

Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung
Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein
Band: 50 (1905)
Heft: 15

Anhang: Zur Praxis der Volksschule : Beilage zu Nr. 15 der „Schweizerischen Lehrerzeitung“, April 1905, Nr. 4
Autor: [s.n.]

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: 22.07.2025

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

Zur Praxis der Volksschule.

Beilage zu Nr. 15 der „Schweizerischen Lehrerzeitung“.

1905.

April.

Nr. 4.

Präparation

über die Wärmeab- und zunahme bei Änderung des Aggregatzustandes für die Sekundarschulstufe.

C) Vorbemerkung. Das nachfolgende Lehrbeispiel ist dem soeben in zweiter Auflage erscheinenden zweiten Bande meiner Präparationen für den Physikunterricht*) entnommen. Die Eigenart dieser Präparationen besteht darin, dass die zahlreichen Erfahrungen der Kinder auf physikalischem Gebiet ausgiebig und an erster Stelle benutzt werden. Versuche stehen nicht an der Spitze; sie werden vielmehr jeweilen da in die Besprechung eingeschoben, wo die Erklärung von Naturerscheinungen, von häufig gebrauchten Vorrichtungen und Werkzeugen etc. es nötig macht. Das Ziel jeder methodischen Einheit besteht darin, den Kindern solche physikalische Einzelwesen zum Verständnis zu bringen. Individuen bilden daher den Ausgangs-, den Mittel- und den Zielpunkt des Unterrichts.

Die formalen Stufen sind in meinen Präparationen in freier Weise angewendet, so wie es die Natur der Dinge mit sich bringt. Doch werden im Gegensatz zu der ersten Auflage die III. und IV. Stufe in den meisten Fällen scharf auseinandergehalten, um die Verallgemeinerung zu erleichtern. Auch leitet jeweils ein besonderes Ziel den Abstraktionsprozess ein.

Als Unterrichtsform denke ich mir auf allen Stufen das Unterrichtsgespräch. Der Lehrer hält nirgends Vorträge, auch auf der Stufe der Darbietung nicht. Er stellt Fragen, weist auf ähnliches Bekanntes, auf Widersprüche und Rätsel hin und leitet dadurch das Gespräch so, dass die Schüler das Neue so viel als möglich selber finden. Es hätte aber zu weit geführt, jede Frage und Bemerkung des Lehrers und jede Antwort der Schüler aufzuführen. Ich musste mich darauf beschränken, das Ergebnis des Unterrichtsgesprächs darzustellen. Nur hier und da wurde durch eine Frage oder Bemerkung darauf hingewiesen, wie man zu einem bestimmten Ergebnis gelangt. In den meisten Fällen muss der Lehrer den Weg im einzelnen selber finden. Es wird ihm dies keine Mühe machen, und er wird zudem eher in jedem Falle gerade das Mittel anwenden, das für seine Schüler und seine Verhältnisse passt.

Lehrbeispiel.

Ziel. Besprechen, wie man auf künstliche Weise Eis herstellen kann.

I. Wie und wann es in der Natur ohne unser Zutun entsteht, wissen wir bereits, nämlich — (immanente Repetition!). — Es ist uns auch bekannt, dass grosse Massen solchen Eises losgehackt und eingefahren werden. Namentlich sind es die Bierbrauer, welche Eis zum Abkühlen der Gär- und Lageräume gebrauchen. Sie liefern mit dem Biere gewöhnlich den Wirten auch das nötige Eis; denn auch diese müssen den Bierkeller künstlich abkühlen, wenn sie ein gutes Getränk auschenken wollen.

Nun gibt es aber milde Winter, in denen wenig oder gar kein Wasser zu Eis gefriert; die Bierbrauer geraten dann oft in grosse Not. Ohne Eis können sie fast ebensowenig auskommen als ein Bäcker ohne Holz oder ein Müller ohne Wasser, Wind oder Dampf. Sie sind deshalb manchmal gezwungen, es mit erheblichen Kosten von weit entlegenen kälteren Orten zu beziehen. Um diesem Übelstande ein für allemal überhoben zu sein, sind sie lange schon auf den Gedanken gekommen, das Eis selbst herzustellen, gerade so, wie sie z. B. auch das Malz selber bereiten. Und bei vielen ist

dieser Gedanke schon zur Tat geworden. Sie erzeugen das Eis für ihren eigenen Bedarf, für ihre Kunden, für Zuckerbäcker etc. in besondern Maschinen. Von deren Einrichtung haben wir freilich keine Ahnung. Nur so viel ist uns klar, dass sie die Temperatur bis auf 0° erniedrigen müssen; denn sonst würde das Wasser nicht gefrieren.

Wodurch wird aber eine derartige Abkühlung ermöglicht? Wir kennen eine Menge von Erscheinungen, die uns zur Lösung dieser Frage den Weg weisen können. Alle haben schon gebadet und beim Verlassen des Wassers das Gefühl der Kälte gehabt; dieses Gefühl verschwand jedoch nach dem Abtrocknen, wenn die äussere Temperatur nicht zu niedrig war. Das Wasser kann diese Kälteempfindung nicht direkt bewirken, da sie sogar eintritt, wenn es wärmer ist als die Luft. Immerhin muss sie mit dem Wasser innig zusammenhängen, da sie ja aufhört, sobald wir trocken sind. Besinnen wir uns einmal, was denn mit dem Wasser, das unsern Körper nach dem Gesetze der Adhäsion beim Verlassen des Bades anhaftet, geschieht! Setzen wir uns, ohne den Körper zuerst abzutrocknen, in die Sonne, so dauert es gar nicht lange, bis wir vollständig trocken sind; die Sonnenstrahlen fangen bald an, uns lästig zu werden. Wo ist denn das Wasser hin? Es kann sich nur in Dampf verwandelt haben; es ist verdunstet.

Bei Behandlung des Kochens haben wir erfahren, dass zur Dampfbildung Wärme gebraucht wird. Diese wird hier in erster Linie von der Sonne geliefert. Aus der Abkühlung unseres Körpers müssen wir jedoch schliessen, dass auch dieser etwas von seiner Wärme hergibt zur Verdunstung des Wassers. Die Temperatur wird hier also infolge der Verdunstung von Wasser erniedrigt. Dasselbe geschieht, wenn wir im Sommer das Zimmer mit Wasser besprengen, oder wenn ein noch so warmer Regen fällt. Um uns abzukühlen, lieben wir es, die Hände anzufeuchten. Die Wirkung bleibt nicht lange aus. Die Abkühlung infolge der Verdunstung kann sogar mit dem Thermometer nachgewiesen werden.

IIa. Versuche: wir umwickeln die Thermometerkugel mit einem Leinwandläppchen und befeuchten dieses mit Wasser, dessen Temperatur etwas über der Lufttemperatur liegt. Ein geringes Steigen des Quecksilbers ist die nächste Antwort darauf. Bald aber sinkt das Quecksilber bedeutend unter seinen frühern Stand, während ein daneben hängendes Thermometer noch genau dieselbe Temperatur anzeigt. Das Wasser hat offenbar die zur Verdunstung nötige Wärme dem Quecksilber entzogen, so dass sich dieses zusammenzog und infolgedessen sank. Eine Wiederholung des Versuches, wobei das Wasser durch den sehr schnell verdunstenden Schwefeläther ersetzt wird, führt zu einem noch raschern und bedeutendern Sinken der Temperatur. Es zeigt sich dieses auch, wenn wir die Hände statt mit Wasser mit Schwefeläther oder mit Spiritus befeuchten. Der Grad der Abkühlung steigt in folgender Weise: Wasser, Spiritus, Schwefeläther, und in derselben Ordnung nimmt auch die Raschheit des Verdunstens zu.

IIIa. Ziel. Unsere Beobachtungen und Versuche lehren uns, was beim Verdunsten von Flüssigkeiten geschieht.

Als Wasser an unserm Körper verdunstete, entzog es diesem Wärme; das gleiche geschah mit der Luft des Schulzimmers, als hier Wasser verdunstete, und mit dem Quecksilber des Thermometers. Auch als wir unsere Hände und die Kugel des Thermometers mit Spiritus und mit Schwefeläther anfeuchteten, verdunsteten diese und nahmen die dazu nötige Wärme aus unsern Händen und aus dem Quecksilber; Hände und Quecksilber wurden dadurch abgekühlt, und dieses sank. In allen Fällen brauchten also diese Flüssigkeiten Wärme zur Verdunstung; diese wurde unserm Körper, der Luft, dem Quecksilber, kurz den Dingen entnommen, die sich in der nächsten Umgebung befanden.

IVa. Es ergibt sich also das Gesetz:

Beim Verdunsten wird Wärme verbraucht. Diese wird der

*) Präparationen für den Physikunterricht in Volks- und Mittelschulen. Mit Zugrundelegung von Individuen bearbeitet von P. Conrad, Seminardirektor in Chr. I. Teil: Mechanik und Akustik. II. verbesserte Auflage, Dresden, 1901. Bleyl & Kämmerer. II. Teil: Optik. Wärme, Magnetismus und Elektrizität. II. verbesserte Auflage, 1905, Derselbe Verlag. Preis jedes Bandes: M. 3. 60.

nächsten Umgebung entnommen und daher dort die Temperatur erniedrigt; man nennt diese Erscheinung Verdunstungskälte.

IIb. Die Verdunstungskälte kann nun möglicherweise auch zur Eisfabrikation benutzt werden. Freilich muss sie dann noch gesteigert werden können. Ob dieses gelingt, hängt davon ab, ob es möglich ist, die Verdunstung zu beschleunigen. Und dass das der Fall ist, wissen wir aus Erfahrung. Die Wäsche, nasse Wege, das Gras etc. trocknen zwar bei jeder Temperatur, jedoch in der Sommerhitze rascher als im Frühling und Herbst, in diesen Jahreszeiten unter sonst gleichen Umständen schneller als im Winter. In einem geheizten Zimmer verdunstet das Wasser schneller als in einem ungeheizten (*Versuch!*).

Wie die Temperatur, so ist auch die Verdunstungsfläche von Belang. Wir taten gleiche Wassermengen in eine Untertasse, in ein Wasserglas und in eine enghalsige Medizinflasche und liessen alle drei Gefässe einige Tage im Schulzimmer stehen. Nun zeigt sich ein auffallender Unterschied in der Menge des verdunsteten Wassers. Mittels eines Messgefässes weisen wir nach, dass sie in der Untertasse am grössten, in der Arzneiflasche am geringsten ist.

Ausserdem hat die Bewegung der Luft für die Verdunstung grosse Bedeutung. Wenn Wind auf den Regen folgt, trocknen die Wege, die Pflanzen etc. rascher, als wenn Windstille eintritt. Auf einem recht zugigen Boden ist die Wäsche schneller trocken als auf einem nach allen Seiten geschlossenen.

Ein weiteres Mittel, die Verdunstung zu befördern, liegt in der Tatsache angedeutet, dass das Wasser bei geringem Luftdruck früher zu kochen beginnt als bei hohem. (Kurze Wiederholung.) Beim Verdunsten steigen zwar keine Dampfblasen vom Grunde auf wie beim Kochen. Es bildet sich vielmehr nur an der Oberfläche Dampf; doch auch hier wird jedenfalls das Emporsteigen des Dampfes durch Zunahme des Druckes erschwert, durch Abnahme desselben erleichtert. Ein Versuch mit der Luftpumpe wird es beweisen. Wir stellen ein Uhrglas voll Schwefeläther in ein Uhrglas mit Wasser und beide unter den Rezipienten der Luftpumpe. Nach einigen Kolbenzügen heben wir den Rezipienten ab und finden den Schwefeläther verdunstet, das Wasser in Eis verwandelt. Die Verdunstung ist also im luftverdünnten Raume rascher erfolgt, und die Temperatur deshalb auch mehr erniedrigt worden. Wir haben damit zugleich den Nachweis geleistet, dass durch die Verdunstungskälte wirklich Eis erzeugt werden kann, und wir können nun bald auf die Frage eingehen, ob das Eis fabrikmässig in derselben Weise gewonnen wird.

IIIb. *Ziel.* Vorher müssen wir noch kurz zusammenstellen, wie die Verdunstung in den angegebenen Fällen befördert wurde.

Das Wasser verdunstete schneller:

1. als die Temperatur erhöht,
2. als die Oberfläche des Wassers, die Verdunstungsfläche, vergrössert,
3. als die Bewegung der Luft vermehrt,
4. als die Luft verdünnt und damit der Druck der Luft vermindert wurde.

IVb. Wir merken uns darüber das Gesetz:

Die Verdunstung erfolgt um so schneller, je höher die Temperatur, je grösser die Verdunstungsfläche, die Luftbewegung und die Luftverdünnung sind.

IIc. Von diesen Mitteln, die Verdunstung zu befördern, hat man zur Eisfabrikation im grossen nun gerade dasjenige ausgewählt, welches wir zur Gewinnung des Eises im kleinen benutzten, das ist die *Verminderung des Druckes*. Als verdunstende Flüssigkeit nimmt man nicht Wasser, Spiritus oder Schwefeläther, sondern den sich sehr leicht verflüchtigen Salmiakgeist, den wir schon auf Exkursionen gegen Insektenstiche angewandt haben. Auch vermindert man den Druck nicht mittels der Luftpumpe; man benutzt dazu das Verhalten des kalten Wassers zu dem Gase, das aus dem Salmiakgeist entweicht. Dieses kennzeichnet sich durch einen stechenden Geruch, den man auch etwa in Düngergruben, Aborten und dergl. wahrnimmt; man bezeichnet es als Ammoniak.

Wir stellen es her, indem wir Salmiak und gelöschten Kalk in ein Kochfläschchen bringen und erhitzen. Das sich entwickelnde Gas verrät sich bald durch seinen Geruch. Wir

lassen es zunächst in kaltes, dann ebensolange in heisses Wasser strömen. Von jenem wird es begierig aufgenommen, von diesem nur in geringer Menge.

Damit haben wir die wesentliche Bedingung zur Eisbereitung gefunden und können nun eine bezügliche einfache Maschine an Hand einer guten Zeichnung leicht verstehen. Links erblicken wir einen zylindrischen Dampfkessel, unter dem ein Feuer brennt. Von diesem Kessel führt ein Rohr erst aufwärts, dann seitwärts in ein ringförmiges Gefäss, das äusserlich die Gestalt eines abgestumpften Kegels besitzt und in ein Gefäss mit kaltem Wasser getaucht ist. Darüber erblicken wir einen Blechzylinder, der genau in dessen innere Höhlung passt. Was über dem Feuer verdampft wird, kann nur Salmiakgeist sein. Das aufsteigende Ammoniak verdrängt zunächst die im Rohre befindliche Luft, welche durch ein Seitenrohr in das Wasser und aus diesem in die freie Luft übertritt. Sobald keine Luftblasen mehr aufsteigen, und das Wasser einen ammoniakalischen Geruch erhält, schliesst man das Ventil des Nebenrohres; denn nun weiss man, dass alle Luft verdrängt ist. Infolge stärkerer Erhitzung bilden sich die Ammoniakdämpfe reichlicher und füllen das ringförmige Gefäss allmählich. Durch das umgebende kalte Wasser werden sie beträchtlich abgekühlt. Die Abkühlung bewirkt beim gasförmigen Ammoniak die gleiche Veränderung wie bei Wasserdämpfen; das Ammoniak wird wieder flüssig. Freilich trägt dazu ebensowohl der Druck bei; dieser erreicht nämlich in dem ringförmigen Gefässe eine bedeutende Höhe, da ja die Dämpfe nirgends entweichen können. Ist das Ammoniak aus der Lösung ausgetrieben und nur noch Wasser im Dampfkessel übrig, so füllt man den über dem ringförmigen Gefäss sichtbaren Zylinder mit Wasser und steckt ihn in den Hohlraum des Gefässes. Um sodann eine rasche Verdunstung und dadurch die zur Eisbildung nötige Abkühlung zu erzielen, stellt man den Dampfkessel in ein mit kaltem Wasser gefülltes Gefäss. Das auf diese Weise abgekühlte Wasser wirkt auf die im Rohre befindlichen Ammoniakdämpfe genau so, wie wir es in unserm Versuche gesehen haben. Es saugt sie wieder auf; damit schwindet natürlich auch der Druck; die Folge hiervon ist, dass sich das in dem ringförmigen Gefäss befindliche flüssige Ammoniak wieder schnell verflüchtigt. Die dazu nötige Wärme entzieht es dem Wasser im Blechgefäss, so dass dieses nunmehr zu Eis erstarrt. Man erhält so einen zylindrischen Block klaren Eises. Die der Eisbereitung in grösserem Masse dienenden Apparate sind bedeutend komplizierter. Die physikalischen Erscheinungen bleiben jedoch im wesentlichen dieselben; deshalb treten wir auf eine genauere Besprechung erst ein, nachdem wir Gelegenheit gehabt haben, eine solche Maschine in Tätigkeit zu sehen.

IIIc und IVc. *Ziel.* Wir prägen uns die Eisfabrikation besser ein, wenn wir die dabei mitwirkenden physikalischen Gesetze und verwandte Erscheinungen kurz zusammenstellen.

1. Bei der Eisfabrikation spielen eine Rolle:

- a) die *Verdunstungskälte*, nämlich —.
- b) die *Beschleunigung der Verdunstung* durch Aufheben des Druckes, und zwar durch *Absorbieren der Ammoniakdämpfe von kaltem Wasser*, nämlich —.

2. Über die Verdunstung haben wir eine Reihe von Gesetzen abgeleitet, nämlich —.

3. Mit dem Verdunsten verwandt sind das *Verdampfen* und das *Sieden oder Kochen*. Wir vergleichen diese Erscheinungen miteinander und stellen dann die Begriffe so fest: *Verdampfung* nennt man die Verwandlung der Flüssigkeiten in gasförmige Körper im allgemeinen. Verwandelt sich eine Flüssigkeit nur an ihrer Oberfläche in Dampf, so nennt man den Vorgang *Verdunstung*. Entstehen sowohl an der Oberfläche, als auch im Innern der Flüssigkeit unter lebhafter Blasenbildung Dämpfe, so wird die Erscheinung *Sieden oder Kochen* genannt.

II d. Im kleinen wird auch etwa in anderer Weise Eis hergestellt. Es beruht dieses Verfahren ebenfalls auf der Änderung des Aggregatzustandes der Körper. Der Gedanke liegt nahe, dass nicht nur durch die Überführung eines Körpers aus dem flüssigen in den luftförmigen Zustand, sondern auch durch das Verflüssigen eines festen Körpers Wärme verbraucht werde;

in beiden Fällen geht ja der Körper in einen weniger dichten Zustand über. *Versuchen* wir es einmal:

1. Wir erwärmen ein Gefäss voll Schnee über einer Flamme. Ein in den Schnee gehaltenes Thermometer sinkt bis auf 0° und bleibt auf diesem Punkte so lange stehen, bis aller Schnee flüssig geworden ist. Dann erst beginnt es zu steigen. Es erinnert uns diese Erscheinung an das Kochen des Wassers. Wie dort alle Wärme zum Verdampfen verbraucht wurde, so geht sie hier für das Thermometer offenbar deshalb verloren, weil sie zur Verflüssigung des Schnees erforderlich ist.
2. In ein Gefäss bringen wir 1 kg Wasser von 80° C. und 1 kg Schnee von 0° . Die Mischung wiegt natürlich 2 kg, zeigt aber nicht, wie man erwarten sollte, eine Mitteltemperatur von 40° , sondern bloss 0° . Die Wärme des Wassers kann nur dazu verbraucht worden sein, den Schnee aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand überzuführen. Folgender Versuch wird es uns beweisen:
3. Wir mischen 1 kg Wasser von 80° und — statt 1 kg Schnee — 1 kg Wasser von 0° ; dieses Gemisch zeigt nun wirklich die vorhin schon erwartete Temperatur von 40° C.

Ob auch andere feste Körper bei der Verflüssigung Wärme binden, prüfen wir durch folgende *Versuche*:

1. Wir schütten in ein Gefäss mit Wasser von der Lufttemperatur pulverisiertes Kochsalz, in ein zweites Salmiak, in ein drittes Chlorkalzium. Die Salze lösen sich auf, und dabei sinkt das Quecksilber eines hineingehaltenen Thermometers bedeutend, am wenigsten beim Kochsalz, am meisten beim Chlorkalzium. Die zur Verflüssigung nötige Wärme wird hier also, ähnlich wie in Versuch 2 der vorigen Reihe, dem Wasser entzogen.
2. In einer Mischung von gleichen Teilen verdünnter Schwefelsäure und Schnee sinkt das Thermometer bis auf -50° C. Wasser, welches wir in einem Glaskolben hineinhalten, verwandelt sich deshalb sehr rasch in Eis. Wir haben somit eine neue Methode der künstlichen Eisbereitung gefunden. Es gibt jedoch noch andere Mittel, die zu demselben Ziele führen.
3. Wir mischen 3 Teile Schnee und 1 Teil Kochsalz und erhalten eine Temperaturerniedrigung bis auf -17° C. Auch in dieser Kältemischung gefriert mithin das Wasser leicht. Und weil Schnee und Kochsalz zwei Stoffe sind, welche zur Winterszeit überall zur Verfügung stehen, sind sie es, welche bei Zuckerbäckern am häufigsten zur Eisbereitung angewendet werden.
4. Noch mehr lässt sich die Temperatur freilich erniedrigen durch eine Mischung von 3 Teilen Chlorkalzium und 2 Teilen Schnee. Das Quecksilber sinkt darin bis auf -33° C.

III d. *Ziel*. Wir können jetzt feststellen, wie es sich mit der Temperatur verhält, wenn wir Dinge in einen andern Aggregatzustand überführen.

Wir schmolzen Schnee über Feuer, in heissem Wasser und in verdünnter Schwefelsäure, lösten Kochsalz, Salmiak und Chlorkalzium in Wasser, Kochsalz und Schnee miteinander auf. In allen Fällen wurden also feste Körper verflüssigt, und überall brauchte es Wärme dazu. Diese wurde dem Wasser, der Schwefelsäure etc., kurz den umgebenden Dingen entnommen.

IV d. Es besteht demnach das *Gesetz*:

Die festen Körper verbrauchen Wärme, indem sie flüssig werden, Schmelzwärme. Die zum Flüssigwerden nötige Wärme entnehmen sie der nächsten Umgebung. Mischen wir zwei feste Körper, welche beide das Bestreben haben, sich zu verflüssigen, wie Schnee und Kochsalz oder Schnee und Chlorkalzium, so entziehen sie sich gegenseitig die Wärme, und die ganze Mischung wird kälter. Solche *Kältemischungen* dienen zur *künstlichen Eisbereitung*.

Wir kennen jetzt mithin zwei physikalische Gesetze, welche sich der Mensch in derselben Weise dienstbar gemacht hat, nämlich —. Sie weisen jedoch beide auf ein *gemeinschaftliches Gesetz* hin: zur *Überführung eines Körpers aus einem*

dichtern in einen weniger dichten Aggregatzustand wird Wärme verbraucht.

Schriftliches System.

Eisfabrikation.

1. Die *Temperatur* muss *erniedrigt* werden. Das geschieht
 - a) durch *Verdunstung* — *Verdunstungskälte*. Beobachtungen und Versuche. *Beförderung der Verdunstung* und damit *stärkere Abkühlung* durch 1. *erhöhte Temperatur*, 2. *vergrösserte Verdunstungsfläche*, 3. *Luftbewegung*, 4. *Verminderung des Druckes*. Beobachtungen und Versuche. *Verdampfen, Verdunsten, Sieden oder Kochen*.
 - b) durch *Verflüssigen fester Körper* — *Schmelzwärme*. Versuche. *Gemeinsames Gesetz* für a und b. *Langsames Schmelzen* von Schnee und Eis.
2. *Erhöhung der Temperatur* (Freiwerden von Wärme) durch *Erstarren*. Versuche. *Langsames Gefrieren des Wassers*.
3. Benutzung von *Salmiakgeist* zur Eisfabrikation; diesen in einem Kessel verdampfen und in einem ringförmigen Gefäss durch Druck und Abkühlung zu einer Flüssigkeit verdichten. Den Dampfkessel abkühlen, das gasförmige Ammoniak vom kalten Wasser aufgesogen, deshalb Druck aufhören und flüssiges Ammoniak rasch verdunsten. Wasser, welches in einem Hohlzylinder in dem ringförmigen Gefäss steht, daher gefrieren. Komplizirtere Maschinen nach denselben Grundsätzen.
4. *Künstliche Gewinnung von Eis* mit Hilfe von *Kältemischungen*: 3 T. Schnee und 1 T. Kochsalz, 2 T. Schnee und 3 T. Chlorkalzium.
5. *Anderweitige Bedeutung der Verdunstungskälte*:
 - a) *Nachteilige Wirkungen*: Erkältungen infolge Nasswerdens der Kleider.
 - b) *Vorteilhafte Wirkungen*: Kühlbleiben des Trinkwassers in porösen Tongefässen, Alcarazzas in Spanien; Abkühlen der Speisen durch Blasen; Erniedrigung der Temperatur in Zimmern durch Besprengen mit Wasser etc. —
6. *Schwinden*: verdunsten fester Körper. Beispiele.
7. Ursache des *langsamen Schmelzens* des Schnees im Frühjahr.

V.

1. Einführen des Begriffs „*Schwinden*“ im Anschluss an die Frage, ob nur das flüssige oder auch das feste Wasser (Eis) sich in Dampf verwandeln könne. Die Schüler geben aus ihrer Erfahrung an, dass nasse Wäsche bei Frostwetter gefriert und dann nach und nach doch trocken wird, dass mit Eis bedeckte Wege bei anhaltend trockenem Wetter staubig werden. Der Lehrer fügt hinzu, dass man das Verdunsten bei festen Körpern Schwinden nennt.

2. Besprechen der im schriftlichen System unter 5. genannten anderweitigen Bedeutungen der Verdunstungskälte, soweit diese nicht auf früheren Stufen schon Erwähnung fanden.

3. *Fragen*:

- a) Wir haben bei unsern Versuchen schon einigemal bemerkt, dass der Docht der Spirituslampe nur schwer zu entzünden war, wenn wir ihn nicht mit dem Glashütchen überdeckt hatten. Wie ist diese Erscheinung zu erklären?
- b) Warum erkaltet man sich nach einem anstrengenden Marsche, einem Tanze etc. leicht, wenn man sich der Zugluft aussetzt? usf.
- c) Wenn im Frühjahr die Temperatur anhaltend über 0° steigt, schmilzt der Schnee. Es erfordert dies jedoch bei grössern Schneemengen längere Zeit. Warum fällt uns das auf? Wie lässt es sich jedoch aus den abgeleiteten Gesetzen erklären? Bedeutung für die Natur!
- d) Ebenso auffallend ist es, dass die Gewässer nur langsam gefrieren, wenn auch die Temperatur bedeutend unter 0° gesunken ist. Erklären auf Grund von Versuchen! Bedeutung!



La primevère.

Matériel intuitif: Plusieurs touffes de primevères que l'on distribue aux élèves.

Le maître. Examinez cette fleur avec attention et faites-moi part de vos observations; mais ne parlez qu'à votre tour. — *Un élève.* Cette fleur a la forme d'un tube placé dans un petit étui.

Le M. Tes deux comparaisons sont assez justes. L'étui, qui est verdâtre porte le nom de calice. Comptez-en les divisions. — *L'E.* J'en trouve 5 qui se terminent en pointes.

Le M. Observe maintenant la corolle que tu compares à un tube; a-t-elle aussi des divisions. — *L'E.* Oui; la partie supérieure du tube s'évase en 5 pétales, jaune pâle.

M. Je t'engage à remarquer ce nombre 5 que tu vas retrouver tout à l'heure. Mais pour cela prends ton canif, fends délicatement la corolle de haut en bas; n'aperçois-tu rien à l'intérieur du tube? — *E.* Si, Mr.; il y a 5 petits filets surmontés d'un sac jaune gros comme une tête d'épingle. Je me demande ce que c'est?

M. Ce sont les 5 étamines et leurs filets soudés à la corolle. Ce petit sac contient une poussière jaune, le pollen, qui deviendra plus tard la graine. Notre étude n'est pas achevée: ôte la corolle sans brusquerie: que te reste-t-il? — *E.* Un autre filet qui porte un chapeau minuscule.

M. C'est le pistil. Ta fleurette n'est plus qu'un pauvre débris; elle est morte sous tes doigts pour t'instruire. Avant de la jeter loin, tu devrais dessiner le tout sur ton cahier de croquis, après avoir encore étudié la feuille de la plante. Que dis-tu de sa forme? — *E.* Elle est peu élégante et ressemble à une de ces petites pelles dont les pharmaciens se servent pour puiser la pomme.

M. Voilà qui n'est pas mal trouvé, car on dit en effet que les feuilles de la primevère rappellent une spatule. Privées de tige et sortant de terre par touffes, elles sont souvent souillées de boue. Par contre les fleurs forment une ombelle qui se balance gracieusement sur sa tige.

Vocabulaire. *touffe.* Une touffe de poils, de cheveux. — de rubans. — touffu, une forêt touffue où les arbres sont serrés. — Un *tour.* — Machine pour travailler le bois, les métaux, la poterie. — Faire le *tour* de la ville. — Faire un *tour* de promenade. La terre fait en 24 heures un *tour* sur elle-même. — Jouer un mauvais *tour* à qqun. (lui faire une mauvaise plaisanterie). Un *tour* de force exécuté par un gymnaste. — Un prestidigitateur fait des *tours* d'adresse. — C'est à votre *tour* de chanter. Porter un *tour* de cou en fourrure. — *Tour à tour* (successivement). — Nous avons veillé ce malade *tour à tour.* — Cette roue fait cinq cents *tours* à la minute. — Une *tour.* Construction. La *tour* de l'horloge, du château. — Diminutif: *tourelle.*

Calice. Coupe, vase à boire en général en métal. Coupe dans laquelle le prêtre met le vin pendant la messe. Le *Calice* d'une fleur: enveloppe verte en général, qui protège le bouton.

Proverbes — se rapportant à mars. Tomber comme *mars* en carême, signifie arriver au bon moment, quand on est désiré. —

Une giboulée de mars: pluie soudaine, mêlée de grêle et de neige. Recevoir une bonne giboulée; expression familière pour dire: recevoir des coups.

La primevère.

Malgré les bises de mars froides et piquantes, malgré le brouillard et même la neige, les fleurettes des bois se mettent à pousser. Elles profitent d'un jour de soleil pour s'épanouir et la plus pressée de toutes, c'est la primevère.

Au milieu du gazon jauni de l'année précédente, ces fleurs croissent par touffes; le vert clair de leurs feuilles, le jaune orangé de leurs corolles égaient la cacampagne et annoncent la fin de l'hiver. Elles nous apportent l'espérance des beaux jours et ne se laissent pas effrayer par les giboulées de mars. C'est une joie de les découvrir sous les buissons ou dans les prés pendant les premières promenades du printemps. Leurs bouquets, placés dans de la mousse humide, se conservent pendant bien des jours et la vue de ces fleurettes printanières apporte un peu de bonheur à ceux que l'âge ou la maladie retient au logis.

Theorie des Aufsatzes. In der Bad. Schulztg. hat Hermann Itschner in Mannheim, der kürzlich als Seminar-direktor nach Sachsen berufen worden ist, eine Reihe von Beispielen der Aufsatzbehandlung — „der Aufsatz im Plan der künstlerischen Erziehung“ — gegeben und daran in einer „Vertiefung“ einige allgemeine Bemerkungen geknüpft, in denen er u. a. sagt: Als ausserordentlich segensreich hat sich bewährt, die Aufgabe für den Aufsatz gleich in der Unterrichtsstunde zu geben, aus deren Stunde sie entnommen wird. Die Möglichkeiten der Formgebung sollen einstweilen vom Schüler erwogen werden. Nach ein oder zwei Tagen erfolgt die Vorbereitung in der Aufsatzstunde. Einer von den Vorschlägen (der Schüler), besonders ein solcher, der eine vielseitige Behandlung des Stoffes zulässt, wird herausgegriffen und die Gesichtspunkte entwickelt, nach welchen die Aufgabe zu lösen ist. Zum Schluss wird die Überschrift gewählt. Man kann da nach äusserlichen oder mehr intimen Gesichtspunkten verfahren. Es sollte aber Wert darauf gelegt werden, dass, ohne vom Inhalt etwas vorwegzunehmen, eine gewisse Stimmung angeschlagen wird. Wer längere Zeit methodisch so vorgegangen ist, wird nach und nach staunenerregende Vorschläge gemacht erhalten. Unter meinen Beispielen sind gar manche der allerfeinsten Überschriften aus Kindermund hervorgesprudelt. Diese Art der Vertiefung ist wertvoll, sie erzieht vor allem zur Konzentration und zu rechter Herausarbeitung der Höhepunkte. Dass orthographische und grammatische Belehrungen eingereiht werden müssen, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung.

Nach der Vorbereitung lasse man wieder ein bis zwei Tage Zeit, bis der Aufsatz geschrieben wird. Die Gedanken wollen im Unbewussten bewegt sein, sich verbinden, an den Wurzeln der Persönlichkeit saugen, ehe sie Fleisch und Blut werden. Wenn nach solcher Vorbereitung die Niederschrift erfolgt, erfolgt sie mit Lust und Regsamkeit. Schliesslich wird die Korrektur darauf halten, nicht durch pedantische Fehlerriecherei den Segen solcher Arbeit Lehrern und Schülern zu vergällen. Zum Abschluss des ganzen Verfahrens biete dann der Lehrer ein Muster, was um so nötiger sein wird, je weitherziger die Korrektur geübt worden war. In allen Stücken aber schwebe dem Lehrer vor, was Schiller sagt:

Freude heisst die starke Feder
In der ewigen Natur . . .

In folgenden Sätzen liesse sich die Theorie des Aufsatzes vielleicht fixiren: 1. Entnimmt den Stoff aus Unterricht und Leben. 2. Begrenze die Aufgabe möglichst eng. 3. Suche dafür eine neue Form. 4. Bevorzuge das Lebendige, Dramatische. 5. Gib vor allem der Phantasie Spielraum. 6. Überlasse die Überschriften der eigenen Erfindung der Kinder. 7. Gewähre möglichst viel Freiheit!

* * *

Beide Hände. Der Engländer John Jackson hat Hefte entworfen, die für links- und rechtshändige Schrift berechnet sind. Eine Gesellschaft sucht in seinem Sinne die gleichmässige Geschicklichkeit im Gebrauche beider Hände zu fördern. „Durch Beidseitigkeit, sagt Dr. N. Smith, wird nicht nur der Körper gleichmässig entwickelt, sondern auch das Gehirn und alle andern grossen Funktionszentren. Ich glaube, dass die Beidseitigkeit mehr dazu beitragen wird, körperliche Ungestaltetheit zu verhindern, als alle Körperbewegungen, und dass sie auch dahin wirkt, die bereits erzeugten Ungestaltetheiten zu verhindern.“ (Zeitschr. für päd. Kinderpsych. VI. J. H. 3/4.) Prof. Dodel lässt seine Kinder nach dem System der Beidseitigkeit erziehen (mit Erfolg); ein junger Botaniker zeichnet gleichzeitig beidhändig mit grosser Geschicklichkeit an die Wandtafel, in Amerika werden Kinder angehalten, an der Wandtafel ein gleiches zu tun. Jackson sieht im Gebrauche beider Hände einen der grössten Fortschritte in der neuern Pädagogik. Ein wohlbekannter schweizerischer Professor a. D. lässt seine Kinder mit Erfolg nach demselben System erziehen. Und der Entwurf zum schweiz. Zivilgesetzbuch ist linkshändig geschrieben.