

## Flüssige Luft – Tieftemperaturversuche

Dauer: 12 min

CONATEX-DIDACTIC hat mit diesem Film seine Kollektion über Experimente, die in der Schule aus verschiedenen Gründen nicht zu realisieren sind, vervollständigt. Dieses Videodokument bietet eine Reihe von sehr seltenen und originellen Bildern. Für die Wahl der flüssigen Luft als ein Beispiel von flüssigen Gasen war entscheidend, daß sie ein Gegenstand vor allem im Chemieunterricht bildet. Luft ist lebenswichtig. Wir sind von Luft umgeben. Das Luftverflüssigungsverfahren (Linde-Verfahren) ist beispielsweise Gegenstand des Chemieunterrichts.

Im ersten Teil des Films wird die Verwendung von flüssiger Luft gezeigt. Der übrige Film zeigt die Verwendung von flüssigem Stickstoff, der eine geringere Gefahr darstellt. Die Verwendung dieses Filmdokuments bietet sich natürlich vor allem für die Schule (Sekundarstufe 1/2) an. Einzelne Experimente können unabhängig vom Filmkontext präsentiert und von den Schülern ausgewertet werden. Der Film ist jedoch nicht nur für Schüler zugeschnitten sondern bietet auch bestimmten Berufsgruppen die Möglichkeit, sich über das dargestellte Gebiet zu informieren und weiterzubilden.

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

### 1. Teil: Die Bestandteile der Luft

#### 1. Abschnitt: (55 sec.)

Wir schütten vorsichtig flüssige Luft in ein Becherglas. Sobald diese in das Becherglas geschüttet wird, fängt sie an zu kochen. Der Stickstoff siedet und verdampft zuerst, da er eine Siedetemperatur von  $-195\text{ °C}$  besitzt. Dies ist auch der Bestandteil der Luft, der die Flamme einer Kerze zum Erlöschen bringt. Wenn man das Wiederaufflackern der Flamme beobachten kann, verdampft der Sauerstoff. Seine Siedetemperatur liegt bei  $-183\text{ °C}$ . Fährt man so fort, dann isoliert man noch die anderen Luftkomponenten aus der Luft. Man kann beispielsweise noch die Edelgase aus der Luft herausdestillieren.

### 2. Teil: Stickstoff - die Kältequelle

#### 2. Abschnitt: (15 sec.)

Eine Flasche mit flüssigem Stickstoff ist ein gut isoliertes Gefäß (ein Weinholtsches Gefäß oder ein Thermosgefäß), in der die Verdampfung begrenzt wird. Man bemerkt sofort, daß der Verschluß nicht geschlossen ist (er darf niemals verschlossen werden!), damit das verdampfende Gas entweichen kann. Zugleich sollte man beachten, daß man bei der Arbeit mit flüssigem Stickstoff immer in einem gut belüfteten Raum arbeitet, um Erstickungen zu vermeiden! Wir verwenden aus dem gleichen Grund ein Weinholtsches Gefäß, um die Verdampfung des Gases einzuschränken.

#### 3. Abschnitt: Das Einfrieren (45 sec.)

Wir schütten in eine Kristallschale, die mit einer colorierten Flüssigkeit gefüllt wurde, flüssigen Stickstoff. Sehr schnell entsteht an der Oberfläche eine Schicht Eis, die man zerbrechen kann.

**4. Abschnitt: Das Einfrieren (2, die Rose) (30 sec.)**

Eine Rose wird in flüssigen Stickstoff eingetaucht. Nach dem Stickstoffbad zerbricht sie in zahlreiche Stücke.

**5. Abschnitt: Das Einfrieren (3, der Gummischlauch) (25 sec.)**

Wir tauchen das Ende eines Gummischlauchs in das Weinholzsche Gefäß: Es bildet sich eine Stickstofffontäne. Beim Herausnehmen ist der Schlauch erstarrt und wird mit einigen Hammerschlägen zerschlagen.

**6. Abschnitt: Die Veränderung der Struktur (die Struktur der Pulver) (1 min.)**

Wir nehmen drei mal zwei Reagenzgläser, die jeweils die gleichen Substanzen enthalten (jeweils ein Reagenzglas lassen wir als Vergleichsprobe unbeteiligt). Wir tauchen nun die 3 Reagenzgläser nacheinander in den flüssigen Stickstoff. Dann vergleichen wir die Substanzen mit den unbeteiligten anderen 3 Reagenzgläsern. Der gelbe Schwefel wird weiß. Die Mennige wechselt seine Farbe von rot-orange nach gelb-orange. Das rote Quecksilberjodid nimmt eine gelblich-orange Färbung an. Wir beobachten noch die Gegenwart von Reif auf den erkalteten Reagenzgläsern.

**7. Abschnitt: Die Veränderung der Struktur (2, Zink) (20 sec.)**

Ein bei Zimmertemperatur verformbares Zinkplättchen zerbricht nach dem Stickstoffbad.

**8. Abschnitt: Die Veränderung der Struktur (3, die Bleiglocke) (25 sec.)**

Die Glocke aus Blei klingt bei Zimmertemperatur sehr schlecht. Im Gegensatz dazu, erklingt nach vollzogener Abkühlung im Stickstoffkältebad der Ton silberhell.

**9. Abschnitt: Die Zustandsveränderung (der Hammer aus Quecksilber) (1 min + 25 sec.)**

Wir gießen vorsichtig Quecksilber in eine Hammerform (Gießform) und bringen daran einen Stil an. Die Abkühlung dauert recht lange, damit die Apparatur fest wird. Die Gefriertemperatur von Quecksilber liegt bei  $-39\text{ °C}$ . Nun ist der Hammer hart genug, um einen Nagel in ein Stück Holz zu schlagen! Nach ungefähr einer Stunde wird unser Quecksilberhammer bei Zimmertemperatur wieder flüssig.

**10. Abschnitt: Die Zustandsveränderung (2, die Verflüssigung von Methan) (1 min. + 5 sec.)**

Am Ende eines mit Methangas gefüllten U-Rohres brennt eine Flamme. Wir kühlen nun das U-Rohr ab. Die Flamme erlischt. Wir drosseln die Zufuhr des Methangases in das U-Rohr, und man sieht flüssiges Methan am Boden des U-Rohrs. Sobald sich das Methan wieder erwärmt, verdampft es, und wir können die Flamme wieder entzünden, obwohl kein Methanzufluß mehr gegeben ist. Methan wird bei  $-164\text{ °C}$  flüssig. In diesem Zustand wird es in großen Mengen in Spezialbehältern transportiert.

**11. Abschnitt: Die Zustandsveränderung (3, die Herstellung von „Schnee“) (35 sec.)**

Wir füllen Kohlendioxid in ein Becherglas, welches durch flüssigen Stickstoff abgekühlt wurde. Das Kohlendioxid verfestigt sich und formt eine Art Eisschnee. Die Verfestigungstemperatur von Kohlendioxid liegt bei  $-78,5\text{ °C}$  (unter normalen atmosphärischen Bedingungen). Bei Zimmertemperatur geht der feste Stoff sofort in den gasförmigen Zustand über. Dies ist eine Sublimation.

**12. Abschnitt: Elektrische Eigenschaft (Widerstand und Kälte) (40 sec.)**

Wir plazieren einen Wolframfaden in eine elektrische Leitung, welche gleichzeitig eine Glühbirne enthält. Bei Zimmertemperatur ist die Glühbirne kaum erleuchtet. Wenn der Wolframfaden abgekühlt wird, sinkt sein Widerstand und die Glühbirne zeigt, daß der elektrische Widerstand im Stromkreis zunimmt.

**13. Abschnitt: Elektrische Eigenschaft (2, die Supraleitfähigkeit) (50 sec.)**

Wir legen auf einen starken Magneten ein Keramikplättchen aus einem Supraleiter (YBaCuO). Wir beobachten bei der Temperatur von flüssigem Stickstoff das Phänomen der Supraleitfähigkeit. Die Induktion ermöglicht der Keramikplatte ein Schweben über dem Magneten.

**14. Abschnitt: Praktische Anwendung (50 sec.)**

Eine Kugel kann bei Zimmertemperatur durch einen Ring gezogen werden. Nach der Abkühlung ist es unmöglich geworden, die Kugel durch den Ring zu ziehen. Der Ring hat sich durch die Kälte verkleinert. durch dieses Prinzip ist es möglich, Apparaturen oder Geräte zusammensetzen. Unter normalen Bedingungen wäre dies nicht möglich, man müßte beispielsweise Rohre oder Leitungen erst trennen und dann wieder zusammenschweißen. Durch Abkühlung kann man dies jedoch vermeiden. Nach der Abkühlung dehnen sich die Materialien wieder aus, und die Apparatur sitzt „bombenfest“.

**3. Teil: Von der Flüssigkeit zum Gas****15. Abschnitt: Die Zunahme des Drucks (55 sec.)**

Die Verdampfung des Stickstoffs führt zu einer spektakulären Volumenzunahme des Ballons. Hätte das Gefäß keine deformierbare Zone, dann würde der Überdruck zu einem Platzen führen.

**Schluß****16. Abschnitt: Spezialeffekt (20 sec.)**

Eine Spezialbeleuchtung auf weiße Dämpfe gerichtet, schafft eine phantastische Atmosphäre.