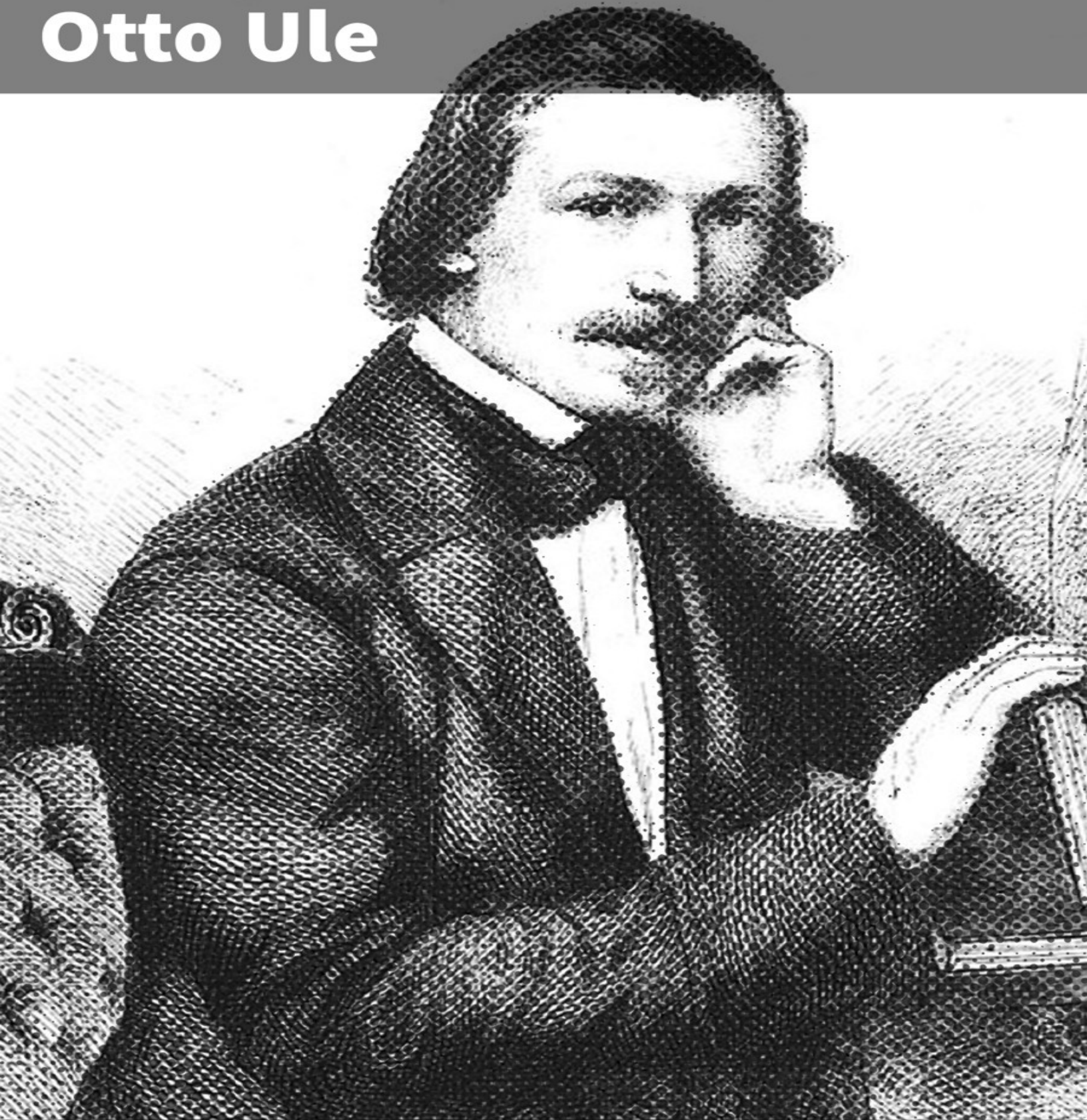


Otto Ule



*Warum und Weil.  
Physikalischer Teil*

**Otto Ule**

# **Warum und Weil. Physikalischer Teil**

**Fragen und Antworten aus den wichtigsten Gebieten  
der gesamten Naturlehre**



Veröffentlicht im Good Press Verlag, 2022

[goodpress@okpublishing.info](mailto:goodpress@okpublishing.info)

EAN 4064066433864

# **INHALTSVERZEICHNIS**

[Vorwort.](#)

[Vorwort zur vierten Auflage.](#)

[Einleitung.](#)

[Allgemeine Eigenschaften der Körper.](#)

[Ausdehnung.](#)

[Undurchdringlichkeit.](#)

[Porosität.](#)

[Theilbarkeit.](#)

[Cohäsion.](#)

[Adhäsion.](#)

[Haarröhrchenanziehung.](#)

[Trägheit.](#)

[Elasticität.](#)

[Schwerkraft.](#)

[Der Schwerpunkt.](#)

[Gleichgewicht und Bewegung fester Körper.](#)

[Fall, Pendel und Centralbewegung.](#)

[Gleichgewicht und Bewegung flüssiger Körper.](#)

[Gleichgewicht und Bewegung luftförmiger Körper.](#)

[Druck und Schwere der Luft.](#)

[Chemische und physiologische Wirkungen der Luft.](#)

[Vom Schalle.](#)

[Von der Wärme.](#)

[Ausdehnung der Körper durch Wärme.](#)

[Die Veränderung der Aggregatzustände der Körper durch die Wärme.](#)

Das Licht.

Die Farben.

Magnetismus und Electricität.

# **Vorwort.**

## [Inhaltsverzeichnis](#)

Warum? Das ist die stehende Frage im Kindesmunde, die Eltern und Lehrern so viel Noth macht, und die man leider so häufig mit der Antwort zurückweist: Das verstehst Du noch nicht! oder: Das wirst Du später lernen! Es ist keineswegs, wie man meint, die Frage bloßer Neugier, sondern die Aeufferung des im Kinde erwachenden Schlußvermögens. Es ist die Frage, in welcher sich zuerst das Verlangen kundgiebt, die Gründe dessen zu erfahren, was man sieht und hört. Es ist aber auch nicht bloß eine kindliche Frage, sondern die Frage eines Jeden, der von den Erscheinungen zum Gesetze fortzuschreiten verlangt. Darum tritt sie auch nirgends so häufig und so berechtigt auf, als in derjenigen Wissenschaft, die es vorzugsweise mit den uns umgebenden Naturerscheinungen und mit der Erkenntniß ihres gesetzlichen Zusammenhanges zu thun hat: in der Naturlehre oder Physik. Die Physik besteht geradezu aus lauter »Warum«'s und »Weil«'s. Darum ist auch nirgends die Methode des Unterrichts so bestimmt vorgeschrieben, so gleichsam durch die Sache selbst gegeben, als hier. Wenn mit Recht darüber geklagt wird, daß der physikalische Unterricht in unseren Schulen zu wenig leiste, so liegt das einfach an der Verleugnung dieser naturgemäßen Methode. Man bleibt entweder bei dem bloßen Anschauungsunterricht stehen, der hier, wo es sich um einen inneren ursächlichen Zusammenhang handelt, völlig unfruchtbar bleiben muß; oder man geht gleich von den Gesetzen aus und sucht die Erscheinungen, statt sie zu

erklären, nach der Schablone eines Systems zu ordnen. Man schafft in dem letzteren Falle nur ein Gedächtnißwerk, das in der Seele unverarbeitet bleibt und schwerlich befähigt, für jedes später auftauchende »Warum« auch sein »Weil« zu finden. Diese Erwägungen waren es, die mich zur Abfassung des vorliegenden Buches bestimmten. Ich habe darin eine Anzahl physikalischer »Warum«'s und »Weil«'s zusammengestellt, die den Lehrer beim Unterricht, wie denjenigen, der darauf angewiesen ist, sein eigener Lehrer aus Büchern zu werden, in den Stand setzen sollen, von den bekannten Erscheinungen aus zur Erkenntniß der wichtigsten Gesetze der Physik zu gelangen. Ich habe dabei vorzugsweise auf solche Erscheinungen Rücksicht genommen, mit denen der Lernende bereits völlig vertraut ist, oder die ihm mit Leichtigkeit ohne Hülfe besonders kostspieliger Apparate vorgeführt werden können. Selbstverständlich muß es immerhin dem Lehrer überlassen bleiben, je nach der Fassungskraft seiner Schüler, eine Auswahl unter den vorgeführten Fragen zu treffen. Ebenso wird es jedem Lehrer leicht sein, durch die Erscheinungen selbst, die er dem Lernenden vor Augen führt, noch andere vermittelnde oder weitergehende Fragen wach zu rufen. Wer dann, sei es als Lehrer oder als Lernender, das Bedürfniß eines eingehenderen und umfassenderen Studiums der Physik empfindet, den glaube ich auf meine (bei *Ernst Keil* in Leipzig erschienene) »populäre Naturlehre« verweisen zu dürfen.

Die großen Erfindungen der Gegenwart, die so tief in das Leben der Völker eingreifen, haben die Aufmerksamkeit auf die physikalische Wissenschaft, aus der sie hervorgingen,

mehr als je zuvor gelenkt. Es ist kaum noch möglich, ohne Schaden und ohne Schande mit ihren Lehren völlig unbekannt zu bleiben. Selbst die Unterrichtsbehörden wagen nicht länger, dem physikalischen Unterricht seine gebührende Stellung in der Volksschule vorzuenthalten. Einem so anerkannten Bedürfnis gegenüber, glaubte ich, werde jeder Beitrag zu einer Erleichterung der physikalischen Belehrung willkommen sein, wenn er auch sonst nicht gerade Neues biete. Insbesondere hoffte ich mit dieser Schrift manchem Lehrer einen Dienst zu erweisen, indem ich ihn der Mühe und Schwierigkeit überhob, selbst die geeigneten Naturerscheinungen aufsuchen zu müssen, aus denen in methodischer Ordnung die wichtigsten Gesetze abgeleitet werden können. Ich hoffte aber auch den auf Selbstunterricht Angewiesenen mir zu Dank zu verpflichten, indem ich den von Zeit zu Zeit in ihm auftauchenden, aber vom Geräusch des Geschäftslebens übertäubten Fragen einen Ausdruck gab und ihm vielleicht dazu verhalf, sich besser als bisher in den ihn täglich umgebenden Erscheinungen zurecht zu finden und in ihren ursächlichen Zusammenhang einzudringen.

*Halle a. S., den 21. November 1867.*

**Dr. Otto Ule.**

---

# **Vorwort zur vierten Auflage.**

## [Inhaltsverzeichnis](#)

Der hochgeachtete Verfasser des vorliegenden, originellen, vom großen Publikum nach seinem Werthe und seiner Bedeutung richtig geschätzten, mit freudigem Dank entgegengenommenen physikalischen Fragebüchleins ist leider durch ein herbes Mißgeschick am 6. August 1876 aus diesem Leben abberufen worden; sein Name und seine Werke werden fortleben, weil beide an eine hervorragend befähigte edle Persönlichkeit sich knüpfen.–

Auf Wunsch des Herrn Verlegers habe ich nach dem Tode des Verfassers es unternommen, die vierte Auflage des physikalischen Theils von Ule's »Warum und Weil« zu bearbeiten. Fragen und Antworten waren indeß selbstverständlich so correct, daß ich wenig oder gar nichts daran zu ändern hatte; ich kann nur sagen, daß ich das Buch bei genauer Durchsicht lieb gewonnen und in seiner Bedeutung als Volks- und Schulbuch schätzen gelernt habe. Nichtsdestoweniger haben sich Stellen gefunden, wo ich auf Grund neuerer Forschungen Aenderungen und Zusätze vornehmen konnte. Zu einer wesentlichen Vermehrung des Stoffs schien mir ein Bedürfniß nicht vorhanden zu sein, und so möge denn diese vierte Auflage die alten Freunde sich erhalten und neue sich erwerben.

Die selbstständige Bearbeitung des chemischen Theils habe ich gleichfalls übernommen, und wird derselbe, wenn nicht unvorhergesehene Störungen eintreten, Ende dieses Jahres dem Publikum übergeben werden können.

*Potsdam, den 25. Mai 1877.*



**F. Langhoff.**



# Einleitung.

## Inhaltsverzeichnis

Die *Physik* oder *Naturlehre* ist die Lehre von den *Naturerscheinungen* oder von den Veränderungen in der Körperwelt und deren Zuständen, so weit sie nicht die innere stoffliche Natur der Körper betreffen. Man kann aber auch die Physik als die Lehre von den *Bewegungen* bezeichnen, da sich alle Naturerscheinungen auf Bewegungen zurückführen lassen, die freilich selbst nicht immer wahrnehmbar sind, sondern erst durch ihre Wirkungen erkannt werden können.

Aufgabe der Physik ist, die Naturerscheinungen zu *erklären*, d. h. sie auf allgemeine Naturgesetze und Naturkräfte zurückzuführen.

*Naturgesetz* ist der einfache Ausdruck für die allgemeinen Bedingungen, unter welchen eine Naturerscheinung erfahrungsmäßig erfolgen muß. *Naturkraft* ist der Ausdruck für die letzte, keineswegs immer bekannte Ursache, auf welche eine Naturerscheinung zurückgeführt werden kann. Ein Naturgesetz, das sich nur auf eine beschränkte Anzahl von Erfahrungen stützt und die Nothwendigkeit einer Erscheinung nur für gewisse Umstände ausdrückt, ist nur eine vermuthete Wahrheit oder eine *Hypothese*.

---

# **Allgemeine Eigenschaften der Körper.**

[Inhaltsverzeichnis](#)

Allgemeine Eigenschaften der Körper nennt man diejenigen Eigenschaften, welche durch den Begriff der Körperlichkeit oder Raumerfüllung bedingt sind und daher allen Körpern unter allen Umständen gemeinsam zukommen.

---

# Ausdehnung.

## Inhaltsverzeichnis

Jeder Körper nimmt einen Raum ein oder ist *ausgedehnt*. Die Größe des von einem Körper eingenommenen Raumes nennt man sein *Volumen* oder seinen *Rauminhalt*, die Gesammtheit der körperlichen Theile, welche diesen Raum erfüllen, seine *Masse*, die Art seiner Begrenzung seine *Gestalt*. Ist die Gestalt eine regelmäßige, von lauter ebenen Flächen begrenzte, so nennt man den Körper einen *Krystall*.

Die Ausdehnung eines Körpers wird nach drei Dimensionen gemessen, nach Länge, Breite und Höhe oder Dicke. Das Längenmaß oder die Einheit bei Vergleichung verschiedener Längen wurde früher gewöhnlich vom menschlichen Körper hergenommen. Fuß, Elle, Spanne, Schritt waren solche Maße, die aber in den verschiedenen Ländern von sehr verschiedener Länge waren. Jetzt dient ziemlich allgemein bei allen gebildeten Nationen als Längenmaß das zur Zeit der französischen Revolution im Jahre 1793 vom Nationalconvent eingeführte *Meter*, welches dem zehnmillionsten Theile des Erdquadranten gleich ist. Seine decimalen Theile heißen Decimeter, Centimeter, Millimeter, seine decimalen Vielfache Dekameter, Hektometer, Kilometer. Ein Meter ist = 3,1862 alte preußische Fuß. Flächen werden durch das Quadratmeter, Körper oder Hohlräume durch das Kubikmeter und dessen decimale Theile und Vielfache gemessen. Ein Kubikdecimeter wird auch ein Liter genannt. Die Länge der Chausseen, Eisenbahnen und Kanäle wird nach Kilometern

gemessen;  $7\frac{1}{2}$  Kilometer bilden eine deutsche oder geographische Meile. Die Grundstücke in den Städten werden nach Quadratmetern gemessen und verkauft, früher nach Quadratruthen; 1 Quadratmeter hat 10,15 alte preußische Quadratfuß; die Quadratruthe enthält 14,18 Quadratmeter. Acker, Wiesen und Waldflächen wurden früher nach Magdeburger Morgen berechnet, heute nach *Hektaren*; eine Hektare ist in runder Zahl 4 Morgen groß (genau 3,9166). Ein Are ist gleich 100 Quadratmeter oder rund 7 Quadratruthen, 1 Hektare gleich 100 Are. Holz, Wasser, Leuchtgas und andere umfangreiche Materialien berechnet man nach Kubikmetern, wovon jeder einzelne 32,34 alte preußische Kubikfüße enthält.

---

# Undurchdringlichkeit.

## Inhaltsverzeichnis

Undurchdringlichkeit ist diejenige allgemeine Eigenschaft der Körper, vermöge deren in dem Raume, in welchem sich schon ein Körper befindet, nicht zugleich noch ein anderer Körper sein kann. So kann ein Raum, welcher Luft enthält, nicht zugleich auch Wasser enthalten. Soll daher ein Körper in den Raum eines andern treten, so muß er denselben zuvor daraus verdrängen. Diese Undurchdringlichkeit ist es besonders, durch welche wir von dem Vorhandensein der Körper außer uns belehrt werden, da dieselben auch dem Eindringen unseres eignen Körpers, etwa unseres tastenden Fingers, Widerstand entgegensetzen.

**1. Warum** fließt ein bis an den Rand mit Wasser gefülltes Glas über, wenn man den Finger oder einen andern Gegenstand hineintaucht?

**Weil** der Finger keineswegs das Wasser durchdringt, sondern es nur zwingt aus dem Raume zu entweichen, den er selbst einnehmen will. Die Menge des überfließenden Wassers mißt darum genau denselben Rauminhalt oder das Volumen des eingetauchten Körpers. Dies gilt auch für pulverförmige Körper, wie Sand etc.

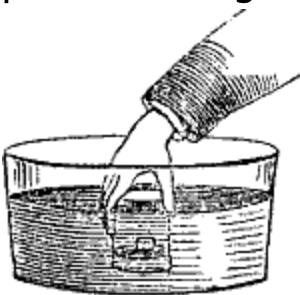


Fig. 1.

**2. Warum** dringt das Wasser nur wenig in ein leeres Glas ein, das man lothrecht auf eine Wasserfläche aufsetzt und dann in das Wasser niederdrückt?

**Weil** die in dem Glase enthaltene Luft in dem Raume, den sie einnimmt, nicht zugleich einen andern Körper zulassen kann, ohne daraus verdrängt zu werden. Ein anderer Raum, in den sie übergehen könnte, ist aber nicht vorhanden, und sie muß daher ihren Raum beibehalten und das Wasser verhindern, in denselben einzudringen. Ein Stückchen Kork, das unter einem solchen Glase auf dem Wasser schwimmt, geht mit dem Glase bis zum Boden des Gefäßes hinab und steigt beim Herausziehen des Glases wieder empor, ohne daß es benetzt wird. Wenn man das Glas unter das Wasser drückt, so dringt allerdings etwas Wasser in das Glas ein, aber nicht weil die Luft darin vernichtet ist, sondern weil sie etwas zusammengedrückt ist.

**3. Warum** kann eine Taucherglocke bis auf den Grund des Meeres gelassen werden, ohne sich ganz mit Wasser anzufüllen?

**Weil** ebenfalls die in ihr enthaltene Luft als ein Körper dem eindringenden Wasser Widerstand leistet, und obwohl sie durch dasselbe etwas zusammengedrückt, d. h. auf einen kleineren Raum beschränkt wird, doch nicht völlig verdrängt werden kann, da kein Raum vorhanden ist, der die ausgetriebene Luft aufnehmen könnte. Diese Zusammendrückung der Luft empfindet der Taucher an dem unangenehmen Druck auf die Athmungsorgane, die Blutgefäße und das Trommelfell im Ohre.

**4. Warum** läuft Wasser, das in einen den Hals einer leeren Flasche luftdicht schließenden Trichter gegossen wird, nicht in die Flasche hinein?

**Weil** die in der Flasche enthaltene Luft, die in keinen andern Raum entweichen kann, dem Wasser den Eingang verwehrt. Kann die Luft entweichen, wie es der Fall ist, wenn der Trichter lose in den Hals der Flasche gefügt wird, so läuft das Wasser hinein.

**5. Warum** pfeifen aus Gewehren oder Kanonen abgeschossene Kugeln auf ihrem Wege durch die Luft?

**Weil** die Luft beim Eindringen derselben in den Raum, den sie einnimmt, nach allen Seiten ausweicht, und da die Kugeln mit außerordentlicher Geschwindigkeit und Kraft sich fortbewegen, durch das schnelle und gewaltsam erzwungene Ausweichen der Luft eine heftige Erschütterung derselben bewirkt wird, die sich bis zu unserm Ohre fortpflanzt und hier als ein Pfeifen empfunden wird. Dies erklärt uns auch das Knallen einer sehr schnell durch die Luft geschwungenen Peitsche.

---



# Porosität.

## Inhaltsverzeichnis

Porosität ist diejenige allgemeine Eigenschaft aller Körper, vermöge deren die Theile eines Körpers nicht den ganzen Raum, den er einnimmt, ausfüllen, sondern Räume zwischen sich lassen, die oft mit andern Körpern, wie Luft, Wasser und dergleichen, angefüllt sind. Oft sind diese Zwischenräume dem Auge nicht sichtbar; bei einigen Körpern können sie aber doch mit bloßen Augen wahrgenommen werden, z. B. bei dem Schwamme. Dichte Körper sind daher solche, welche kleine, hingegen lockere oder poröse solche, welche große Poren haben. Zu ersterer Art von Körpern gehören die Metalle, zu letzterer Kork, Schwamm, Holz, Papier u. s. w.

**6. Warum** ist ein trockener Schwamm so klein, während er, in Wasser getaucht, bedeutend anschwillt?

**Weil** der Schwamm außerordentlich große Poren oder Höhlungen enthält, die im trocknen Zustande zusammenfallen, während sie von dem eindringenden Wasser erfüllt und ihre Wände weiter auseinander gerückt werden.

**7. Warum** wird frisch aufgetragene Schrift nicht ausgelöscht, wenn man ein Löschblatt darauf legt?

**Weil** die flüssige Dinte in die Poren des Löschpapiers, da dasselbe sehr porös ist, sogleich eindringen kann, und auf diese Weise der Schrift die überflüssige Dinte entzogen wird, während bei einem weniger porösen Papiere oder einem solchen, dessen Poren durch einen Leimüberzug

verschlossen oder gar von Oel erfüllt sind, wenn man es auf die Schrift legen wollte, dieses Eindringen verhindert werden und die überflüssige Dinte daher sowohl auf dem beschriebenen als dem darauf gelegten Papiere sich ausbreiten würde.

**8. Warum** steigen aus frischem Brunnenwasser, wenn es erwärmt wird, Luftblasen auf, die sich an den inneren Wänden eines Glases oft als perlartige Bläschen ansetzen?

**Weil** auch das Wasser Poren oder Zwischenräume enthält, die von Luft erfüllt sind, diese Luft aber, wenn sie erwärmt wird, sich in einen größeren Raum auszudehnen strebt, und da sie die Poren selbst nicht erweitern kann, diese verläßt und sich nach der Oberfläche des Wassers empordrängt. Dabei vereinigen sich mehrere der benachbarten kleinen Luftbläschen und bilden so die größeren, uns sichtbar werdenden Perlen. Dasselbe findet auch statt, wenn man den gewöhnlich auf der Oberfläche des Wassers ruhenden Druck der Luft verringert, wie dies unter der Glocke einer Luftpumpe durch die Verdünnung der Luft geschieht.

**9. Warum** schnappen Goldfischchen so ängstlich nach Luft, wenn das Wasser in dem gläsernen Behälter seit längerer Zeit nicht erneuert wurde?

**Weil** in dem Wasser Luft enthalten ist, welche für die Athmung der Fische unentbehrlich ist, und weil diese Luft endlich verbraucht wird, wenn man sie nicht auf andere Weise ersetzt. Man braucht dazu nicht gerade das Wasser zu erneuern, sondern kann auch Luft von unten durch ein Gebläse in das Wasser hineinpressen, oder sie durch einen kleinen Springbrunnen zuführen, dessen herabfallende

Tröpfchen hinreichend Luft mit sich fortreißen, oder endlich Pflanzen in das Wasser setzen, die durch ihre Lebensthätigkeit grade diejenige Luft ausscheiden, welche für die Athmung der Thiere nothwendig ist.

**10. Warum** quellen oft Thüren, Tischplatten oder andere hölzerne Geräthschaften bei feuchtem Wetter oder in feuchten Zimmern auf, so daß die Thüren nicht schließen und die Tischplatten sich werfen?

**Weil** die Wände der Poren des Holzes, wenn dasselbe ganz trocken ist, zusammenfallen und sich einander nähern, aber bei eindringender Nässe, welche durch feuchtes Wetter oder ein feuchtes Zimmer dargeboten wird, sich wieder erweitern und auf diese Weise auch das Holz auseinander dehnen.

**11. Warum** wird die Wäsche, welche wir am Körper tragen, schmutzig, ungeachtet sie durch darüber gezogene Kleidungsstücke gegen das Schmutzigwerden von außen geschützt ist?

**Weil** die Gewebe unsres Körpers, wie alle thierischen Gewebe, Poren haben, durch welche Flüssigkeiten und Gase von innen nach außen dringen, die sich dann in den Geweben unsrer Wäsche verdichten und hier die durch die äußere Kleidung eindringenden Staubtheilchen festhalten. Die meisten dieser Flüssigkeiten werden in unsrer Haut durch besondere Drüsenorgane, die Schweiß- und Talgdrüsen, abgesondert, deren Ausgänge man uneigentlich Poren nennt. Diese Poren sind so zahlreich, daß man an manchen Stellen, z. B. in der Hohlhand 400 zählt und ihre Gesamtzahl auf der Haut eines Erwachsenen auf 2381000 schätzt.

**12. Warum** kann man Quecksilber durch einen ledernen Beutel hindurchdrücken?

**Weil** das Leder zahlreiche Poren hat und das Quecksilber, wie das Wasser, wegen seiner flüssigen Beschaffenheit, der Gewalt des Druckes nur dadurch ausweichen kann, daß es sich durch die Poren des ledernen Beutels hindurchdrängt. Man kann auch selbst durch Buchsbaumholz Quecksilber treiben, wenn man ein kleines Gefäß von Buchsbaumholz an eine lange Glasröhre kittet und diese dann mit Quecksilber füllt. Ist die Röhre lang genug, so reicht schon der eigene Druck des Quecksilbers aus, dasselbe als feinen Regen durch das Holz zu treiben. Aber sogar durch Gold und andere Metalle kann man Flüssigkeiten hindurchpressen. Wenn man eine mit Wasser gefüllte Kugel aus dünnem Golde einem starken Druck aussetzt, so dringt das Wasser in zarten Thautröpfchen hindurch\*. Auch das Gold hat also Poren, obgleich es für eines der dichtesten Metalle gilt. Am wenigsten porös scheint das Glas zu sein, da es auch beim stärksten Drucke weder Wasser noch Luft durchläßt.

\* Dieser Versuch wurde zuerst im Jahre 1661 in Florenz ausgeführt.

**13. Warum** ist es gut, Fässer, in welchen Bier aufbewahrt werden soll, im Innern mit Pech zu überziehen?

**Weil** die in dem Bier enthaltene und sich beständig neu entwickelnde Kohlensäure sonst durch die Poren des Holzes, auch des dicksten Eichenholzes, entweichen und das Bier dadurch schal werden würde, das Pech aber als ein sehr wenig poröser Körper die Kohlensäure an diesem Entweichen verhindert.

**14. Warum** wird ein Bogen Papier, der auf ein Reißbrett gespannt werden soll, zuvor befeuchtet?

**Weil** die in die Poren des Papiers eindringende Flüssigkeit ihm eine größere Ausdehnung nach allen Seiten giebt, während das Papier nach dem Abtrocknen auf dem Reißbrette zu seiner ursprünglichen Größe zurückkehrt und daher sehr glatt auf dem Brett ausgespannt bleibt, was der Zweck des Befeuchtens ist.

**15. Warum** laufen hölzerne Gefäße, die völlig ausgetrocknet sind, wenn Wasser in dieselben gegossen wird?

**Weil** die Zwischenräume zwischen den Dauben sich erweitert haben, indem beim völligen Austrocknen die Poren des Holzes enger werden und die Dauben sich daher zusammenziehen. Wird dagegen Wasser in die Gefäße gegossen, so werden die Poren wieder damit angefüllt, erweitern sich daher wieder, und die Dauben dehnen sich nun wieder der Breite nach aus, so daß die Zwischenräume zwischen ihnen verschwinden und die Gefäße aufhören müssen zu laufen.

**16. Warum** kann ein Felsenstück durch dünne Keile aus gut gedörrtem Holze, welche man in Oeffnungen desselben getrieben hat, gespalten werden, wenn man die Keile öfter mit Wasser begießt?

**Weil** das Wasser, wenn es in die in Folge des Austrocknens verengten Poren des Holzes eindringt, diese erweitert und dadurch das ganze Holz seiner Dicke nach ausdehnt, so daß es in seinem Bestreben, einen größeren Raum einzunehmen, eine gewaltige Kraft erlangt, die selbst ein Felsenstück auseinander zu treiben im Stande ist.

**17. Warum** krümmt sich Holz, dessen eine Seite naß gemacht ist, während die andere Seite über Feuer gehalten wird?

**Weil** die Poren des Holzes auf derjenigen Seite, auf welcher die Hitze wirkt, sich durch Austrocknen verengen und die Theilchen des Holzes daher hier näher zusammenrücken, während auf der andern Seite die Poren wegen der Feuchtigkeit, die sie aufnehmen, sich erweitern und daher auch die Holztheilchen weiter auseinander treiben. Die Folge davon ist, daß sich das Holz nach derjenigen Seite zu krümmt, welche der Hitze ausgesetzt war. Dies geschieht z. B. bei Faßdauben, welche dadurch ihre gekrümmte Gestalt erhalten.

**18. Warum** läßt sich ein Faß auseinander sprengen, wenn es mit trockenen Erbsen angefüllt wird und diese dann mit Wasser begossen werden?

**Weil** die Erbsen das Wasser in ihre Poren aufnehmen und dadurch an Umfang zunehmen. Da dies bei jeder einzelnen der Fall ist, so muß die ganze Menge der Erbsen einen beträchtlich größeren Raum als vorher einnehmen. Ist nun das Faß fest zugemacht, so verschaffen sich die aufgequollenen Erbsen den erforderlichen Raum dadurch, daß sie dasselbe auseinander sprengen, da im Innern des Fasses selbst dieser Raum nicht vorhanden ist.

**19. Warum** erhält man, wenn man eine Kanne Weingeist und eine Kanne Wasser zusammen in ein Gefäß gießt, weniger als zwei Kannen Flüssigkeit?

**Weil** auch die Flüssigkeiten Poren enthalten, und jede Flüssigkeit in die Poren der andern eindringt, so daß sie nun vereinigt weniger Raum einnehmen als vorher von einander

abgesondert. Aehnliches zeigt sich auch bei Metallen, wenn sie zusammengeschmolzen werden. So nimmt das Messing einen geringeren Raum ein, als das Kupfer und das Zink, aus deren Zusammenschmelzung es entstand. Daß Metalle Poren haben, geht schon daraus hervor, daß sie durch Hämmern, Prägen etc. verdichtet werden können.



# Theilbarkeit.

## Inhaltsverzeichnis

Theilbarkeit ist diejenige Eigenschaft der Körper, vermöge deren sich dieselben in kleinere Theile zerlegen lassen. Für unsere beschränkten Sinne und unsere ebenso beschränkten Werkzeuge hat diese Theilbarkeit indeß ihre Grenze. Einen besonders hohen Grad der Theilbarkeit zeigen manche Metalle. Bei den bekannten Goldfäden, die zu Spitzengeweben benutzt werden, und die aus einer vergoldeten Silberstange ausgezogen worden sind, beträgt die Dicke des Goldüberzugs nur den 345000sten Theil einer Linie oder den 153000sten Theil eines Millimeters. Die feinste *künstliche* Theilung haben *Fraunhofer* und *Nobert* ausgeführt, indem sie auf einem Glastäfelchen die pariser Linie in 5000, selbst bis in 8000 gleiche Theile theilten. Die feinsten Theilungen vollzieht aber die *Natur*, die selbst Thiere geschaffen hat, von denen 225 Millionen auf einen Kubikcentimeter gehen, und die doch noch ihre Organe haben. Besonders interessant und wichtig sind die Kieselpanzer der Diatomaceen, z. B. von *Pleurosigma angulatum*, *Amphipleura pellucida*; dieselben zeigen parallele Streifungen von solcher Feinheit, daß je 2 benachbarte Streifen bis zu  $\frac{1}{5000}$  Millimeter von einander entfernt sind! Diese mikroskopisch kleinen Thierchen mit ihrer scharfen und feinen Zeichnung dienen als sogenannte Probeobjekte für die Werthbestimmung der Mikroskope.

**20. Warum** kann man mit einigen Pfunden Kreide eine ganze Wand anstreichen?



**Weil** die Kreide durch Zermahlen außerordentlich fein zertheilt werden kann, die durch Wasser in einen Brei verwandelte Kreide sich wieder in einzelne Tropfen theilt, und jeder Tropfen sich wieder über eine große Fläche ausbreiten läßt, das Wasser aber endlich bei der Verdunstung in so kleine Theilchen übergeht, daß sie von der Luft unsichtbar hinweggenommen werden und nur die feinvertheilte Kreide auf der Wandfläche zurücklassen.

**21. Warum** läßt sich vermittelt eines Körnchens Karmin eine ganze Tonne Wasser roth färben?

**Weil** sich der Karmin im Wasser in eine ungeheure Menge kleiner Theilchen wegen seiner großen Theilbarkeit trennt, so daß jedes kleinste Theilchen Wasser ein solches Karmintheilchen in sich aufnimmt und dadurch ein rothes Aussehen erhält. Ein Körnchen Karmin färbt mehr als 100000 Wassertropfen. Ebenso ist in der schwarzen Dinte der Farbestoff nicht in einem aufgelösten Zustande enthalten, sondern er befindet sich bloß sehr fein vertheilt in der Flüssigkeit.

**22. Warum** verbreitet sich der Geruch einer einzigen Räucherkerze durch einen großen Saal?

**Weil** bei dem Verbrennen der Räucherkerze die riechenden Theilchen in einem höchst fein zertheilten Zustande alle Räume des großen Saales erfüllen. Noch theilbarer ist der Moschus, von dem ein Körnchen jahrelang ein Zimmer mit seinem Geruche erfüllen kann. Aller Geruch beruht auf der feinen Vertheilung von Riechstoffen. Meilenweit verräth sich daher die Nähe der Gewürzinseln dem Seefahrer durch die Riechstoffe, mit denen sie die Luft erfüllen.

---

# Cohäsion.

## Inhaltsverzeichnis

Cohäsion ist der Zusammenhang der einzelnen Theile eines Körpers, und die Kraft, durch welche sie zusammengehalten werden oder einander anziehen, ist die Cohäsionskraft. Sollen Theile eines Körpers von dem Ganzen oder unter sich getrennt werden, so muß diese Cohäsionskraft überwunden werden, und der größere oder geringere Widerstand, welchen sie dabei leisten, ist daher das Maß ihrer Cohäsionskraft. In Betreff des Widerstandes, welchen die Körper der Trennung ihrer Theile entgegensetzen, zeigen sie ein sehr verschiedenes Verhalten. Bei manchen Körpern hängen sie mit solcher Kraft zusammen, daß sie sich nur schwer von einander trennen oder über einander verschieben lassen. Bei diesen Körpern vereinigen sich auch nach erfolgter Trennung die Theile nicht wieder zu einem Ganzen; die Cohäsionskraft wirkt also hier in unmeßbar kleiner Entfernung. Diese Körper nennt man *feste* Körper. Bei andern lassen sich die Theile sehr leicht von einander trennen und über einander verschieben, und sie vereinigen sich auch nach geschehener Trennung, wenn man sie zusammenbringt, wieder zu einer zusammenhängenden Masse. Diese nennt man *flüssige* Körper. Von diesen aber bilden wieder die einen, wenn sie sich selbst überlassen sind, kleine kugelförmige Massen oder Tropfen, während die andern das Bestreben zeigen, sich nach allen Seiten auszudehnen. Die ersteren heißen deshalb *tropfbare* Flüssigkeiten, die

letzteren *ausdehnsame* oder *luftförmige* Körper. Diese drei Zustände der Festigkeit, Tropfbarkeit und Ausdehnbarkeit oder Luftförmigkeit nennt man *Aggregatzustände* der Körper.

Die Kraft, mit welcher die Theilchen der Körper zusammenhängen, ist theils von der Art ihres Nebeneinanderseins, theils von der Wärme abhängig, und zwar von der letztern in der Weise, daß sie um so schwächer erscheint, je größer die Wärme ist. Ein und derselbe Körper kann daher auch unter verschiedenen Wärmeverhältnissen alle drei Aggregatzustände durchlaufen, z. B. das flüssige Wasser auch als festes Eis und als luftförmiger Dampf erscheinen.

Der Widerstand, welchen die festen Körper der Lostrennung einzelner Theile entgegenstellen, wird *Härte* genannt. Der Mineraloge *Mohs* bildete 10 Härtestufen und bestimmte für jede Stufe ein die Härte dieser Stufe besitzendes Mineral. Talk, Steinsalz, Kalkspath, Flußspath, Apatit, Feldspath, Quarz, Topas, Korund und Diamant repräsentiren diese 10 Härtestufen, und zwar besitzt der Diamant die Härte 10, Talk die Härte 1; der Diamant ist also der härteste unter allen festen Körpern. Unter den Metallen ist Stahl das härteste; es erreicht die Härtestufe 7, Blei das weichste mit der Härtestufe 1.

**23. Warum** haften die Bruchstücke einer zerbrochenen Siegellackstange nicht wieder fest an einander, wenn man sie auch noch so genau in die frühere Lage bringt, und warum vereinigen sich diese Bruchstücke doch wieder so leicht mit einander, wenn man sie an ihren Enden schmilzt?

**Weil** die Cohäsionskraft, die allein den festen Zusammenhang der einzelnen Theile eines Körpers bedingt, nur in unmeßbar kleiner Entfernung wirkt, und wir natürlich die Bruchstücke eines festen Körpers nicht in so nahe Berührung bringen können, während zwischen Flüssigkeiten eine solche Berührung sehr leicht herzustellen ist.

**24. Warum** muß man Flüssigkeiten in Gefäßen bewahren?

**Weil** die Cohäsionskraft in Flüssigkeiten sehr schwach ist und schon die Schwere hinreicht, den Zusammenhang ihrer Theile aufzuheben und sie zum Auseinanderfließen zu veranlassen. Nur bei sehr kleinen Flüssigkeitsmassen, die sich bei der Verdichtung von Dämpfen bilden, ist die innere Zusammenhangskraft stark genug, die Schwere zu überwinden. Solche kleine Massen, in denen die Theilchen nur durch innere Kraft zusammengehalten werden, nehmen daher Kugelgestalt an und bilden Tropfen. So fällt der Regen in Tropfen; so ist aber auch die Erde, die ihre Kugelgestalt nur ihrem früheren flüssigen Zustande verdankt, in Wahrheit ein Tropfen im Weltraum.

**25. Warum** läßt sich Holz nur der Länge nach spalten?

**Weil** die Theilchen des Holzes in der Längsrichtung der Fasern dichter an einander gelagert sind und die Cohäsionskraft daher zwischen ihnen weit kräftiger wirkt, als in jeder andern Richtung. Den allergrößten Widerstand werden die Holztheilchen darum einer Trennung entgegensetzen, welche diese Fasern der Länge nach zerreißen will. Der Quere nach vermag man das Holz daher nur zu durchsägen.

**26. Warum** zerspringt ein Glastropfen, den man heißflüssig in kaltes Wasser fallen ließ, wenn man nach dem Erkalten auch nur die Spitze des daran befindlichen Glasfadens abbricht, förmlich zu Pulver?

**Weil** die Theilchen des Glases sich wegen der allzuraschen Abkühlung nicht naturgemäß anordnen und lagern konnten, die äußern namentlich einander nicht so nahe kommen konnten als die inneren, die länger im Zustande des Flüssigseins blieben, und weil deshalb eine unnatürliche Spannung zwischen den inneren und äußeren Theilchen besteht, die eine Zertrümmerung des ganzen Glastropfens herbeiführen muß, sobald nur die äußerste, allein noch den Zusammenhang haltende Oberflächenschicht desselben irgendwo unterbrochen wird.

**27. Warum** ist ein gezogener Metalldraht fester als ein gegossener Metallfaden?

**Weil** die Cohäsionskraft um so kräftiger wirkt, je mehr die Theilchen eines Körpers einander genähert werden. Wenn aber, wie es beim Drahtziehen geschieht, ein Metall gezwungen wird, durch sehr enge Oeffnungen hindurchzugehen, so werden seine Theilchen namentlich an der Oberfläche einander gewaltsam genähert. Ganz dasselbe ist auch beim Hämmern und Walzen der Fall, und geschmiedetes Eisen ist daher fast 3mal so fest als gegossenes, gewalztes Silber doppelt so fest als gewöhnliches. Auch ein Zwirnsfaden wird durch Bestreichen mit Wachs fester, weil er eine dichtere Oberfläche erhält.

**28. Warum** halten Stricke, die aus feineren Fäden bestehen, besser als solche, die aus gröberen Fäden zusammengedreht sind?

**Weil** in solchen feinen Fäden die Theilchen viel näher aneinander liegen, als sie in groben Fäden durch Drehen einander genähert werden können. Darum halten auch getheerte Stricke weniger fest, weil die einzelnen Fäden wegen des dazwischen befindlichen Theers einander nicht mehr so nahe sind als vorher.

**29. Warum** wendet man bei Hängebrücken lieber Drahtseile als gegossene oder selbst geschmiedete Eisenstangen an?

**Weil** Eisendraht wegen seiner dichteren Oberfläche eine viel größere Festigkeit besitzt als gegossenes oder geschmiedetes Eisen, und man den Stangen daher eine viel größere Dicke geben müßte, als den aus Drähten geflochtenen Seilen. Statt der 4 kaum 30 Centimeter dicken Seile, welche die 256 Meter lange Riesenbrücke über den Niagara tragen, würden wenigstens 8 ebenso starke Ketten aus Eisenstäben erforderlich sein. Auch die Natur verfährt ähnlich, wo es auf große Festigkeit ankommt. Der zarte Faden, an welchem die schwere Kreuzspinne herabhängt, würde nicht die Haltbarkeit besitzen, wenn er nicht aus einer ungeheuren Anzahl von äußerst dünnen Fäden zusammengesetzt wäre, welche die Spinne, indem sie sie aus ihren Spinnwarzen herauszieht, mit ihren Hinterfüßen zusammenklebt.

**30. Warum** erhalten Tücher und Zeuge durch das Walken eine so bedeutende Festigkeit?

**Weil** durch das Walken die Fäden und Fasern der Zeuge einander mehr genähert werden und die Cohäsionskraft zwischen ihnen um so stärker zu wirken und das Ganze um so besser zusammen zu halten vermag.