, ein Stoff, der die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker weiter anregt. Dabei entwickelt sich eine große Menge Kohlensäure, und es ist zugleich ein angenehmer an Gurken erinnernder Geruch wahrzunehmen. Die Würzelchen haben dann eine Länge von einigen Millimetern, sind schon ineinander verfilzt, und das Malz (Grünmalz) ist fertig.

Jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, die Entwickelung des Keimes zu unterbrechen, damit das sich entwickelnde Federchen nicht zuviel des Zuckers zu seinem Aufbau verbrauche. Man erniedrigt deshalb die Wärme durch Auseinanderziehen der Haufen, kurze Zeit nach der beginnenden Entwickelung des Blattfederchens. Sobald dann die Würzelchen die Länge des Kornes um den vierten Teil oder die Hälfte übertreffen und sich so ineinander verfilzt haben, daß mehrere zusammenhängen (in der wärmeren Jahreszeit nach 7—10, gegen Ende des Herbstes nach 10—12, im Mittel also nach 9 Tagen), ist die zuckerbildende Kraft des Kornes am größten, und der Keim muß nun rasch getötet werden, wobei jedoch seine zuckerbildende Kraft nicht erlischt.

**NB.** Um die Kohlensäure, welche die Keimung stört, besser zu entfernen und auch eine zu starke Erwärmung zu verhüten, hat man in neuerer Zeit in großen Brauereien die sogenannte pneumatische Mälzerei (bei der Luft durch das Malz hindurchgepreßt wird) eingerichtet, deren Beschreibung, da sie sehr zusammengesetzt ist, hier zu weit führen würde.

2. **Die gequellte Gerste wird darauf im Halbdunkel** (auf der Malztenne) **zu flachen Haufen aufgeschichtet. Dadurch erwärmt sie sich und beginnt zu keimen, wobei sich das Stärkemehl nach und nach in Zucker verwandelt und Kohlensäure entweicht. Damit die Wärme dabei nicht zu hoch steige, muß die Gerste von Zeit zu Zeit umgeschaufelt werden. Kurze Zeit nach der Entwickelung des Blattfederchens, wenn die Würzelchen die Länge des Kornes um $^1/_4$ oder die Hälfte übertreffen, ist die zuckerbildende Kraft der Gerste am größten, und das Malz ist fertig.**

c) Das Darren.

3. Die Tötung des Keimes im Malze geschieht nun durch rasches Trocknen und Darren der gekeimten Gerste. Man bringt sie darum zunächst auf den Trockenboden (Schwelk- oder Welkboden, Schwelche). Es ist dies ein dem Luftzuge ausgesetzter Ort in der Nähe der Darre. Darauf wird das Grünmalz 3—5 cm

hoch ausgebreitet und zur Vermeidung jeder Erhitzung täglich 6 bis 7mal umgerührt. Bei diesem Trocknen und Umrühren fällt auch ein Teil der Würzelchen schon von selbst ab, der übrige wird durch Maschinen entfernt und dann vom Malze gesondert. Das so gewonnene Malz führt nun den Namen Luft-(Schwelch-)malz und unterscheidet sich vom Grünmalze nur durch größere Trockenheit; die innere Beschaffenheit ist die gleiche geblieben. Es wird nur wenig verwendet; für die meisten Biere wird das Malz noch besonders geröstet oder gedörrt und führt den Namen Darrmalz. Es wird dabei einer Wärme ausgesetzt, die der Siedehitze des Wassers nahekommt, doch darf das nicht plötzlich geschehen, damit das Stärkemehl nicht etwa in Kleister übergehe und sich dann in eine hornartige, für das Wasser undurchdringliche Masse (Glasmalz, Steinmalz) verwandle und so für die Bierbereitung untauglich werde. Überhaupt ist die beim Darren angewendete Wärme von größtem Einflusse auf die Güte des Malzes, weil die Temperaturgrade, bei denen das Malz die günstigste Umwandlung erfährt, und diejenigen, bei welchen es untauglich wird, nicht weit voneinander liegen. Die Röstung geschieht auf der Malzdarre. Es ist dies meist entweder ein siebartig durchlöchertes Metallblech (Blechdarre) oder ein Drahtgeflecht aus Kupfer (Drahtdarre). Früher bestand die Darrfläche meist aus Steinplatten oder Kacheln. Durch eine Heizung (die Darrheizung) wird ein Strom erhitzter Luft erzeugt, der sich unter der Darrfläche verteilt und sie durchdringt. Indem das Malz nun allmählich auf 30—40° und dann weiter erhitzt wird, nimmt in seinem Innern die Zucker- und Diastasebildung ihren Fortgang, äußerlich wandelt sich die Farbe in ein helleres und dunkleres Gelb und Braun (helles und dunkles Malz) um; dazu nimmt es einen angenehmen Geschmack an. Die Veränderung ist also mehr äußerlich.

**NB.** Jetzt giebt es von früher her noch einzelne Darren, in denen die heißen Verbrennungsgase selbst durch das Malz geführt werden. Für diese veraltete Art von Darren sind solche Brennmaterialien, die wenig Rauch geben (wie Koks), die zweckmäßigsten. Bei Anwendung von Holzfeuerung wird das Malz dunkler und nimmt einen Geschmack nach Rauch an, der sich dann auch dem Biere, das aus diesem Malze erzeugt wird, mitteilt. Außerdem röstet man noch einen kleinen Teil des Malzes wie den Kaffee in blechernen Trommeln über offenem Feuer; dieses nimmt dadurch eine dunkle Farbe an und wird benutzt, um dem Biere eine dunkle Färbung zu geben (Farbmalz). Es ist durch die Röstung in seiner ganzen Masse verändert, seine zuckerbildende Kraft ist völlig vernichtet; die Stärke ist in Stärkegummi (Leiokom) und der Zucker in gebrannten Zucker (Caramel) übergegangen. Außer der Diastase bildet sich aus den Eiweißstoffen während der Malzbereitung noch die sogenannte Peptase, die dann die übrigen Eiweißstoffe in Peptone (Nährstoffe) verwandelt, welche dem Biere neben anderen Bestandteilen eine, wenn auch nur geringe, nährende Eigenschaft verleihen.

**3. Sobald das Malz fertig ist, entzieht man ihm rasch die Wärme und Feuchtigkeit und tötet so den Keim, ohne daß die zuckerbildende Kraft erlischt. Dabei wird es zugleich von den Würzelchen befreit, und das Grün-**

malz verwandelt sich durch das Trocknen in Luftmalz. Darauf wird es in einem zunächst mäßig warmen, dann aber mehr und mehr erhitzten Luftstrome gedörrt; es wird Darrmalz. Während dieses Vorganges geht die Zuckerbildung ruhig weiter, und das Malz färbt sich je nach dem angewandten Wärmegrade hell- oder dunkelgelb oder auch braun. Aus dem Darrmalze bereitet man das Bier. Außerdem röstet man einen kleinen Teil des Malzes, so daß es eine kaffeebraune Farbe annimmt, und benutzt es dann, wenn man dem Biere eine dunkle Farbe geben will, als Farbmalz.

## B. Die Bereitung der Bierwürze oder das Maischen.

### a) Das Einteigen, Maischen und Abläutern der Würze.

4. Es gilt nun zuerst die in dem Malze enthaltenen fertigen (aufgeschlossenen) Stoffe (Maltose, Dextrose, Dextrin) auszuziehen und dann aus den noch vorhandenen unfertigen (unaufgeschlossenen) Stoffen (Stärkemehl, Eiweiß) durch das Wasser, die Diastase und eine geeignete Temperatur Zucker und durch die Peptase Peptone zu bilden. Dazu wird das Malz, um es so viel als möglich auszunutzen, zuerst gebrochen (geschroten) oder gequetscht (Malzmühlen, -quetschen!). Es ganz zu mahlen, würde zwar eine größere Ausnutzung zulassen, aber die Würze würde schwer klar werden. Wollte man es nun beim Ausziehen sogleich mit heißem Wasser übergießen, so würden sich klumpige Massen bilden, die sich nur schwierig zerteilen lassen. Zu heißes Wasser würde das Stärkemehl des Malzes in Kleister verwandeln; dieser würde die löslichen Teile umhüllen und das Eindringen des Wassers verhindern; auch würde die Diastase durch die Einwirkung zu heißen Wassers unwirksam werden. Darum wird das gebrochene Malz zuerst wieder im Wasser erweicht oder eingeteigt. Dem Maischen geht das Einteigen voran. Dieses geschieht in den Maischgefäßen (Maischbottichen). Es sind dies meist runde Bottiche mit einem doppelten Boden, deren oberer (der Seihboden) durchlöchert ist und sich nur einige Centimeter über dem unteren befindet. Zwischen den beiden Böden ist auch ein Hahn zum Ablassen der Würze angebracht. Das zum Einteigen und Maischen erforderliche Wasser läßt man von unten in die Bottiche einfließen.

Beim Maischen sind in der Hauptsache jetzt zweierlei Weisen üblich. a) Das Aufguß-(Infusions-)verfahren. Man bringt dabei das eingeteigte Malz durch Aufgießen von heißem Wasser auf die Maischtemperatur, indem man das Wasser im Braukessel (und zwar im Winter bis auf 75 und im Sommer bis auf 60°) erhitzt und dann in den Maischbottich bringt, wo es, durch das Einteigwasser etwas abgekühlt, durch die Öffnungen des Seihbodens aufwärts steigt und sich mit dem Malze mischt. Auch hierbei geschieht die Steigerung der Temperatur bis auf 70° nur allmählich, damit nicht etwa Kleister-

bildung stattfinde, die der Einwirkung der Diastase hinderlich sein würde. Das Durcharbeiten der Masse während des Maischens geschieht entweder durch Rühren mit Hilfe von Krücken oder durch Maischmaschinen. Nachdem man die Maische etwa eine Stunde lang auf der für die Zuckerbildung notwendigen Temperatur gehalten hat, zapft man die Flüssigkeit ab und bringt sie in die Braupfanne (Braukessel). Sie ist ziemlich klar, süß und klebrig (Zucker und Gummi) und wird Würze (Bierwürze) genannt. Nach dem Abfließen der Würze macht man, um das Malz möglichst zu erschöpfen, unter Aufrühren des Malzes einen zweiten Guß, den man wieder gegen eine Stunde lang bei 70° stehen läßt ꝛc. Das ausgelaugte Malz bleibt zuletzt als Treber zurück.

**NB.** Um das Fortschreiten der Zuckerbildung zu beobachten, löst man 1 g Jodkalium und 0,1 g Jod in 0,1 l Wasser auf und bringt zu einem Tropfen dieser Lösung 2—3 Tropfen der Maische; sie färbt sich zuerst dunkelblau (Stärkemehl), später weinrot (Stärkegummi, Dextrin) und endlich, wenn die Zuckerbildung (Maltose, Dextrose) vollendet ist, gar nicht mehr.

b) Bei der anderen Weise, dem Malzkoch-(Dekoktions-)verfahren, teigt man das Malz in der doppelten Menge Wasser ein, rührt es um und läßt es 2—4 Stunden stehen. Unterdessen wird die Hälfte der vorigen Wassermenge in der Braupfanne zum Sieden erhitzt und unter fortwährendem Umrühren des Malzes dazu geschüttet, das Malz eingemaischt, so daß das Ganze eine Temperatur von 30—40° annimmt. Darnach schöpft man an Masse ungefähr die Hälfte des vorigen Gusses Malz zurück in die Braupfanne, worin man es etwa 30 Minuten (bei Lagerbier 75 Minuten) sieden läßt und dann zurückgiebt, wodurch die Wärme der Maische auf ungefähr 50° gebracht wird. Man wiederholt diese Arbeit und läßt die zurückgeschöpfte Maische diesmal 45 Minuten (bei Lagerbier eine Stunde) lang sieden, ehe man sie zurückgiebt und dadurch die Wärme im Bottich auf ungefähr 60° bringt. Das dritte Mal schöpft man dünnere Maische in den Braukessel und läßt sie ungefähr 15 Minuten lang sieden. Nachdem man sie zurückgebracht hat, ist die Wärme des Ganzen auf etwa 70° gestiegen. So läßt man sie $1^1/_2$—2 Stunden in dem bedeckten Bottiche stehen (Abläutern). Ist die Zuckerbildung beendet, so wird der flüssige (abgeläuterte) Teil abgelassen; darauf abermals heißes Wasser aufgegossen, die Masse durchgearbeitet und nach einer Stunde wieder abgezogen und der vorigen Würze beigefügt. Zuletzt wiederholt man den Nachguß zum drittenmale und benutzt die dadurch erhaltene Würze zu dem sogenannten Nachbiere (Dünnbier, Covent [von Conventbier, das für die Laienbrüder bestimmt war, zum Unterschiede von dem Patersbiere, das schon 1482 so genannt und für die Patres abgesondert wurde], Heinzeln, wohl auch Schöps ꝛc.). Das ausgelaugte Malz bleibt auch hier als Treber zurück und wird als Viehfutter verwendet. Die aus den mehligen

Teilen des Malzes bestehende teigartige Masse (den sogenannten Malzteig) benutzt man wohl auch zur Branntwein- und Essigbereitung.

Die fertige Würze enthält nun Zucker (Maltose), Stärkegummi (Dextrin), auch noch unverändertes Stärkemehl, Eiweißstoffe (Pflanzenleim, Peptone), Extraktivstoffe und Salze und sieht, je nach der Farbe des verwendeten Malzes, braun oder gelbbraun aus und hat einen angenehmen Geruch und süßen Geschmack. Sie würde sich aber wegen der darin enthaltenen Eiweißstoffe nicht lange halten und etwas trübe bleiben; dies zu vermeiden und zugleich ihren Gehalt zu erhöhen, wird sie gesotten.

**4. Das gedörrte Malz wird darauf grob geschroten, dann mit warmem Wasser im Braubottiche eingeweicht oder eingeteigt. Darauf erhöht man seine Wärme durch hinzugegossenes heißes Wasser oder gekochtes Malz nach und nach bis auf 70°, wobei man es beständig umrührt; es wird eingemaischt. Die Maische läßt man $1^1/_2$—2 Stunden im Bottiche ruhig stehen. Dabei werden nicht nur die im Malze bereits enthaltenen Zuckerstoffe ausgezogen, sondern auch aus dem noch vorhandenen Stärkemehle neue gebildet. Diese Bildung von Zuckerstoffen regt die aus den Eiweißstoffen entstandene Diastase an. Alle diese Stoffe teilen sich dem Maischwasser mit. Dieses wird endlich als eine klare, süße, klebrige, gelbe oder braune Flüssigkeit von angenehmem Geschmacke abgezogen. Man nennt sie Bierwürze. Das ausgezogene Malz giebt nebst den Malzkeimen ein gutes Viehfutter.**

b) Das Sieden, Hopfen und Seihen der Würze.

5. Die abgezogene Würze bringt man nun in den Braukessel (Braupfanne), siedet sie und setzt dann während des Kochens Hopfen (die getrockneten Fruchtkätzchen der Hopfenpflanze) zu; man hopft die Würze. Das Kochen der Würze hat den Zweck, diese einzudicken (zu konzentrieren), das überflüssige Eiweiß, das die Haltbarkeit des Bieres vermindert, gerinnen zu lassen (das geschieht, sobald die Würze die Temperatur von 90° erreicht hat), und den Hopfen (siehe Heft V, S. 156 ff.!) auszuziehen (Hopfenöl, -harz und -Gerbsäure). Die Hopfenstoffe klären die Würze (indem sie noch weiter Eiweiß binden), machen sie dadurch haltbarer (mäßigen die Gärung) und verleihen ihr einen gewürzhaft bitteren Geschmack. Dieses Sieden dauert, je nachdem man nur das überflüssige Eiweiß ausscheiden und den Hopfen ausziehen oder auch die Würze sehr eindicken will, $^3/_4$—1, ja 4—5 Stunden.

**NB.** Hopfenöl und Hopfenharz sind in reinem Wasser schwer löslich, solches jedoch, das Gerbsäure, Gummi und Zucker enthält, löst sie. Das Hopfenharz besonders ist stark bitter und zersetzt sich an der Luft und dem Sonnenlichte sehr leicht, darum wird der Hopfen in wasserdichten Säcken und neuerdings auch in eisernen Cylindern versandt. Die Menge des zu verwendenden Hopfens beim Brauen ist nach der Art des Bieres und der Güte des Hopfens sehr verschieden. In Bayern nimmt man zu dem gewöhnlichen (sogenannten Schankbiere) Biere nur

alten (vorjährigen) Hopfen und rechnet auf den Scheffel trocknen Malzes 1—1,5 kg Hopfen, je nach seiner Güte. Zum Lagerbiere verwendet man neuen Hopfen und rechnet auf den Scheffel (2,22 Hektoliter) Malz 2 kg; zu dem Biere, das sich am längsten ($^3/_4$—1 Jahr) halten soll, rechnet man endlich 3—3,5 kg Hopfen auf den Scheffel Malz.

An Stelle des Hopfens soll man versucht haben, andere Stoffe (Weiden- und Fichtenrinde, Quassia [Holz und Rinde von Quāssia amāra L., Strauch Mittel- und Südamerikas!), Tausendgüldenkraut, Walnußblätter, Wermut, Enzian, Mottenkraut [Lēdum palūstre L.), Bitterklee [Menyānthes trifoliāta L.], Samen der Herbstzeitlose, Kokkelskörner [Samen von Anamīrta coccŭlus Wight], Pikrinsäure, Ingwer, Cayennepfeffer, Opium [letztere fünf beim Porter] 2c.) zu verwenden; doch ist dies besonders in größeren Brauereien schwer möglich. Auch können alle diese Stoffe zwar dem Biere einen bitteren Geschmack erteilen, aber nicht das aromatische Bitter des Hopfens ersetzen; dazu sind eine größere Anzahl davon ziemlich starke Gifte.

**5. Die abgezogene Würze wird dann in der Braupfanne gesotten und ihr dabei der Hopfen zugesetzt. Das Sieden dickt sie ein, und durch die Bitterstoffe des Hopfens wird sie geklärt, haltbarer gemacht und ihr ein gewürzhaft bitterer Geschmack verliehen. Der Hopfen kann durch kein anderes Mittel ersetzt werden, versucht man es doch, so ist das eine Bierverfälschung, durch die das Bier unserem Körper schädlich wird.**

c) Das Kühlen der Würze.

6. Die gekochte Würze wird nach dem Durchseihen, bei dem die Hopfenteile zurückbleiben, aus der Pfanne in das Kühlschiff gebracht, um so rasch wie möglich abgekühlt zu werden. Bei einer Wärme von 25—30° hat nämlich die Würze große Neigung, Milchsäure zu bilden; die Abkühlung muß deshalb so rasch wie möglich geschehen, damit sie schnell durch diese gefährlichen Temperaturgrade hindurch gelange. Die Kühlschiffe sind große, flache (meist 18 bis 24 cm tiefe), länglich-viereckige Kästen aus Eisen (seltener Holz, es ist nicht so dauerhaft), die an einem kühlen, luftigen Orte aufgestellt sind. Die Abkühlung wird vermehrt durch die Größe der Oberfläche (das flache Gefäß), gute Wärmeleiter (Eisen), die Ableitung der Dämpfe und die Herbeiführung frischer, trockener Luft. Zur Beförderung des Luftwechsels wendet man Gebläse, Wellen mit Windflügeln, wohl auch Rührmaschinen an. Mitunter senkt man auch ein Röhrensystem in die Würze, durch das dann kaltes Wasser strömt 2c. 2c. Von den Kühlschiffen fließt die Würze noch durch gekühlte (oft mit Eis) Röhren in den Gärkeller, wo sie in den Gärbottichen Aufnahme findet.

**NB.** Im Kühlschiffe bleibt als Rückstand ein dicklicher Schlamm (das Kühlgeläger) zurück (Hopfenblättchen, Malzreste, geronnenes Eiweiß, Stärke 2c.). Um die darin noch enthaltene Würze nicht zu verlieren, bringt man diese Masse in leinene Filtersäcke (Trubsäcke), läßt sie abtropfen, preßt sie aus und fügt die dadurch gewonnene Würze zu der übrigen.

**6. Die gesottene Würze wird durch Seihen von den Hopfenteilen befreit, dann in großen flachen Kühlschiffen so rasch als möglich abgekühlt und endlich in den Gärkeller gebracht. Die zurückgebliebenen Hopfenschuppen geben Streu und Düngung.**

## C. Die Gärung der Bierwürze.

a) In den Gärbottichen (im Gärkeller).

7. Nachdem die Würze gehörig abgekühlt ist, so tritt die Gärung entweder von selbst (Selbstgärung, s. o.!) ein, oder sie wird durch Zusatz von Hefe („Stellen") angeregt. Je wärmer die Würze und je höher die Temperatur des Gärraumes ist, desto geringere Mengen von Hefe braucht man anzuwenden, um die Gärung hervorzurufen. Die Hefe, die bei rascher Gärung in höherer Temperatur sich bildet, scheidet sich auf der Oberfläche der gärenden Flüssigkeit aus und verursacht auch, in neue Würze gebracht, eine schnellere Zersetzung; sie heißt Oberhefe und die durch sie hervorgerufene Gärung Obergärung. Die Hefe aber, die bei langsamer Gärung in niederer Temperatur sich auf dem Boden abscheidet, woselbst man sie nach dem Ablassen vorfindet, nennt man Unterhefe und die durch sie bewirkte Gärung Untergärung. Die Gärung läßt sich außerdem beschleunigen durch geringeres Darren des Malzes, kürzeres Kochen der Würze mit Hopfen und geringeren Hopfenzusatz, verzögern dagegen durch stärkeres Darren des Malzes, längeres Kochen der Würze mit Hopfen und größeren Zusatz von Hopfen. Die Obergärung wird bei solchen Würzen angewendet, die ein schnell trinkbares (obergäriges, Schank- oder Weiß-) Bier liefern sollen. Die Untergärung dagegen findet bei Würzen Anwendung, die ein Bier von größerer Haltbarkeit (Lager-, Bayerisches Versandbier) liefern sollen; denn durch die dabei verwendete Hefe und die niedrige Temperatur wird die Zersetzung des Zuckers möglichst hinausgeschoben.

Zum Zwecke der Gärung kommt das Bier in den Gärkeller (seine Temperatur wird auf 4—5° gehalten) in die Gärbottiche (gewöhnlich Eiche und je nach der Größe der Brauerei 500—2000 l haltend). Jeder hat unten an der Seite einen Spund zum Abziehen des Bieres, im Boden einen Zapfen zum Ablassen der Hefe und ist oben offen. Man nimmt möglichst reine, dicke, schaumige Hefe, mischt sie in einem kleinen Bottiche mit etwas Würze und gießt das Gemisch dann sofort unter Rühren in den Gärbottich, oder man läßt die Hefe zuvor in einer größeren Menge Würze 4—5 Stunden lang gären und bringt sie dann erst in den Gärbottich.

Etwa 10—12 Stunden nach dem Zusetzen der Hefe steigen Bläschen (Kohlensäure) in der Würze in die Höhe und sammeln sich am Rande des Bottichs zu einem weißen Schaumkranze. Die Schaumbildung wird dann immer heftiger, so daß nach abermals 12 Stunden sich ganze Massen von Schaum wie Felsengebilde über der Oberfläche der Würze erheben (das Bier steht in den Kräusen); dabei hebt sich zugleich ihre Temperatur, so daß man mitunter mit

Eis gefüllte Blechgefäße hineinhängt oder durch eingehängte Rohre kaltes Wasser fließen läßt. Diese erste bald nach dem Zusatze der Hefe unter Erhöhung der Temperatur erscheinende rasche oder stürmische Gärung wird die Hauptgärung genannt. Die Schaummassen (Kräusen) beginnen sich nach 2—4 Tagen an ihren höchsten Punkten zu bräunen und dann allmählich zusammenzufallen, so daß zuletzt nur noch eine dünne bräunliche Decke übrig bleibt, die sehr bitter schmeckt (harzige und ölige Hopfenbestandteile). Die Hauptgärung ist bei Schankbier in 7—8, bei Lagerbier in 9—10 Tagen in der Regel beendet, und die dadurch erzeugte, durch Ausscheidung der Hefeteilchen ziemlich hell gewordene Flüssigkeit nennt man Jung- (oder grünes)Bier. Es schmeckt mehr süßlich-fade; denn es hat wenig Kohlensäure.

Durch die Hauptgärung ist der größte Teil des Zuckers (der Maltose) in Kohlensäure, die meistens entwichen ist, und Weingeist (Alkohol), der im Biere blieb, verwandelt worden, dazu ist ein Teil der Eiweißstoffe in den Hefen mit ausgeschieden. Doch blieben immer noch Reste von Zucker und Eiweißarten, sowie Hefekeime in dem jungen Biere zurück; es muß demnach noch einer Nachgärung unterworfen werden, die beim obergärigen Biere sehr kurz im verspundeten Fasse, beim untergärigen sehr langsam vor sich geht.

**7. In dem kühlen Gärkeller läßt man das Bier in offenen Bottichen gären. Diese Gärung wird durch Zusatz von Hefe angeregt und verwandelt einen Teil des Zuckers in Weingeist und Kohlensäure. Bei rascher Gärung steigt die Hefe mit dem Schaume auf, und es entsteht obergäriges Bier. Nach der ersten Gärung, die in höchstens zehn Tagen beendet ist, wird das Bier auf Fässer gezogen. Das obergärige Bier läutert sich in diesen nur noch etwas ab und ist dann zum Verbrauche fertig.**

b) Im Fasse (Lagerkeller).

8. Das Bier ist nun reif zum Fassen. Vorher entfernt man die auf ihm schwimmenden Schaumteile und zieht es nun auf die sogenannten Lagerfässer ab. Diese sind (wie alle Bierfässer) vorher gepicht (auf ihrer Innenseite mit einer Schicht von Pech überzogen worden — Beobachtung des Pichens von seiten der Kinder!) worden; dadurch werden sie dichter, lassen sich leichter reinigen, da im anderen Falle das Bier in das Holz eindringen und dann, während das Faß leer steht, sich Essigsäure bilden würde. Die Lagerfässer werden in den Lagerkeller gebracht, der (durch Eis) immer auf 1—2° abgekühlt ist, damit die Nachgärung recht langsam vor sich gehe und das Bier so lange als möglich aufbewahrt werden könne. Hier beginnt die Nachgärung, die sich durch eine Haube feinen weißen Schaumes auf dem Spundloche des Fasses kennzeichnet. Während dieser zersetzt sich der noch vorhandene Zucker weiter, doch macht sich

die Bildung neuer Hefezellen weniger bemerkbar, und die noch vorhandenen Hefeteilchen scheiden sich vollständig ab, wodurch das Bier dann völlig klar wird. Wenn die Nachgärung beendet ist, werden die Lagerfässer nur locker verspundet, da eine stille Gärung noch immer vor sich geht; denn das fertige Bier ist ein Getränk, dessen Gärung (durch niedrige [Keller-] Temperatur) nur unterbrochen ist. Wenn das Bier aber ausgeschenkt werden soll, so verspundet man die Fässer einige Tage vorher fest; dadurch sammelt sich die Kohlensäure an, und das Bier schäumt (rahmt) dann beim Ausschenken.

**NB.** Alle Bestandteile des Bieres mit Ausnahme des Wassers heißen sein Gesamtgehalt. Dieser zerfällt

a) in flüchtige Bestandteile.

1. Alkohol (gewöhnliches und Weißbier $1^1/_2$—3%, Lager- und Versandtbier 3—5,5%, die schweren englischen Biere [Porter, Ale, Stout] bis 10%). Je mehr Weingeist ein Bier enthält, desto berauschender und schädlicher ist es beim Genusse.

2. Kohlensäure (bei gewöhnlichem Luftdrucke 0,1—0,2%; frische Biere, die stark schäumen, können das 4—8fache ihres Massenumfanges (Volumens) an Kohlensäure entwickeln; durch enges Verspunden des Fasses bei der stillen Gärung wird sie in das Bier hineingepreßt). Je mehr Kohlensäure ein Bier enthält, desto erfrischender wirkt es. Sie ist darum ein notwendiger Bestandteil des Bieres, und die neuerdings aufgekommene Verwendung der flüssigen Kohlensäure beim Ausschenken (zum Heben an Stelle der Luftdruckapparate) ist ein großer Fortschritt und gleich vortrefflich für das Bier und die Gastwirte.

b) in nicht flüchtige Bestandteile (Extraktgehalt).

Malz- und Hopfenextrakt (4—10%, außerdem Zucker 0,3—4%, Dextrin und Gummi 4—8%, etwas Glycerin (Ölsüß), Eiweiß, Milchsäure, Mineralstoffe 2c.).

Biere, die reich an Malzextrakt sind, werden fette, vollmundige, die alkoholreichen, weinartigen dagegen trockene Biere genannt.

Beim Abdampfen entweichen Kohlensäure, Alkohol und Wasser, und die gelösten nicht flüchtigen Bestandteile bleiben als eine klebrige Masse (Malzextrakt) zurück. Bleibt das Bier an der Luft stehen, so geht die Gärung weiter, und die Kohlensäure entweicht; es wird schal und sauer. Ein Gastwirt, der gutes Bier erhalten will, muß darauf sehen, daß sein Keller stets kühl und sauber sei.

**8. Das untergärige Bier wird auf Fässer gefüllt und in den kühlen Lagerkeller gebracht, um hier langsam nachzugären. Es führt darum auch den Namen Lagerbier. Das Bier besteht darum aus Malzextrakt, der seine Gärung noch nicht vollständig beendet hat, aus Weingeist und Kohlensäure von dem vergorenen Zucker und aus Hopfenbitter, alles in Wasser gelöst. Daneben enthält es auch noch etwas unvergorenen Zucker, Gummi, sowie einige Hefenkeime und ist deshalb eine etwas schleimige, süßliche und dickliche Flüssigkeit. Junges Bier schmeckt süßlich fade und ist noch etwas trübe. Kein Bier darf ganz abgären; es ist am wohlschmeckendsten und bekommt am besten, wenn es viel Malzextrakt, mäßig Weingeist und reichlich Kohlensäure enthält. Ist die Gärung zu weit vorgeschritten, so ver-**

schwinden Weingeist, Kohlensäure und Zucker; darum schmeckt altes Bier herb und fade.

Jedes Bier hat darum eine beschränkte Zeit seiner höchsten Güte; diese währt beim obergärigen Biere nur wenige Wochen, bei untergärigem gewöhnlich 8—9 Monate. Je langsamer die Gärung eines Bieres vor sich ging, desto länger hält es sich. Da eine langsame Gärung in vielen Brauereien nur im Winter möglich ist, so braut man die Lagerbiere vielfach nur in den Wintermonaten; sie halten sich dann den ganzen Sommer hindurch.

**NB. 1.** Geschichtliches: Ob Osiris den Ägyptern das Bierbrauen gelehrt oder der brabanter Herzog Johann I. (König: Jan primus = Gambrinus, Ehrenmitglied der Brüsseler Brauergilde, Ende des 12. Jahrhunderts!) es erfunden habe, ist eins wie das andere leicht zu behaupten, aber schwer zu beweisen und ebenso schwer zu widerlegen. Doch so viel steht fest, daß das Bier im Altertume zuerst in Ägypten hergestellt wurde; denn schon Herodot und Diodor erzählen, daß die Ägypter aus Gerste bereiteten Wein tranken, und Äschylos und Plinius bestätigen das. Auf einem Papyrus ist sogar die Beschreibung einer altägyptischen Brauerei erhalten. An Stelle des Hopfens verwendete man jedoch Safran und andere würzige Kräuter. Von Ägypten aus verbreitete sich die Bierbrauerei sowohl über Südafrika als auch über Asien und von da nach Europa. Xenophon fand bei den Armeniern Bier, das wegen der darin schwimmenden Gerstenkörner durch einen Strohhalm getrunken wurde. Die Äthiopier und die Völker des inneren Afrika brauten und brauen aus Gerste und Durrah (Mohrenhirse) Bier. In China und Indien wird seit den ältesten Zeiten Reisbier gebraut, und die Spanier fanden ein Weißbier bei den Peruanern. In Deutschland wurde zu Cäsars Zeiten ebenfalls ausschließlich Bier getrunken (Wein kannte man nicht), und auch bei den Spaniern und Galliern war es sehr beliebt. Wie sehr die Deutschen den Biergenuß liebten, berichtet Tacitus. Nach Einführung der Hopfenverwendung beim Brauen (Italien im 7. Jahrhunderte) machte die Brauerei große Fortschritte; vorher setzte man neben dem Safran Eichenrinde, Rinde der Tamariske und Früchte der gemeinen Gagel (Myrica gale L.) dem Biere zu. Über die Entwickelung des Hopfenbaues siehe Heft V, S. 161! Der deutsche Name des Bieres soll von dem altsächsischen „bere" (Gerste) herkommen. Unter Ludwig dem Frommen ging die schon unter Karl dem Großen gepflegte Bierbrauerei namentlich an die Klöster über, und erst im 12. Jahrhunderte übten auch die Städte das Bierbrauen aus. Wander führt in seinem Sprichwörterlexikon über 140 volkstümliche Namen (s. o.!) für die in den verschiedenen Städten gebrauten Biere auf. In den bayerischen Klöstern kam in der zweiten Hälfte des Mittelalters die Untergärung auf. Frühzeitig bekannte süße Biere waren das Broihanbier, das seinen Namen nach dem Braumeister Cord Broihan trug, der es im Jahre 1526 bereitete, das Braunschweiger Mumme, das zuerst 1492 von Christian Mumme gebraut wurde, das Gosenbier, das seinen Namen von der Stadt Goslar hatte, und das zu Luthers Zeiten als vorzüglich bekannte Einbecker Bier. Porter wurde zuerst 1730 von Harwood gebraut. Die erste Blüteperiode der Brauerei fällt mit der Renaissanzezeit (15. und 16. Jahrhundert) zusammen. Später kam sie wieder in Verfall und blühte erst in den letzten 50 Jahren zu einem auch für unser Vaterland wichtigen Gewerbe auf (s. unten!). Die in neuerer Zeit oft angepriesenen sogenannten Malzextrakte sind eingedickte, gehopfte Würzen, also ungegorene Biere; sie enthalten somit die nährenden Bestandteile des Bieres, aber keinen Alkohol. Um den Versand des Bieres auch in heiße Länder (Ostindien, Kap, China, freilich die Flasche daselbst zu 1—3 Mark) zu ermöglichen, ist das Pasteurisieren (Erhitzen des auf Flaschen abgezogenen Bieres) desselben erfunden worden, infolgedessen es einen weiten Transport verträgt.

*

Die meisten Brauereien hat

| | Brauereien | | Biererzeugung in Hektolitern | Liter pro Kopf |
|---|---|---|---|---|
| das Deutsche Reich | über 26000 | mit über | 41000000 | 88 |
| dann kommen: | | | | |
| England . . . . | „ 14000 | „ „ | 52000000 | 239 |
| Frankreich . . . | „ 3000 | „ „ | 7000000 | 23 |
| Österreich-Ungarn | beinahe 2000 | „ „ | 12000000 | 31 |
| Belgien . . . . | über 1200 | „ „ | 9000000 | 153 |
| Rußland . . . . | „ 1500 | „ „ | 4000000 | 5 |

Unser Vaterland Sachsen hatte 1893/94 726 Brauereien im Betriebe, in denen 4186502 hl Bier erzeugt wurden.

**NB. 2.** Über das Bier als Volksnahrungsmittel siehe Heft IV, S. 30 u. 31!

# Pädagogischer Jahresbericht.

Gegründet von **K. Racke**, fortgesetzt von **A. Lüben** und herausgegeben vom 26.—38. Bande von **Dr. Friedr. Dittes**, — erscheint jetzt, vom 29. Bande ab (dem Berichte über das Jahr 1886) unter Redaktion von **Albert Richter**, Schuldirektor in Leipzig, bearbeitet im Verein mit Förster, Freytag, Frisch, Gottschalg, Griesmann, Hauschild, Kleinschmidt, Lion, Lövy, Lüben, Ludwig, Rothe, Sachse, Scherer, Stötzner, Weigeldt, Zimmermann und mit dem Archiv-Büreau des Pestalozzianums in Zürich. Jahrgang 47 zurück bis Jahrgang 44 kosten je 10 M.; die übrigen Jahrgänge 1—4 und 6—43 sind herabgesetzt und kosten 1,50 M. bis 7 M., der 5. Jahrgang ist fast vergriffen und kann nur bei Abnahme sämtlicher Jahrgänge abgegeben werden. Für diesen Fall verspricht die Verlagshandlung überhaupt ein die Anschaffung derselben größtmögliches Entgegenkommen.

Zweck und Einrichtung dieser alljährlich in einem Bande von 50—60 Bogen gr. 8 erscheinenden Zeitschrift, welche nun seit nahezu 5 Jahrzehnten den Entwickelungsgang des deutschen Schulwesens beobachtend begleitet, darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Das Werk ist ein Spiegel seiner Zeit geworden und ein Fundort für jeden, der in die neuere Geschichte des Unterrichts und der Erziehung einen genauen Einblick gewinnen will; es sollte von Rechts wegen daher in jeder Schul- oder Lehrerbibliothek, sowie allerorts in den Archiven der Schulbehörden zu finden sein.

---

# Der praktische Schulmann.

## Archiv für Materialien zum Unterricht in der Real-, Bürger- und Volksschule.

Herausgegeben von

**Albert Richter.**

1.—45. Jahrgang (mit 4 Generalregistern zum 1.—10., 11.—20., 21.—30. und 31.—40. Jahrgang) 1852—1896. Preis des Jahrgangs: 10 M.

Diese Zeitschrift erscheint jährlich in 8 Heften von durchschnittlich je 6 Bogen Umfang, denen vierteljährlich ein Verzeichnis der neuesten pädagogischen Litteratur beigegeben wird und deren erstes, stets mit einem Kunstblatte geschmücktes Heft von allen Buchhandlungen, auf Wunsch auch unmittelbar von der Verlagshandlung, jeder Zeit zur Ansicht zu erlangen ist.

(NB. Die Jahrgänge 1, 4—7, 10—40 sind im Preise herabgesetzt und kosten bis zum 23. Jahrgang — statt 8 M. — jetzt nur je 2,50 M., vom 24.—40. Jahrgang — statt 10 M. — jetzt nur je 3 M. — Die Jahrgänge 2, 3, 8 und 9 sind nur in einzelnen Exemplaren noch vorhanden und können nur bei Entnahme **aller** erschienenen Jahrgänge mit abgegeben werden.)

**Einzelne** Hefte werden bis zum 23. Bande à 1 M., vom 24. Bande ab à 1,25 M. abgegeben.

Abonnements nimmt jede Buchhandlung, sowie auch jedes Postamt entgegen.

Der praktische Schulmann hat sich im Laufe der Zeit aus einem bloßen Archiv für Unterrichtsmaterialien zu einem Organe umgebildet, welches die praktische Thätigkeit des Lehrers nicht nur durch die Darbietung sofort zu verwertender Materialien, sondern auch durch Förderung der allgemeinen Bildung des Lehrers unterstützen will. Kleine Mitteilungen, die über die neuesten Fortschritte der Wissenschaft berichten und eine Rubrik „Eingegangene Schriften", in welcher hervorragende Erscheinungen auf dem Gebiete der Litteratur eingehende Besprechung und Beurteilung erfahren, bilden den Schluß jedes Heftes.

In welch vorzüglicher Weise diese Zeitschrift ihre Aufgabe gelöst und welch vielseitiger dauernder Anerkennung sie sich zu erfreuen gehabt hat, beweist im allgemeinen wohl mehr als genügend ihr über 4 Jahrzehnte langes Bestehen; im besonderen bezeugen dies aber die General-Register, welche einen Überblick über das für Konferenz- und ähnliche Arbeiten geeignete reichhaltige Hilfsmaterial gewähren, und von denen das zum 31.—40. Bande stets unentgeltlich zur Verfügung steht.

---

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.