Zeitschrift: Am häuslichen Herd : schweizerische illustrierte Monatsschrift
Herausgeber: Pestalozzigesellschaft Zürich
Band: 15 (1911-1912)
Heft: 4

Artikel: Vom Druck der Luft [Schluss folgt]
Autor: Günther, Hanns
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-662446

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: 29.12.2025

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

ungsbilder mögen ihm flüchtige Bilder geben, völlig verstehen und würdigen wird es die ganze Kette von Mühe und Arbeit sicher nicht. Das kann nur der, der den Ablauf der ganzen Kette gesehen und miterlebt hat: Der Same, die grüne Pflanze mit den himmelblauen Blüten, das Jäten, Aufziehen, Dreschen, Spreizen aufs Feld, damit das Wetter die Hülle der Fasern mürbe macht, das Dörren im Ofen, „Brakelabend", das Schwingen, Hecheln, Spinnen, Spulen, Ziehen und Weben, Walchen und Pressen. Ähnlich ist's mit hundert andern Dingen.

Wägen wir gegeneinander ab, so sehen wir, wie das Landkind begünstigt ist, wie ihm die Natur die beste Universität ist, tausendmal besser als alle Museen und Sammlungen. Nur wenige Menschen wissen, welch einen Schatz ihre Kinder auf dem Lande haben und was sie verlieren, wenn sie leichten Herzens das Land mit der Stadt als dem Idealsitz aller Bildung, dem Orte des Glückes und des Genusses wechseln.

Doch kann von Leichtsinn schlechthin keine Rede sein. Man frage nur die Eltern, warum sie nach der Stadt ziehen, sehr oft heißt es: unserer Kinder wegen, wegen der besseren Schulen. Da wäre der Hebel mit anzusetzen, denn gerade im Bauernstande steckt ein gut Teil Intelligenz und unverbrauchter Nervenkraft, er muß nur gehoben werden. Wieviele unserer Geistesrecken haben nicht Bauernblut in ihren Adern! Auch auf diesem Gebiete heißt es sehr oft: „Es sproß der Stamm der Riesen aus Bauernblut hervor."

Vom Druck der Luft.

Von Hanns Günther, Zürich.

Die Legende erzählt von einem Negerkönig, zu dem die Kultur Europas in Gestalt eines großen Spiegels kam. Der schwarze Monarch war zunächst sehr erstaunt, seine Person plötzlich in voller Größe vor sich zu erblicken und betastete schleunigst seinen feisten Leib, um festzustellen, ob da auch alles in Ordnung sei. Dann aber glitt auf einmal ein Zug des Verständnisses über sein Gesicht, und er kroch schleunigst hinter die spiegelnde Platte, um den dort vermuteten Doppelgänger hervorzuholen. Ich weiß nicht, wie die Geschichte weiter geht, aber ich brauche das Ende hier jetzt auch nicht. Mir ist nur das Verhalten der afrikanischen Majestät immer ein hübsches Sinnbild für das Tun der forschenden Menschheit gewesen, die am Anfang ihres Daseins auch so fremd und verständnislos den Dingen gegenübergestanden haben muß. Wie verständnislos und wie fremd, wird einem erst klar, wenn man in der Geschichte der Wissenschaft bis nah' an den Anfang geht, und dann die heutige Meinung vom Wesen der Dinge mit der von damals vergleicht. Wenn ich ein Beispiel nennen soll, so scheint mir der Begriff der Elemente am passendsten, weil er zu den Begriffen gehört, die so ganz vom Anfang der Forschung her zu uns gekommen, im Lauf der Zeiten aber völlig umgebildet worden sind.

Die Alten sprachen von vier Elementen, von Feuer, Wasser, Erde und Luft. Und daraus wähnten sie alles Bestehende zusammengesetzt. Unsere Wissenschaft berichtet heute von bald 80 Urstoffen, aber von den Elementen der Alten will sie längst nichts mehr wissen, die hat sie sämtlich in den Ruhestand versetzt. „Erde" ist überhaupt kein chemischer Begriff mehr,

weil der Erdboden ein Gemenge zahlreicher Verbindungen darstellt. Das Wasser hat man als eine Verbindung von Sauer- und Wasserstoff erkannt. Die Luft ist ein Gemenge von Sauer- und Stickstoff mit einigen anderen Gasen, und das Feuer ist völlig aus der Reihe der Stoffe verbannt worden, weil es nur ein Zustand ist, eine Erscheinung, die chemische Umsetzungen begleitet. Gerade das Feuer aber leitet uns zu den Begriffen über, die heute an die Stelle der alten Elemente getreten sind. Die Sache war nämlich schon zu Zeiten des Aristoteles die, daß man die Urstoffe gar nicht mehr eigentlich als stofflich dachte, sondern sie mehr als die tastbaren Eigenschaften nahm, die den einzelnen Stoffen zukamen. Also als warm und kalt, trocken und feucht, hart, weich usw. Die ersten vier dieser Eigenschaften hielt Aristoteles für die ursprünglichen, und daraus baute er dann seine gedachten Elemente auf. Da war die Luft, die warm und feucht war, das Wasser, das feucht und kalt erschien, die Erde, die er kalt und trocken nannte, und schließlich das Feuer, das ihm damals trocken und warm vorkam. So ging der Kreislauf von einem zum andern, und je eine Eigenschaft führte in die nächste über.

Und nun übersetzen wir uns das einmal mit einem Sprung über die Jahrtausende weg ins Moderne. Da sind jetzt drei Zustände des Stoffes, die Aggregatzustände, wie die Wissenschaft sagt, die man als fest, flüssig und gasförmig bezeichnet. Die Analogie zu Erde, Wasser und Luft liegt auf der Hand. Das Feuer hat aber auch seinen Platz gefunden, denn es ist samt seinem Gegensatz, der Kälte, der Faktor, der uns das Überführen des einen Zustands in den anderen möglich macht. Wenn das aber geht — und daß es geht, können wir ja jederzeit am Eis, das Wasser und Dampf werden kann, beweisen — so verschwimmen auch hier die Grenzen zwischen fest, flüssig und gasförmig völlig. Und nur die Definition, die wissenschaftliche Bestimmung, kann uns da den Ruhepunkt geben, von dem aus wir dann den Wirrwarr der Erscheinungen ordnen können.

Fest ist nach dieser Bestimmung ein Stoff, der eine gewisse Härte besitzt, seine Form nicht selbständig verändert und demnach auch von sich aus keine gleichmäßige Oberfläche hat. Flüssig nennt man die Stoffe, die sich in ihrer Form dem Behälter, in den sie gebracht werden, anpassen, dabei aber sichtbar und greifbar bleiben. Und gasförmig endlich ist alles, was als Stoff jeden Raum bis in die äußersten Ecken füllt, sich also ausbreitet, soweit es nur kann, und dabei im allgemeinen für uns unsichtbar bleibt.

Außerdem ist dann aber noch ein anderer Unterschied zwischen flüssig und gasförmig einerseits und fest anderseits, der wieder aus den übrigen Eigenschaften hervorgeht. Das ist die verschiedene Druckbetätigung, die bei festen und flüssigen, bezw. gasförmigen Körpern direkt im Gegensatz steht. Ein Stein, den ich in die Hand nehme, drückt auf seine Unterlage. Wasser aber, das ich in ein Glas gieße, drückt außerdem noch nach der Seite. Ich brauche nur die Wandung des Glases zu durchbohren, um sofort den schönsten Springbrunnen, also einen unter dem Druck des darüber liegenden Wassers seitlich ausspritzenden Wasserstrahl zu haben. Das hängt natürlich mit der leichten Verschiebbarkeit der Flüssigkeitsteilchen zusammen, die durch das Loch nach der Seite ausweichen. Den direkten Beweis dafür können wir uns bei einer Portion Sand holen, die wir in eine Holzkiste

bringen. Bohren wir dann seitlich ein Loch in die Holzwand, so wird der Sand da auch ausströmen, obwohl er doch an sich ein fester Körper ist. Hier ist aber die Verbindung der einzelnen Körnchen so locker, daß das seitliche Ausweichen möglich wird, und als Folge ergibt sich der seitliche Druck, der das Auslaufen des Sandes verursacht. Bei Gasen ist das gleiche der Fall, nur ist hier der Nachweis nicht gleich durch den Augenschein zu erbringen.

Außer dem Seitendruck ist aber bei Flüssigkeiten und Gasen auch noch ein Druck nach oben da. Senkt man nämlich ein langes, recht weites Glasrohr, dessen untere Öffnung mit einer dünnen Gummihaut überbunden ist, in ein Gefäß mit Wasser ein, so wird das Gummihäutchen sich immer stärker nach innen wölben, je tiefer das Rohr in die Flüssigkeit eindringt.

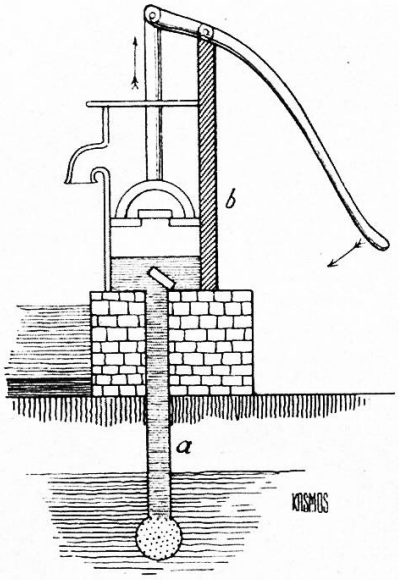


Abb. 1. Wie eine Saugpumpe bei hochgehendem Kolben wirkt.

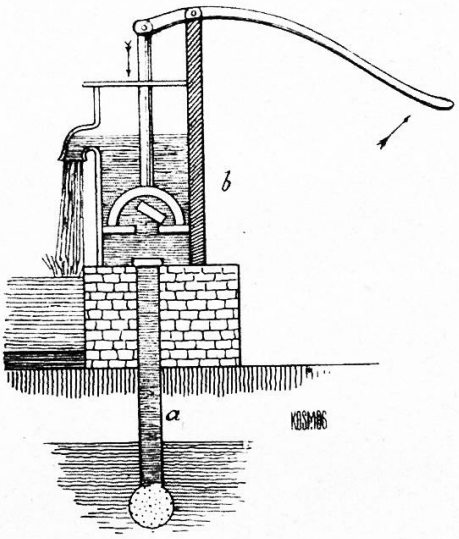


Abb. 2. Wie eine Saugpumpe bei niedergehendem Kolben wirkt.

Warum wird aber wohl das Häutchen nicht einfach in das Rohr hineingetrieben? Ein Pfiffikus wird mir da natürlich zur Antwort geben, daß es ja festgebunden ist. Dabei bin ich natürlich der Dumme, aber ich kann den Versuch auch so machen, daß ich das Häutchen, das etwas größer als die freie Öffnung des Glasrohres sein muß, einfach über die Öffnung lege und dann das Rohr ins Wasser tauche. Der Versuch glückt dann ebenfalls, und demnach war also die kluge Antwort doch nicht ganz richtig. Den Weg zur endgültigen Lösung des Problems zeigt uns aber ein dritter Versuch. Ich fülle ein Glas bis zum Rande mit Wasser, lege ein Blatt Papier über die Öffnung und kehre dann um. Wenn ich mich dabei ein wenig geschickt anstelle, so fließt kein Tropfen Wasser aus. Daß das nicht etwa die dünne Papierschicht verhindert, die das Glas ohnedies nicht völlig verschließen kann, zeigt sich ohne weiteres, wenn man das Papier durch ein engmaschiges Sieb ersetzt, denn auch dann bleibt das Wasser in dem umgekehrten Glas „hängen". Überlegt man sich die Versuchsbedingungen nun einmal genau, so wird man gleich darauf kommen, daß da einzig der Druck der Luft mitspielen kann, die sich genau so verhält, wie vorher beim Eintauchen der überbundenen Röhre das Wasser.

Daß gasförmige Stoffe überhaupt einen Druck ausüben, scheint auf den ersten Blick immer etwas befremdlich, wird aber sofort verständlich, wenn man an das Ausdehnungsbestreben aller Gase denkt. Jedes Gasteil-

chen sucht sich soweit wie möglich von jedem anderen zu entfernen. Trifft es dabei auf einen festen oder flüssigen Stoff, so drückt es natürlich darauf. Das zeigt sich in unserem Falle darin, daß das Wasser im Glase im Gleichgewicht bleibt.

Dieser Druck der Luft hat den Vorläufern unserer Wissenschaft manche schwere Stunde bereitet. Es zeigte sich in den mannigfachen Erscheinungen, aber man kam jahrhundertelang nicht auf die wirkliche Ursache.

Statt dessen spukten allerlei unklare Begriffe in den Köpfen der Gelehrten, unter denen die Angst der Natur vor dem leeren Raum die größte Rolle spielte. Diese Unklarheit hinderte aber die Nutzbarmachung der Tatsachen nicht, denn man baute schon im frühesten Altertum Luftdruckpumpen, die den heute verwendeten sehr ähnlich sind. Bei jeder Pumpe handelt es sich um die praktische Anwendung des Satzes, daß beim Emporziehen eines Kolbens in einem dichtschließenden Rohre, das in Wasser taucht, unter dem Kolben ein luftverdünnter Raum entsteht, in den dann das Wasser durch den Druck der äußern Luft emporgedrängt wird. An der Hand unserer Abbildungen (Abb. 1 und 2) läßt sich das leicht verstehen. Da haben wir zunächst das Saugrohr a, das bis in das Grundwasser hinabreicht. An dem Saugrohr sitzt das Kolbenrohr b, in dem der Kolben luft- und wasserdichtschließend auf und niedergleitet. Das obere Ende des Saugrohrs ist durch ein Ventil verschlossen, das durch einen Druck von unten geöffnet, durch den entgegengesetzten Druck aber geschlossen wird. Ein zweites Ventil, im Gegensatz zu dem ersten (dem Bodenventil) als Kolbenventil bezeichnet, sitzt über der durch den Kolben gehenden Bohrung. Auch dieses Ventil ist so befestigt, daß der Druck von oben es schließt, während der Druck von unten es öffnet. Abb. 1 zeigt nun den Kolben bei der Aufwärtsbewegung. Das Kolbenventil ist geschlossen, weil die Luft von oben her drückt. Unter dem Kolben bildet sich ein luftleerer Raum, und dahinein strömt schleunigst das durch das Saugrohr ansteigende Wasser. Sobald der Kolben niedergeht (Abb. 2), schließt sich das Bodenventil. Das im Kolbenrohr eingeschlossene Wasser kann nicht nach unten entweichen, drückt das Kolbenventil hoch und strömt durch das seitlich angesetzte Pumpenrohr aus.

Hier liegt mir nun aber weniger die Erklärung der Pumpenwirkung am Herzen als die Erläuterung der Vorstellung, die das Altertum mit dieser Wirkung verband. Daß nämlich hier der Druck der äußeren Luft das Wasser in die Höhe trieb, darauf verfiel zunächst niemand. Man dachte vielmehr, die Natur könne einen leeren Raum durchaus nicht ertragen und sorge deshalb dafür, daß alle Leere sofort gefüllt würde. Bei dieser Ansicht verharrte man bis gegen das Ende des 16. Jahrhunderts hin. Um diese Zeit aber wollte ein Pumpenmacher in Florenz in einem Saugrohr das Wasser über die Höhe von 10 m hinausheben, und dabei tat die Natur trotz aller Angst nicht mehr mit. Man stand ratlos vor dem neuen Wunder und ging schließlich zu Galilei, dem großen Mathematiker, der damals in Florenz lebte. Der überlegte sich die Geschichte und meinte schließlich, daß hier nicht die Angst der Natur, sondern ein äußerer beschränkter Druck am Werke sei, der eben nicht im stande wäre, eine Wassersäule höher als 10 m zu heben. Woher dieser Druck aber kam, das wußte auch er noch nicht zu sagen. Die eigentliche Entdeckung blieb seinem Schüler Torricelli

vorbehalten. Dem war allerdings das Experimentieren mit 10 m hohen Wassersäulen etwas zu unbequem, und deshalb dachte er sich ein anderes Experiment aus, das ihn seiner Ansicht nach auch zum Ziele führen mußte. Er kam nämlich auf den Gedanken, eine Flüssigkeit zu nehmen, die bedeutend schwerer als Wasser war. Davon mußte ja dann eine weit geringere Menge genügen, die gleiche Erscheinung zu zeigen. Als solche Flüssigkeit wählte er das Quecksilber, dessen Dichte die des Wassers beinahe vierzehnmal übersteigt. Die Ausführung des Versuchs übernahm Torricellis Freund Viviani. Er füllte eine 1,20 m lange Glasröhre, die einerseits offen war, bis zum Rande mit Quecksilber, verschloß sie mit einem Finger und tauchte sie umgekehrt in ein flaches, quecksilbergefülltes Gefäß (Abb. 3). Sobald er den Finger wegzog, fiel das Quecksilber, bis es noch etwa 76 cm hoch in der Röhre stand, und ließ über sich einen leeren Raum zurück. Die Analogie mit dem Stand des Wassers im Pumpenrohr lag also auf der Hand, nun hieß es, die richtige Erklärung für die Erscheinung zu finden. Das gelang, als man zwei senkrechte Röhren unten miteinander verband, und sie dann mit verschieden schweren Flüssigkeiten füllte. Eine ganz geringe Menge einer schweren Flüssigkeit hielt dabei einer weit größeren Menge einer leichten das Gleichgewicht. Das ist eine Sache, die natürlich nichts Wunderbares an sich hat, und deren Übertragung auf die Luft nun leicht genug war. Dächte man sich nämlich die eine Röhre so etwa 150 km hoch geführt, also bis an die Grenzen der Atmosphäre, so stände hier eine Luftsäule von 150 km Höhe in dem einen Schenkel. In den andern müßte man dann soviel von einer schwerern Flüssigkeit gießen, daß die Füllung beider Schenkel sich im Gleichgewicht hielte. Nähme man dazu Quecksilber, so würde eine Säule von etwa 60 cm Höhe genügen. Und jeder Wechsel in den Druckverhältnissen der Luftsäule würde durch das Heben und Senken der Quecksilbersäule sichtbar werden. Natürlich wird da jetzt die Vorstellung von der 150 km hohen Röhre mit der Luftsäule befremdlich sein. Aber der Versuch Vivianis hat ja schon gezeigt, daß diese Röhre nicht nötig ist. Der Bodendruck einer Gassäule hängt nämlich nur von der Höhe über dem Boden, auf den sie drückt, ab, während die Stärke der Säule dabei nichts zu sagen hat. Das wird verständlich, wenn man sich den Druck auf den Boden verteilt denkt. Jede kleinste Fläche ist dann nur durch die senkrecht darüberstehende, die Fläche genau deckende Glassäule belastet, und die Verbreiterung der Säule führt auch eine Verbreiterung der Tragfläche herbei, so daß sich im einzelnen nichts ändert.

Abb. 3 Vivianis Versuch. Das Quecksilber fällt in der umgestülpten Röhre und läßt über sich einen luftleeren Raum.

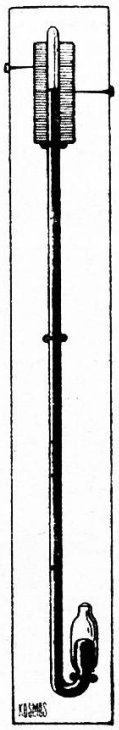


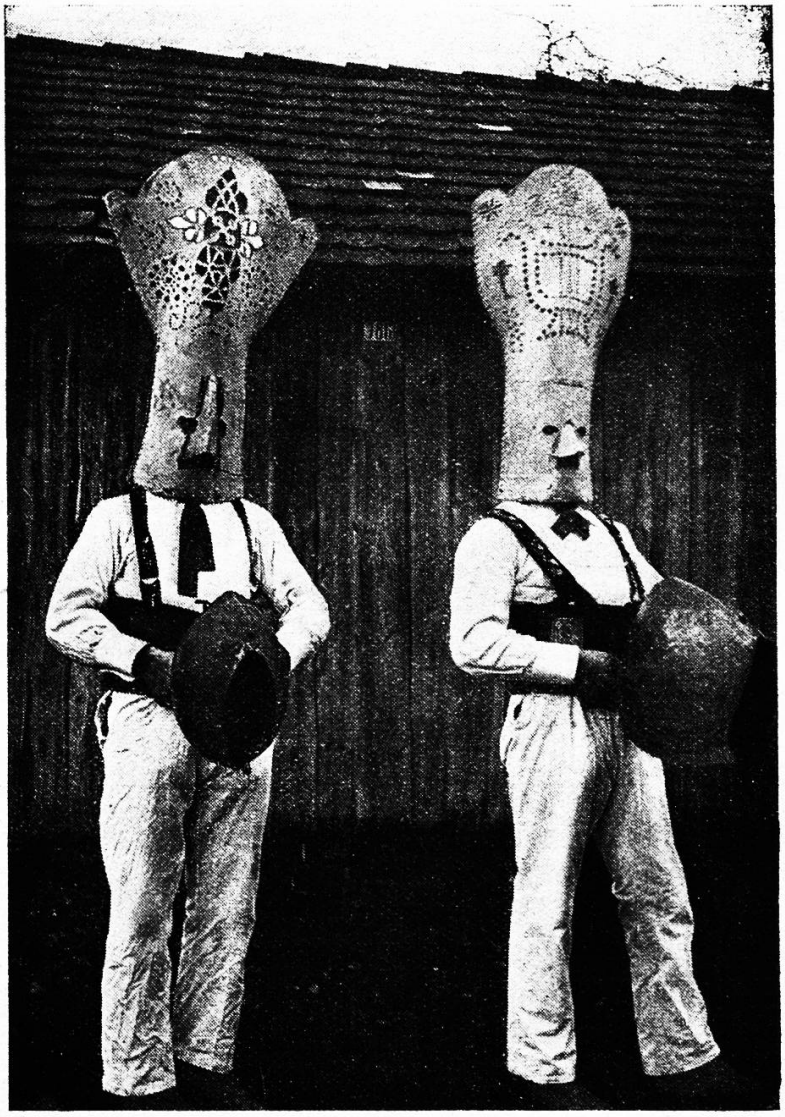
Abb 4 Gebräuchliche Form des Quecksilberbarometers, das aus Torricellis Röhre hervorging

Demnach kann man also das Luftrohr auch ganz weglassen und die Atmosphäre als Drucksäule in Rechnung stellen. Dann erhält man das Instrument, das Abb. 4 im Bilde zeigt. Da ist auf der einen Seite die oben geschlossene, kurze Quecksilberröhre, unten das gebogene Verbindungsstück und daran auf der anderen Seite der kurze offene Schenkel, auf den die Luft drückt. Eine am oberen Ende der Quecksilbersäule angebrachte

Skala zeigt den Stand des Quecksilbers, dem wechselnden Luftdruck entsprechend, an.

(Schluß folgt.)

Die Kläuse von Kaltbrunn.

Der Kanton St. Gallen ist nicht nur reich an Sagen, sondern auch an alten Sitten und Gebräuchen. Mit jeder Jahreszeit, ja fast mit jedem Fest, sind solche innig verknüpft. Manches ist zwar der neuen Zeit und ihren veränderten Verhältnissen zum Opfer gefallen; anderes hat sich dagegen bis auf unsere Tage erhalten. Zu diesem gehört auch das „Klausnen" in den ersten Tagen des Christmonats, besonders am Vorabend und Abend des St. Niklaustages.

In selten großartiger Weise treten die „Kläuse" in Kaltbrunn auf. Jahrhunderte hindurch hat sich dort folgender Brauch erhalten: Zwölf junge Burschen der Gemeinde bekleiden sich mit weißem Hemd und Hosen, gestickten Hosenträgern und hellroter Krawatte. Jeder bindet sich an einem Ledergurt eine schwere Kuhglocke (sog. Treichle) um den Leib. Den Kopf umhüllt eine Riesen-Inful, deren oberer Teil zierliche Figuren in allen Farben transparent erscheinen läßt. Einer der Zwölfe ist der „Samichlaus". Ihm fällt die Aufgabe zu, die Kinder in den Häusern zu bescheren. Zwei Trabanten tragen reichliche Gaben, meist Süßigkeiten, nach. Während der Samichlaus in der Stube die Kinder beglückt, erfreuen die Kläuse draußen die zahlreichen Zuschauer durch ihre reigenartigen Bewegungen, die mit ihren stets wechselnden Lichteffekten — die Infuln sind selbstredend immer beleuchtet — in dunkler Nacht einen eigenartigen Reiz ausüben. Dazu das vielstimmige Glokkengeläute. Wenn die Kläuse im Kreise stille stehen, um wieder Atem zu schöpfen, be-