

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Lehrerzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Lehrerverein
<b>Band:</b>	78 (1933)
<b>Heft:</b>	44
<b>Anhang:</b>	Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, November 1933, Nummern 6-7 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles
<b>Autor:</b>	Hess, W.R. / Reber, Th. / Schroll, O.

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# ERFAHRUNGEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER  
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

NOVEMBER 1933

18. JAHRGANG • NUMMERN 6 und 7

## Teil und Ganzes im Organismus<sup>1)</sup>

Von W. R. Hess, physiologisches Institut der Universität Zürich.

«Ein feiner Stoff, durch Wärmewirkung hervorgebracht, von rotgelber Farbe, mit den Feuerkräften ausgestattet und in sich vereinend die Substanz des Wassers, der Luft und des Feuers» — so wurde zu Beginn des 16. Jahrhunderts das Blut gekennzeichnet.

Was wissen wir *heute* über das Blut zu sagen?

Wir kennen als wichtige Bestandteile die Blutkörperchen, welche von der Blutflüssigkeit und mit der Blutflüssigkeit überall dort hingetragen werden, wo der Blutstrom hinfliest. Dabei unterscheiden wir scharf zwischen zwei wesensverschiedenen Blutkörperchen-Typen, den roten, welche sich durch ihre Masse und auch durch ihre Farbe im Gesichtsfeld des Mikroskopes unserer Aufmerksamkeit aufdrängen, und daneben die farblosen, die sogenannten weissen Blutkörperchen. — Wenn wir uns mit den *roten Blutkörperchen* als Blutbestandteil beschäftigen, so wissen wir Bescheid über ihre Form, über ihre Grösse und ihre Zahl. Wir beachten auch ihren Gehalt an einem besondern Farbstoff. Von ihm, dem Hämoglobin, wissen wir sehr vielerlei zu berichten, nicht nur über sein Spektrum, das verschieden ist je nachdem Sauerstoff gegenwärtig ist oder fehlt. Wesentlicher sind seine chemischen Eigenschaften, voran seine Bindungseigenschaften gegenüber Sauerstoff. Diese Eigenschaft ist in quantitativer Hinsicht charakterisiert. Sie findet in dieser Beziehung ihren Ausdruck in der Sauerstoffbindungskurve, welche die Beziehungen zwischen Sauerstoffspannung und Sättigungsgrad des Hämoglobins mit Sauerstoff darstellt. Indem wir auf diese Verhältnisse hinweisen, kommen wir schon etwas ins Detail. Dabei ist aber dieses Detail gerade so wichtig, dass es für uns eine absolute Lebensbedingung bedeutet. Entscheidend ist dabei insbesondere noch die Eigenschaft des Hämoglobins, dass bei Gegenwart von Kohlensäure die Sauerstoffabgabe indirekt erleichtert wird, ein Verhalten, welches die Bereitschaft des Blutes, seinen Sauerstoff an das Gewebe abzutreten, steigert, sobald es in das mit Kohlensäure durchsetzte Gewebe gelangt. Das Gegenstück ist die Tatsache, dass mit der Sauerstoffaufnahme das Hämoglobin stärker saure Eigenschaften annimmt. Dadurch wird das Gleichgewicht zwischen den Blutalkalien und der Blutkohlensäure so verschoben, dass die Abdunstung der Kohlensäure aus dem Blut gefördert wird. Dieses eigenartige Verhalten spielt eine wichtige Rolle bei der Erneuerung des Blutes in der Lunge. — Vom Hämoglobin wissen wir ferner wichtiges zu berichten hinsichtlich seines Verhaltens zu Kohlenoxyd, wobei

seine hohe Affinität Anlass zu den bekannten Kohlenoxydvergiftungen geben. Von Interesse ist auch die Verwandtschaft zu den Gallenfarbstoffen usw., überhaupt die Frage der chemischen Konstitution.

Auch hinsichtlich der weissen Blutkörperchen besitzen wir eine Fülle von Kenntnissen. Schon längst weiss man, dass sie eine recht gemischte Gesellschaft darstellen, d. h. dass sehr verschiedenwertige Elemente sich darunter befinden. Schon das gewöhnliche mikroskopische Bild lässt Unterschiede in Form und Grösse und im Verhältnis von Kernmasse zu Protoplasma-masse erkennen. Sehr markante Unterschiede treten zutage bei bestimmten Färbeversuchen. Aus der Tatsache, dass bei verschiedenartigen krankhaften Störungen die einzelnen Typen sich verschieden verhalten, kann abgeleitet werden, dass dem Unterschied im morphologischen Bild auch ein Unterschied in der funktionellen Bedeutung entspricht. Wir brauchen nur die Forschungen unseres Internisten in Zürich, Prof. Nägeli, der auf diesem Gebiete eine erste Autorität ist, etwas näher zu verfolgen, um zu erfahren, welche Fülle von Einzeltatsachen sich an die Begriffe von Leukozyt und Lymphozyt kettet, und welch *eminentielle Bedeutung die Kenntnis* derselben für die *medizinische Diagnostik* und für eine *rationelle Therapie* besitzt.

Als weitere Blutbestandteile wären nun auch die sogenannten *Blutplättchen* (Thrombozyten) zu nennen, jene kleinen mit amöboiden Bewegungen ausgestatteten Elemente, welche bei der Einleitung der Blutgerinnung eine massgebende Rolle spielen. Dass auch hier noch eine Summe von Details existiert, welche allgemein naturwissenschaftliches und medizinisches Interesse verdient, ersehen wir aus der ziemlich grossen, allein über die Blutplättchen existierenden Literatur. Und wie dieses Interesse dadurch belohnt wird, dass der hierüber orientierte Arzt in die Lage kommt, in bestimmten Fällen von Blutungen lebensrettend einzutreten, hat uns der verdiente, am Langnauer Spital tätige Chirurge Dr. Fonio aufgezeigt.

Neben den Blutkörperchen und den Blutplättchen müssen wir aber auch der *Blutflüssigkeit* unsere Aufmerksamkeit schenken. Wir lernen dasselbe als ein System von gelösten Bestandteilen kennen, welche den verschiedensten Körpergruppen angehören. Quantitativ an der Spitze steht das gelöste Bluteiweiss, welches nach seiner Qualität bzw. seinen Eigenschaften und seiner physiologischen Rolle wieder in verschiedene Funktionen unterschieden werden muss. Ich will hier nicht weiter darauf eingehen, ebensowenig auf die vielen andern in der Blutflüssigkeit enthaltenen Körper, z. B. auf das Ionengleichgewicht, sondern jetzt den Grund angeben, weshalb ich auf all diese, Ihnen sicher zum grossen Teil bekannten Tatsachen hinge-

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten an der Jahresversammlung der Vereinigung schweizerischer Naturwissenschaftslehrer in St. Gallen.

wiesen habe. Ich wollte nur kurz skizzieren, welche Summe von Kenntnissen heute mit dem Begriff *Blut* verbunden sind. Und so gross die Fülle ist, so möchten wir von diesen Kenntnissen keine missen. Im Gegenteil, es drängt ein Bedürfnis, unsere Kenntnisse über das Blut und die Vorstellungen über seine speziellen Eigenschaften noch *weiter auszubauen*. Dieser Wissensdrang entspringt nicht nur dem Forschungstrieb, den jeder Mensch besitzt, welcher an der Natur Interesse nimmt. Es steht dahinter noch das brennende Bedürfnis des Arztes, durch vermehrte Einsicht die Möglichkeit zu Hilfeleistungen zu erhöhen. Denn die Sache liegt so, dass der Vielheit von Bestandteilen und der Mannigfaltigkeit der Funktionen des Blutes eine Vielzahl von Störungsmöglichkeiten entspricht, zu deren Behebung eben verschiedene Wege eingeschlagen werden müssen. Im einen Fall, bei der Erkrankung im System der weissen Blutkörperchen, können z. B. Röntgenbestrahlungen Besse rung bringen, in einem andern Fall — bei einer Entartung der roten Blutkörperchen — ist es die erst in neuester Zeit entdeckte Lebertherapie. Bei einer Insuffizienz der Blutplättchen bringt man ein aus Blutplättchen hergestelltes Präparat zur Wirkung usw.

Bis jetzt haben wir von den einzelnen *Blutbestandteilen* gesprochen unter kurzem Hinweis auf ihre Bedeutung. Zum Thema «Blut» bliebe noch übrig, etwas eingehender über die physikalischen Eigenschaften zu sprechen, z. B. über das spezifische Gewicht und vor allem auch über seine Viskosität. Diese letztere als Mass für die auftretende Reibung bei der Strömung führt uns über zu dem physikalisch orientierten Thema, der *Blutbewegung*.

Vor *Harvey* und *Malpighi* war man sich ganz unklar über den Weg, den das Blut durch den Körper nimmt, und in wesentlicher Hinsicht hatte man — beherrscht von den Lehren Galens — ganz falsche Vorstellungen. Heute gehören die Kenntnisse über den Weg, den das Blut vom linken Herzen durch die Arterien in den Körper, in die Venen ins rechte Herz und daraufhin durch den Lungenkreislauf nimmt, zu den Selbstverständlichkeiten. Darüber hinaus sind uns heute aber eine Fülle von Tatsachen bekannt, welche sich auf die Aeusserungen der einzelnen Kreislauforgane in der Mechanik der Blutzirkulation beziehen. Von den Arterien kennen wir z. B. bemerkenswerte Elastizitätseigenschaften und ihre Fähigkeit, sich aktiv zusammenzuziehen, dank der in ihren Wandungen vorhandenen Muskulatur. Weder Elastizität noch Kontraktilität sind in den verschiedenen Gefäßgebieten gleichmässig ausgebildet. Den Darmgefäßsen mit ihrer ausserordentlich kräftigen Muskulatur stehen z. B. gegenüber die Gehirngefäße, deren Fähigkeit zur aktiven Querschnittsänderung nur sehr schwach ausgebildet ist. Eine Zwischenstellung nehmen Haut-, Nieren-, Muskel- und Lungengefäße ein. Um nicht in den Verdacht zu kommen, hier allerlei Nebensächlichkeiten zu erwähnen, möchte ich nur hervorheben, dass diese Unterschiede in den Eigenschaften der Arterien für die Regulierung der Blutzirkulation, d. h. die Anpassung der Blutversorgung an den Blutbedarf von entscheidender Bedeutung sind, dass es sich also nicht um Zufälligkeiten, sondern um Dinge handelt, denen vitale Bedeutung zukommt. Ich weise hier schon zum voraus auf einen Punkt hin, auf den wir wieder zurückkommen werden.

Von den Venen war es noch bis vor kurzem fraglich, ob sie auch ihre Weite aktiv verändern können.

Heute sind wir sicher, dass dies der Fall ist. Wir verdanken diese Kenntnis zum guten Teil den minuziös durchgeföhrten Untersuchungen des vor kurzem nach Lausanne berufenen Physiologen, Prof. *Fleisch*. Schliesslich beobachten wir auch an den Kapillaren ausgiebige Aenderungen ihrer Weite. Dabei handelt es sich auch hier um das Ansprechen eines aktiven Eigenapparates, also nicht nur um die Folgen passiver Dehnungserscheinungen, die z. B. unter dem Einfluss von Blutdruckschwankungen zustande kommen. Auch über dieses Verhalten ist zu sagen, dass es für das Kreislaufgeschehen keineswegs nebensächlich ist, wissen wir doch, dass in den Kapillaren sich diejenigen Vorgänge abspielen, um deretwillen der Zirkulationsapparat überhaupt existiert, nämlich die Versorgung der Gewebe mit Sauerstoff und Nährstoffen und die Entlastung von den Zersetzungspprodukten des Stoffwechsels.

Als ein Teil der Kreislaufvorgänge ist schliesslich auch die Tätigkeit des Herzens nicht zu vergessen. Ueber seine Rolle als Motor ist man sich seit langem im klaren und auch über das Spielen der Klappen, welche die vom Herzmuskel geleistete Arbeit in einseitig gerichtete Blutströmung umsetzen. Ueber diese elementaren Feststellungen hinaus müssen wir daran erinnern, dass die Eigenschaften des Herzmuskels ganz besonderer Art sind. Er gehorcht dem «Alles-oder-Nichts-Gesetz». Während ein Skelettmuskel je nach der Intensität des Reizes sich schwach, stark oder sehr stark kontrahieren kann, kennt der Herzmuskel diese Reizabhängigkeit nicht. Wenn er zur Tätigkeit ange regt, kommt es nur darauf an, ob der Reiz genügt, die Kontraktion auszulösen, oder ob er unterhalb der Reizschwelle liegt. Genügt der Reiz, so kommt es zu einer Kontraktion, die im übrigen in ihrer Kraft von der Stärke des Reizes absolut unabhängig ist. Massgebend sind hier lediglich die Zustandsbedingungen. Hier zeigt sich die wunderbare Einrichtung, dass sich der Muskel in seiner Kraft nach dem Widerstand, welcher sich der Ausstossung des Blutes entgegenstellt, richtet. Eine weitere Eigenschaft ist die sog. Refraktärperiode. Hat der Herzmuskel einen Schlag vollführt, so schaltet er automatisch eine Pause ein, während welcher er für keinen weiteren Reiz zu sprechen ist. Infolgedessen ist er auch nicht imstande, auf längere Dauer kontrahiert zu bleiben; — glücklicherweise! Denn sonst wären wir dauernd in grösster Gefahr, dass durch eine solche tetanische Kontraktion unsere ganze Blutzirkulation plötzlich abgedrosselt wird, ein Zustand, welcher wenig gemütlich wäre.

Schliesslich ist vom Herzen noch speziell zu erwähnen die Fähigkeit zur Automatie. Das dem Körper entnommene Herz schlägt weiter, obgleich alle Nervenverbindungen gelöst sind. Ein Skelettmuskel tut dies nicht. Es war ein langwieriger Streit, ob diese Automatie auf die sich im Herzen befindlichen Nervenelemente oder auf eine Eigenschaft des Muskels selbst zu beziehen sei. Der Streit war so intensiv, dass man die Physiologen direkt nach ihrer Stellungnahme in dieser Frage klassifizieren konnte. Wer hat recht behalten? Keine der beiden Auffassungen erwies sich als zutreffend. Denn es wurde entdeckt, dass im Herzen noch ein dritter Apparat enthalten ist, das sog. Reizleitungssystem. Dieses ist für den ordnungsgemässen Ablauf des einzelnen Herzschlages verantwortlich. In einem bestimmten Teil des Reizleitungssystems, im Sinusknoten, nahe der Einmündung der grossen Venen,

entstehen autonom periodische Reize, welche in einem ersten Akt den Vorhöfen übermittelt werden. In einer folgenden Phase entfacht sich der fast abgeklungene Reiz von neuem im sog. Vorhof-Scheidewand-Knoten, wobei dieser Impuls durch ein besonderes Verbindungs-bündel der Muskulatur der Herzkammern zugeleitet wird. Die Tätigkeit dieses Reizleitungssystems lässt sich genau verfolgen mittels eines empfindlichen Galvanometers, sei es das Saiten-Galvanometer oder der Kathodenstrahlen-Oszillograph. Mit der Feststellung dieser Verhältnisse sind die früheren Kenntnisse über die Herzfunktionen und deren Störungsmöglichkeiten bedeutend erweitert und vertieft worden.

Trotz der Fähigkeit des Herzens, *selbständig* zu schlagen, ist es im unversehrten Körper doch nicht unabhängig. Denn es ist Einflüssen unterworfen, welche durch Reizstoffe, die im Blute kreisen, entfaltet werden, daneben auch den Einwirkungen von zweierlei Nerven. Die eine Qualität bewirkt durch ihren Einfluss eine Beschleunigung und Verstärkung des Herzschlages, die andere eine Hemmung. Hier liesse sich noch viel Interessantes und Wissenswertes anknüpfen, und ich könnte leicht dazu verführt werden, dies zu tun, weil wir hier in ein Gebiet hineinkommen, welches seit Jahren mein eigenes besonderes Interesse gefesselt hat. Im Hinblick auf das ganze Thema und das Ziel meiner Ausführungen ist es aber richtiger, wenn wir uns noch einem Kapitel aus einem andern Gebiet der Physiologie zuwenden.

Seit *Lavoisier* ist uns die Beziehung zwischen körperlicher Leistung und Verbrennungsprozess im Körper bekannt. Man hat in der Folge versucht, ein genaueres Bild über den Mechanismus zu entwerfen, durch welchen die Umsetzung der in den Nahrungsstoffen aufgespeicherten Energie in mechanische Arbeit erfolgt. Es lag nahe, sich dabei an die Erfahrungen der Physik und der Technik anzulehnen, also an Vorgänge, wie sie sich in einer kalorisch betriebenen Maschine abspielen. Man stellte sich also auch für den Muskel den Vorgang so vor, dass erst Substanzen mit einem ausreichenden energetischen Inhalt verbrannt werden, worauf dann in unmittelbarer Verknüpfung die frei gesetzte Energie zu einem gewissen Prozentsatz in mechanische Energie umgesetzt wird. Es war eine der grössten Ueberraschungen des vergangenen Jahrzehntes, zu erfahren, dass diese Vorstellung über die Reihenfolge des Geschehens unrichtig ist. Durch übereinstimmende Forschungsergebnisse mit physikalischen und chemischen Methoden ist durch englische und deutsche Forscher festgestellt, dass die Muskelenergie, welche in einem bestimmten Moment zur Entfaltung gebracht wird, nicht unmittelbar durch Verbrennung erzeugt wird. Es kann auch ein sauerstofffrei gehaltener Muskel für befristete Zeit Arbeit leisten. Das Experiment, dies zu zeigen, ist nicht schwierig. Zwei Froschmuskeln werden in zwei getrennten Kammern in Stickstoff-Atmosphäre durch elektrischen Reiz fortwährend erregt. Dabei zucken sie und heben rhythmisch ein angehängtes Gewicht. Sie leisten Arbeit. Nach und nach nimmt die Hubhöhe ab und es kommt zur vollkommenen Erschöpfung der Arbeitsfähigkeit. Bei diesem Zustand wird in die eine Kammer Sauerstoff zugeleitet. Nach kurzer Zeit setzen wir unsere Reizversuche fort. Dabei sehen wir, dass der unter Sauerstoff gesetzte Muskel nun wieder seine rhythmischen Hubbewegungen ausführt, während der andere in Stickstoff verbliebene Muskel nach wie vor reaktionslos bleibt. Dieses Verhalten ist bis ins einzelne

von *Meyerhof* untersucht worden. Das Entscheidende besteht darin, dass die Verbrennungsprozesse, welche auch mit synthetischen Vorgängen gekoppelt sind, nicht an der Spitze, sondern am Schluss einer Aktionsphase stehen. Die vom Muskel entwickelte Spannkraft gründet sich auf einen anaeroben Prozess. Dagegen ist für den Wiedergewinn der Arbeitsfähigkeit Sauerstoff notwendig. Die mit chemischen Methoden durchgeführten Untersuchungen fanden ihre volle Bestätigung durch die Verfolgung der Wärmetönung; denn es hat *A. V. Hill* gezeigt, dass während der Kontraktion des Muskels selbst nur eine ganz geringe Wärmeproduktion zu beobachten ist. Nach Vollzug der Kontraktion prägt sie sich dagegen sehr stark aus, d. h. sofern Sauerstoff gegenwärtig ist, also auch hier ein Beweis für die Rolle des Verbrennungsprozesses als restituierender Vorgang. Diese Einsicht ist heute noch viel stärker differenziert, wobei man allerdings wieder auf weitere Probleme gestossen ist. Ich will aber auch hier den aufgenommenen Faden nicht weiter verfolgen, sondern abbrechen, um nun die Frage zu beantworten: warum ich hier über alle diese Einzelheiten berichtet habe? Es geschah dies, um eine Forschungsrichtung zu charakterisieren, wie sie auf allen Gebieten der Naturwissenschaften, so auch in der Biologie, während der letzten Dezennien von Erfolg zu Erfolg geführt hat. Das wesentliche daran ist die Zergliederung von Strukturen und Funktionen, die Auflösung eines anscheinend einheitlichen morphologischen oder dynamischen Gebildes in Phasen, Stufen und Einzelakte. Dabei erfahren unsere Kenntnisse nicht nur im akademischen Sinn eine Erweiterung. Wir gelangen auf diesem Wege zu Erklärungen. So lassen uns die Kenntnisse über die Bindungseigenschaften des Hämoglobins für Sauerstoff nicht nur die Fähigkeit des Blutes begreifen, wie es am einen Ort, d. h. in der Lunge, den Sauerstoff an sich bindet und ihn am andern Ort, d. h. in den Geweben, ebenso bereitwillig wieder von sich gibt. Wir verstehen nun u. a. auch sehr gut, dass der Mensch an ein bestimmtes Minimum von Sauerstoffspannung gebunden ist, und wie er beim Emporsteigen in grosse Höhe mit schweren Störungen reagiert. Die detaillierte Kenntnis der chemischen Eigenschaften des Hämoglobins gibt uns weiter den Schlüssel für den Mechanismus der Giftwirkung im Kohlenoxydgas, und sie weist uns den Weg, wie wir eine solche Giftwirkung erfolgreich bekämpfen. Wir wiederholen: Die differenzierende Analyse bringt uns nicht nur eine Vermehrung des Wissens; sie deckt auch kausale Zusammenhänge auf. Infolgedessen verschafft sie uns auch die Möglichkeit, Naturvorgänge in gewissem Ausmass so zu steuern, dass wir sie in unsern Dienst stellen, oder, sofern sie lebensfeindlich sind, von uns abwenden können. Hierin liegt ein eindrucksvoller Erfolg, den der Aufschwung der Naturwissenschaften gebracht hat, nämlich einerseits auf dem Gebiet der Technik, anderseits auf dem Gebiet der Biologie, wozu wir auch die auf den Naturwissenschaften fussende wissenschaftliche Medizin rechnen.

Eine andere Frage, auf die wir nun übergehen, lautet dahin, ob wir auf diesem Wege der Zergliederung — wenn er konsequent bis zum äussersten weiter verfolgt wird — schliesslich alle Probleme lösen, welche die Natur uns vorlegt. Es mag sein für das Gebiet des Anorganischen — ich wage nicht, darüber zu urteilen —, es trifft aber sicher nicht zu für die Welt des Lebendigen, für die Biologie. Um dies

aufzuzeigen, wollen wir noch einmal auf das der Muskelphysiologie entnommene Thema zurückkommen. Wir haben auf Grund einer kurzen Skizzierung Einzelheiten über den Vorgang erfahren, durch welchen im Muskelgewebe die in bestimmten Nahrungsstoffen schlummernde Energie in mechanische Arbeit umgewandelt wird. Es bedeutet eine vollkommene Umorientierung, wenn wir nun die Frage aufwerfen, *wozu* sich diese Freisetzung mechanischer Energie überhaupt vollzieht. Die Antwort finden wir wiederum am besten dadurch, dass wir eine konkrete Situation ins Auge fassen, z. B. die Arbeitsleistung der Muskulatur beim Gehakt. Bei entblößtem Körper sind wir in der Lage, ungefähr festzustellen, wie einzelne Muskelgruppen abwechselnd in Kontraktion verfallen und hernach durch die Anspannung anderer Muskelgruppen wieder gelehnt werden. Könnten wir die Muskeln wie an einem anatomischen Präparat scharf umrissen und *einzelnen* sehen, und zwar nicht nur an den Beinen, sondern am ganzen Körper, so würden wir feststellen, wie sich ihre Kontraktionen in ein wohlgeordnetes *Bewegungssystem* einfügen. Durch Verbindung verschiedener Muskeln zu gemeinschaftlicher Wirkung, durch feine Abstufung der Spannungen und durch eine bestimmte Reihenfolge der Aktionen — kurz durch eine aufs feinste geregelte Koordination — entsteht ein einheitlicher Akt, der Schritt. Es ist hier noch beizufügen, dass sich diese *Synthese* im einzelnen sehr genau verfolgen lässt durch Verwertung der sog. Aktionsströme der Muskelu, wobei feine Nadeln in die zu untersuchenden Muskeln eingesteckt werden. Die Tätigkeits- und Kontraktionsphase zeigt sich durch ein Vibrieren der Galvanometersaite an. Es ist dies — nebenbei gesagt — eine Methode, welche bei Untersuchungen von Störungen des Skelett-Muskel-Apparates sehr wertvolle Dienste leistet, wie dies der Direktor der Orthopädischen Anstalt in Zürich, Prof. Scherb, in sehr eleganter Weise dargetan hat. Was uns hier nun besonders beschäftigen wird, ist erstens einmal die Tatsache, dass die Einzelleistungen in eine bestimmte Tätigkeits-Ordnung eingefügt sind.

*Ordnung* — über diesen Begriff ist hier zunächst einiges zu sagen. Jedenfalls ist er etwas Relatives. Auf meinem Schreibtisch z. B. sieht es nicht nach Ordnung aus. So wird wenigstens von anderer Seite gelegentlich behauptet. Ich selbst finde aber bei der Arbeit doch alles dort, wo ich es am bequemsten zur Hand habe. Es ist also *doch* alles in bester Ordnung, so behauptet *ich*. Der Unterschied in der Beurteilung hängt eben davon ab, wie man die Sache ansieht. Nach dem äussern Aspekt mag es nach Unordnung aussehen, wenn Bleistift, Gummi, Schreibpapier, Federhalter usw. nicht alles in geometrischem Sinne geordnet niedergelegt sind. Dieser Umstand wird aber nur denjenigen den Eindruck der Unordnung machen, welcher den Schreibtisch nach dem *optischen Aspekt* beurteilt. Anders für denjenigen, welcher sich an den Schreibtisch setzt und das *in Gebrauch nimmt*, was auf ihm liegt. Er wird bei diesem Gebrauch sich leicht zurecht finden und dementsprechend meine Ansicht bestätigen, dass an der Ordnung nichts auszusetzen sei!

Ich will nun also doch noch einen weniger umstrittenen Fall zur Diskussion stellen. Dabei denke ich an einen Streifen mit Morse-Schrift. Ich sehe darauf in unregelmässiger Folge Punkte und Striche, manchmal direkt abwechselnd, manchmal zu zweit oder zu dritt gruppiert. Irgendcine Gesetzmässigkeit in der

Gruppierung, irgendwelche Ordnung kann ich nicht feststellen. Nun lege ich den Streifen jemanden vor, der die Morse-Schrift zu lesen versteht. Er wird mir Buchstaben entziffern, Worte sagen, einen Satz ablesen und — dieser Satz hat einen Sinn. Als Symbol dieses Sinnes betrachtet ist kein Punkt zuviel, kein Strich zu wenig. Was auf dem Streifen steht, ist vollkommene Ordnung. Der Telegraphist wird diese Ordnung sogar erkennen, ohne dass die Schriftzeichen zu Papier gebracht werden, rein aus dem Gehör des anschlagenden Schreibapparates. Die Ordnung selbst ist der Inhalt seiner Wahrnehmung, gleichgültig, ob sie sich substantiell oder energetisch äussert, ob er sie visuell oder akustisch macht.

Nach dieser Erörterung kommen wir nochmals auf das der Muskelphysiologie entnommene Beispiel zurück. Dabei stellen wir fest, dass die Gruppierung der Einzelmuskeln und die zeitliche Folge ihrer Tätigkeit so geordnet sind, dass durch die Schreitbewegung der Körper eine Ortsveränderung erfährt, und zwar in bestimmter Richtung. Der Inhalt oder, wenn Sie wollen, der Sinn der Ordnung ist die *Erreichung eines Ziels*. Tatsächlich sprechen wir in einem solchen Fall von einer Ziel- oder Zweckhandlung, wie sie das Gehen, das Springen und alle die mannigfaltigen Manipulationen darstellen, welche der Mensch in seiner Berufsanarbeit oder in seinem Alltagsleben verrichtet.

Indem wir feststellen, dass die ganze Ordnung des Geschehens auf ein bestimmtes Ziel gerichtet ist, dass die Aktionen der verschiedenen Muskeln entsprechend einem Zweck organisiert sind, nähern wir uns in unseren Darlegungen einem kritischen Punkt. Bevor wir ihn noch mehr herausheben, wollen wir nun auch das Beispiel der Hämodynamik einer analogen Betrachtung unterwerfen. — Wir haben dargelegt, wie eine Vielzahl von Einzeltätigkeiten sich im Zusammenhang der Kreislauffunktion abspielt. Dabei handelt es sich nicht um zufällige Aeusserungen zufälliger Eigenschaften der verschiedenen Kreislauforgane, sondern ganz offenkundig um einen planmässigen Aufbau eines Zweckgeschehens aus Teilleistungen. So erweitern sich die Arterien nicht einfach irgendwo und irgendwann im Körper, sondern gerade immer in denjenigen Organen, welche infolge verstärkter Tätigkeit einen Mehrbedarf an Blut aufweisen. Bei einem sehr stark gesteigerten Blutbedarf, z. B. bei körperlicher Arbeit, sehen wir, dass dieser Erweiterung, der sog. Aktivitäts-Hyperämie, eine Verengerung von Gefässen, parallel geht, speziell in Gebieten, welche sich in diesem Zeitpunkt in Ruhe befinden oder ohne Schaden für eine gewisse Zeit ruhig gestellt werden können. Hierbei spielen die Gefässen im Bereich der Verdauungsorgane eine entscheidende Rolle, indem sie speziell bei intensiver Körperarbeit den in ihnen fliessenden Blutstrom abdrosseln, was zur Folge hat, dass die arbeitenden Muskeln ein entsprechendes Plus an Blut erhalten können. Erweiterung hier, Verengerung dort sind koordinierte Funktionen, welche auf dasselbe Ziel hinsteuern. Im gleichen Sinn fügt sich auch eine regulatorische Beeinflussung des Herzens ein, indem seine Tätigkeit aktiviert wird. Und die Venen unterstützen den Erfolg, indem sie durch Verringerung ihrer Füllung einen vermehrten Rückfluss von Blut zum Herzen in Gang bringen und so an der Intensivierung des ganzen Kreislaufes mitwirken. Ja sogar Organe, welche abseits vom Kreislaufsystem zu liegen scheinen, melden sich zur Mitwirkung. Dies betrifft speziell die Milz, welche nicht nur für die Blutbildung, sondern

nach neuesten Forschungsergebnissen auch für die Mechanik der Blutzirkulation eine sehr wichtige Rolle spielt. Es geschieht dies in der Weise, dass die Milz in ihrem lockeren Maschenwerk eine ziemlich grosse Blutreserve zu fassen vermag. In Zeiten eines angespannten Zirkulationsbetriebes ziehen sich nun die im Milzgewebe eingelagerten Muskelfasern zusammen. Das Blut wird ausgepresst, findet durch die Venen Abfluss. Dadurch erhält das Herz ein gesteigertes Angebot und übernimmt die vom Herzen ins Arteriensystem gelangende Blutmenge automatisch zur Weiterförderung, wodurch die minutliche Fördermenge entsprechend gesteigert wird. Also auch hier sehen wir die einzelnen Kreislauforgane mit ihren früher bekanntgegebenen Eigenschaften wohlgeordnet in Tätigkeit treten, wobei die Ordnung wiederum nach einem bestimmten Ziel orientiert ist. Dieses besteht in einer möglichst vollkommenen Erfüllung der Aufgabe, die gemäss der Organisation unseres Körpers dem Zirkulationssystem zugewiesen ist. Mit dieser Aufgabe scheint nun allerdings ein Mechanismus in Gegensatz zu stehen, welcher offenkundig «aus der Rolle fällt».

Wir haben darauf hingewiesen, dass das Herz unter dem Einfluss eines bestimmten Nerven, des Nervus Vagus gehemmt wird. Hemmung der Herztätigkeit ist gleichbedeutend mit Herabsetzung des Blutumlaufes und damit einer Beeinträchtigung der Ernährungsfunktionen des Zirkulationsapparates. Von der Seite der ernährungsbedürftigen Organe gesehen, ist dies ausgesprochen zweckwidrig. — Jedoch Herzhemmung hat auch eine *andere Seite*. Sie vermindert die Belastung dieses lebenswichtigen Organes und bedeutet Sparung seiner Kräfte und Erhaltung seiner Leistungsfähigkeit auf die Dauer, also Schonung. Wesentlich ist dabei, dass der ganze Hemmungsmechanismus die Aktivität des Herzens gerade soweit dämpft, dass er einen *Ueberschuss* im Blutumlauf verhindert. Damit berühren wir ein Problem, welches in der ganzen lebenden Natur eine eminent wichtige Rolle spielt. Es ist dies das *Oekonomie-Prinzip*. Seine Wirksamkeit im Kreislaufsystem ist um so eher der Beachtung wert, als wir hier genauen Einblick besitzen, durch welchen organisatorischen Kunstgriff sich dieses Prinzip durchsetzt. Es handelt sich um einen Reflex, der seinen Ursprung von zwei Stellen des Arteriensystems nimmt. Die eine ist die dem Herzen entspringende Hauptschlagader, die Aorta ascendens; die andere — erst vor wenigen Jahren von *H. E. Hering* entdeckt und speziell durch *C. Heymans* und durch *E. Koch* eingehend erforscht — befindet sich an der Teilung der Halsschlagader in ihre zwei Hauptäste, und zwar am Ursprung des nach dem Gehirn gehenden Astes, der Carotis interna, die dort spindelförmig zum Sinus caroticus erweitert ist. Der Mechanismus spielt sich auch hier so ab, dass in unmittelbarer Abhängigkeit vom Blutdruck die dehnungsempfindliche Wand gespannt wird. Der Spannungsreiz wird durch Nerven gehirnwärts geleitet, wodurch dann durch Vermittlung eines entsprechend organisierten Zentralapparates die erwähnte Herzhemmung und andere die Kreislauforgane entlastenden Effekte ausgelöst werden. Indem diese Entlastung schaffenden Regulationsvorgänge um so mehr hervortreten, je stärker und andauernder die Kreislauforgane beansprucht werden, geht die Sparfunktion immer mehr in die bereits erwähnte Schutzfunktion

gegen momentane Ueberlastung über. Das eine wie das andere hat den Wert eines *positiven Erfolges*, welches sich in der Erhaltung eines auf die Dauer leistungsfähigen Zirkulationssystems auswirkt. Ohne den beschriebenen Hemmungsmechanismus könnten wohl für den Moment grössere «Spitzenleistungen» herausgebracht werden, aber nur verbunden mit der Gefahr einer um so rascheren Erschöpfung und unter Umständen einer dauernden Schädigung. Es ist in hohem Masse interessant zu sehen, wie zwei scheinbar *gegensätzliche Funktionen* sich doch wieder zur Ordnung fügen, sobald man nicht nur die Situation des Augenblickes in Betracht zieht, sondern auch den *Zeitfaktor* in Rechnung setzt, wenn man also den Erfolg des Zusammenwirkens auf lange Sicht ins Auge fasst.

Indem wir von diesen Verhältnissen nähere Kenntnis nehmen, haben wir auch Wegleitung für einen aufschlussreichen Einblick in den *Funktionsaufbau des vegetativen Nervensystems* mit den beiden als zwei Gegenspieler in Erscheinung tretenden Abschnitten, dem Sympathikus und dem Parasympathikus erhalten. Und noch darüber hinaus lässt sich eine Richtlinie entdecken, welche bis in den Bereich des *Psychischen* hinüberleitet. Es ist mir leider nicht möglich, diese Linie hier weiter zu verfolgen. Ich möchte nur als Stichwort das Problem des Schlafes nennen, um auszudrücken, was ich hier speziell im Auge habe.

Dagegen ist jetzt der Moment gekommen, auf jenen bereits einmal berührten kritischen Punkt etwas näher einzugehen, und unsere Schlussfolgerungen zu ziehen: Im ersten Teile habe ich gezeigt, wie die forschende Wissenschaft Erscheinungskomplexe in seine Elemente zergliedert und diese charakterisiert. Im zweiten Teil wurde dargelegt, wie sich eine Summe von Einzelvorgängen organisch zu einem koordinierten Gesamtgeschehen zusammenfügt. Richtpunkt der dieses Geschehen beherrschenden Ordnung ist ein zweckentsprechender Erfolg, bzw. ein Leistungsziel. Jetzt sehen wir uns vor der Aufgabe, den wesentlichen Inhalt der beiden Abschnitte einander gegenüberzustellen und den grundsätzlichen Unterschied in der Betrachtungsweise aufzuzeigen. Er besteht darin, dass es im ersten Fall *vom Ganzen auf die Teile geht*, im zweiten Fall *von den Teilen zum Ganzen*. Dort wird differenzierend, hier integrativ betrachtet. Dort erfahren wir Erklärungen im Sinne der Kausalität, hier löst sich das Rätsel biologischer Zusammenhänge im Sinne der Finalität. Und nun die Frage: Sind dies Gegensätze, welche sich ausschliessen, wobei die eine Art zu forschen und zu sehen richtig, die andere falsch ist? Ich glaube nicht! Einblick in das Einzelgeschehen bedeutet nicht gleichzeitig auch Ueberblick über das Gauze. Isolierung der gestaltlichen und funktionellen Elemente ersetzt nicht Feststellen der Ordnung, durch welche physikalische und chemische Vorgänge zu dem auf Erhaltung und Entfaltung orientierten *Lebensgeschehen* zusammengefügt sind. — Indem wir die Erforschung dieser Ordnung als eine besondere Aufgabe der Biologie herausheben, berühren wir *nicht* die Frage ihrer Entstehung und den Mechanismus ihrer Erhaltung. Wir betonen dies, um unsere hiermit zum Abschluss gelangten Darlegungen von dem in einer *andern Ebene* liegenden — u. a. von *Driesch*, *Monakow* und *Bleuler* angegangenen — Problem klar zu trennen.

# Das Gasvolumgesetz und die Sätze von Avogadro

(Schluss.)

Von Th. Reber, Oberrealschule, Zürich.

Unsern Schülern fällt beim Gasvolumgesetz gerade diese von Avogadro betonte Tatsache besonders ins Auge. Auf Grund von Versuchen und Beschreibungen stellt man gewöhnlich im Unterricht die bekanntesten Fälle zusammen, z. B.:

1 Volumen H + 1 Volumen Cl = 2 Volumen HCl;  
1 Vol. O + 2 Vol. H = 2 Vol. H<sub>2</sub>O-Dampf;  
1 Vol. N + 3 Vol. H = 2 Vol. NH<sub>3</sub>;  
1 Vol. O + 2 Vol. CO = 2 Vol. CO<sub>2</sub>;  
1 Vol. O + 2 Vol. SO<sub>2</sub> = 2 Vol. SO<sub>3</sub> (-gasförmig).

Man kann dann, ehe das Gesetz mitgeteilt wird, den Schülern die Aufgabe stellen, durch den Vergleich der Volumverhältnisse zu versuchen, selbst eine gewisse Gesetzmässigkeit herauszufinden. Den schwächeren Schülern fällt meist gar nichts auf, die begabteren weisen hingegen gewöhnlich in richtiger Weise auf die Verdoppelung des Volumens hin im Vergleich zum kleinsten Ausgangsvolumen<sup>13)</sup>. Die Ganzzahligkeit der Volumverhältnisse ist für die Schüler viel weniger auffällig, vielleicht deshalb, weil sie in ihrer Schulweisheit die Einfachheit eines Naturgesetzes als Regel mit einer gewissen Selbstverständlichkeit hinnehmen, wo es sich doch um eine bemerkenswerte Ausnahme handelt.

Neben Avogadro kam um dieselbe Zeit André Maria Ampère (1775—1836) zu ähnlichen Schlüssen über die Natur der Gase. Er hat dieselben 1814 in einem offenen Brief an Berthollet mitgeteilt<sup>14)</sup>; es heisst darin u. a.: «Bei gleicher Temperatur und gleichem Druck sind die Partikeln aller, sei es einfacher oder zusammengesetzter Gase, gleich weit voneinander entfernt. Die Zahl der Partikeln ist bei dieser Annahme proportional dem Volum der Gase.» Diese Stelle ist von folgender Fussnote begleitet: «Nach der Abfassung meiner Abhandlung habe ich erfahren, dass Herr Avogadro dieselbe Idee als Grundlage einer Arbeit über die Verhältnisse der Elemente in chemischen Verbindungen benutzt hat.»

Ampère hatte wohl die gleichen Grundgedanken wie Avogadro, doch verfolgte er dieselben nicht so klar und ausdauernd wie letzterer, weshalb Avogadro auf diesem Gebiete die erste Stelle behielt.

Während das Gasvolumgesetz bald nach seiner Entdeckung allgemein anerkannt werden musste, dauerte es ein halbes Jahrhundert, bis die Sätze von Avogadro die richtige Würdigung fanden. Ein bedeutender Fachmann unserer Zeit schrieb darüber: «Amadeo Avogadro bietet uns das seltene Bild, dass ein Mann, der an hervorragender Stelle tätig ist, mit einer Arbeit höchster Bedeutung aus seinem eigenen Fache,

<sup>13)</sup> Dabei kommen allerdings nur Reaktionen in Betracht, bei denen alle Bestandteile gasförmig sind und woran sich nur zwei Elemente beteiligen. Die wenigen Ausnahmen, wie 2 O<sub>3</sub> = 3 O<sub>2</sub> oder P<sub>4</sub> + 6 H<sub>2</sub> = 4 PH<sub>3</sub>, mit ihrer sinngemässen Auslegung beeinträchtigen die obige Regel nicht.

<sup>14)</sup> «Lettre de M. Ampère à M. le comte Berthollet sur la détermination des proportions, dans lesquelles les corps se combinent d'après le nombre et la disposition respective des molécules dont leurs particules intégrantes sont composées» in Annales de chimie, vol. 90, p. 43—86. Die Uebersetzung findet sich in Ostwalds Klassikern Nr. 8 (Grundlagen der Molekulartheorie).

die in einer angesehenen Zeitschrift, in der damals unter Gelehrten verbreitetsten Sprache, erscheint, nicht durchdringt, ja völlig übersehen wird; obgleich die von ihm behandelte Frage nicht etwa vom Wege abliegt, sondern aktuelles Interesse hat»<sup>15)</sup>.

Die letzte Behauptung stimmte allerdings nicht ganz, denn die Chemie war in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch zu wenig fortgeschritten, um die sofortige Nutzbarmachung der vorausseilenden Hypothese von Avogadro (und von Ampère) zu ermöglichen. Das grösste Hindernis war die lange Zeit herrschende Verwirrung der Begriffe «Atom, Molekül, Aequivalent und deren relative Gewichte». Erst die Arbeiten von August Laurent (1807—1853) und von Karl Gerhardt (1816—1856) brachten in der Zeit von 1840—1850 eine beginnende Abklärung. Laurent kommt dabei das Hauptverdienst zu für die eindeutige Fassung dieser viel umstrittenen chemischen Grundbegriffe. So konnte der altgewordene Avogadro, der immer wieder um seine Molekulartheorie gekämpft hatte, 1849 schreiben<sup>16)</sup>: «Man kann sagen, dass dies Prinzip heutzutage wenigstens stillschweigend von allen Chemikern, die diese Theorie anwenden, angenommen wurde»<sup>17)</sup>.

Das waren aber erst Vorläufer und Wegbereiter, denn es dauerte noch gut zehn Jahre, bis sich alle damals führenden Chemiker mit den Vorstellungen Avogadros vertraut gemacht hatten. Die entscheidende Wendung wurde durch Stanislao Cannizzaro (1826 bis 1910 Genua) herbeigeführt. Auf dem berühmten internationalen Chemikerkongress in Karlsruhe 1860, der zur Beseitigung der immer noch verworrenen Lage dienen sollte, setzte sich Cannizzaro in Wort und Schrift mit Begeisterung für die Lehre seines inzwischen gestorbenen Landsmannes ein. Er liess dabei jedem Teilnehmer den Abriss eines Lehrganges der theoretischen Chemie übergeben<sup>18)</sup>, der bei vielen Chemikern die nachhaltigste Wirkung ausübte. Man liest darin u. a.<sup>19)</sup>: «Aus der historischen Prüfung der chemischen Theorien sowie aus der Untersuchung der Physiker ziehe ich den Schluss, dass, um alle Zweige der Chemie in Uebereinstimmung zu bringen, die Theorie von Avogadro und Ampère notwendig in ihrem vollen Umfange zur Bestimmung des Gewichtes und der Zahl der Moleküle Anwendung finden muss; ich stelle mir demnach die Aufgabe, zu zeigen, dass die aus ihr zu ziehenden Schlussfolgerungen stets mit allen bis jetzt entdeckten physikalischen und chemischen Gesetzen übereinstimmen.»

Das bedeutete die späte Rechtfertigung und Krönung des Werkes von Avogadro. Was anfangs eine geistreiche, weitblickende Hypothese war, ist heute

<sup>15)</sup> Georg W. A. Kahlbaum, Prof. in Basel, in der Einleitung zu einer Monographie über Avogadro. VII. Heft der Monographien aus der Geschichte der Chemie: «Amadeo Avogadro und die Molekulartheorie», von J. Guareschi, übersetzt von O. Merckens. Verlag J. A. Barth, Leipzig 1903.

<sup>16)</sup> Aus «Sur la nécessité de distinguer les molécules...» im Archives des Sciences physiques et nat. de Genève 1849, T. 11, p. 285.

<sup>17)</sup> Nach Guareschi-Merckens.

<sup>18)</sup> «Sunto di un corso di filosofia chimica» 1858, übersetzt von A. Miolati. Diese Uebersetzung ist in Ostwalds Klassikern Nr. 30 veröffentlicht und mit aufschlussreichen Anmerkungen von Wilhelm Ostwald versehen.

<sup>19)</sup> Aus dieser Uebersetzung S. 6.

zur bewiesenen Sicherheit geworden, so dass die betreffenden Sätze oft auch als Gesetz von Avogadro bezeichnet werden. Es handelt sich aber genau genommen um eine Regel mit einer Reihe von Ausnahmen. Die Zweiatomigkeit der Gasmoleküle gilt wohl für die wichtigsten Nichtmetalle  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ; Dampf,  $J_2$ -Dampf bei nicht zu hohen Temperaturen; die Edelgase und die Metalldämpfe bestehen dagegen aus einatomigen Molekülen. Ozon ist  $O_3$ , Phosphor- und Arsendampf sind  $P_4$  und  $As_4$ , Schwefeldampf enthält  $S_8$ ,  $S_6$ ,  $S_4$  und  $S_2$ -Moleküle. Bei hoher Temperatur zersetzen sich die mehratomigen Moleküle von elementaren Gasen und Dämpfen in einzelne freie Atome. Auch die Gleichzahligkeit der Gasmoleküle für gleiche Volumen zeigt in den einzelnen Fällen Abweichungen, die heute erfasst und begründet werden können. Diese Besonderheiten verkleinern die Leistung Avogadros keineswegs, sie bedeuten hingegen eine schärfere Fassung des Inhaltes und eine Begrenzung der Gültigkeit als Ergebnisse der fortschreitenden Weiterentwicklung der exakten Naturwissenschaften.

## Ueber Unterbringung und Pflege der Schulsammlungen „ausgestopfter“ Tiere

(Schluss.)

Von Konservator O. Schroll, Naumburg a. d. S.

Bei ganz grossen Schränken ist es auch wichtig, Zwischenteilungen durch Wände vorzusehen. Es wird sonst zu schwierig, die Trennung der unpräparierten, anfälligen Sammlungsbestandteile von den Stoffpräparaten durchzuführen. Besser, zweckmässiger ist es auch, an Stelle eines übergrossen Schrankes zwei oder drei kleinere anfertigen zu lassen. Die Höhe nicht über zwei bis äusserst zweieinviertel Meter. Ebenso die Schränke nicht zu tief wählen (60 cm)! Ein Busard mit offenen Schwingen soll noch Platz finden. Keine Innenvorhänge, keine aufgeleimten Abdichtungen der Türen. Filz oder selbst auch Baumwolle vermutten dann in kürzester Zeit.

Wie aber erkennt man Schäden? Genügt es, «nie eine Motte gesehen zu haben»? Bei Säugetieren: Man untersucht die Füsse, fasst zwischen die Zehen oder stochert mit einem Hölzchen (Streichholz) zwischen sie und versucht, ob nicht zerbissene Haare wollig geballt sich herausschieben lassen. Frass! Untersucht ebenso behaarte Ohren (Fuchs), ob das Haarkleid hier leicht abgeht; klopft den Pelz ab, festzustellen, ob Haare fliegen. Man kann auch vorsichtig bürsten. Schiebt sich aber dann wohl gar mühelos die Behaarung fort, die nackte Haut freilegend, kann mit der Notwendigkeit gerechnet werden, das Präparat zum Schutze der anderen vernichten zu müssen.

Bei Vogelpräparaten: Hier erst kurz und kräftig in das Flaumgefieder des unteren Steisses blasen. Fallen Federn mit unverletzten Kielen, so hat dies nichts zu bedeuten. Ist der Kiel jedoch am Ende offen, wie zerschnitten, ist dies Frass! Ebenso prüft man das Seitengefieder des Bauches. Immer aber bläst man in Richtung des Gefieders (Kopf gegen Schwanz), niemals entgegen. Einerseits würde dadurch das Gefieder in Unordnung gebracht, andererseits Staub und Feder-teilchen ins Auge geschnellt werden. Fallende Feder-

spitzen bedeuten ebenfalls Schädlingsfrass. Ferner findet man — und, wie ich glaube, bei Vorhandensein des Sammlungskäfers — oft die Kiele der Schwung- und Steuerfedern befressen; mit weissen Stellen wie angenagt. Schädlingsvorhandensein oder Frass stellt man weiter fest an der Befiederung der Fänge, wie bei Rauhfussbussarden, Adlern, Eulen; an den Schnabelwurzeln vornehmlich der Raubvögel, aber auch der Raben und Krähen. Man muss leicht darüber streifen und versuchen, die Federn oder Borsten ohne besondere Kraftanwendung loszudrücken. Die sehr wichtige Untersuchung unter den Flügeln erfordert allerdings eigentlich fachmännische Uebung. Lüften der Flügel, Hineinstreifen des Zeigefingers (Vorsicht! Verletzungsgefahr!), versuchen, ob Federn losdrückbar, ob griesige Körner fühlbar; nachsehen, ob Nagestellen vorhanden sind. All dies wären Schädlingspuren. Unter den Flügeln findet man oft die bedrohlichsten Brutstellen, besonders bei Schwimmvögeln, Hühnervögeln. Auch die Zwischenräume der Zehen, jene zwischen Sohlen und Brett oder Ast, sind Schlupfwinkel, die untersucht werden müssen.

Immer handelt es sich bei schädlingsverseuchten Sammlungsobjekten um solche mit Fehlern oder Versehen bei ihrer ursprünglichen Präparation. Aber diese Fehler kann auch das neue Präparat aus bester Werkstatt haben. Es werden ja nicht immer nur frische Vögel verarbeitet — besonders jetzt, da im eigenen Lande weitgehender Vogelschutz verwirklicht ist und mehr denn je aus dem Auslande bezogene Vogelbälge (also halbverarbeitete Tiere) verwendet werden müssen. Ein erster und zwar entscheidender Fehler kann also unkontrollierbar durch die Firma schon vorgefallen sein. Ueber die Möglichkeiten dieser Fehler nun will ich noch einiges erklären.

Dass zur Präparation nur die abgestreifte Haut mit dem Haar- oder Federkleid und wenige Knochen der Gliedmassen und des Schädels verwendet werden, ist bekannt. All dies nun, und vor allem Federkleid und Fell, müssen konserviert werden, das heisst hier, gegebert und giftdurchtränkt. Sie werden auf der Fleischseite mit einer arsenhaltigen Gerblösung eingestrichen — und nun wird erwartet, dass sich das Gift in die Haut sowohl als auch in Haar und Gefieder einlagert. Tatsächlich gelangt das Gift in die feinsten Spitzen der Federn, und wenn man, wie es in der Werkstatt meines Vaters geschah, dem Einstreichgifte den Auszug aus Koloquintenäpfeln zusetzt, so muss der eigenartig bittere Geschmack dieser Frucht auch spürbar sein, wenn man eben diese feinsten Federspitzen zerbeisst.

Wenn nun aber dieses Steigen des Giftes in das Gefieder nicht genügend abgewartet wurde, vielleicht, weil das Tier beschleunigt präpariert werden musste — es kann dringende Gründe dafür geben — so verhindert die Saugkraft des Füllmaterials, des Torfkörpers zum Beispiel, der an Stelle des Fleischkörpers hineingetan wird, die Vollendung dieses Vergiftungsvorganges. Das Gift, das in die Federn steigen sollte, wird in den Füllstoff gezogen, wo es wirkungslos für die Konservierung des Objektes bleiben muss. Es kann auch vorkommen, dass eine Falte sich bildete, ihre Hautfläche unvergiftet blieb und die betreffenden Federgruppen keine Imprägnierung erfuhrten. Es kann auch ein — dies wäre aber ein recht schlimmer Fall — dass die Mischung des Giftes eine falsche war.

Präparate, deren Imprägnierung überhaupt falsch war oder gar nicht sich auswirken konnte, gehen sehr bald zugrunde. Solche mit kleinen Vergiftungsfehlern werden an den fehlerhaften und darum anfälligen Stellen von Schädlingen befallen. Gelingt es aber von aussen, diese Stellen so zu imprägnieren, dass auch sie widerstandsfähig werden, dann muss das Stück gerettet sein.

Zur Neuvergiftung präparierter Vögel und Säugetiere benütze ich seit vielen Jahren eine Arsenlösung, die, ohne Struktur und Farbe der Federn zu verändern, zu verderben, sie völlig durchdringt, die nicht an der Oberfläche haften bleibt, nicht nach dem Verdunsten eine Kruste oder einen Fleck erzeugt, sondern einschlägt. Die das Gift feinst verteilt bis an die Haut und in das Innerste der Federgruppen trägt, es also dort einlagert, wo es nützt, ohne jenen schaden zu können, die gezwungen sind, das so imprägnierte Präparat anzufassen und zu gebrauchen.

Allerwichtigst ist es, dass jeder Neuvergiftung eine sorgfältigste Reinigung und auch Instandsetzung vorangeht. Eine Reinigung, nicht nur, um vorher die ursprüngliche, frische Farbe wieder herzustellen, nachher ist das Tier ja feucht, sondern auch deshalb, weil die Imprägnierung sonst die Verschmutzung ebenso wie das Gift in das Innere der Federgruppen trüge, gewissermassen den Schmutz fixieren würde. Auch jede Reparatur muss natürlich vorher geschehen, weil diese Federn vor der Vergiftung geordnet liegen müssen. Der Ertrag jeder Neuvergiftung muss also eine völlige Erneuerung der Sammlung sein und ist es auch.

Zum Schluss noch einiges über die Pflege einer auf diese Weise bearbeiteten Sammlung: Brettchen und Aeste, wenn dies wieder nötig scheinen sollte, durch Abtippen durch nicht zu harten Staubpinsel reinigen; Haartiere bürsten. (Vorsicht bei den kleinsten, besser kleineren Staubpinsel nehmen, Ohren!) Vögel immer mit grosser Vorsicht und so selten als irgend angängig reinigen. Dann mit weichem Rehlederläppchen ganz behutsam über das Gefieder, Richtung Kopf zu Schwanz.

Unzweckmässig ist Anlage und Verwendung der bekannten Schwefelkohlenstoffkiste. Die Desinfektion ist nicht nachhaltig genug, die Gefahr der Schädigung zu gross. Ausserdem haben die Schwefelkohlenstoffdämpfe eine bleichende Wirkung, die sich besonders bei Eulen und bei Mardern bald bemerkbar macht; von der Entzündlichkeit und Feuergefährlichkeit abgesehen. Viel besser ist es, wenn eine vorbeugende Desinfektion erreicht werden soll, den Schrank selbst als «Desinfektionskiste» zu benützen. Das Chemikal also im Schranke selbst zur Wirksamkeit zu bringen.

Etwa abgebrochene Köpfe, Schwänze nicht selbst anflicken! Höchstens Anstecken, aber niemals Kleben, es ist Fachkenntnis dazu erforderlich. Ist einmal irgendein Bruchstück falsch angeklebt, dann ist zumindest eine Federreihe verdorben und ein lückenloses Anpassen sehr viel schwerer, vielleicht überhaupt unmöglich. Bruchschäden sind aber fast immer leicht zu beheben, vorausgesetzt, man bewahrt alle Trümmer für den Präparator sorgfältig auf.

## Die Phantasie, ihre Bedeutung für den Lehrerberuf<sup>1)</sup>

Von K. Brandenberger †, Kantonsschule Zürich.

Betrachtet man die Arbeit des Lehrers vor, während und nach der Unterrichtsstunde, so erkennt man, welch grosser Anteil an dieser Tätigkeit der kombinierenden wie der anschaulichen Phantasie zukommt. «Schon vor der Stunde, während der Präparation, muss ich mir den Verlauf der Lektion möglichst genau vorstellen. Ein erstes Objekt meiner Phantasiätigkeit ist also die bevorstehende Unterrichtsstunde. Sie steht zuerst in unbestimmten Umrissen vor mir, erst nach und nach treten die einzelnen Teile klarer hervor: Um eine richtige Vorstellung von den Kenntnissen und Fähigkeiten der Schüler zu gewinnen (denn von diesen muss ich ausgehen), versuche ich, mich in sie hineinzudenken. Ich frage mich, wie ich das Interesse wecke, wie ich die Begabten und die Schwächeren zur Mitarbeit heranziehe. Die Phantasie hilft mir, einen Blick ins Innere des Schülers zu tun: Was ihn erfreut, was ihn bedrückt, steht in lebendiger anschaulichkeit vor meinem Auge. Die Analyse der Seele des Schülers führt zu Massnahmen, die ich finden und deren Wirkung ich zum voraus abschätzen muss. Diese grundlegende Tätigkeit ist ohne Mitwirkung der Phantasie des Lehrers ganz undenkbar.

Während der Präparation beschäftigt sich meine Phantasie nicht nur mit der Seele des Schülers, sondern auch mit dem Unterrichtsstoff. Sollen Frische und Ursprünglichkeit Merkmale meines Unterrichts sein, so muss ich den darzubietenden Stoff selber gestalten, ihn gleichsam neu erfinden.

Schlagen wir stets den gleichen Weg ein, so wird in den ersten Jahren sich die Qualität unseres Unterrichts heben, aber viel rascher, als man gewöhnlich annimmt, den Höhepunkt erreichen! Der Grund liegt auf der Hand: Je öfter ich einen Weg gehe, um so reicher wird die Erfahrung, um so spärlicher die Nahrung für meine Phantasie, um so mechanischer meine Arbeit, um so seltener die Freude am Selberfinden und Neugestalten. Wir verlieren dabei aber auch das Verständnis und den guten Willen, im gegebenen Falle auch die Schüler die Freude am Selberfinden voll auskosten zu lassen. Wollen wir nicht in der Routine, in Verknöcherung und Erstarrung untergehen, so müssen wir Pfadfinder bleiben und die belebende Wirkung wird nicht fehlen. Denn wenn der Lehrer den Weg mit verbundenen Augen findet, wird er sich wohl noch bewusst, welches für den Schüler schwierige und gefährliche Stellen sind? Wer vorwiegend Verstandes- und Gedächtnisanlagen, aber wenig Phantasieanlagen besitzt, halte sich fern vom Lehrerberuf; folgt er diesem Rate nicht, so wird und bleibt er ein langweiliger Lehrer, ohne eigentliche Freude am Beruf, für die Jugend eine grosse Qual. Sind aber einem Menschen lebhafte Erfindungsgabe und logische Fähigkeiten eigen, so wird er sich, ohne dass seine Arbeit eine vollkommene zu sein braucht, zum echten Künstler entwickeln.»

1) Aus einem unter dem gleichen Titel in der Schweizerischen Lehrerzeitung 1918, Nr. 21 und 22, erschienenen Aufsatz.