

## Druck - Experimente zur Physik

Best.-Nr. 2022403

Dauer: 15 min.

Dieser Film wendet sich im wesentlichen an die Schüler der 9. und 10. Klasse der Sekundarstufe 1. Er kann jedoch auch zur Vertiefung in der Oberstufe des Gymnasium verwandt werden. Er findet natürlich besonders Anwendung im Fach Physik, kann jedoch auch in Geologie verwendet werden. Dieser Film enthält insgesamt 20 unabhängige Versuche, die im folgenden Experimente genannt werden.

Jede Sequenz zeigt ein Experiment bzw. eine Beobachtung, die oft schwierig oder sogar unmöglich im Unterrichtsraum gemacht werden kann. Die Gesamtheit der ganzen Experimente gibt ein nahezu komplettes Bild über das Kapitel Druck. Hier sind fast alle für den Unterricht wichtigen Experimente versammelt.

**Der Film kann vom Lehrer auf zweierlei Weise verwendet werden**

- Der Lehrer kann den Film zuerst ohne Ton vorspielen. Nun hat er die Möglichkeit, den Schülern einige Fragen über das entsprechende Thema zu stellen. Beispielsweise könnte er die Fragen stellen, die wir innerhalb der Anleitung dem Lehrer anbieten.
- Nun kann man den Film mit Ton abspielen lassen. Die richtigen Antworten erscheinen.

**Nach jedem Abschnitt wird die Dauer in Minuten und Sekunden angegeben.**

**Darüber hinaus haben wir, falls dies möglich war, einige Daten, Fakten und Zahlen der Anwendungen angegeben.**

### 1. Experiment: Druck auf Gips (55 sec)

Wir verfügen hier über zwei Röhrchen, die jeweils mit Gips gefüllt sind. Zwei identische Oberflächen sind am Ende des Stils befestigt. Am anderen Ende befindet sich jeweils eine Plattform, auf der wir nun zwei unterschiedliche Gewichte deponieren werden. Der ausgeübte Druck auf den Gips ist dort am größten - bei gleicher Oberfläche - wo die größte Masse aufliegt.

Nun beginnen wir das gleiche Experiment mit unterschiedlichen Oberflächen. Dieses Mal jedoch benutzen wir zwei identische Gewichte. Der ausgeübte Druck ist an der Seite der kleineren Oberfläche am größten.

## Zahlen und Fakten

Masse der Plattform:	100 g
Kleine Oberfläche:	$22 \text{ mm}^2, 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Große Oberfläche:	$25 \text{ mm}^2, 9,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
Erster Vergleich:	Druck 5000 Pa und 8000 Pa
Zweiter Vergleich:	Druck 8000 Pa und 3000 Pa

### 2. Experiment: Schnittvorgang und Druck (30 sec)

Die Schneide einer Klinge ist eine relativ kleine Oberfläche, die es aber ermöglicht, die Banane zu zerschneiden. Die große Seite einer Klinge jedoch, ist verglichen mit der Schneide eine große Oberfläche, die es nicht ermöglicht eine Banane zu zerschneiden. Das gleiche sehen wir bei einer Heftzwecke. Die Nadel läßt sich leicht in einen Karton hineintreiben. Ein sehr geringer Druck auf eine sehr kleine Oberfläche wird jeden Tag angewendet, um zahlreiche Objekte des alltäglichen Gebrauchs zu zerschneiden oder zu zerkleinern.

### 3. Experiment: Druck und Oberfläche (45 sec.)

Die Statue wird auf einen Sockel mit großer Oberfläche gestellt, um zu verhindern, daß sich die Statue in den Boden hinein sinkt. Die übergroßen Reifen eines Traktors haben eine genügend große Oberfläche, um auf sumpfigen Grund zu fahren.

### 4. Experiment: Das Ei und die Karaffe (55 sec.)

Wir entflammen ein Stück Papier und geben es in eine Karaffe hinein. Die heiße Luft strömt zum Teil aus der Karaffe. Das nun auf die Karaffe gelegte Ei soll verhindern, daß die äußere Luft in diese strömt. Normalerweise können wir das Ei nur dann in die Karaffe einführen, wenn wir es vorher zerstückeln. Nach vollzogener Verbrennung verformt sich das Ei, um in die Karaffe zu gelangen. Der Druck der äußeren Luft wirkt sich nur auf die gesamte obere Oberfläche des Eis aus.

### 5. Experiment: Der durchlöcherte Ballon (10 sec.)

Wasser wird unter Druck in einen durchlöcherten Ballon eingeströmt. Das Wasser scheint aus der Kugel zu spritzen. Die Wasserfontänen sind senkrecht an jedem Punkt

### 6. Experiment: Die Blase

Wir bringen nun eine Membrane auf ein Reagenzglas an. Eine Pumpe ermöglicht uns die Luft aus dem Reagenzglas zu pumpen und einen luftleeren Raum zu erzeugen. Die Membrane wird nun durch den Druck der Außenluft deformiert, denn von innen drückt die innere Luft nicht mehr dagegen. Die drückenden Kräfte wirken senkrecht auf die Membrane ein, so daß sich eine kugelartige Verformung ergibt.

### Zahlen und Fakten

Durchmesser des Reagenzglases: 100 mm  
Ausübter Druck: 750 N (massecht 75 kg)

### 7. Experiment: Der aufblasbare Ballon (50 sec.)

Wir schließen einen Ballon und dann geben wir ihn in eine Vakuumglocke. Der Druck, der von der Außenluft herrührt, nimmt in dem Maße ab, in der sich das Vakuum bildet. Die Druckkräfte, die von der eingeschlossenen Luft im Inneren des Ballons herrühren, lassen den Ballon größer werden. Neu ankommende Luft jedoch ruft das umgekehrte Phänomen hervor.

### 8. Experiment: Implosion eines Fernsehgerätes (45 sec.)

Der Aufprall eines Gewichts auf einen Fernsehbildschirm, führt zur Implosion des Gerätes. Das plötzliche Einströmen der Außenluft in eine luftleere Röhre führt dazu, daß das Glas platzt und die Splitter vor allem nach vorn aus dem Bildschirm geschleudert werden. Die Röhre ist gegen leichte Erschütterungen durch die Dicke ihres Glases geschützt. Tritt jedoch plötzlich ein größerer Druck auf, dann implodiert die Röhre.

### Zahlen und Fakten

Größe der Oberfläche: 300 mm\* 400 mm  
Angewandter Druck: 12000 N (entspricht einer Masse von 1,2 t)

### 9. Experiment: Die Magdeburger Halbkugel (45 sec.)

Wir stellen zuerst ein Vakuum im Inneren von aneinanderhängenden Halbkugeln her. Die Druckkraft, die von der äußeren Luft auf die beiden Halbkugeln ausgeübt wird, ist wesentlich größer als die Kräfte, die durch die Feuerwehrleute angewandt werden. Wenn jedoch Luft in die beiden Halbkugeln einströmt, trennen sie sich.

### Zahlen und Fakten

Durchmesser der Halbkugeln: 200 mm  
Angewandter Druck: 12600 N (entspr. einer Masse von 1260 kg oder 200 kg pro Feuerwehrmann)

### 10. Experiment: Die Deformation des Kanisters (1 min. + 30 sec.)

Wir geben etwas Wasser in einen metallischen Kanister. Während einer Stunde kochen wir das Wasser, damit der Wasserdampf die Luft aus dem Kanister treibt. Der hermetisch geschlossene Kanister wird mit dem Wasser abgekühlt. Der Wasserdampf im Kanister kondensiert. Der innere Druck nimmt nun ab und der Druck der Luft außerhalb des Kanisters führt dazu, daß er völlig „verbeult“ wird.

## Zahlen und Fakten

Dimensionen des Kanisters: Höhe 880 mm, Durchmesser 580 mm  
Errechnete Oberfläche:  $2,3 \text{ m}^3$   
Angewandter Druck: 213 000 N (entspr. einer Masse von 21.3 t)

### 11. Experiment: Die Masse der Luft (40 sec.)

Wir stellen zuerst ein Vakuum in einer Ampulle her. Dann wiegen wir sie. Nun wird sie mit Luft gefüllt. Nun messen wir die neue Masse. Sie ist oberhalb von 0,26 g. Die Volumenmasse der Luft beträgt also 1,3 g/l.

## Zahlen und Fakten

200 ml Luft wiegt: 0,26 g  
Volumenmasse: 1,3 g/l

### 12. Experiment: Quecksilberbarometer (1 min + 20 sec.)

Das Barometer mißt den atmosphärischen Druck. Der Durchschnittswert auf Meereshöhe beträgt 760 mm Quecksilber. Um uns ein Barometer herzustellen, nehmen wir ein Röhrchen aus Glas und füllen es mit Quecksilber. Das volle Röhrchen wird in eine Küvette, die mit Quecksilber gefüllt ist, gedreht. Das Röhrchen bleibt an einer präzisen Stelle stehen. Diese Höhe ist das Maß des atmosphärischen Drucks in Millimeter Quecksilber.

### 13. Experiment: Vom Quecksilberbarometer zum Wasserbarometer (3 min. + 20 sec.)

Wir nehmen nun unterschiedliche Baromterröhrchen. Die Höhe des gemessenen Quecksilbers ist jedoch immer die gleiche. Die Form des Röhrchens beeinflusst also nicht den gemessenen Wert. Nun konstruieren wir uns ein Wasserbarometer nach ähnlichem Prinzip wie wir dies beim Quecksilberbarometer gemacht haben. Wir füllen eine Röhre 12 m hoch mit Wasser. Wenn das Rohr gefüllt ist, öffnen wir es am Boden und lassen Wasser in eine Wasserküvette abfließen. Wir führen nun einen Stöpsel in das Rohr, um den Wasserabstand besser ablesen zu können. Wir warten nun darauf, daß sich der Wasserpegel stabilisiert. Der atmosphärische Druck beträgt 10,25 m Wasser. Nun vergleichen wir dieses mit dem Quecksilberbarometer. Das Wasserniveau ist 13,6 mal größer als beim Quecksilber. Das Quecksilber hat eine 13,6 mal höhere Dichte als das Wasser

### 14. Experiment: Die geborstene Pascalsche Tonne (1 min. + 10 sec.)

Wir füllen eine Tonne mit Wasser. Nun bringen wir ein Rohr mit einer Höhe von 15 m auf der Tonne an. Jetzt füllen wir das Rohr mit Wasser. Der große Überdruck, der mit der Höhe des Rohrs zusammenhängt, führt zu einem Bersten des Deckels.

### 15. Experiment: Höhenmesser (25 sec.)

Wir führen ein Höhenmesser in eine Vakuumglocke ein. Während wir das Vakuum herstellen, erhöht sich die Höhe rapide. Der atmosphärische Druck nimmt mit der Höhe ab. Es genügt also, daß man auf ein Barometer eine metrische Skala anbringt, um sich ein Höhenmesser herzustellen.

### 16. Experiment: Das Sieden von Wasser bei 20 °C (1 min. + 5 sec.)

Ein Becherglas, welches mit kaltem Wasser gefüllt ist, wird unter eine Vakuumglocke gebracht. Wenn wir nun ein Vakuum herstellen, fängt das Wasser bei 20 °C an zu kochen. Dies geschieht bei einem verminderten Druck von 18 mm Quecksilber. Die Temperatur des Wassers jedoch blieb unverändert. Der Dampfkochtopf besitzt eine spezielle Sicherheitshülle, in der man Wasser zum Kochen bringen kann, bei einem Druck oberhalb von 760 mm Quecksilber und einer Temperatur über 100 °C.

Achtung! Der Druckmesser zeigt den Druck 0 für den atmosphärischen Druck an.

### 17. Experiment: Schneiden ohne zu Schneiden? (55 sec.)

Auf einem Eisblock bringen wir einen Eisenfaden an, der von zwei Gewichten gehalten wird. Der Faden zieht sich langsam in den Eisblock ein. Der enorme Druck auf das Eis läßt es zum Schmelzen bringen. Hinter dem Eisenfaden bildet sich jedoch wieder, bei normalem atmosphärischen Druck, neues Eis. Der Eisblock wurde durchschnitten, ohne das ein Schnitt zurückbleibt. Das Eislaufen wird also eher auf einer Wasserschicht vollzogen als auf Eis.

### **Untersuchung des idealen Gasgesetzes**

$$P \cdot V = (n \cdot R) \cdot T$$

P = Gasdruck in Pa

V = Gasvolumen in m<sup>3</sup>

n = Masse in mol

R = ideale Gaskonstante

T = absolute Temperatur in K

### 18. Experiment: Untersuchung mit n und T vorgegeben

P in 10 <sup>5</sup> Pa	V in ml	P * V in Pa * m <sup>3</sup>
0,989	50	4,95
0,673	75	5,05
1,72	30	5,16
0,971	50	4,85

19. Experiment: Untersuchung mit  $n$  und  $V$  vorgegeben (45 sec.)

Der Druck nimmt bei Temperaturerhöhung zu.

20. Experiment: Untersuchung mit  $n$  und  $P$  vorgegeben (55 sec.)

Das Volumen nimmt zu, wenn die Temperatur erhöht wird.

Zum Schluß möchten wir Ihnen einige Anregungen oder Hilfen geben. Im Folgenden werden wir Ihnen nur einige Beispiele zu einigen Experimenten zeigen, die man so oder ähnlich in einem Unterrichtsgespräch verwenden könnte.

### **Beispiele**

zum 3. Experiment:

1. Warum besitzt die Statue für den Bodenkontakt einen so großen Sockel?
2. Warum kann der Traktor auch auf sumpfigen Untergrund fahren?

zum 6. Experiment:

1. Warum verformt sich die Membrane?
2. Welche Form nimmt die Membrane an und warum?

zum 7. Experiment:

1. Warum schwillt der Ballon an, wenn man das Vakuum in der Vakuumglocke herstellt, und warum wird er wieder kleiner, wenn die äußere Luft in die Vakuumglocke strömt?

zum 8. Experiment:

1. Warum ist das Glas eines Fernsehgerätes so dick?

zum 10. Experiment:

Nachdem man lange Zeit das Wasser gekocht hat, schließt man den Kanister hermetisch ab.

1. Was geschieht im Inneren des Kanisters, wenn man ihn mit dem Wasser wieder abkühlt?
2. Warum wird der Kanister so verbeult?

zum 15. Experiment:

1. Warum scheint die Höhe abzunehmen, wenn man ein Vakuum herstellt?

zum 16. Experiment:

1. Wieso kann man Wasser bei Zimmertemperatur zum Kochen bringen?