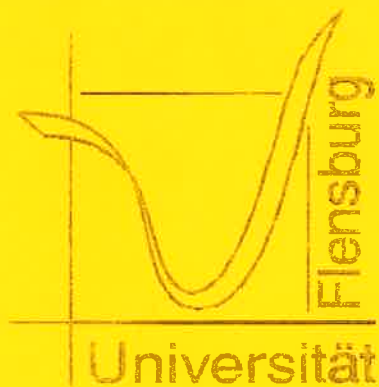


Prof. Dr. Lutz Fiesser
Nicola Kochhafen

100 Elementarbegegnungen

mit

**WASSER UND LUFT
SCHALL UND RAUCH
LICHT UND FARBE**



σ science

Universität Flensburg
Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik

PHÄNOMENIA

Mit diesem Heft legen wir das Ergebnis einer Veranstaltung vor, die im Sommer 2004 an der Universität Flensburg durchgeführt worden ist. Durch die Unterstützung der Flensburger Rotary-Clubs und die Hilfe von anderer Seite wurde es möglich, 100 Elementarbegegnungen mit Phänomenen aus Physik, Chemie und Technik zu organisieren. Adressaten waren Erzieherinnen und Erzieher aus Kindertagesstätten und Kindergärten. Ihnen sollten Anregungen gegeben werden, wie schon in einer frühen Phase der Entwicklung Kinder entscheidende Impulse für die Ausformung naturwissenschaftlich-technischer Interessen finden können.

Wesentliche Inhalte des Kurses fehlen in diesem Heft: In jeder Veranstaltung haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Experimente ausprobiert, bewertet und dann in ihre Praxis integriert. Diese Rückkopplung konnte in den vorliegenden Text nicht aufgenommen werden. Ferner haben wir in Anlehnung an Martin Wagenschein ein methodisches Konzept gewählt, bei dem jeweils ein Phänomen sehr gründlich diskutiert und dabei durchdrungen und verstanden wird. Diese Verwurzelung schien uns notwendig zu sein. So konnte ein Empfinden dafür entstehen, wie komplex oft auch Erscheinungen sind, die auf den ersten Blick so einfach zu sein scheinen. Wir haben das getan, um einerseits zu weitergehendem Nachdenken über wesentliche Phänomene aus Naturwissenschaft und Technik anzuregen, noch viel mehr aber, um zu schnelle, zu naheliegende und zu falsche Interpretationen zu verhindern:

Kinder im Alter von 4 bis 7 Jahren (und natürlich darüber hinaus) haben unendlich viele Fragen. Sie sind begierig darauf, Neues zu erleben, Zusammenhänge zu empfinden und konkret mit den Phänomenen ihre Welt umzugehen. Wir können ihnen in diesem Alter einen wertvollen Schatz unmittelbaren Erlebens mit geben – und sollten der Versuchung widerstehen, verfrühte Erklärungen, unangemessene Modelle und leere

Worte zu gebrauchen, die ein wirkliches Verstehen blockieren. Die unmittelbare Wahrnehmung eines finalen Zusammenhangs bietet entscheidenden Lerngewinn. Wenn – Dann beschreibt in diesem Alter die angemessene Vorgehensweise auch wenn Kinder nach dem Warum fragen. Viel zu häufig verwechseln wir dieses Warum mit der Frage nach der logischen Kausalität, versuchen dann die unterschiedlichen Einflussgrößen zu benennen und verstricken uns in theoretische Zusammenhänge, mit denen diese Kinder überfordert sind.

100 Elementarbegegnungen bieten 1000 wichtige Erfahrungen in Physik, Chemie und Technik, die später 10 000 Erscheinungen des eigenen Lebens verständlich werden lassen. Musik und bildende Kunst, Sport und Literatur, Geschichte und Geografie sind Ausformungen unserer Kultur, beruhen auf einer konkreten Welt mit Erscheinungen, die wir schon kleinen Kindern erfahrbar machen können. Die jeweilig letzte und tiefgreifendste Erklärung mag den Disziplinen vorbehalten bleiben, die sich im späteren Leben u.a. im schulischen Zusammenhang entfalten.

Flensburg im Juni 2004

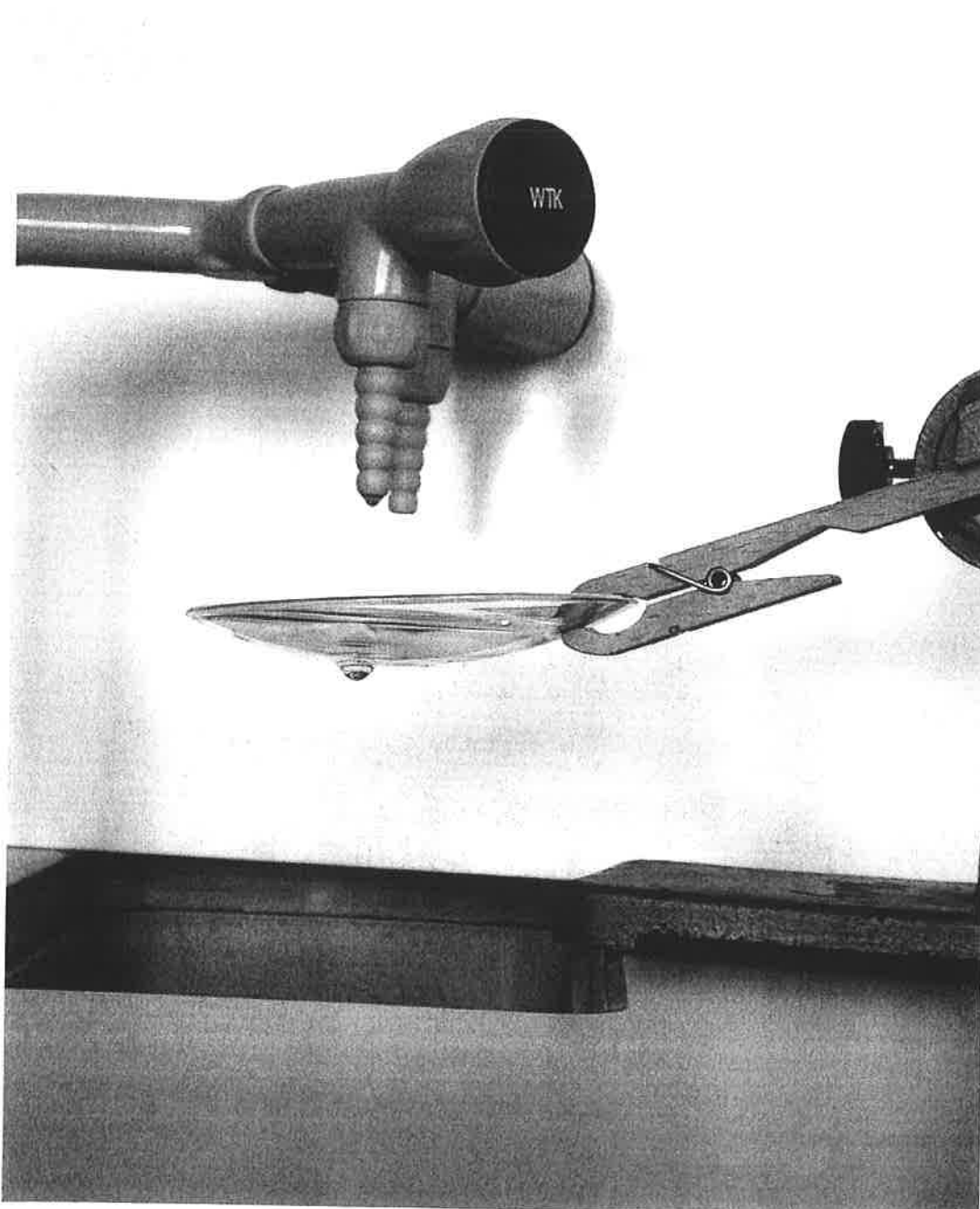
Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik, Universität Flensburg und Phänomenta e.V.

Fortbildungsreihe: ‚Naturwissenschaftliche Phänomene in Kindertagesstätten‘

WASSER UND LUFT

1. Große Tropfen

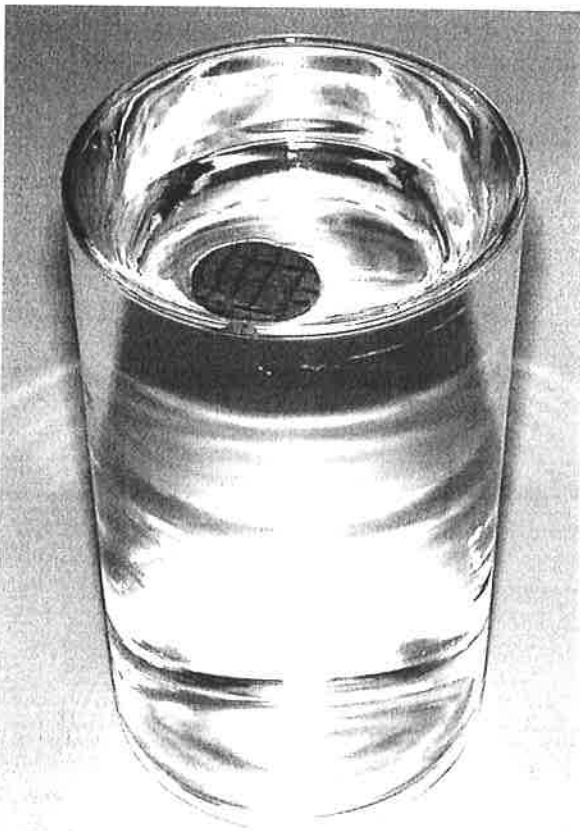
- ▶ Flaches Glasgefäß (hier wird ein s.g. Uhrglas benutzt)
Halter
Wasserhahn
- Der Wasserhahn ist nur ganz wenig geöffnet. Dadurch fließt nur sehr wenig Wasser in das Uhrglas, das schließlich überläuft. Sehr schön kann man den Weg des Wassers beobachten, das unter dem Gefäß klebt. Allerdings reißen die Tropfen doch ab, wenn sie ein bestimmtes Gewicht überschreiten.



2. Wassertal und Wasserberg

- ▶ Trinkglas
Korkscheibe
Wasser
Steinchen

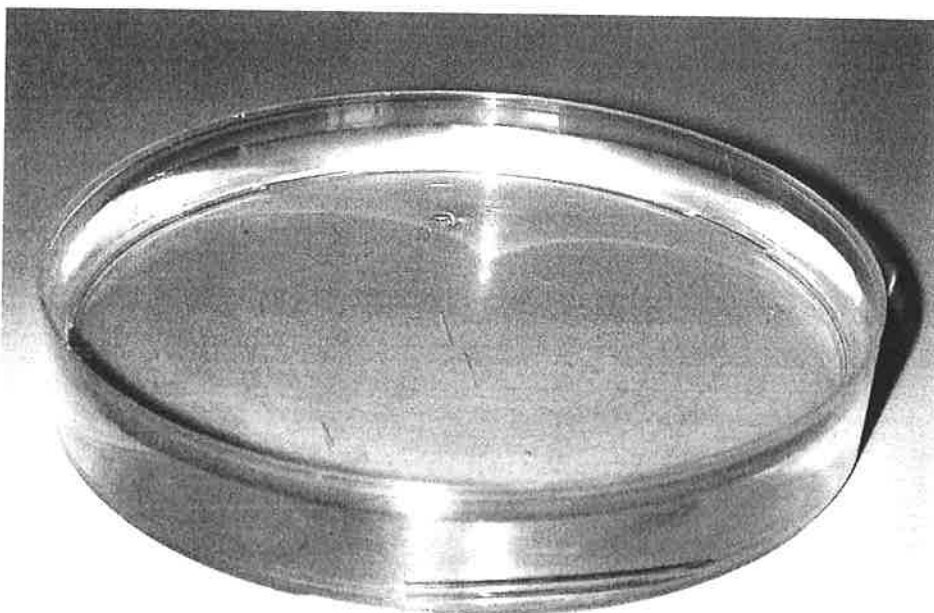
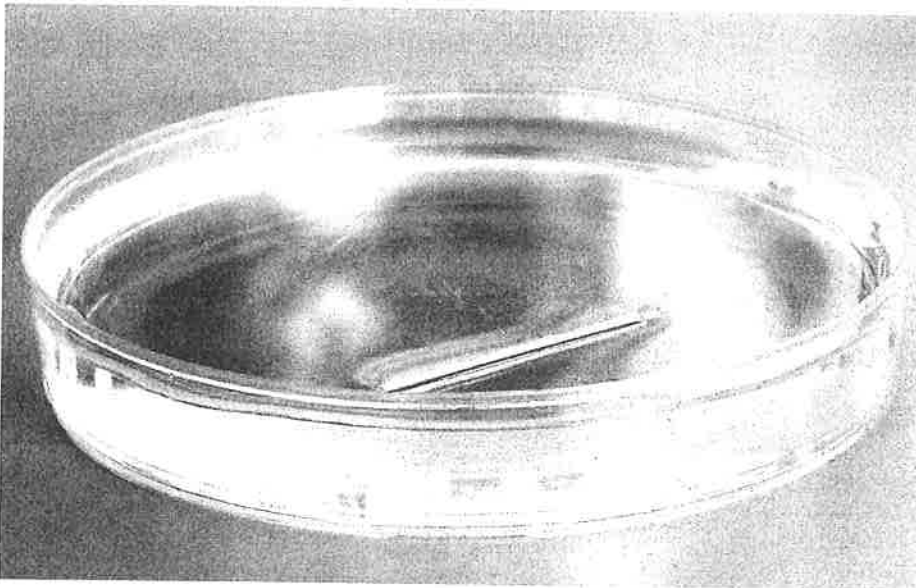
- Ist das Glas „normal“ mit Wasser gefüllt, schwimmt die Korkscheibe immer an den Rand. Dort kann sie ein Stückchen höher als in der Mitte schwimmen.
Dann wird das Glas bis zum äußersten Rand gefüllt. Wenn nun noch vorsichtig Steinchen in das Glas gegeben werden, steigt der Wasserspiegel weiter und bildet einen gut sichtbaren Berg. Nun schwimmt die Korkscheibe zur Mitte, weil sie dort am höchsten ist.



3. Die schwimmende Nadel

- ▶ Beliebiges flaches Gefäß
Wasser
Nähnadel
Gabel oder anderes Hilfsgerät
Spüli oder andere Seifenlösung

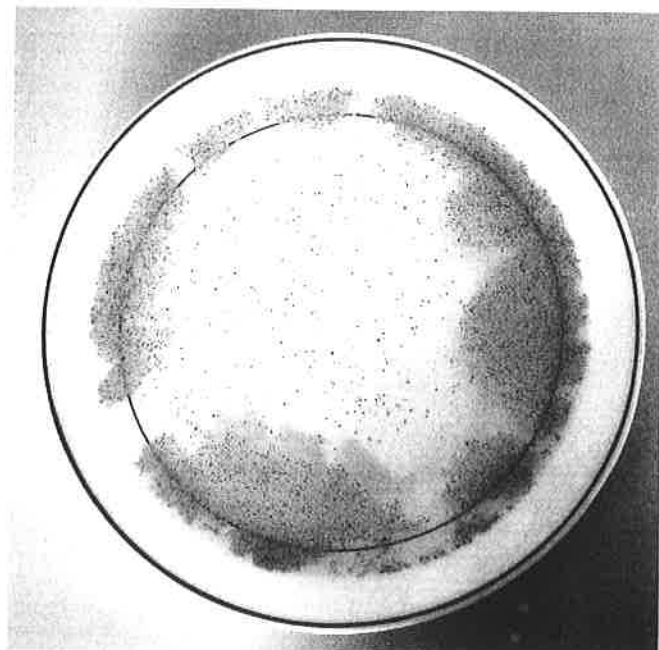
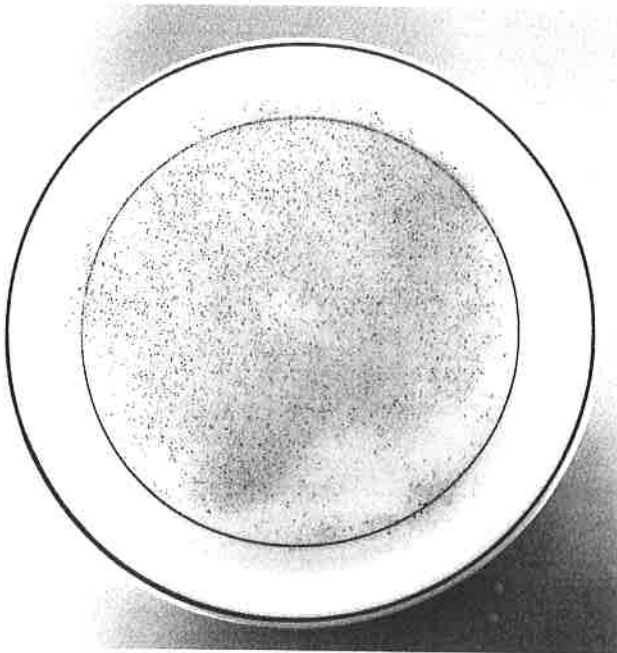
- Die Nadel wird leicht eingefettet. Man kann sie dafür z.B. an der eigenen Nase reiben. Danach legt man die Nadel auf eine Gabel und führt sie ganz vorsichtig in das Wasser: die Nadel schwimmt, obwohl sie aus Eisen ist. Gibt man allerdings einen kleinen Tropfen Spüli in das Wasser, geht sie nach ganz kurzer Zeit unter.



4. Pfefferinseln

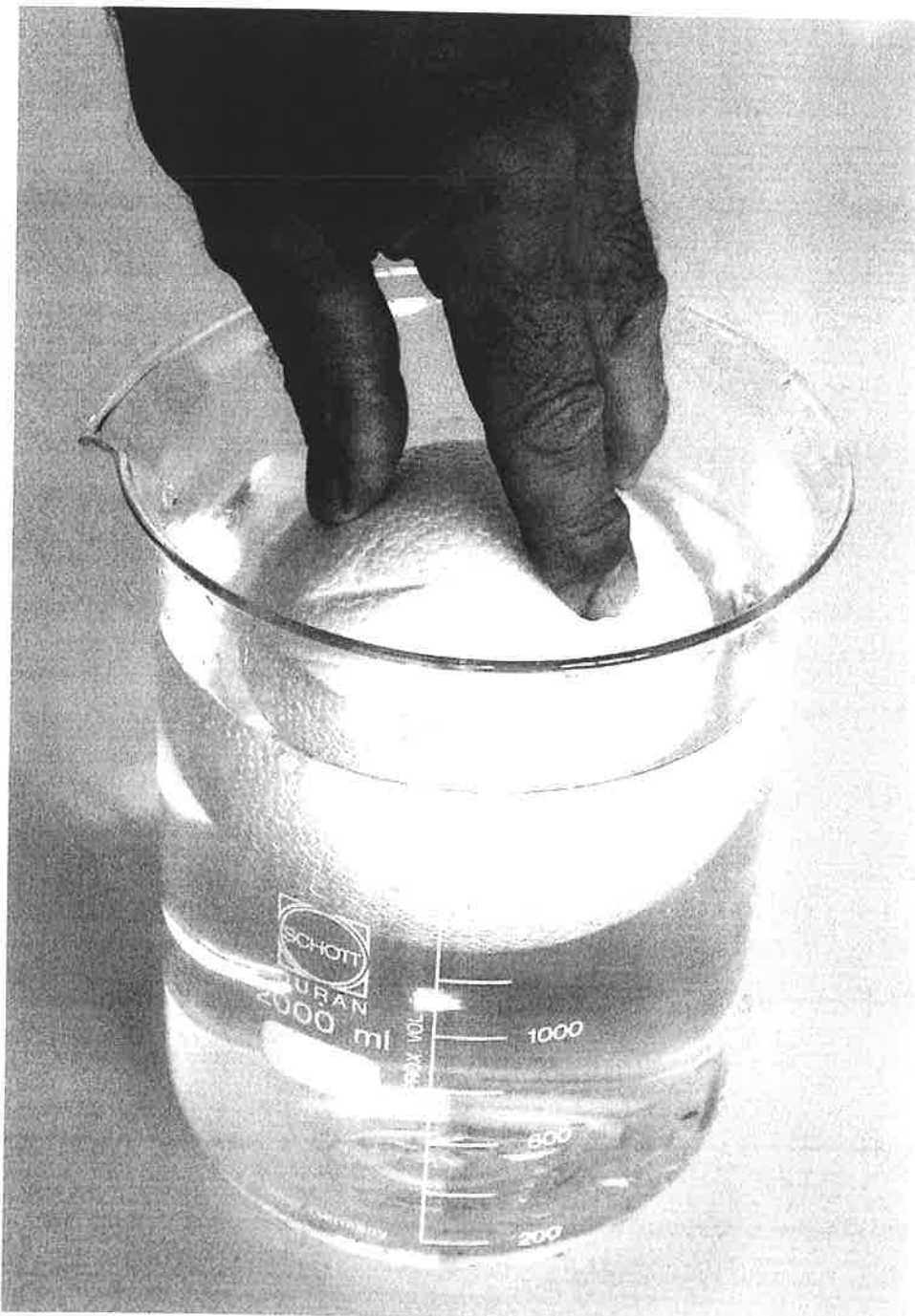
- ▶ Teller
Wasser
Gemahlener (schwarzer) Pfeffer
Spüli oder andere Seifenlösung

- Der Pfeffer wird auf die Wasseroberfläche gestäubt. Gibt man einen ganz kleinen Tropfen Spüli auf das Wasser, flitzen die Pfefferstückchen an die Seite und bilden kleine Inseln.



5. Auftriebskörper

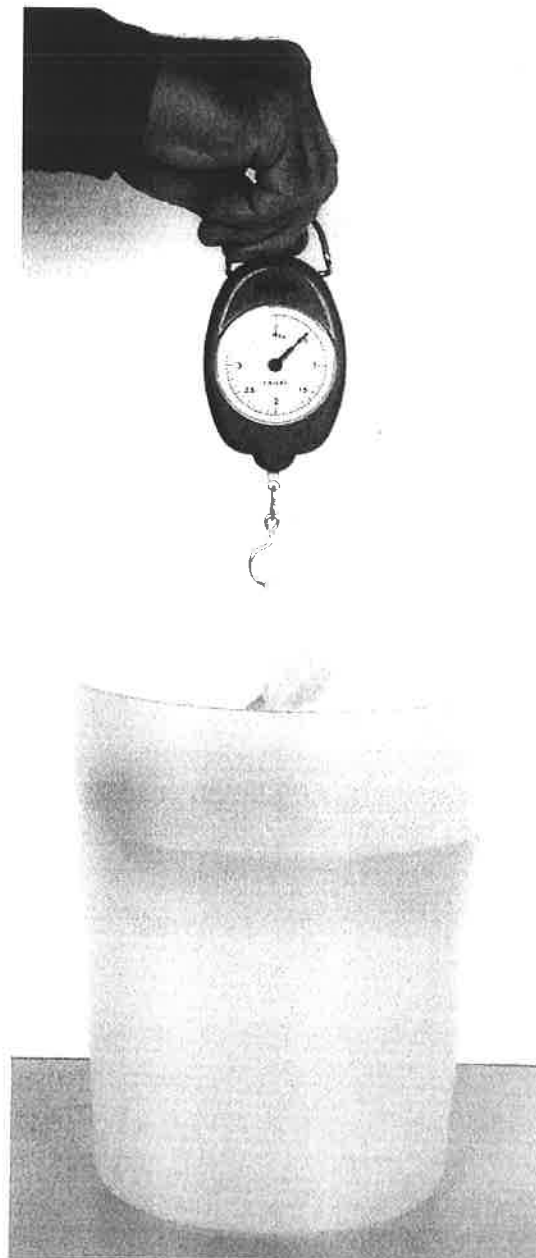
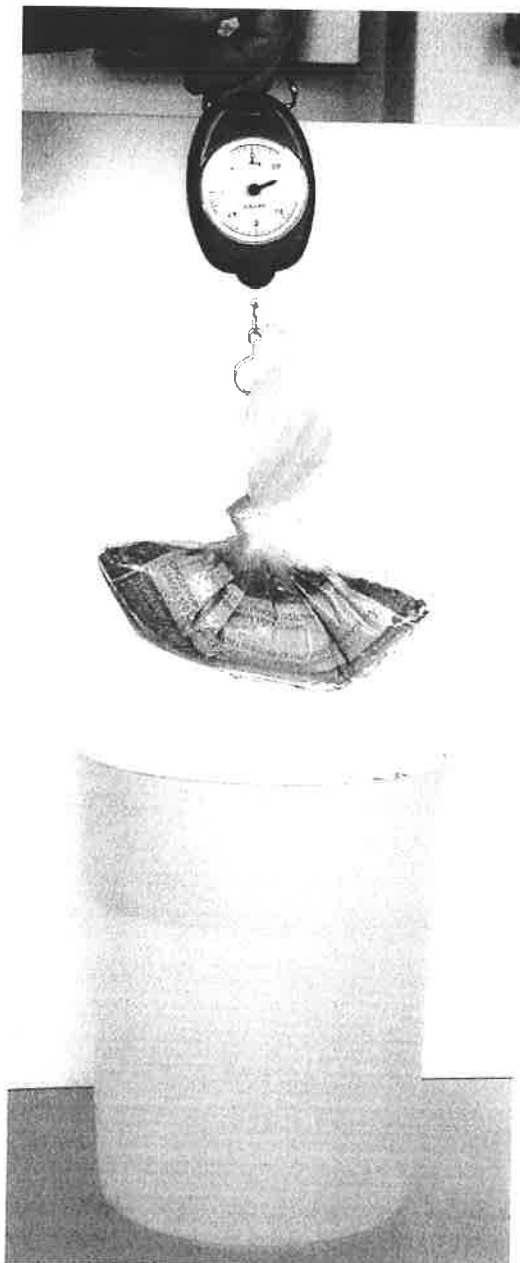
- ▶ Höheres Gefäß (z.B. Blumenvase, Messbecher)
Wasser
Styroporkugel
- Die Styroporkugel schwimmt sehr weit oben auf dem Wasser. Schon bei sehr geringem Eintauchen ist der Auftrieb so groß wie ihr Gewicht. Drückt man sie in das Wasser hinein, kann man gut sehen, wie der Wasserstand steigt und dabei die immer größere Auftriebskraft spüren.



6. Gewichtsverlust

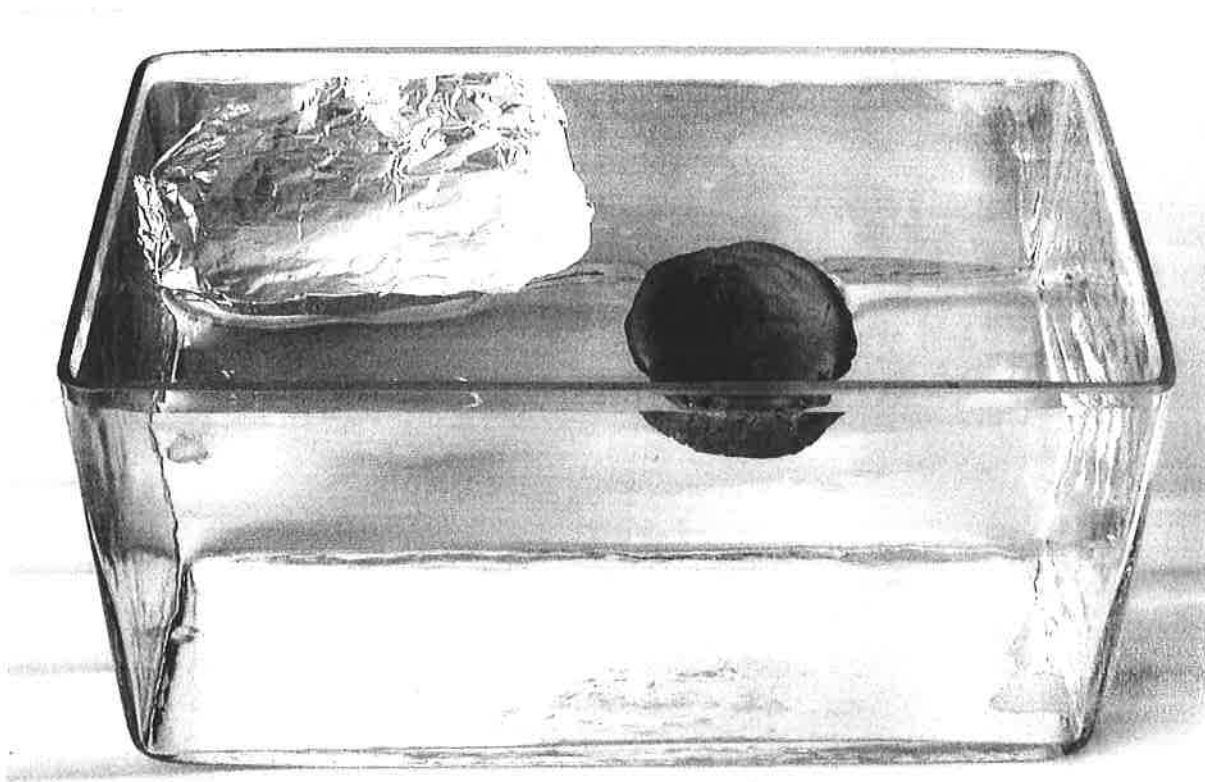
- ▶ Gefrierbeutel
- Sand
- Aluminiumstück
- Kraftmesser
- Kleiner Eimer
- Wasser

- Taucht man den mit Sand gefüllten (und zugeknoteten!) Beutel in Wasser, spürt man sehr deutlich den Gewichtsverlust, der durch den Auftrieb zu erklären ist. Mit einer Federwaage (Kraftmesser) kann man ihn auch messen. Dabei ist zu erkennen (und das funktioniert mit einem Aluminiumstück sehr gut), dass der Auftrieb nicht von der Eintauchtiefe abhängt.



7. Knetboot

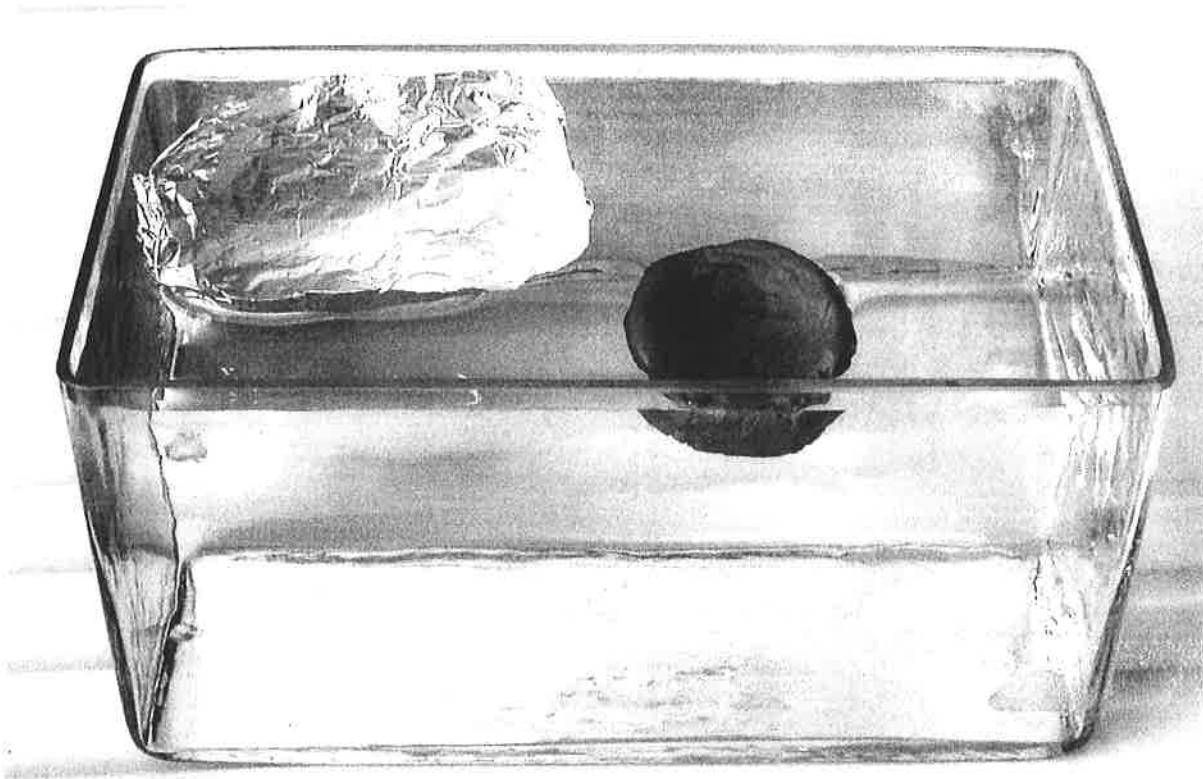
- ▶ Wasserbecken
Knete
Steinchen
- Eine Knetkugel schwimmt nicht. Sie ist schwerer als eine Portion Wasser gleichen Volumens. Formt man aber aus der Kugel eine Schale (oder auch ein Boot), schwimmt die Knete und kann auch noch mit Steinchen beladen werden.



8. Aluboot

- ▶ Wasserbecken
- Alufolie
- Spielfiguren

- Aluminium geht in Wasser unter. Ein Schnipsel Alufolie sinkt zu Boden. Formt man aber aus Folie einen hohlen Körper (z.B. ein Boot), ist der Auftrieb so groß, dass nicht nur das Metall schwimmt sondern auch noch Spielfiguren oder andere Lasten getragen werden können.

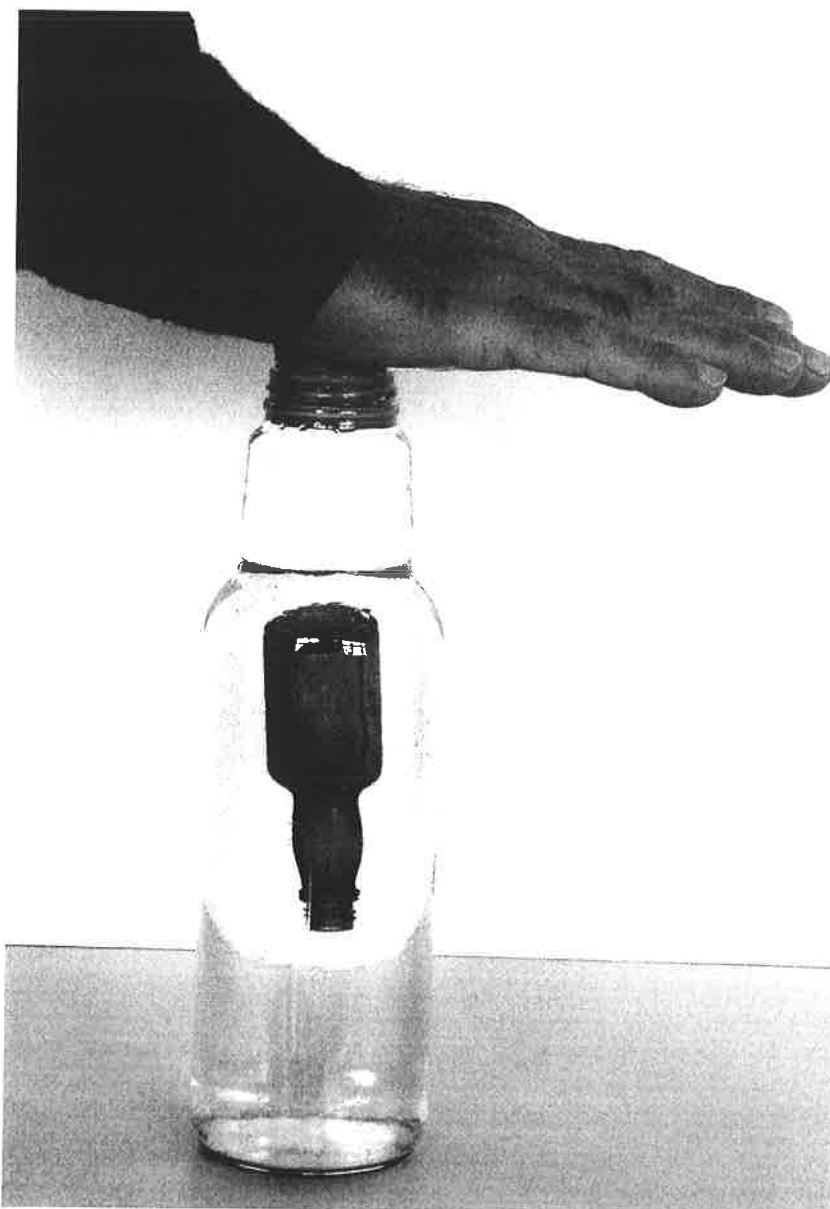


9. Cartesianischer Taucher

- ▶ Saftflasche
Gummistopfen
Kleines Trinkfläschchen
Wasser

- Die Saftflasche wird mit Wasser gefüllt. Man steckt dann das kleine Fläschchen mit der Öffnung nach unten hinein und verschließt mit dem Gummistopfen so, dass keine Luftblase entsteht. Drückt man nun auf den Stopfen, fließt Wasser in das Fläschchen hinein, es wird schwerer und geht unter. Manchmal ist es gut, schon vorher etwas Wasser einzufüllen. Dann muss man nicht so fest drücken.

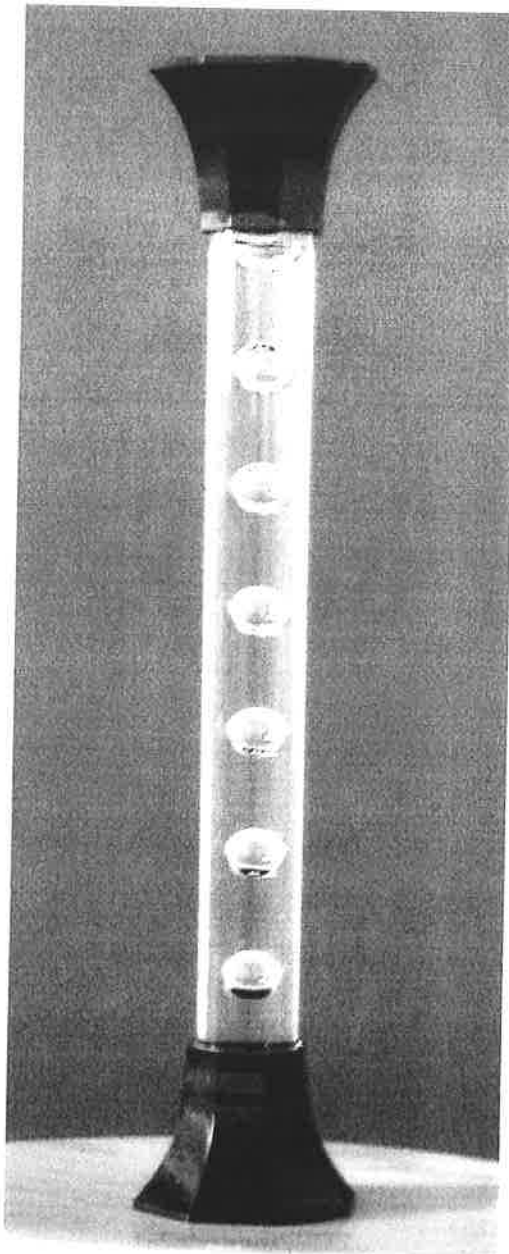
Der Taucher ist nach dem Philosophen und Physiker René Descartes benannt. Er wird manchmal auch „Schwimmteufel“ genannt.



10. Blasenröhre

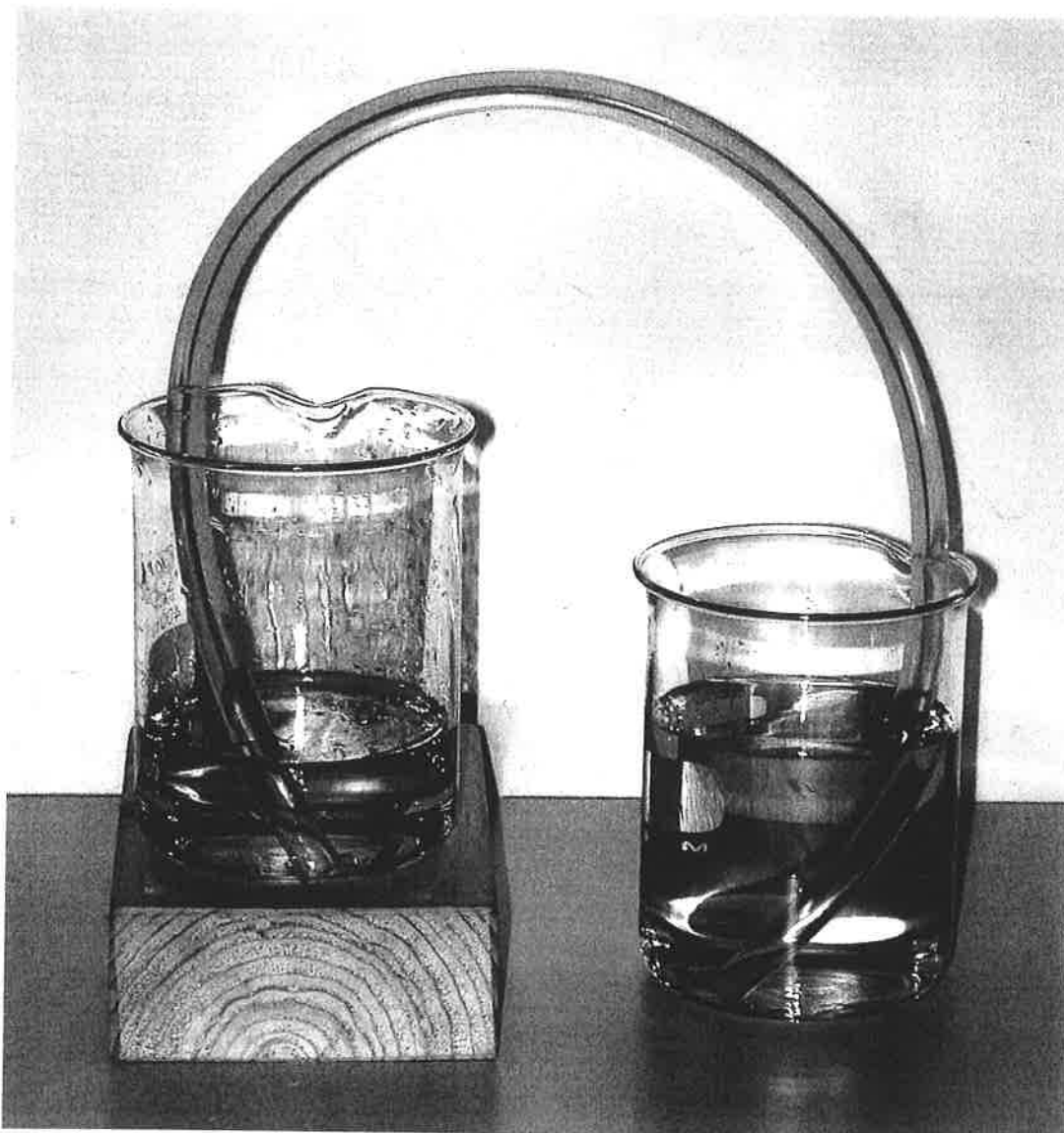
- ▶ Die Blasenröhre wird in Einrichtungshäusern und Geschäften verkauft, die Geschenkartikel anbieten. Es handelt sich um ein Glasrohr, das an beiden Enden mit einer Kunststoffkappe verschlossen ist. Das Rohr ist mit einem zähflüssigen Silikonöl gefüllt. Jeweils in der oberen Kappe ist auch eine Portion Luft.
- Dreht man nun die Blasenröhre auf den Kopf, steigen Luftblasen durch das Öl nach oben.

Die Blasen bilden eine gleichmäßige Kette, sie sind alle gleich groß. Es ist zunächst erstaunlich, dass so viele Blasen entstehen. Dabei wird der Beobachter getäuscht: die Krümmung des Rohrs wirkt wie eine Lupe, die die Blasen größer erscheinen lässt. In jeder Blase erscheint verkleinert das Bild des Raumes, in dem experimentiert wird.



11. Schlauchheber

- ▶ Zwei Trinkgläser
50 cm transparenter Schlauch
Zwei Holzklötze (oder andere Möglichkeit, die Gläser hoch zu stellen)
Wasser (eventuell angefärbt)
- Man sollte sauberes Wasser in die Gläser geben und dann durch Ansaugen den Schlauch füllen. Es ist nicht ganz einfach, die Öffnung schnell genug mit dem Finger zu schließen! Am Ende soll keine Luftblase mehr im Schlauch sein. Nun kann man beobachten, dass das Wasser „über den Berg“ durch den Schlauch fließt und dadurch der Wasserstand in den beiden Gläsern ausgeglichen wird. Lebensmittelfarbe oder ein Tropfen Tinte machen es leichter, das Wasser zu beobachten.

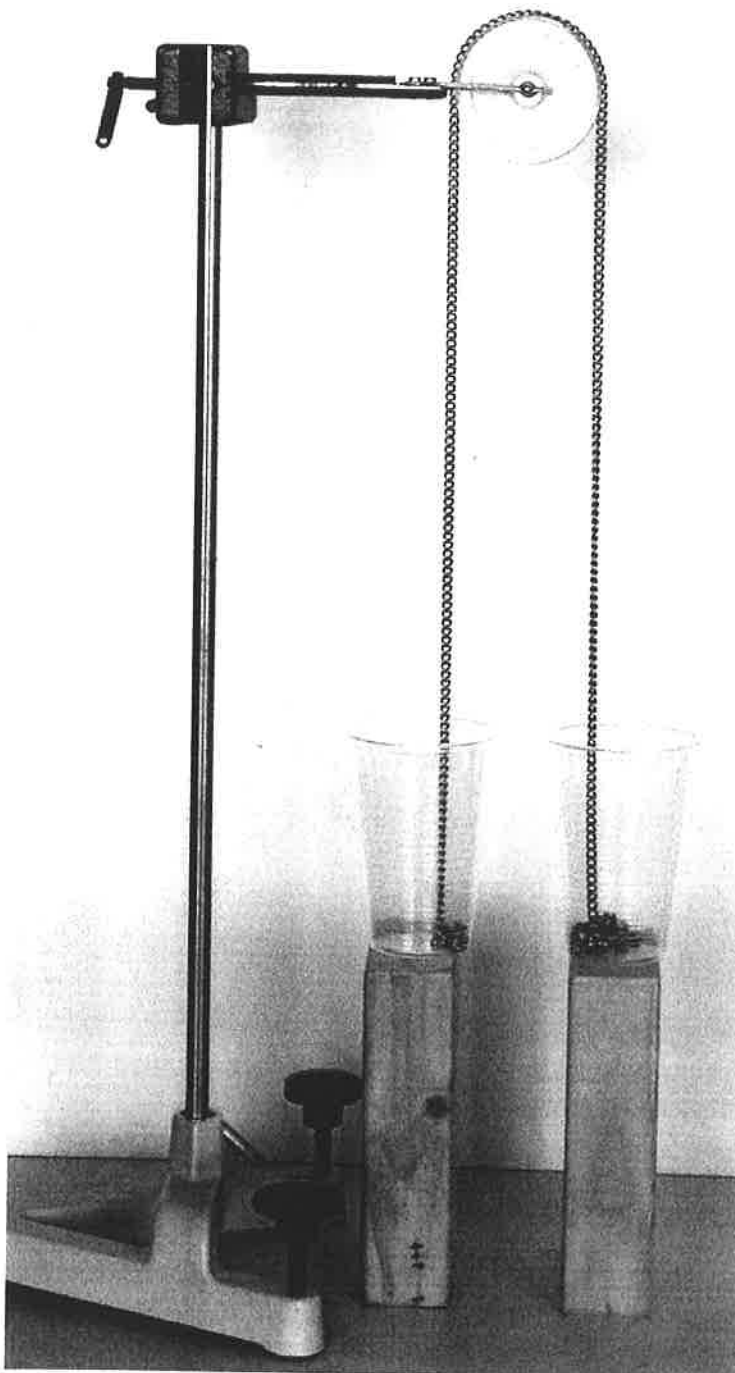


1 1 WASSER UND LUFT

12. Kettenheber

- ▶ Rillenrad an einem Halter
- Kette
- 2 schmale Gefäße

- Diese Station ergänzt den Schlauchheber: ändert man die Höhe eines der Gefäße, läuft so viel Kette über das Rad, dass die Füllhöhe auf beiden Seiten wieder gleich ist. Hier ist nun leicht zu erkennen, dass dafür das Gewicht des frei hängenden Kettenstücks verantwortlich ist.

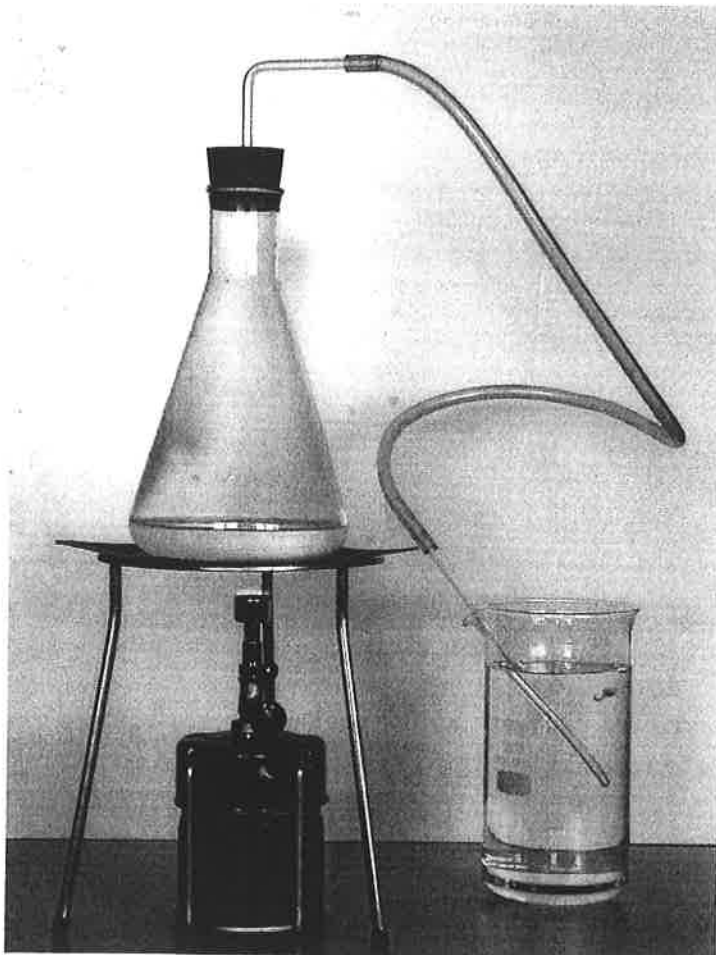


13. Wasserkochen

- ▶ Feuerfestes Glasgefäß (Erlenmeyerkolben)
Glasgefäß mit Wasser
Durchbohrter Gummistopfen
Röhrchen mit Schlauch
Gasbrenner (Campingkocher)

- In den Kolben wird ca. 3 cm hoch kaltes Wasser gefüllt. Er wird dann mit dem Gummistopfen verschlossen und auf den Brenner gestellt. Der Schlauch wird mit dem Röhrchen in das Glasgefäß mit Wasser gesteckt.
Nun kann der Brenner angezündet werden. Es sind viele Phänomene zu beobachten:
 - Der Kolben wird außen feucht.
 - Es entstehen im Wasser kleine Bläschen.
 - Aus dem Schlauch treten Blasen aus.
 - Im Kolben wird die Wand oberhalb des Wasserspiegels feucht.
 - Am Boden des Kolbens entstehen und vergehen Bläschen. Es rumort.
 - Die Blasen aus dem Röhrchen verhalten sich plötzlich seltsam, es knallt.

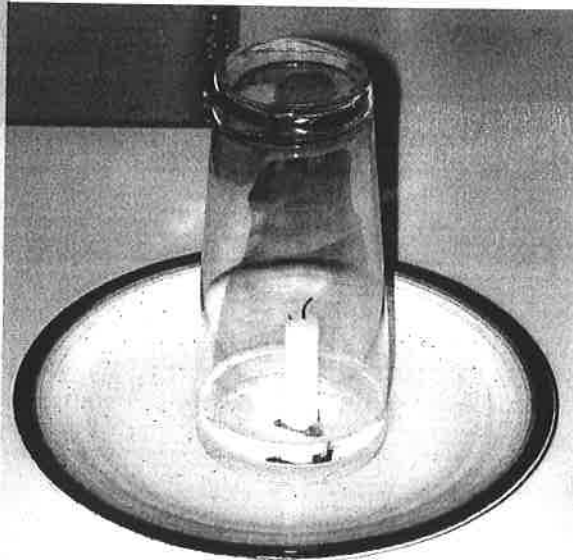
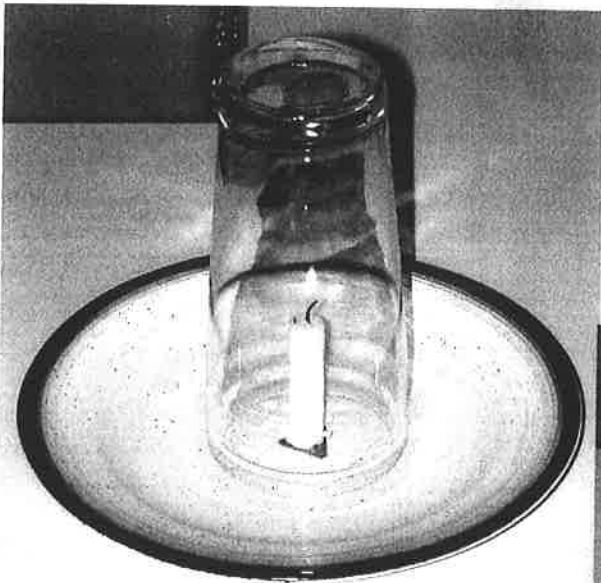
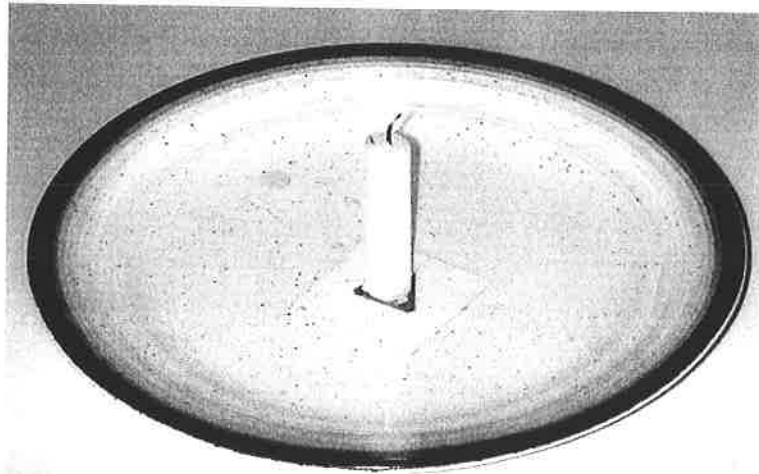
Und dann wird der Brenner abgestellt. Nach einiger Zeit passiert Seltsames.....



14. Verlöschende Kerzenflamme

- ▶ Teller
- Trinkglas
- Kerze
- Einfacher Kerzenständer

- Man füllt den Teller mit Wasser und stellt die brennende Kerze in seine Mitte. Nun wird das Trinkglas über gestülpt.
Nach einiger Zeit wird die Flamme kleiner und erlischt schließlich. Das Wasser steigt im Glas hoch. Am Glasboden ist schwarzer Russ zu sehen.



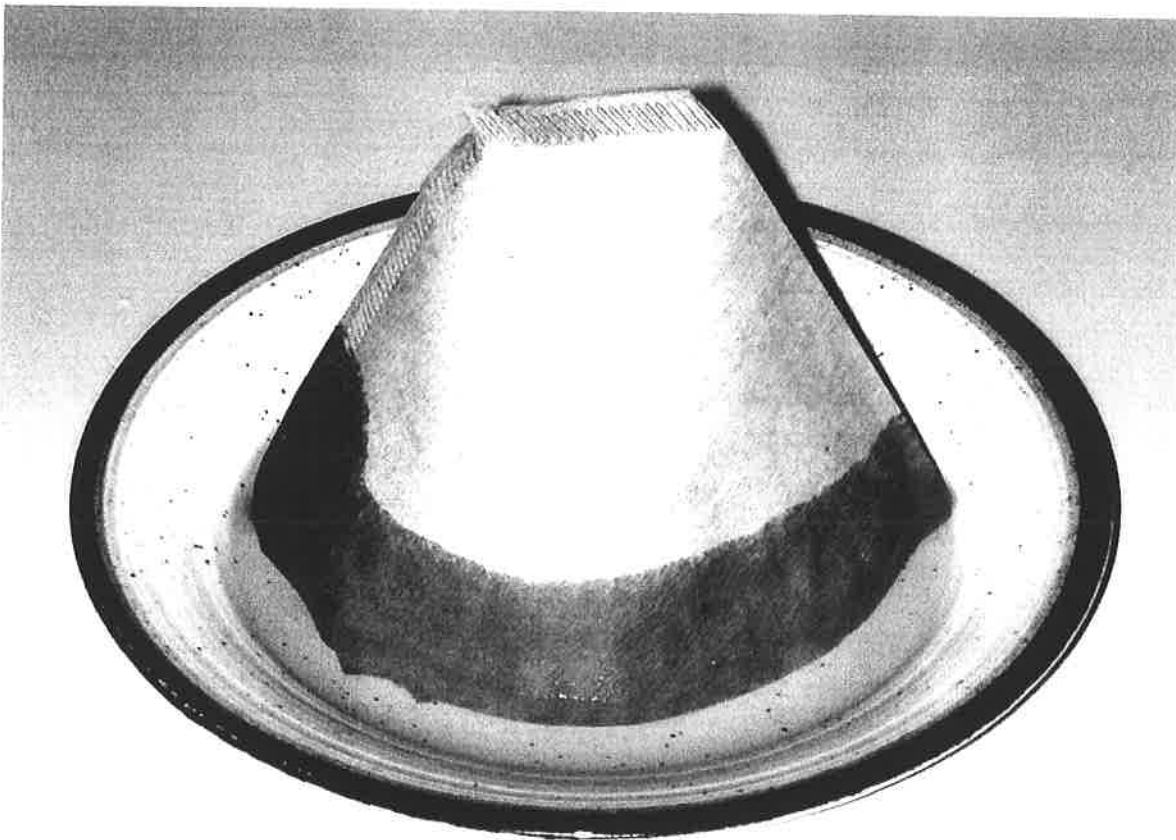
14 WASSER UND LUFT

14

15. Kapillaren

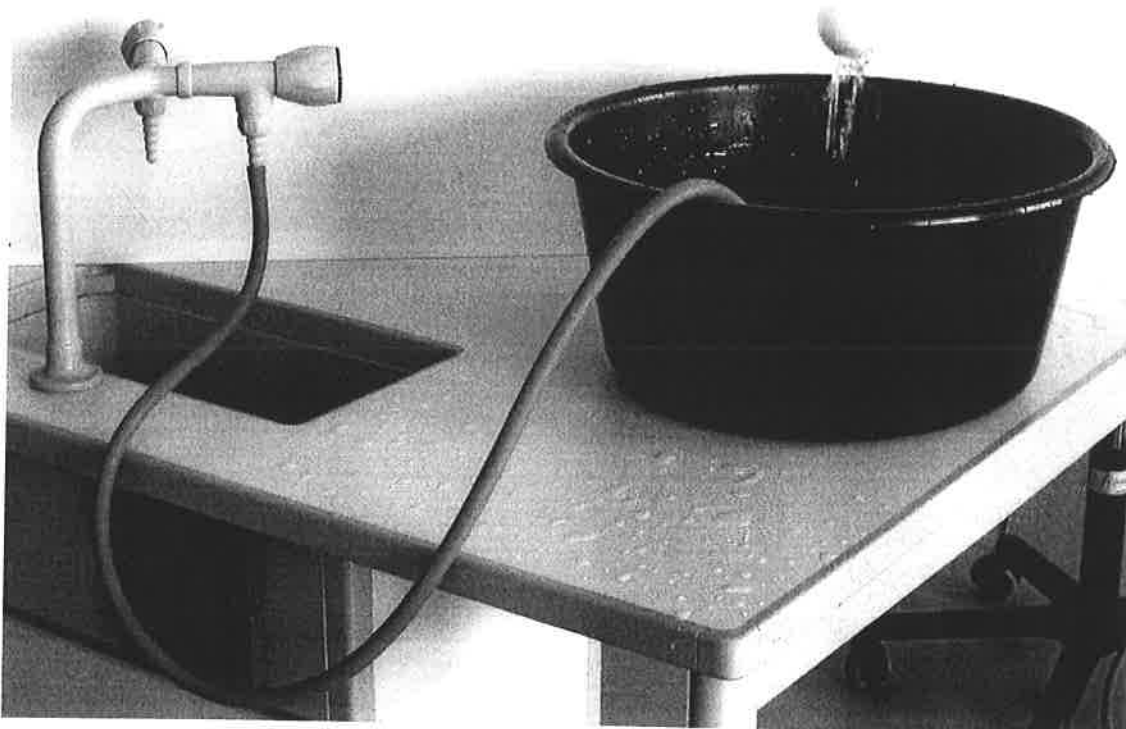
- ▶ Teller
Wasser (evtl. angefärbt)
Filtertüte
Glaskapillaren

- In den Teller wird angefärbtes Wasser geschüttet. Hält man nun eine Kapillare hinein, steigt das Wasser darin hoch. Stellt man in das Wasser eine Filtertüte, ist das rasche Ansteigen gut zu sehen: die feinen Öffnungen in dem Papierfilz sind Kapillaren. Wenn sie gefüllt sind, wird das Papier durchsichtiger.



16. Brunnenball

- ▶ Größere Schüssel
Wasseranschluss
Schlauch mit abgewinkeltem Röhrchen
Halter
Styroporkugel
- Der Halter für die Wasserdüse muss recht schwer sein, damit die beim Experimentieren nicht umfällt. Sie wird mit dem Schlauch an einen Wasserhahn angeschlossen. Wenn das Wasser nun nach oben spritzt (ca. 50 cm), kann man die Styroporkugel (es kann auch ein Tischtennisball sein) in den Wasserstrahl setzen, sie bleibt dort!
Nach einiger Zeit erreicht der Wasserstand das Düsenende. Höchste Zeit, das Wasser auszugießen.

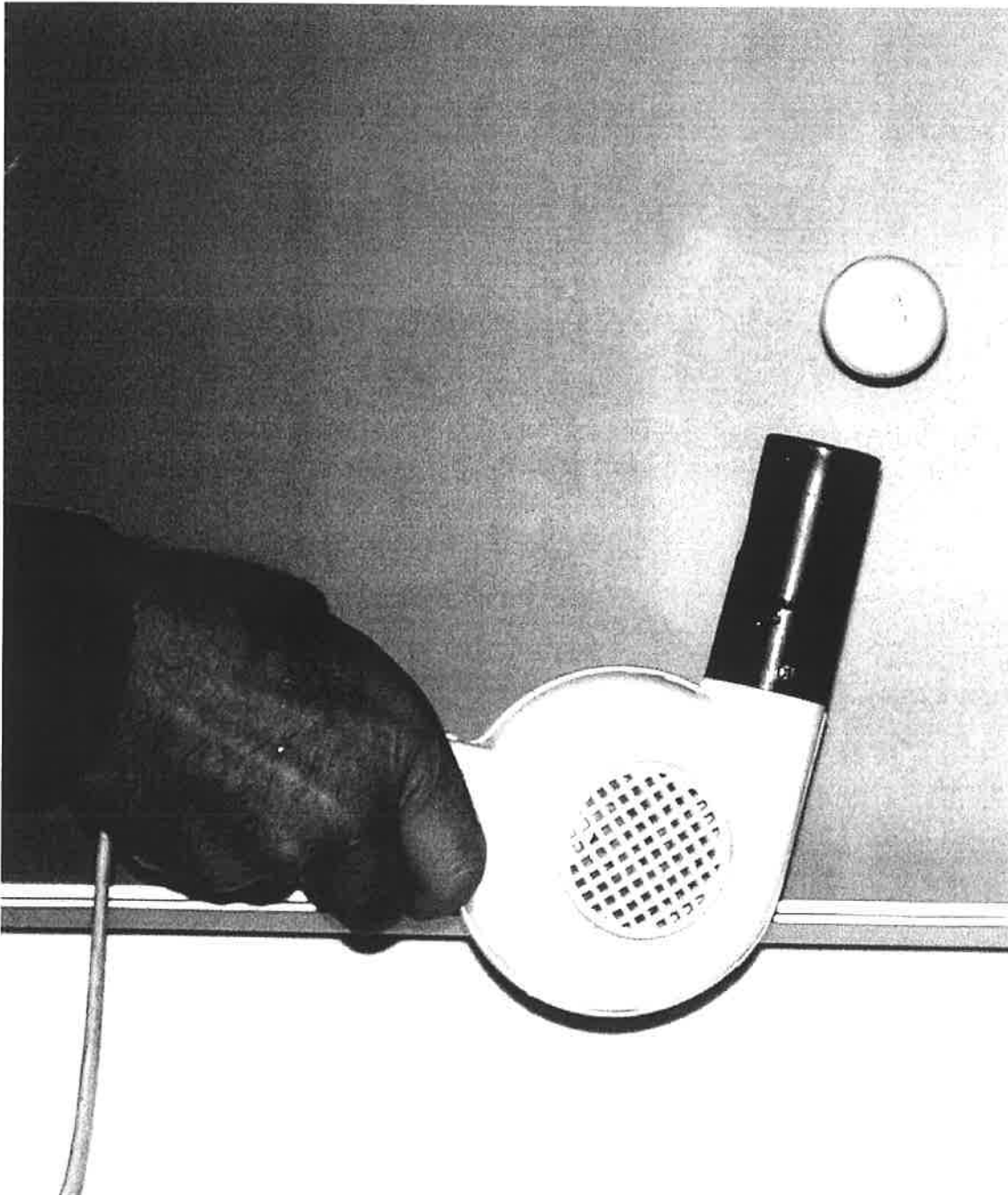


WASSER UND LUFT

16

17. Bernouilliball

- ▶ Föhn
Tischtennisball
- Ein Tischtennisball hält sich in einem senkrecht nach oben gerichteten Luftstrom.
Er kann auch noch bei einer schrägen Strömung gleichsam unter der Luft kleben.

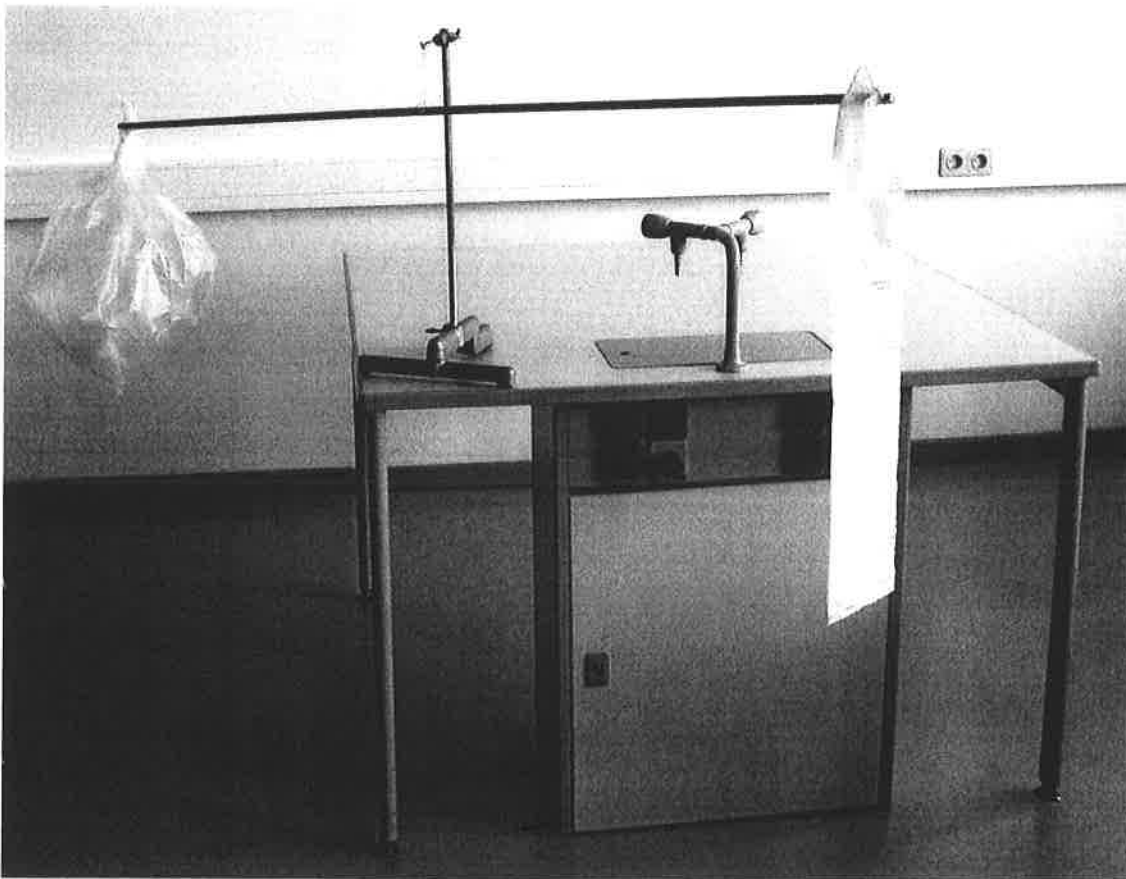


18. Luftwaage

- ▶ Holzleiste (ca. 1,50 m)
- Bindfaden
- Eventuell ein Stativ
- 2 Mülltüten
- 2 Gummiringe

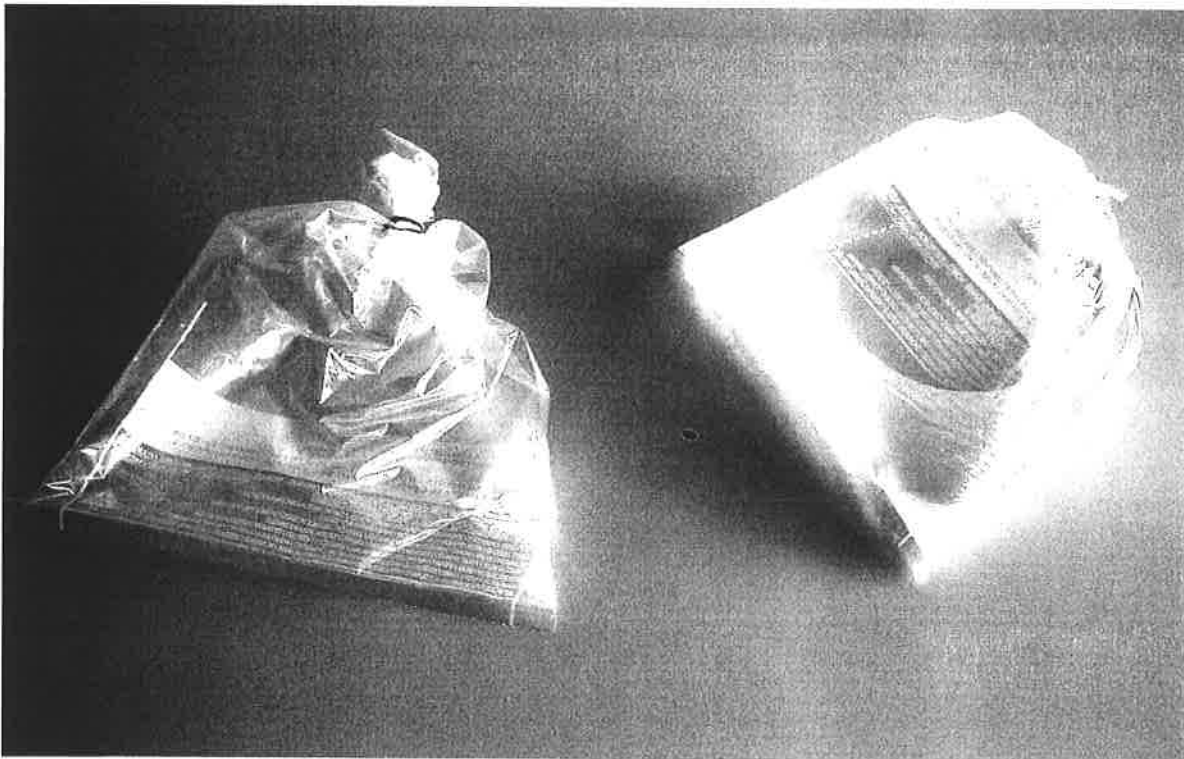
1 Liter Luft wiegt etwa 1,3 Gramm.

- Zwei zusammengefaltete Mülltüten sind gleich schwer. Hängt man sie an die beiden Enden des „Waagebalkens“, der durch eine in der Mitte aufgehängte Holzleiste gebildet wird, bleibt das Gleichgewicht bestehen. Wenn man nun mit einer der Tüten „Luft schöpft“, sie also mit Umgebungsluft füllt und dann wieder am Waagebalken anbringt, bleibt das Gleichgewicht bestehen: in der umgebenden Luft hat die Tüte genau so viel Auftriebskraft wie die eingefüllte Luft wiegt. Das ist übrigens nicht der Fall, wenn man die Tüte aufpustet. Sie ist dann dadurch schwerer, dass das in der Atemluft vorhandene Wasser kondensiert.



19. Wasserbeutel

- ▶ 2 Gefrierbeutel
Wasser
Wanne
- Einen der Beutel füllt man mit Wasser und knotet ihn zu. Es sollte möglichst wenig Luft im Beutel verbleiben. Der andere wird etwa gleich voll mit Luft gefüllt und zugeknotet. Man kann nun die Unterschiede zwischen den beiden Stoffen sehr gut fühlen. Besonders deutlich sind die Unterschiede, wenn man die Beutel in eine Wasserwanne (oder einen Eimer voller Wasser) taucht.



20. Großer Luftsack

- ▶ Möglichst großer Plastiksack
- Man füllt den Plastiksack dadurch mit Luft, dass 2 Personen die Öffnung halten und schnell laufen. Dann wird der Sack verschlossen. Wenn man nun auf ihn drückt, sich darauf legt, ihn in die Höhe wirft usw. werden die Eigenschaften der in dem Sack eingeschlossenen Luft spürbar.



20 WASSER UND LUFT

21. Atemvolumen

- ▶ Wanne
Eimer (möglichst transparent)
Wasser
Schlauch
Litermaß
- Zunächst muss der Eimer kalibriert werden. Mit dem Litermaß werden die Stellen gesucht, an denen man in Schritten von $\frac{1}{2}$ Liter mit einem wasserfesten Filzstift das Volumen markiert. Nun wird der Eimer ganz in das Wasser der Wanne getaucht und kopfüber ein Stück heraus gezogen. Das Experimentieren ist einfacher, wenn nun der Rand des Eimers auf einen Klotz aufgelegt wird.
Um das Atemvolumen zu bestimmen wird nun tief Luft geholt und dann alles in den Schlauch gepustet, der auf der anderen Seite unter dem Eimer endet. Die Luft verdrängt das Wasser und an dem Wasserspiegel kann das Atemvolumen abgelesen werden.



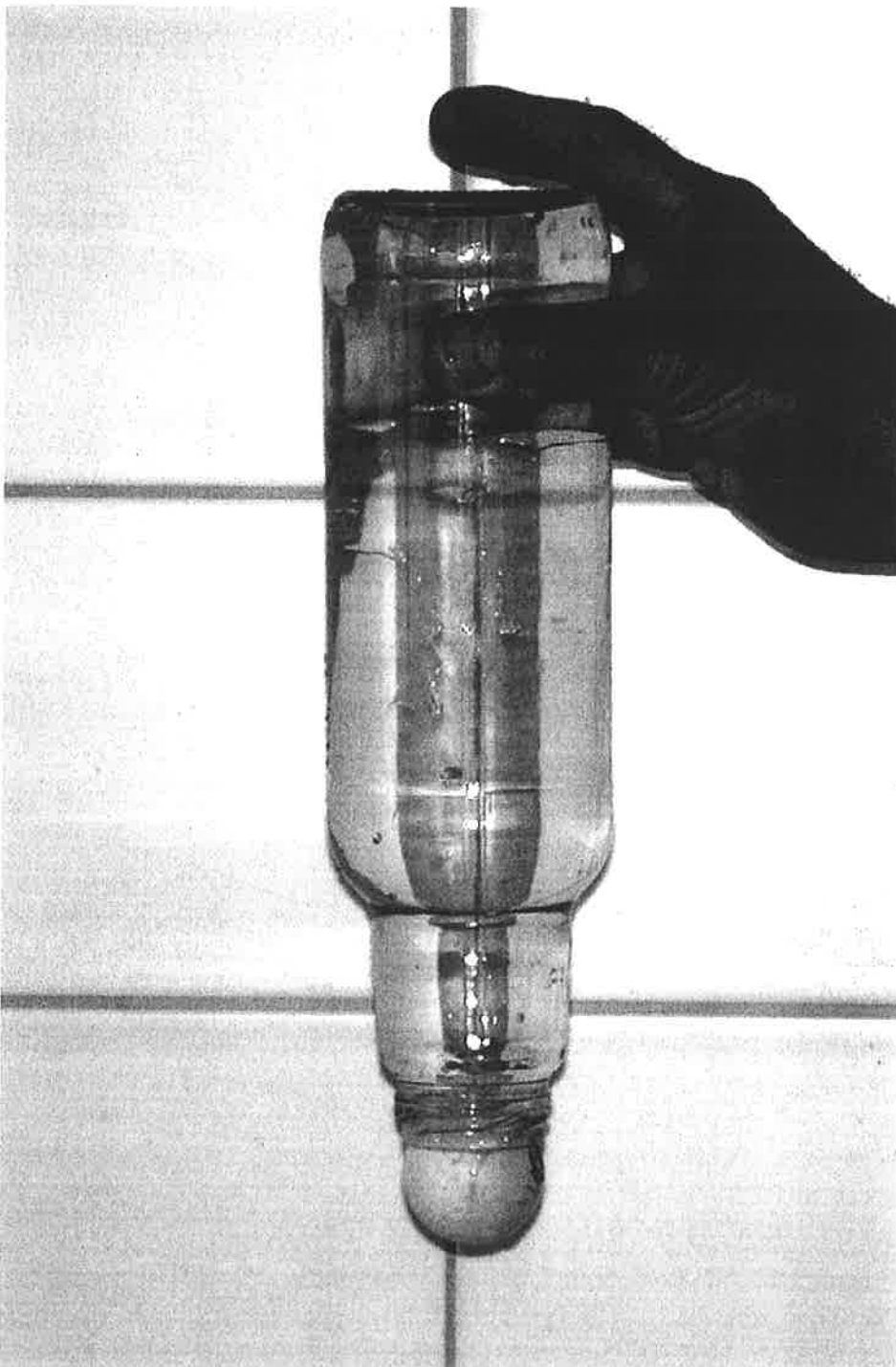
22. Wassertrinken

- ▶ Personenwaage mit feiner Teilung
Wasserglas
- Auch wenn Kinder das Wasser verschluckt haben (und es also „weg“ ist), ist es als Substanz noch vorhanden. Man kann auf der Waage ablesen, dass 0,2 Liter Wasser (oder Saft) das Gewicht um 200 Gramm erhöht haben.

23. Starke Luft

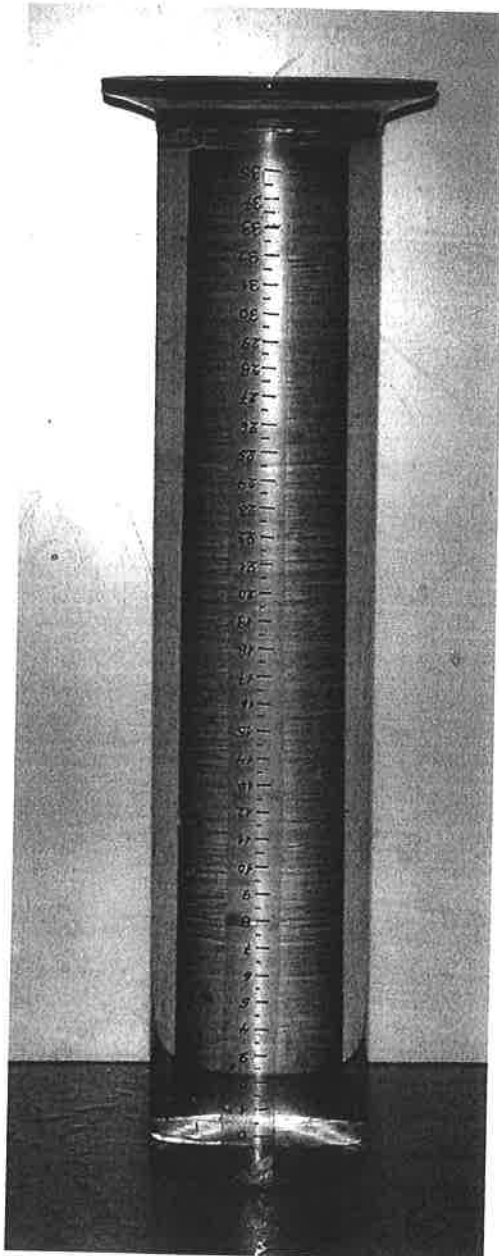
- ▶ Saftflasche
Tischtennisball
Wanne mit Wasser

- Man füllt die Flasche mit Wasser, legt den Tischtennisball darauf und dreht um!
Viele Menschen sind dann besonders verblüfft, wenn die Flasche nicht mehr ganz voller Wasser ist.



24. Tischdeckel

- ▶ Schlankes, hohes und durchsichtiges Gefäß
Wasser
Dünne Platte
Kunststofftisch
- Das Gefäß wird vollständig mit Wasser gefüllt. Man legt die Platte darüber und stellt das ganze auf dem Kopf auf den Tisch. Nun wird die Platte weg gezogen. Es sind eine ganze Reihe interessanter Beobachtungen möglich. Schön ist es, am unteren Rand fest zu pusten (Strohalm). Achtung, wenn das Gefäß angekippt wird, entleert es sich sehr schnell. Zum Schluss schiebt man es direkt über das Waschbecken oder eine Wanne, die an der Tischkante gehalten wird.



WASSER UND LUFT

24

25. 10-m-Schlauch

- ▶ Transparenter PVC-Schlauch, ca 15 m
Wanne mit Wasser
Stopfen
Ein geeignetes Treppenhaus!

- Der Schlauch wird so in der Wasserwanne aufgerollt, dass er vollständig mit Wasser gefüllt ist. Es ist sinnvoll, die Wanne mit dem Schlauch zu füllen, dann ist er schon voll und kann mit dem Stopfen an einer Seite sorgfältig verschlossen werden. Das andere (offene) Ende darf nun keinesfalls aus dem Wasser heraus kommen.
Jetzt nimmt man das geschlossene Ende in die Hand und steigt im Treppenhaus immer weiter nach oben. Der Schlauch fühlt sich schließlich ganz schön schwer an. Aber das Wasser folgt nur bis zu einer Höhe von 10 m, dann bleibt der Wasserspiegel stehen, gleichgültig, wie hoch der Schlauch noch gehoben wird.

Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik, Universität Flensburg und Phänomenta e.V.

Fortbildungsreihe: ‚Naturwissenschaftliche Phänomene in Kindertagesstätten‘

SCHALL UND RAUCH

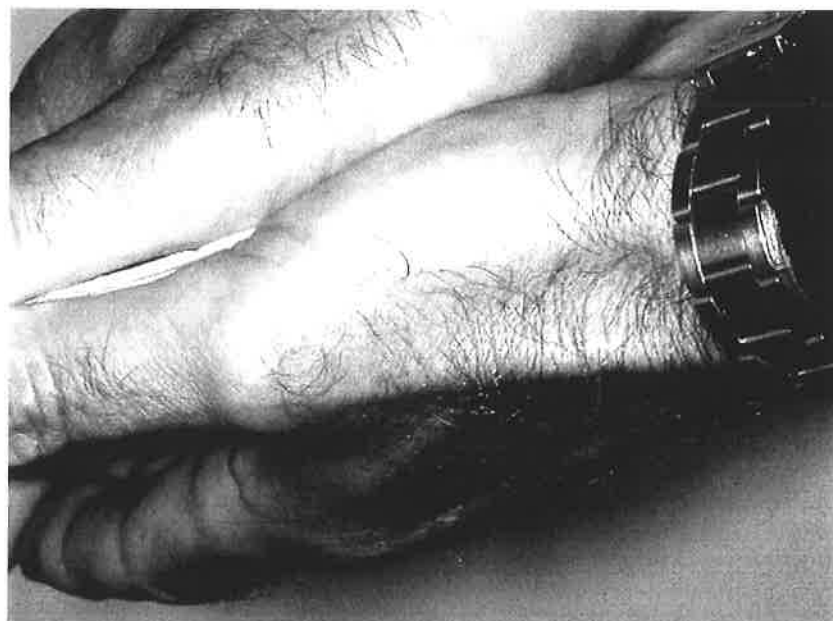
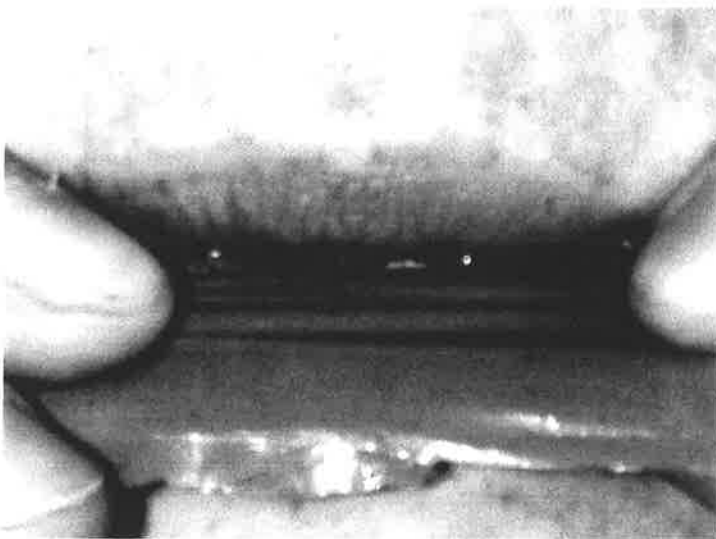
INHALT

- ▶ 1 Quietschband
- 2 Bongotanz
- 3 Papierknaller
- 4 Dosentelefon
- 5 Sprachrohr
- 6 Hörschlauch
- 7 Schalldämpfer
- 8 Singrohr
- 9 Saitenklang
- 10 Flaschenmusik
- 11 Schalenklang
- 12 Gabelspritze
- 13 ‚Glocken‘klang
- 14 Zupfkordel
- 15 Tubaklang
- 16 Rohrklopfen
- 17 Ohrloses Hören
- 18 Maultrommel
- 19 Höhlenhören
- 20 Wackelpappe
- 21 Tischticker
- 22 Vasenklang
- 23 Mittöner
- 24 Orgelpfeife
- 26 Gleichklang
- 26 Donnerwetter
- 27 Nadelschwinger
- 28 Hörschwelle
- 29 Plattenrillen
- 30 Wasserrohr
- 31 Wasserflöte
- 32 Panflöten
- 33 Kundtsche Röhre
- 34 Sprechzeiger
- 35 Klangfiguren
- 36 Singende Säge
- 37 Rasierwellen

SCHALL UND RAUCH

1 Quietschband

- ▶ Kunststoffolie
oder auch Grashalm
- Aus Kunststoffolie (Plastiktüte) wird ein etwa 1 cm breiter Streifen geschnitten.
Man spannt ihn entweder zwischen den Fingern oder den Daumen beider Hände
und bläst kräftig auf die Kante. Das Band fängt so heftig an zu flattern, dass man
den Ton hell und laut hört.



→ SCHALL UND RAUCH

2 Bongotanz

- ▶ Bongo oder Plastikeimer,
Kunststoffolie, Gummiringe, Sand
- Am einfachsten ist es mit einer fertigen Bongo: das offene Ende wird mit Kunststoffolie und einigen Gummiringen bespannt. Man dreht diese Seite nach oben und streut Sand (oder auch Sesamkörner o.ä.) darauf. Nun kann man unten auf das Trommelfell klopfen und sieht die Körnchen springen.
Für dieses Experiment ist auch ein Plastikeimer oder ein Papierkorb geeignet, bei dem wie oben die offene Seite bespannt wird. Der Eimerboden ist dann das Trommelfell, auf das man mit den Fingern schlägt.

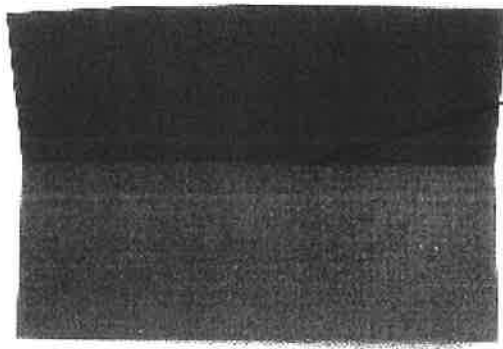


3 Papierknaller

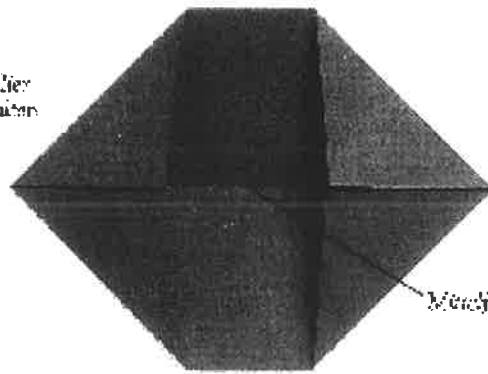
▶ A4-Papier

- Aus kräftigem Papier faltet man sich entsprechend der Anleitung eine Tüte. Man nimmt sie zwischen die Finger und schlägt schnell durch die Luft. Die Tüte öffnet sich und gibt einen scharfen Knall – ähnlich einem Tuch, das ruckartig gespannt wird.





Hier fällen



Mittelfalte

1 Falte den Bogen in der Mitte und öffne ihn wieder.

2 Falte die vier Ecken zur ersten Mittelfalte hin um.



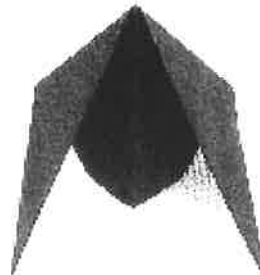
Hier fällen und anflappen



Scharf fällen

3 Falte den Bogen entlang der ersten Mittelfalte zur Hälfte zusammen.

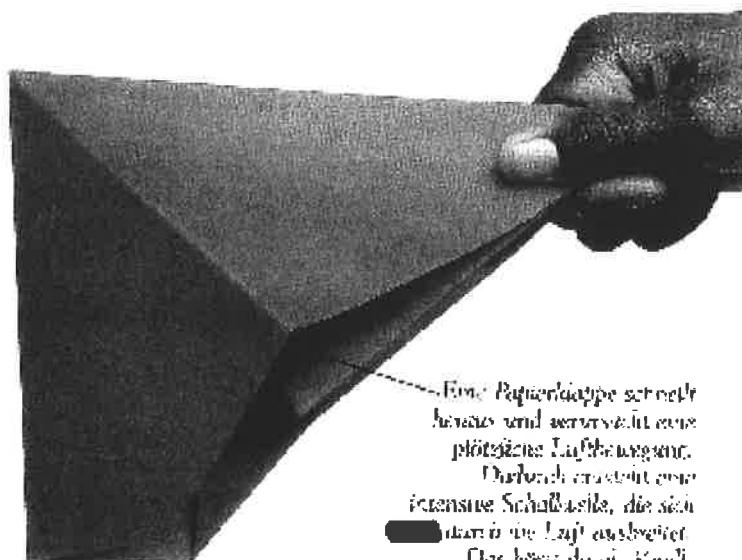
4 Falte den Bogen nochmals zur Hälfte zusammen und wieder auseinander.



5 Falte das Papier so zusammen, daß ein Dreieck entsteht. Nun ist dein Knaller fertig.

6 Falte die beiden oberen Ecken nach unten.

7 Nimm die beiden oberen Ecken fest zwischen Daumen und Zeigefinger und schlage den Knaller mit schneller Bewegung des Handgelenks ruckartig nach unten. Es gibt einen lauten Knall!



Eine Papierklappe schnell heben und verwirklicht eine plötzliche Luftbewegung. Dadurch entsteht eine intensive Schallwelle, die sich durch die Luft ausbreitet. Das hört du als Knall.

4 Dosentelefon

- ▶ 2 Joghurtbecher oder Blechdosen, Schnur
- In 2 leere Joghurtbecher stößt man in der Mitte des Bodens ein Loch. Ein Faden wird durchgezogen und innen jeweils mit einem Stückchen Streichholz verknotet. Dadurch kann der Faden zwischen den beiden Dosen gespannt werden, ohne dass er heraus rutscht. Nun ist es möglich, zu telefonieren. Es entstehen reizvolle Geräusche, wenn man an dem Faden reibt oder zupft.



5 Sprachrohr

► Tonpapier, Tesafilm

- Aus Tonpapier oder anderem Karton rollt man eine Tüte, deren Spitze offen ist. Die Öffnung sollte etwa 4 cm Durchmesser haben. Spricht man nun in die Tüte, wird der Schall gebündelt und verfremdet: man kann in größerer Entfernung viel besser verstanden werden.



6 Hörschlauch

- ▶ Zwei Plastiktrichter, Plastikschauch
- Auf einen etwa 1,50 m langen Plastikschauch (es geht gut, wenn sein Innendurchmesser wenigstens 16 mm beträgt) wird zunächst ein Trichter gesteckt. Hält man den Trichter auf die Brust, kann am anderen Ende sehr schön der Herzschlag gehört werden.
Mit einem 2. Trichter am anderen Ende erhält man ein Schlauchtelefon, durch das sich 2 Personen leise flüsternd verständigen können.
Hält sich ein Mensch beide Trichter auf seine Ohren, kann er sehr genau feststellen, wo ein anderer mit einem Stab, einem Löffel o.ä. auf den Schlauch schlägt.



7 Schalldämpfer

- ▶ Hohes, schmales Gefäß oder Plastikeimer
Spüli
- Ein hohes, schmales Gefäß wird unter den Wasserhahn gestellt. Ausfließendes Wasser hört man laut plätschern. Ein Schuss Seifenkonzentrat (Spüli) sorgt aber dafür, dass diese Geräusche stark gedämpft werden: man bemerkt sehr deutlich den Einfluss des Schaums.



8 Singrohr

- Metallrohr, Drahtgitter, Gasbrenner, Schutzhandschuhe

In ein Metallrohr (Fallrohre für die Dachrinne sind gut geeignet) mit ca. 1,50 m Länge wird ein Drahtgitter etwa 36 cm eingeschoben. Man kann z.B. ein Fliegengitter oder einen Topfkratzschwamm benutzen. Ferner braucht man noch einen Gasbrenner, der von unten das Drahtnetz zum Glühen bringen kann – und Handschuhe: nach einiger Zeit wird auch das Rohr recht warm.

Wird nun die Röhre mit dem heißen Gitter von der Flamme weg genommen, tritt nach kurzer Zeit ein lauter Heulton auf, der manchmal einige Minuten anhält. Es sind interessante Experimente möglich. Was ist, wenn das Rohr bewegt wird? Wenn man es waagrecht hält?

Dieses Rohr wird manchmal nach seinem „Erfinder“ P.L. Rijke benannt, der es 1859 in einer Zeitschrift beschrieben hat.



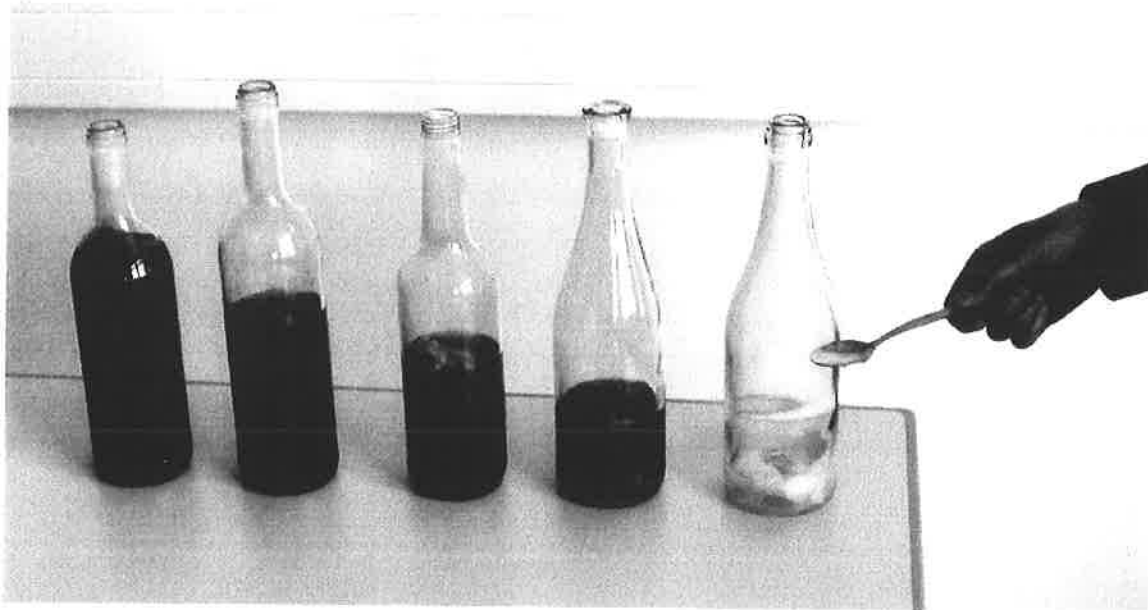
9 Saitenklang

- ▶ Holz- oder Blechkasten (auch alte Backform), Gummibänder, Stift
- Saiten sind die Tonquelle vieler Musikinstrumente. Sie werden gezupft oder gestrichen und kommen so ins Schwingen. An jedem Saiteninstrument kann man feststellen, dass die Töne höher klingen, wenn die Saite kürzer gemacht wird und dass höhere Anspannung ebenfalls zu höheren Tönen führt. Für die Erzeugung tiefer Töne nimmt man schwere Saiten.
Ein einfaches Saiteninstrument kann mit Gummibändern hergestellt werden, die um einen Holz- oder Blechkasten gespannt werden. Ein Stift sorgt als Steg dafür, dass die Bänder frei schwingen können.



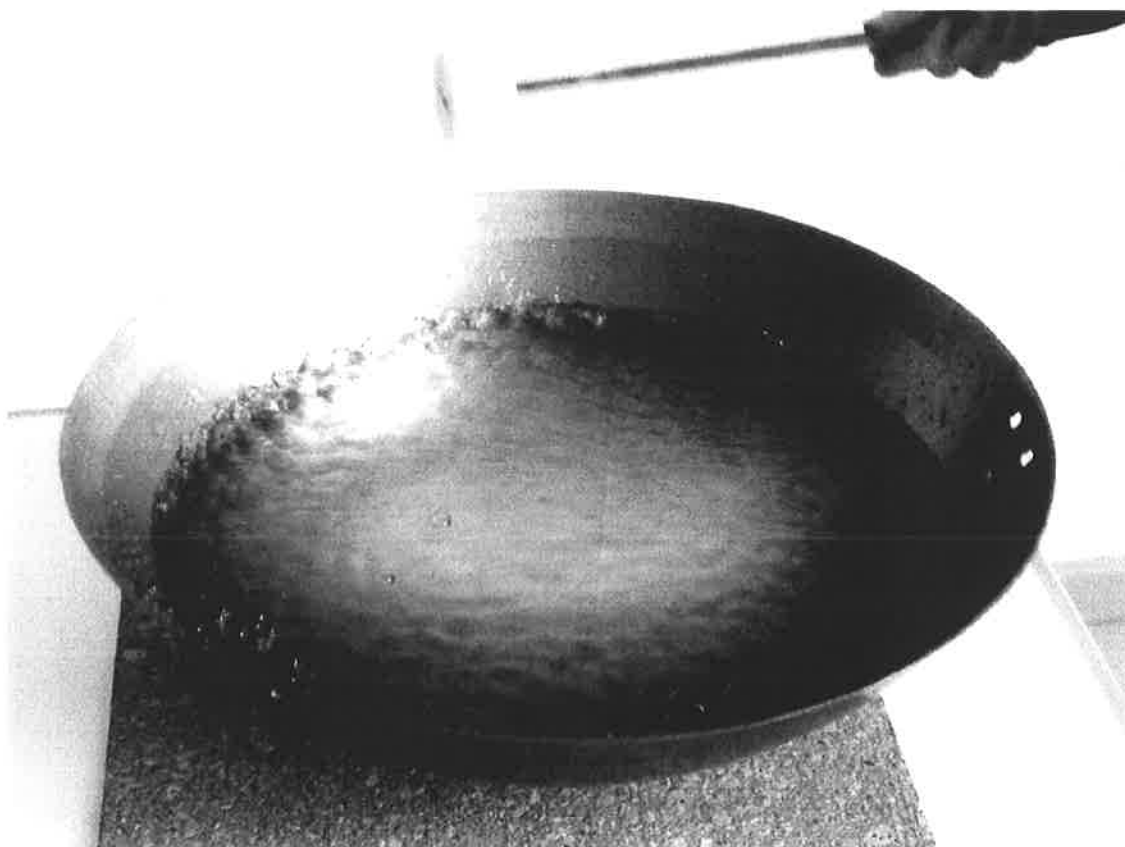
10 Flaschenmusik

- ▶ Glasflaschen, Löffel, nach Belieben Seidenpapier zum Einfärben des Wassers
- Mit Wasser gefüllte Flaschen haben einen charakteristischen Klang, wenn man sie z.B. mit einem Löffel anschlägt. Unterschiedliche Füllhöhen verändern die Tonhöhe. Es ist möglich, eine Zahl von Flaschen gegeneinander abzustimmen und so eine Tonleiter zu spielen.



11 Schalenklang

- ▶ Einfacher, dünnwandiger Wok, Filzklöppel
- Dass bauchig getriebene Metallgefäße einen charakteristischen Klang haben, kann man an Glocken, Schellen, Becken und Gongs hören. Aber auch Haushaltsgefäße wie Schüsseln und Töpfe haben teilweise einen recht reinen Klang. Zu ihnen gehört der Wok.
Füllt man ein solches Gefäß teilweise mit Wasser und schlägt es mit einem weichen Klöppel an, entstehen auf der Wasseroberfläche beim Klingeln außerordentlich reizvolle Wellenmuster. Es kommt dabei zu Überlagerungen (Interferenzen), die das Wasser hoch spritzen lassen.

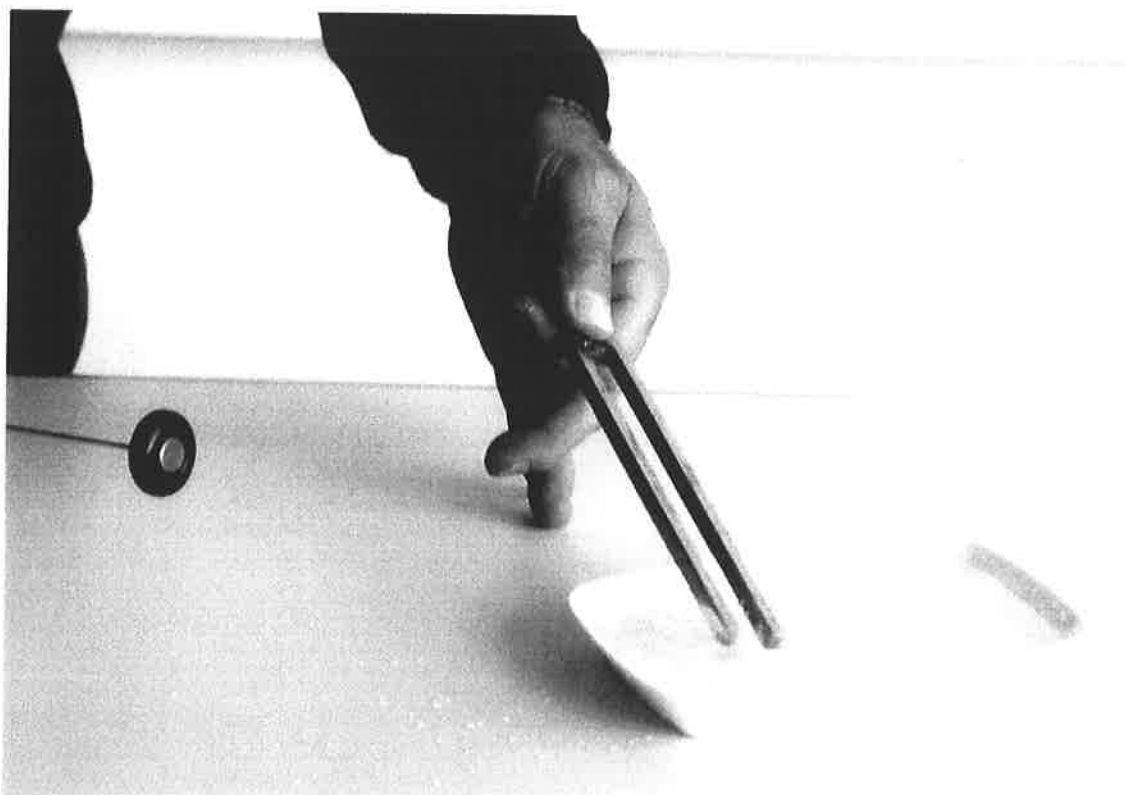


SCHALL UND RAUCH

11

12 Gabelspritze

- ▶ Stimmgabel, Schale mit Wasser
- Die Schwingungen einer Stimmgabel sind für das menschliche Auge kaum feststellbar: sie sind zu schnell. Es ist interessant darüber nachzudenken, wie sich die einzelnen Bereiche der Stimmgabel bewegen. Der Stiel z.B. geht in seiner Längsrichtung hin und her. Die Flunken schwingen gegeneinander von innen nach außen. Das ist sehr gut zu beobachten, wenn man eine schwingende Stimmgabel auf eine Wasseroberfläche hält.



13 ‚Glocken‘klang

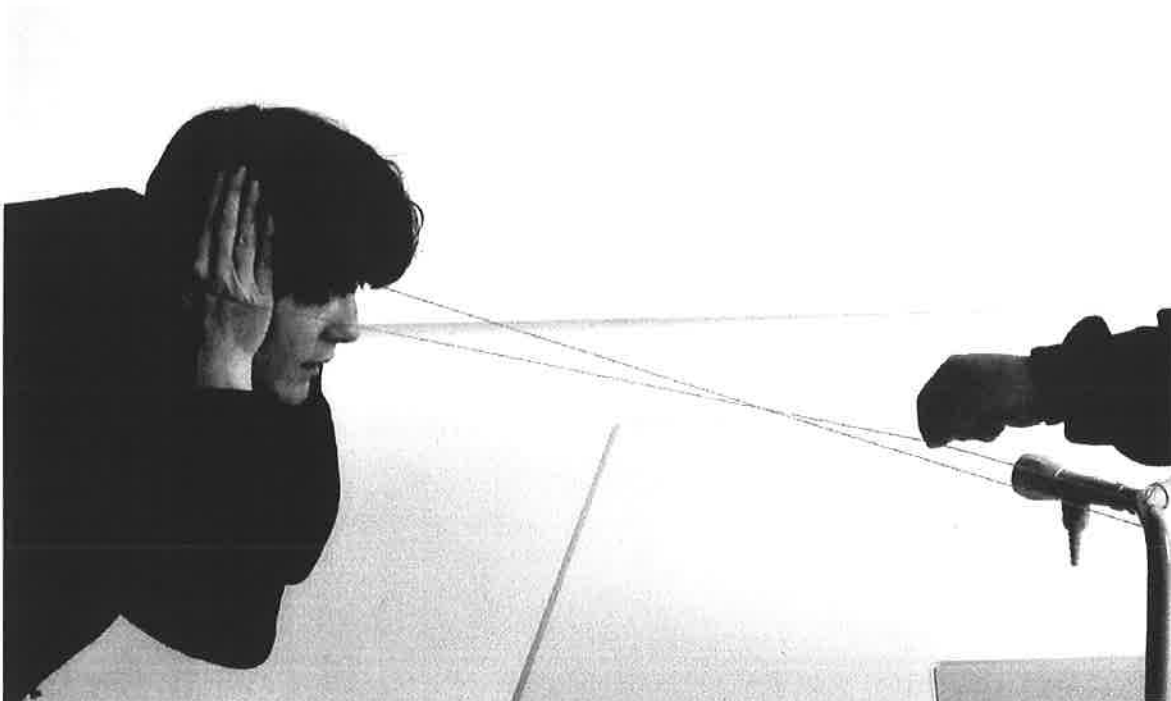
- ▶ Drahtkleiderbügel, Gabel oder Metallstab
Paketschnur
- Zunächst erinnert an einem Drahtkleiderbügel, einer Gabel oder einem einfachen Metallstab nichts an eine Glocke. Wenn man aber diese Gegenstände in die Mitte einer Paketschnur knotet und sich die beiden Schnurenden mit den Fingern fest auf die Ohröffnungen drückt, ist unser Name für diese Experimentierstation gerechtfertigt!



14 Zupfkordel

► Kordel

- Eine etwa 2 m lange Kordel wird z.B. an einem Tischbein mit beiden Enden verknotet. Die Schlaufe legt man sich um den Kopf. Beide Hände werden unter der Kordel fest auf die Ohren gedrückt. Nun bittet man einen Partner, an den beiden Kordelstücken zu zupfen. Es sind unerwartet schöne Töne zu hören.



SCHALL UND RAUCH

14

15 Tubaklang

► PVC-Rohre

- Tiefe Töne entstehen, wenn man lange Luftsäulen zum Schwingen bringt. PVC-Rohre für die Hausentwässerung können wie eine Tuba angeblasen werden. Stehen sie in unterschiedlichen Dicken zur Verfügung, kann man merken, dass nur die Länge den Ton bestimmt. Allerdings fällt das Anblasen sehr viel leichter, wenn der Querschnitt der Tonhöhe angepasst ist.



16 Rohrklopfen

► Rohre

- Rohre geben einen bestimmten Ton von sich, wenn man auf eine der Öffnungen schlägt. Das kann mit der flachen Hand oder mit einem Stück Gummi geschehen. Mit mehreren Rohren kann ein durchgestimmtes Instrument gebaut werden.



17 Ohrloses Hören

▶ Stimmgabel

- Da die eigentliche Wahrnehmung von Geräuschen im Innenohr statt findet, können wir dann ohne Gebrauch des äußeren Ohres hören, wenn der Schädel direkt die Schwingung übernimmt. Sehr intensiv geht das über die Zähne, auf die man eine schwingende Stimmgabel fest drückt. Aber auch der Knochen hinter der Ohrmuschel und das Schädeldach sind geeignet. Dabei kann leicht festgestellt werden, ob Kinder Schäden (z.B. eine Verstopfung) im Außenohr haben: Die Stimmgabel wird auf den Schädelknochen gedrückt. Der Ton wird lauter wahrgenommen, wenn man mit dem Finger das Ohr verschließt. Ist das nicht der Fall, liegt ein Hörschaden vor.



18 Maultrommel

► Maultrommel

- Die Maultrommel ist ein uraltes, interessantes Instrument, das unmittelbar den menschlichen Kopf für die Tonerzeugung nutzt. Die Tönhöhe wird durch die Form der Lippen und des Mundes, die Lautstärke durch den Resonanzkörper „Schädel“ bestimmt.



SCHALL UND RAUCH

18

19 Höhlenhören

- ▶ Papierkorb, auch Blumentopf
- In kleinen Räumen nehmen wir Geräusche anders wahr. Die Resonanzräume in unserem Kopf spielen dann eine vergleichsweise große Rolle. Spricht man in dem Papierkorb, klingt die Stimme hohl. Trommelt man auf ihn (Achtung, nicht zu fest, Hörschäden drohen!), sind die Schläge sehr laut. Höhlenhören ist auch in Blumentöpfen gut möglich.

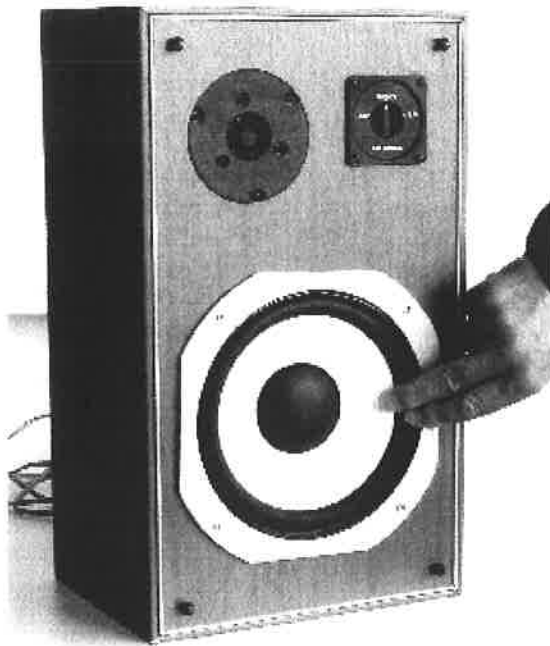


20 Wackelpappe

► Papierkorb, auch Blumentopf

- Schall wird in der Regel durch Luft transportiert. Um ihn aus einem elektrischen Gerät in die Luft zu bekommen, benutzt man Membranen, die die Luft anstoßen. An den Membranen ist meistens eine Magnetspule, die durch Strom hin und her gezogen wird. Mit den Fingerspitzen oder einem ganz leichten Pendel kann man diese Vibrationen spüren.

Eine brennende Kerze zeigt, wie intensiv die Luft bewegt wird.



SCHALL UND RAUCH

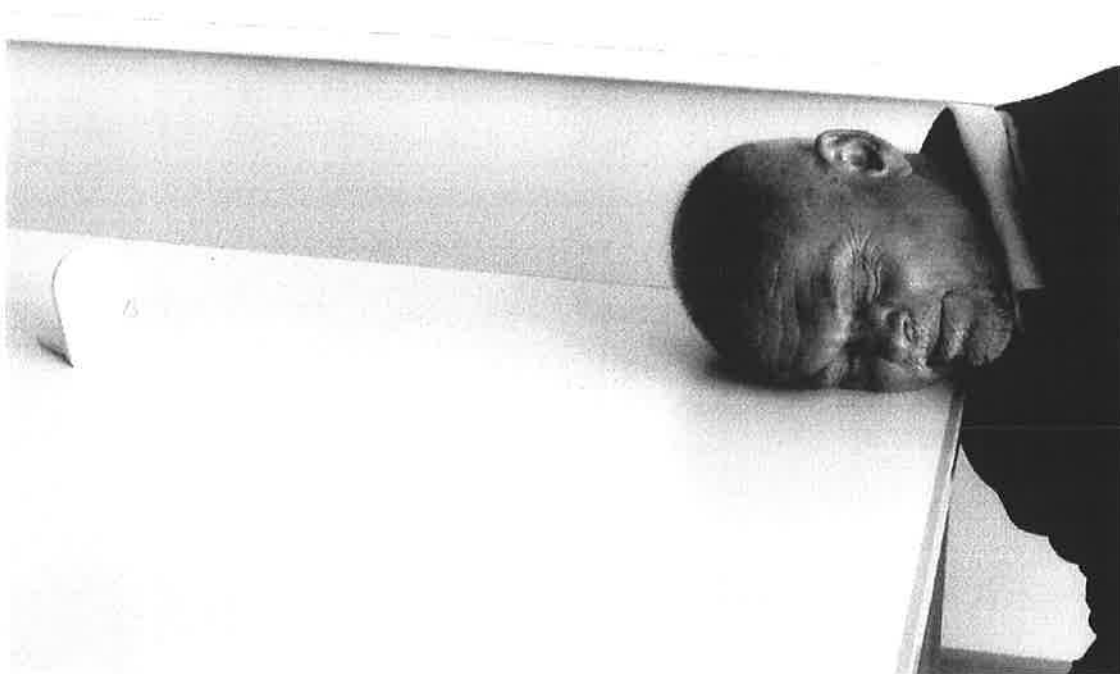
20

21 Tischticker

► Uhr, Tisch

- Die meisten Uhren haben noch mechanische Teile, die schrittweise die Zeiger bewegen, sie gleichsam ticken lassen – wenn Pendel und Unruhen inzwischen auch ausgestorben sind.

Diese Geräusche sind leise und durch die Luft kaum wahrnehmbar. Legt man eine solche Uhr aber auf die Tischplatte, überträgt das feste Material den Schall viel besser und macht das Ticken hörbar, wenn ein Ohr fest auf die Tischplatte gedrückt wird.



SCHALL UND RAUCH

21

22 Vasenklang

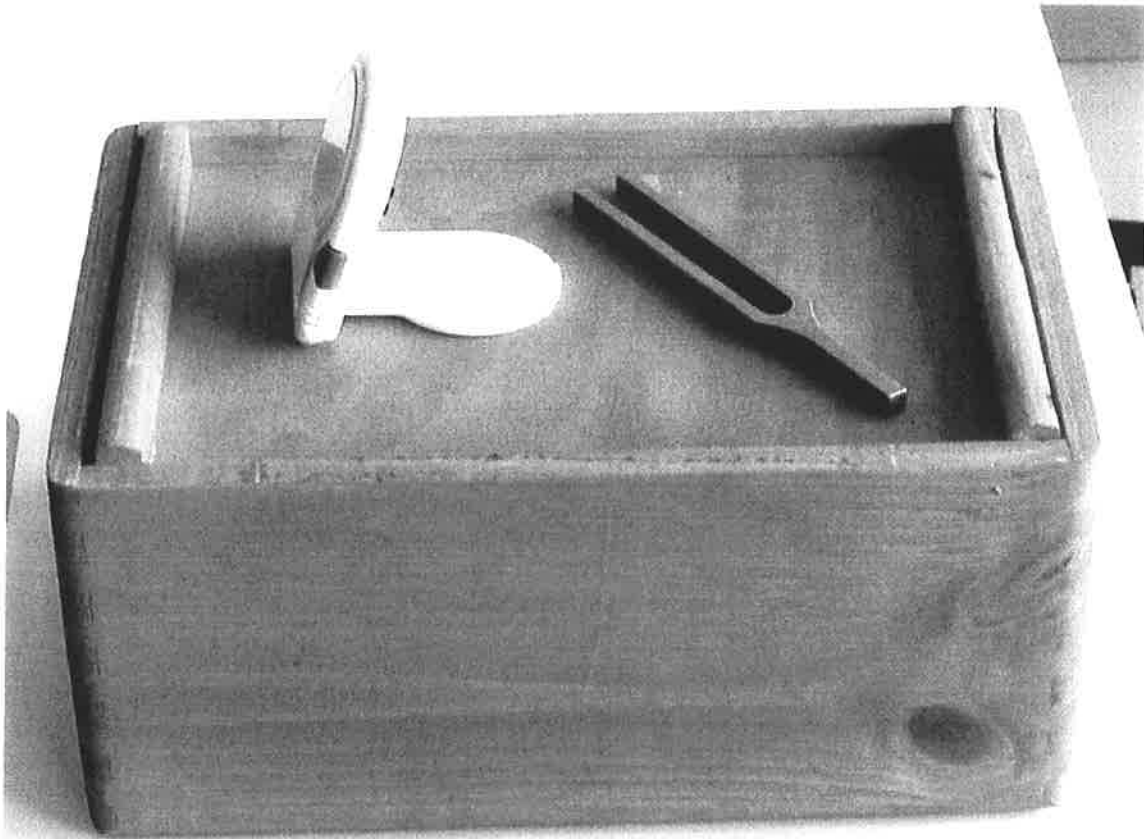
► Weinglas, Vase mit Fuß

- Ein kleiner Schluck Wasser macht aus einem Glas oder einer Vase ein klingendes Instrument. Allerdings funktioniert es nur dann gut, wenn der Kelch einen schmalen Fuß hat. Man benetzt die Fingerspitze und streicht rund um die Oberkante. Dabei müssen der Druck und die Geschwindigkeit variiert werden: plötzlich erklingt die Vase.



23 Mittöner

- ▶ Holzkasten, Uhr oder Stimmgabel
- Das Fremdwort Resonator ist bei uns gebräuchlicher als das deutsche Wort. Es drückt aus, dass eine Schallquelle im Gleichtakt mit einem Gegenstand schwingt, der dabei zu großen Schwingungen kommt und entsprechend laut zu hören ist. Die Uhr oder eine Stimmgabel (übrigens auch eine ganz normale Gabel von ihrem Küchenbesteck!) sind viel lauter zu hören, wenn sie auf dem Holzkasten stehen.



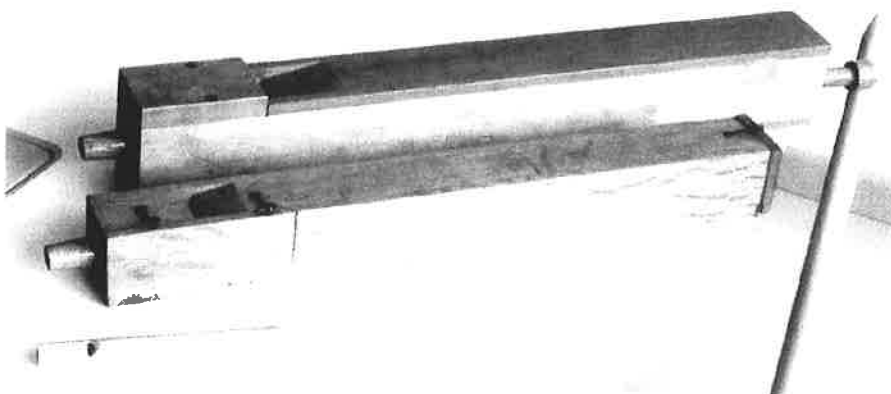
SCHALL UND RAUCH

23

24 Orgelpfeifen

► Orgelpfeife

- Orgelpfeifen gibt es in sehr verschiedenen Ausführungen. Bei Zungenpfeifen sind vibrierende Metallzungen die Tonerzeuger. Lippenpfeifen dagegen sind Flöten, d.h. Blasinstrumente, die keine vibrierenden Teile wie Blättchen o.ä. haben sondern die Wirbel an einer scharfen Kante nutzen. Der Ton ist vom Material der Pfeife, von der Länge und der Anblasstärke abhängig. Die wirksame Länge muss nicht mit der Rohrlänge übereinstimmen. Löcher oder Schieber verändern sie. Bei gedackten Pfeifen wird oben ein Deckel angebracht.



SCHALL UND RAUCH

24

25 Gleichklang

▶ Zwei Weingläser, Wasser, Zahnstocher

- Zwei Gläser klingen in der Regel nicht gleich wenn man sie anstreicht. Durch das Einfüllen von Wasser kann man sie aber stimmen. Ist das gelungen, sollten Sie folgenden Versuch durchführen:

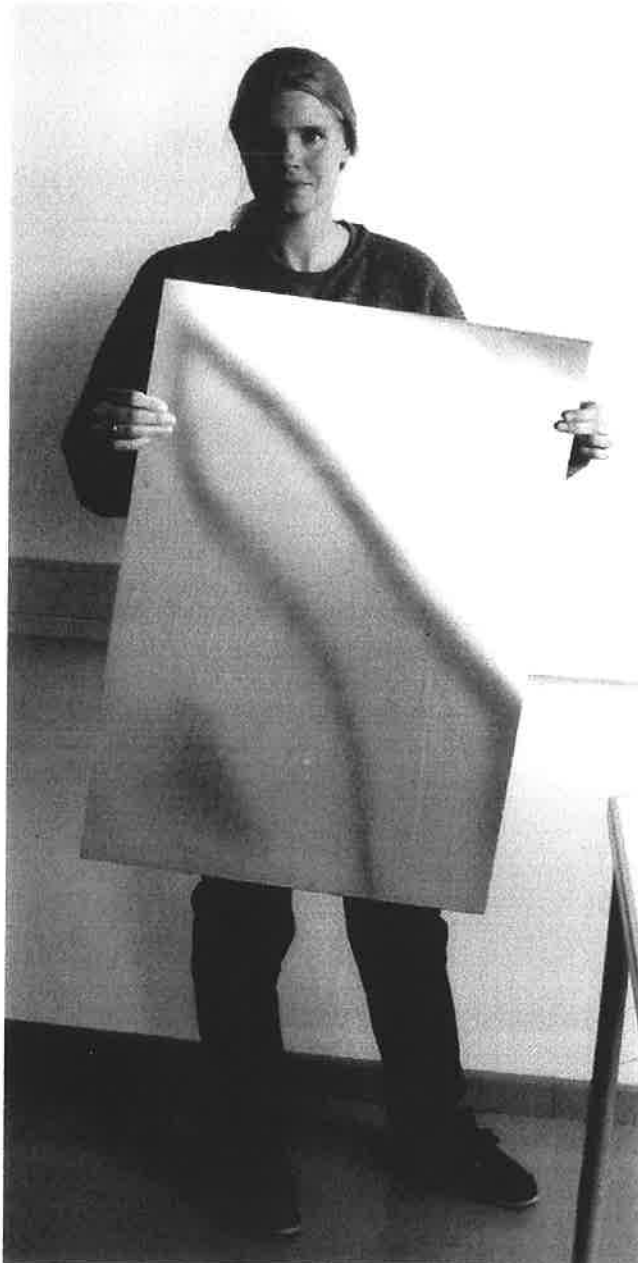
Auf das eine Glas wird quer ein Zahnstocher gelegt. Klingt nun das andere, wird die Schwingung als Schall übertragen und von dem 1. Glas aufgenommen. Man bemerkt es am Zahnstocher.



26 Donnerwetter

► Platte aus Einblech

- Obwohl die Platte aus Einblech besteht, ist sie nicht wirklich fest. Erst Knicke und Kanten würden ihre Form stabilisieren. So können Blechbereiche frei um ihre Ruhelage schwingen. Das führt dazu, dass wegen der großen Fläche viel Schwingungsenergie an die Luft abgegeben werden kann. Die Tonhöhen variieren dabei stark und im Endeffekt klingt es wie Donnerrollen, wenn man die Platte schüttelt.

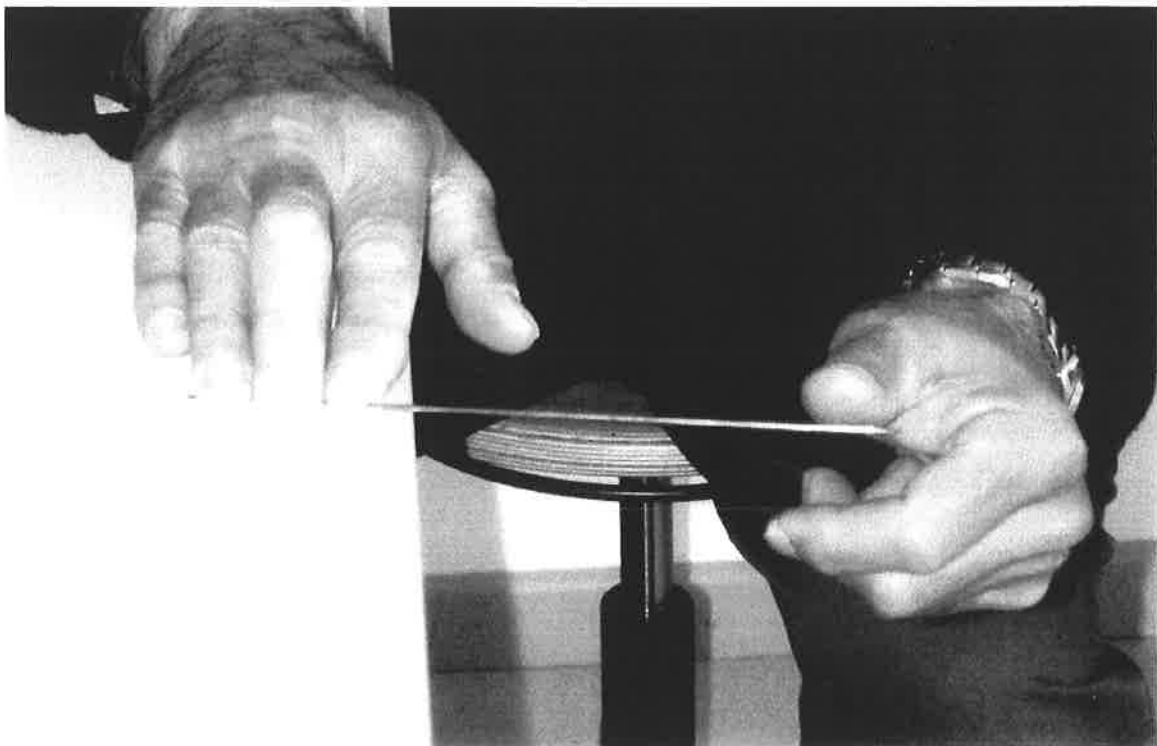


27 Nadelschwinger

► Stricknadel

- Eine Stahlstricknadel wird mit der einen Hand fest auf die Tischplatte gedrückt. Ein Stück der Nadel steht über die Tischkante. Diesen zupft man mit der anderen Hand an.

Wenn der Überstand verändert wird, ändert sich die Tonhöhe. Es geht so weit, dass bei großen Längen kein Ton mehr zu hören ist, dafür sieht man dann die Schwingungen sehr gut.



SCHALL UND RAUCH

27

28 Hörschwelle

► Tongenerator, Lautsprecher

- Das Baby kann Töne hören, die über 20.000 Schwingungen je Sekunde haben. Auch Hunde und andere Tiere können solch hohe Töne hören. Mit zunehmendem Alter sinkt diese Hörgrenze ab. Das Experiment macht es möglich, die individuelle Hörfähigkeit zu überprüfen. Welchen Ton können Sie gerade noch hören? Es ist nicht notwendig, solch aufwändige Generatoren wie hier zu nutzen. Einfache Geräte sind für ca. 30 € erhältlich. Fragen Sie bei Interesse im Institut nach.



29 Plattenrillen

- ▶ Schallplatte, Nadel, Karton, Klebestreifen, Akkubohrer oder Plattenspieler
- Wenn Schallplatten auch immer mehr aus der Mode kommen – sie sind ein schönes Beispiel für die Konservierung von Tönen.
Hier ist eine Schallplatte an einem Akkubohrer befestigt, dessen Drehzahl verändert werden kann. An einem Stück Karton ist eine dünne, spitze Nadel mit einem Stück Klebestreifen befestigt. Bringt man diese Nadel ganz leicht in die Plattenrinne, wird sie hin und her gezogen. Diese Schwingung überträgt sich dann auf den Karton.



SCHALL UND RAUCH

29

30 Wasserrohr

- ▶ Behälter, Kunststoffrohr, Wasser, Stimmgabel
- Taucht man ein Rohr in Wasser, ändert sich die Luftsäule im Inneren. Nur bei ganz bestimmten Längen kommt es zu Resonanzen mit einer Stimmgabel. Der Abstand zwischen diesen Resonanzpunkten macht es möglich, die Wellenlänge zu bestimmen.



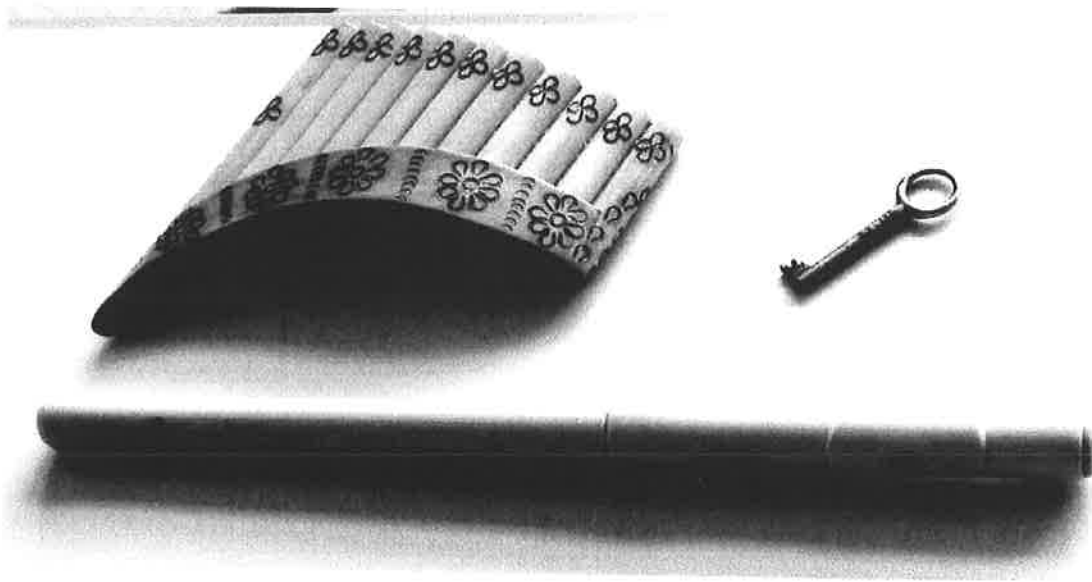
31 Wasserpfeife

- ▶ Behälter, Aluminiumrohr, Wasser
- Wie bei der Station 30 wird hier die Länge der Luftsäule dadurch verändert, dass das Aluminiumrohr unterschiedlich tief eingetaucht wird. Diese Röhre kann besser als ein Kunststoffrohr angeblasen und zum Schwingen gebracht werden. Hören Sie sich nur die Töne an!



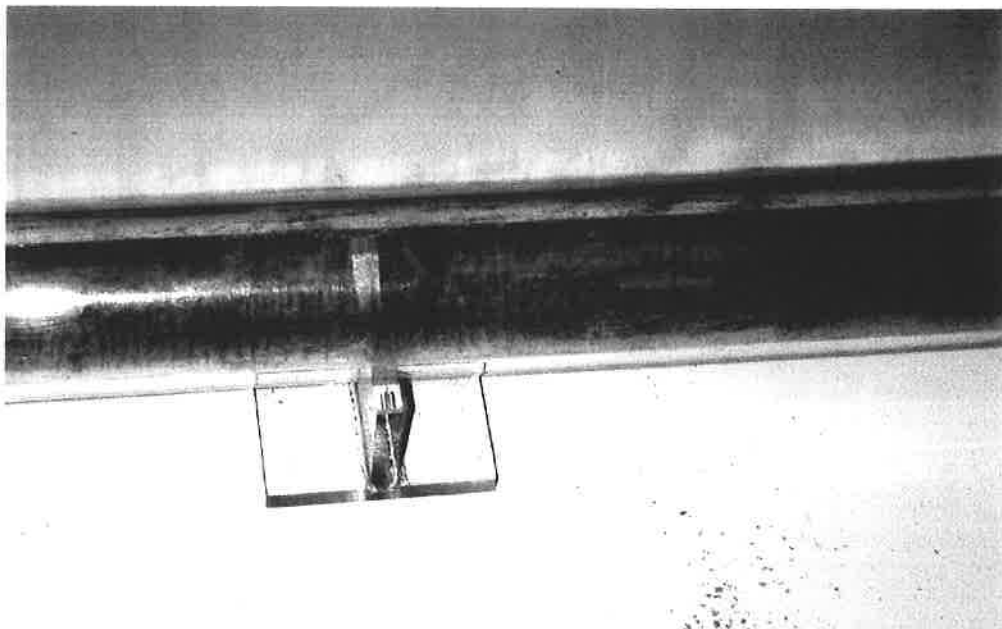
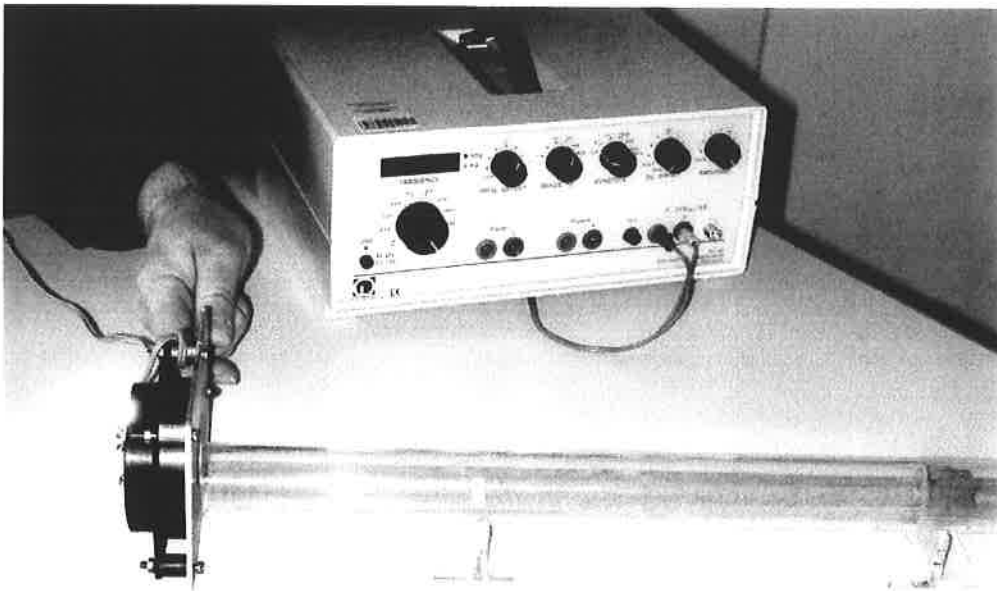
32 Panflöten

- ▶ Panflöte, Querflöte, Schlüssel...
- Das seitliche Anblasen von Röhren und die bei verschiedenen Längen entstehenden Töne sind schon in der Antike für die Musik genutzt worden. Es ist nicht ganz leicht! Wenn die Luftsäule so kurz wie bei dem Schlüssel ist, entstehen ziemlich hohe Töne.



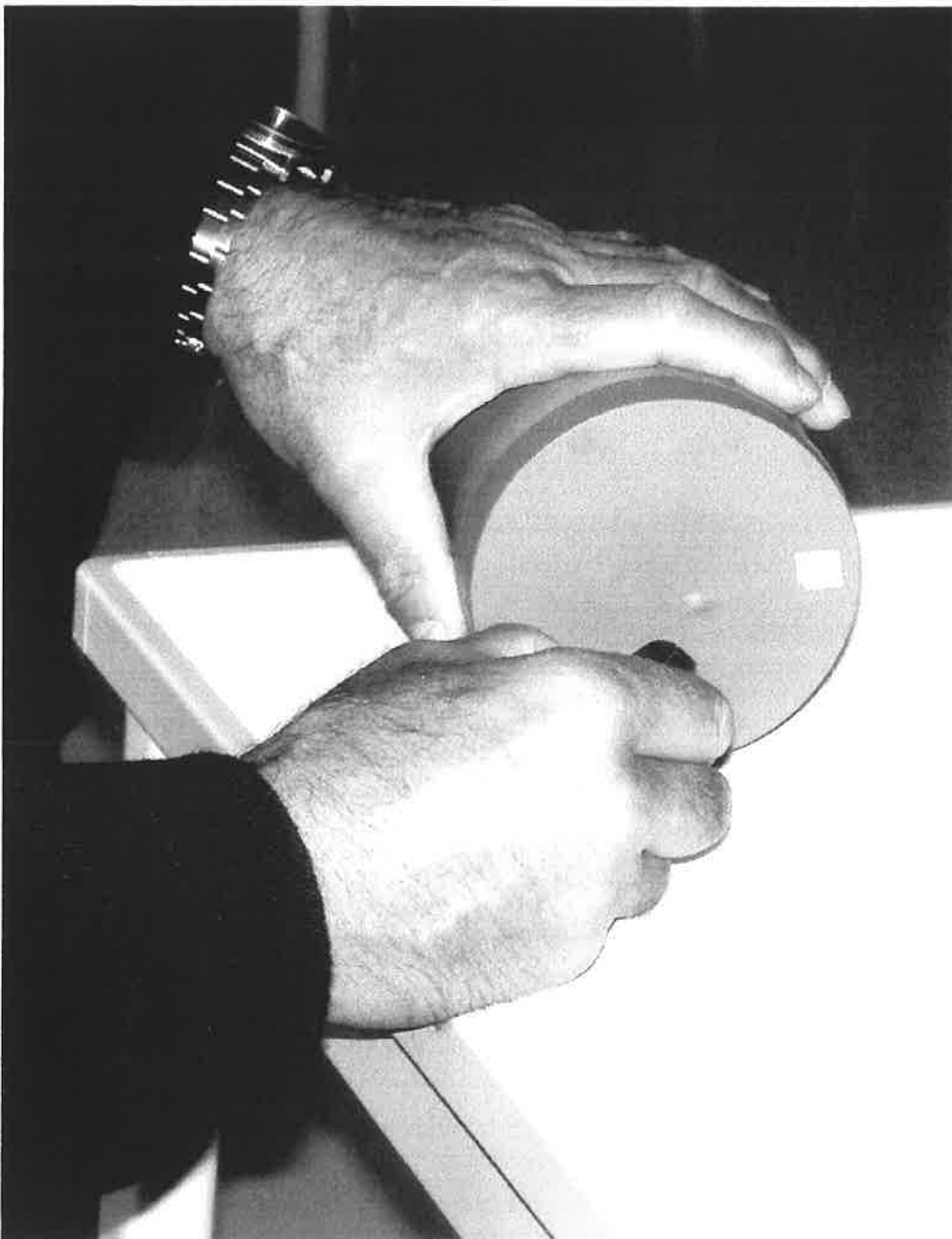
33 Kundtsche Röhre

- ▶ Tongenerator, Lautsprecher, Kunststoffröhre, Stöpsel, Korkmehl
- Resonanzerscheinungen in einer Luftsäule werden durch Korkmehl sichtbar. Dort wo die Luft besonders stark hin und her schwingt, wird das Mehl aufgewirbelt, an anderen Stellen, die Knoten genannt werden, bleibt es liegen. Der Abstand der Knoten macht es möglich, die Wellenlänge zu bestimmen.



34 Sprechzeiger

- ▶ Röhre, Luftballon, Spiegel (1X1cm), Laserpointer
- Über das eine Ende einer Röhre ist eine Gummimembran gespannt. An ihrem Rand wurde ein kleiner Spiegel aufgeklebt, den man mit einem Laserpointer beleuchtet. Der Lichtpunkt an der Wand gerät in Bewegung, wenn man in die offene Seite der Röhre spricht.

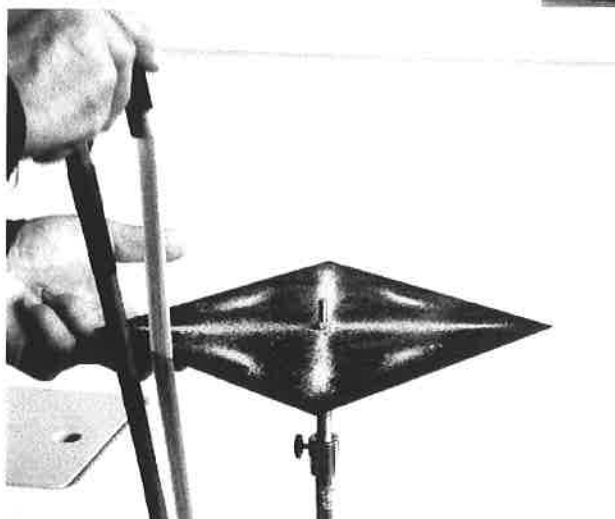
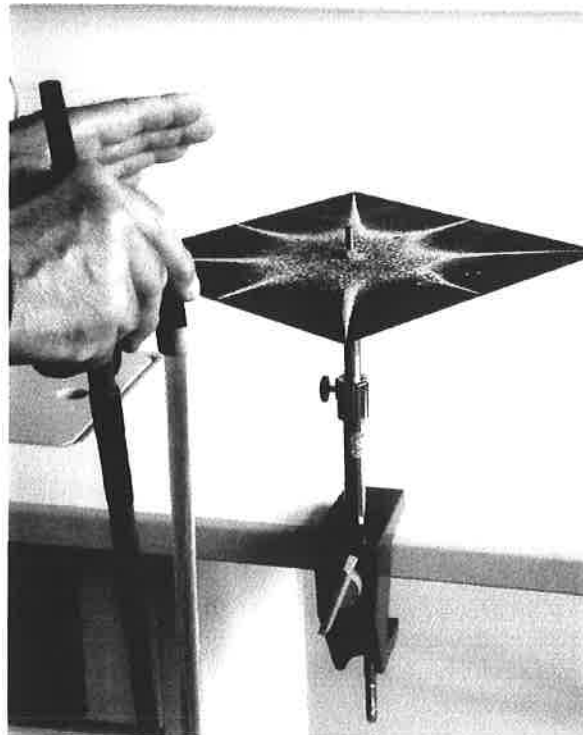


35 Klangfiguren

► Blechplatte, Stiel, Sand, Instrumentenbogen

- Eine schwarze quadratische Blechplatte ist genau in ihrer Mitte auf einem Stiel befestigt. Man streut etwas Quarzsand darauf und streicht die Kante mit einem Bogen. Die entstehenden Muster können dadurch variiert werden, dass man an anderen Stellen anstreicht und auch manche Punkte der Platte mit den Fingerspitzen dämpft.

Diese Figuren werden nach ihrem „Erfinder“ Chladni benannt.



SCHALL UND RAUCH

35

36 Singende Säge

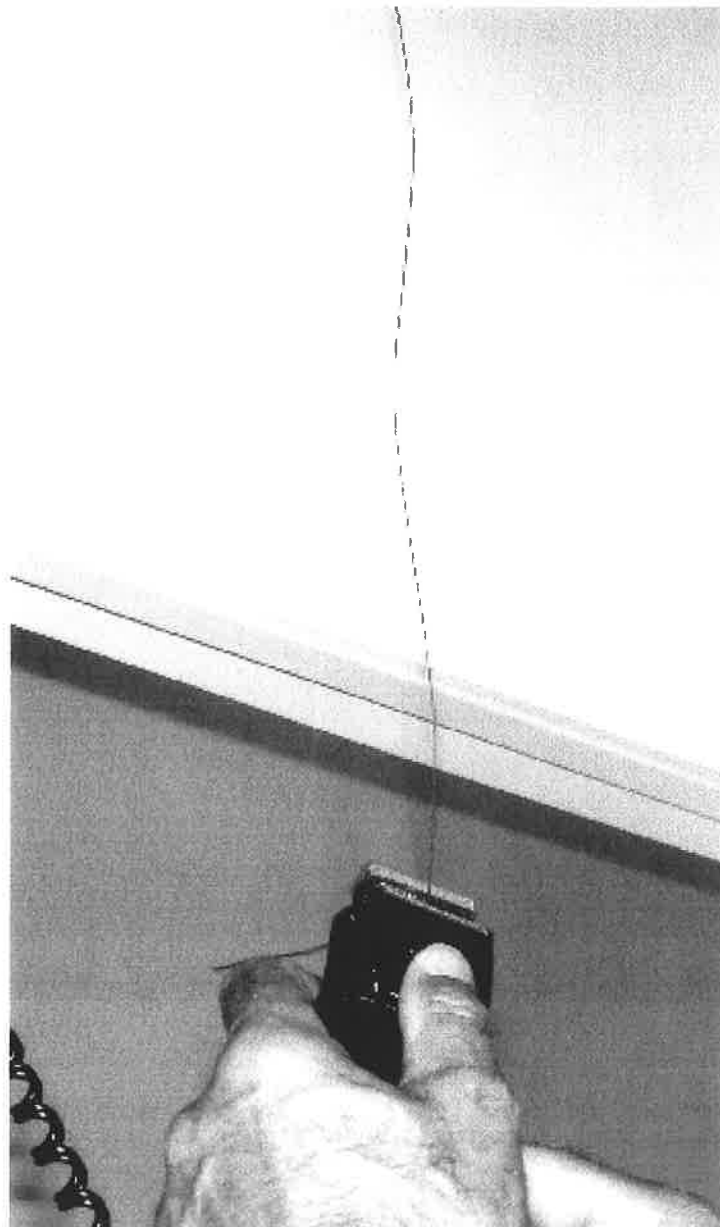
- ▶ Fuchsschwanzsäge, Bogen
- Das aus festem Stahlblech hergestellte Blatt einer Fuchsschwanzsäge ist gut geeignet, um es mit dem Bogen zum Klingen zu bringen. Aber nie die scharfe Seite anstreichen, der Bogen wäre sofort zerstört!
Probieren Sie aus, wie der Klang von der Stelle des Anstreichens und der Biegung des Sägeblatts abhängt!



37 Rasierwellen

► Elektrischer Rasierapparat, Gummischnur

- Um ein Seil zu stehenden Wellen anzuregen, muss ein gleichmäßig schwingender Erreger vorhanden sein. Ein elektrischer Rasierapparat ist sehr gut geeignet. Eine dünne Gummischnur ist an dem Scherkopf fest geknotet. Ihr anderes Ende ist etwa 1 m entfernt z.B. an einem Tischbein befestigt. Schaltet man den Rasierer ein, entstehen bei bestimmten Anspannungen der Saite Knoten und Bäuche. Die Veränderungen sind dadurch leicht möglich, dass man einfach mit dem Rasierer hin und her geht.



Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik, Universität Flensburg und Phänomenta e.V.

Fortbildungsreihe: ‚Naturwissenschaftliche Phänomene in Kindertagesstätten‘

LICHT UND FARBE

INHALT

- ▶ 1. Unendlichkeitsspiegel
- 2. Klappkaleidoskop
- 3. Tripelspiegel
- 4. Kaleidoskope
- 5. Seitenrichtiger Spiegel
- 6. Spiegelzeichner
- 7. Loch in der Hand
- 8. Blinder Fleck
- 9. Fingerwürstchen
- 10. Hexenlinse (Zylinderlinse)
- 11. Linsenbilder
- 12. Vasenlinse
- 13. Prismenfarben
- 14. Farbkreisel
- 15. Nachbilder
- 16. Tropfenlupe
- 17. Farbtrenner
- 18. Das kleine Gelb und das kleine Blau
- 19. Farbige Schatten
- 20. Wasserspektrum
- 21. Knickhalme
- 22. Wasserlinse
- 23. Münzenheber
- 24. Spielstrahlen
- 25. Licht und Stoff
- 26. Schattenbilder
- 27. Folienmix
- 28. Wasserfarben
- 29. Mit Naturfarben malen
- 30. Geheimtinte

1 Unendlichkeitsspiegel

- ▶ Zwei (Kachel)spiegel
- Zwei Spiegel werden auf den Tisch gestellt und parallel zueinander gehalten. Man kann sie auch mit doppelseitigem Klebeband an Holzklötze o.ä. befestigen. Ein Gegenstand, den man dazwischen legt, erscheint unendlich vervielfacht. Da bei jeder Reflexion etwa 8% des Lichts verloren gehen, werden die Bilder immer dunkler – keinesfalls sieht man unendlich viele!

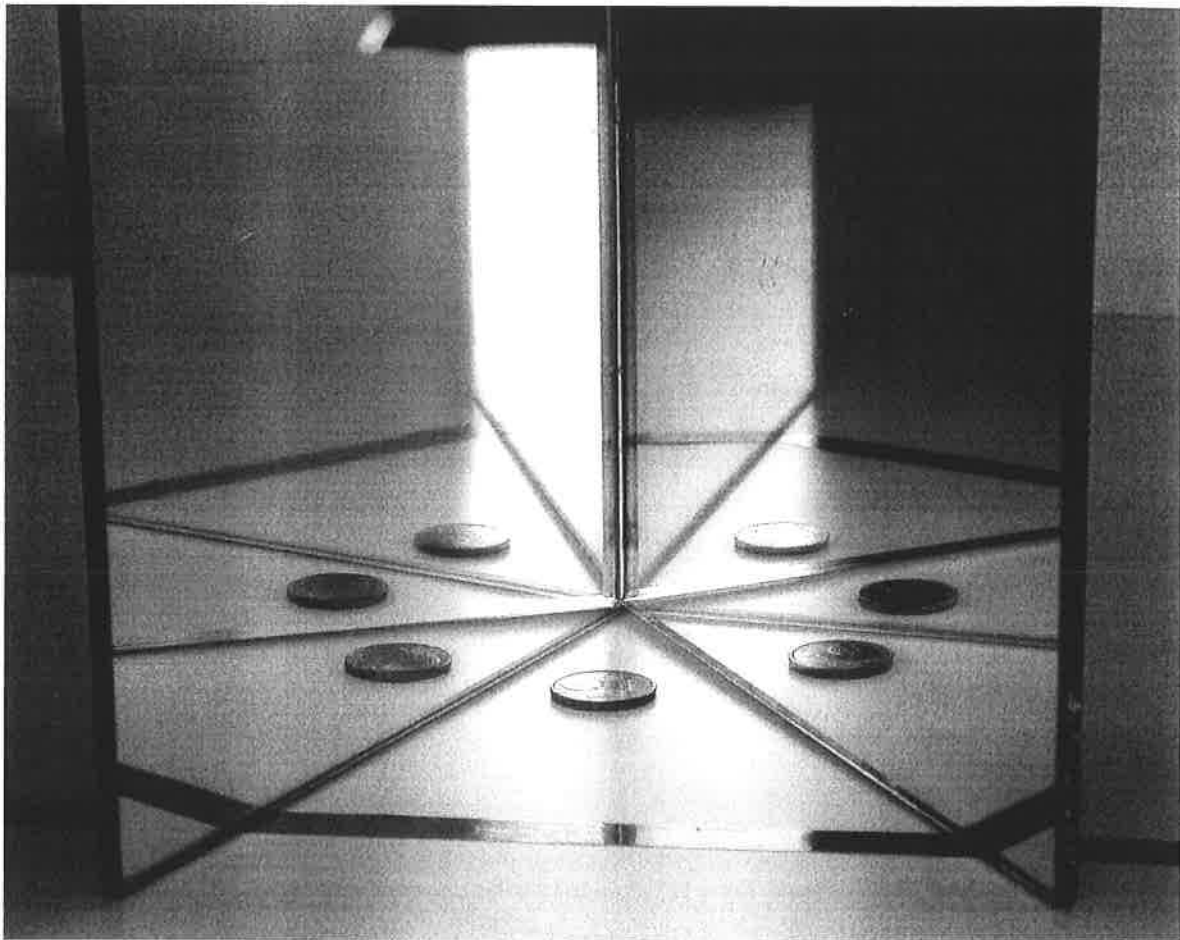
Als Spiegel sind Spiegelkacheln sehr gut geeignet, weil ihre Kanten geschliffen sind und sie üblicher Weise gute optische Qualität haben. Falls man Bruch und scharfe Spiegelscherben fürchtet, sind auch Plexiglasspiegel geeignet. Das Material ist über den Deko-Handel oder Betriebe zu bekommen, die Kunststoffe im Werbebereich verarbeiten.



2 Klappkaleidoskop

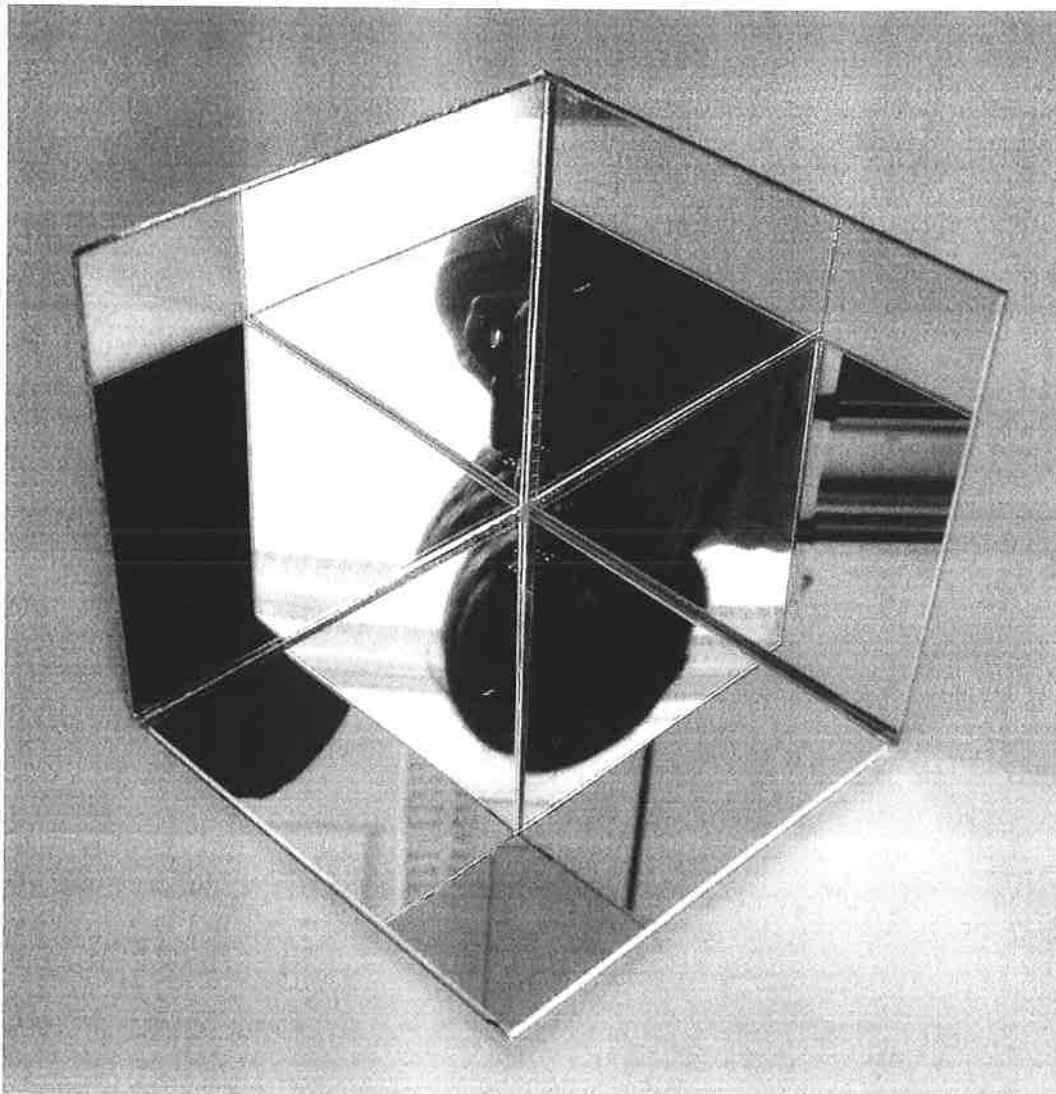
- ▶ Zwei Spiegelkacheln, Klebeband
- Zwei Spiegel werden an einer Kante mit Klebeband verbunden. Man stellt sie auf den Tisch und legt Gegenstände dazwischen. Es entstehen Vervielfältigungen in Kreisform.

Als Spiegel sind Spiegelkacheln sehr gut geeignet, weil ihre Kanten geschliffen sind und sie üblicher Weise gute optische Qualität haben. Falls man Bruch und scharfe Spiegelscherben fürchtet, sind auch Plexiglasspiegel geeignet. Das Material ist über den Deko-Handel oder Betriebe zu bekommen, die Kunststoffe im Werbebereich verarbeiten.



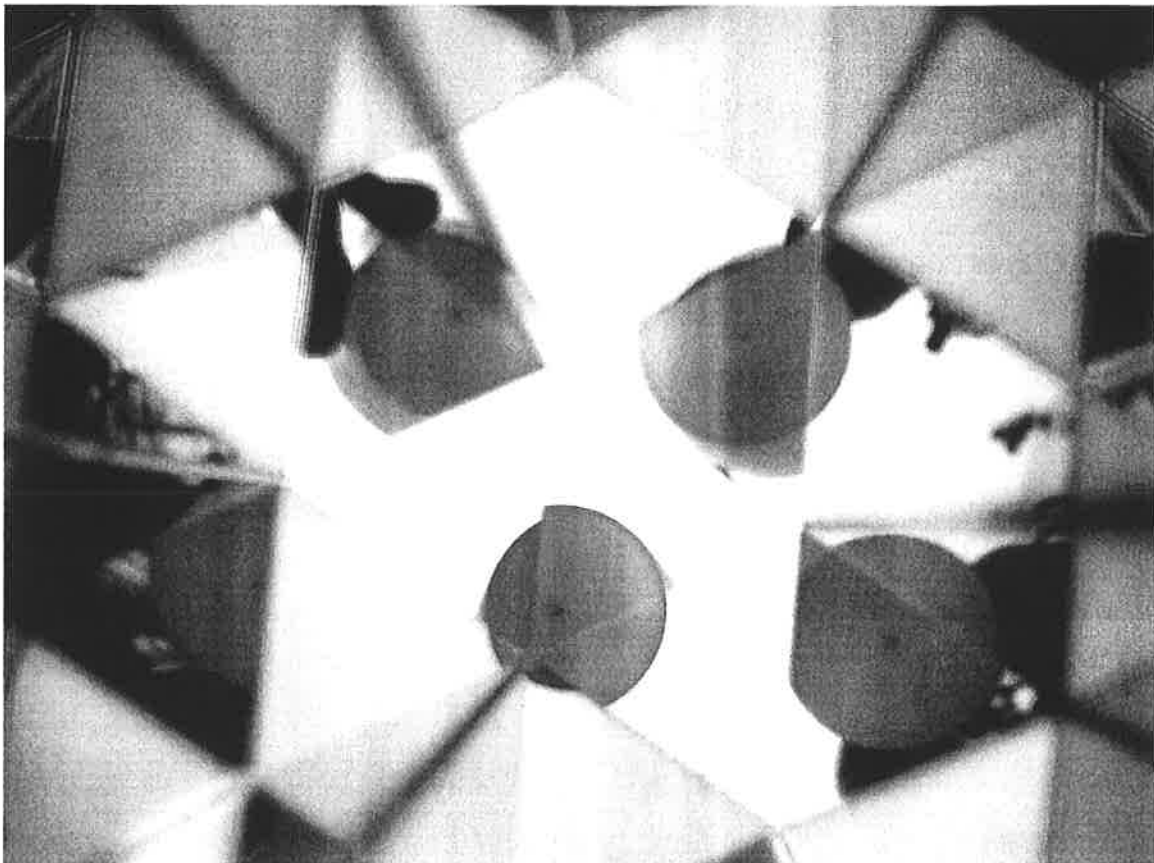
3 Tripelspiegel

- ▶ Drei Spiegelkacheln, Klebeband
- Drei Spiegel werden an den Kanten wie ein Würfel zusammen geklebt. Dadurch verlässt Licht den Tripelspiegel immer in der Richtung aus der es kommt.
Eine wichtige Anwendung ist das „Katzenauge“, der typische Rückstrahler bei Fahrzeugen und Straßenbegrenzungen.
Blickt man in einen Tripelspiegel ist ein Auge (das „Hauptauge“) immer im inneren Kantenpunkt zu sehen.
Als Spiegel sind Spiegelkacheln sehr gut geeignet, weil ihre Kanten geschliffen sind und sie üblicher Weise gute optische Qualität haben. Falls man Bruch und scharfe Spiegelscherben fürchtet, sind auch Plexiglasspiegel geeignet. Das Material ist über den Deko-Handel oder Betriebe zu bekommen, die Kunststoffe im Werbebereich verarbeiten.



4 Kaleidoskope

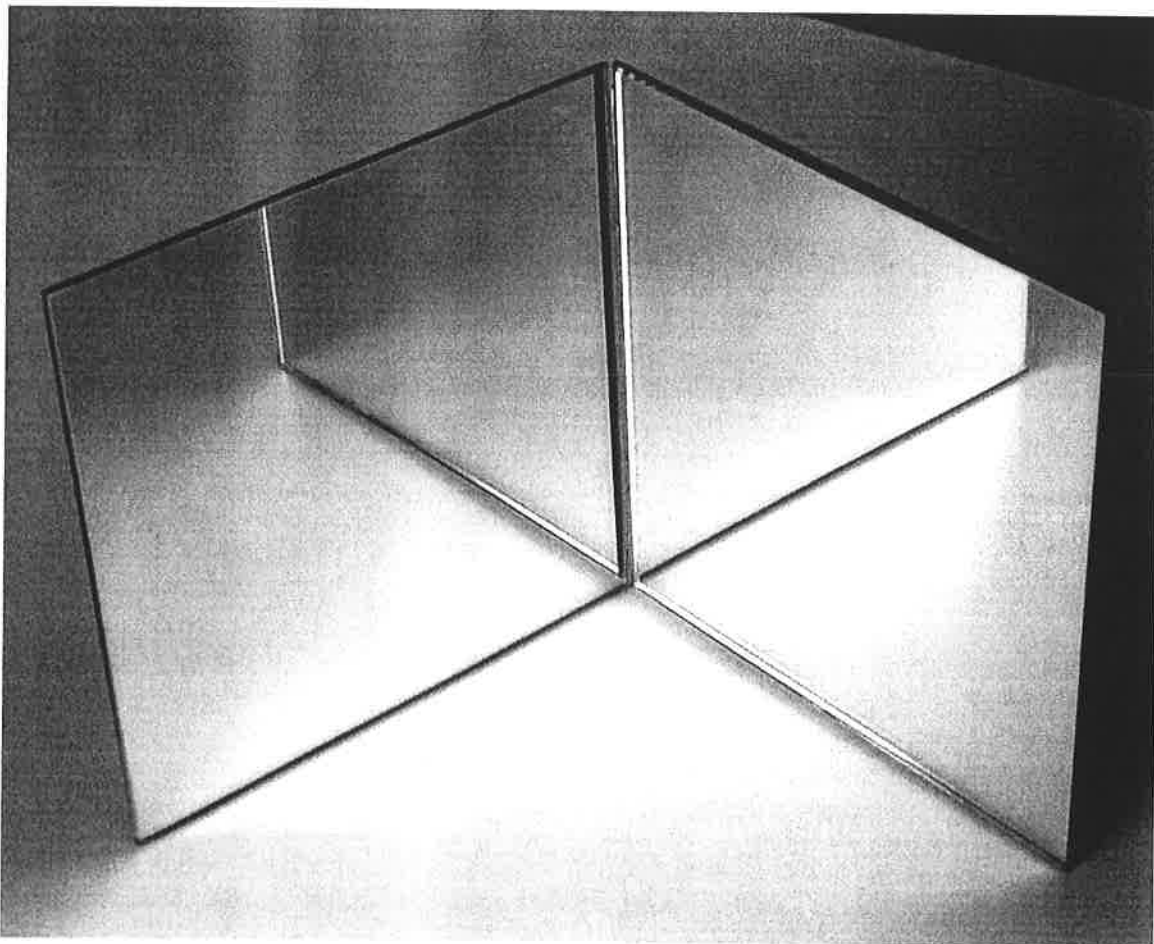
- ▶ Drei Spiegelkacheln oder verspiegeltes PVC, Klebeband
- Kaleidoskope (wörtlich übersetzt heißt das „Schönseher“) entstehen, wenn mehrere Spiegel ineinander reflektieren. Man kann z.B. sehr einfach 3 gleiche Spiegel als dreieckige Röhre mit Klebestreifen verbinden. Hält man sie vor das Auge und betrachtet einen Gegenstand, füllen die regelmäßig angeordneten Bilder den ganzen Raum.
Als Spiegel sind Spiegelkacheln sehr gut geeignet, weil ihre Kanten geschliffen sind und sie üblicher Weise gute optische Qualität haben. Falls man Bruch und scharfe Spiegelscherben fürchtet, sind auch Plexiglasspiegel geeignet. Hier bietet sich auch ca. 1mm dickes verspiegeltes PVC an, das preiswert ist und leicht verarbeitet werden kann. Das Material ist über den Deko-Handel oder Betriebe zu bekommen, die Kunststoffe im Werbebereich verarbeiten.



5 Seitenrichtiger Spiegel

- ▶ Zwei Spiegelkacheln
- Zwei Spiegel, die rechtwinklig zueinander stehen, erzeugen ein merkwürdiges Spiegelbild: es ist seitenrichtig, entspricht also dem Foto, das einem selbst häufig fremd vorkommt (das einfache Spiegelbild ist vertrauter!). Die Erklärung ist einfach: ein Spiegel vertauscht gar nicht links und rechts! Auch nicht oben und unten, er vertauscht vorne und hinten. Tut er das zwei Mal, ist das ursprüngliche Bild wieder da. Der Spiegel wird dann besonders interessant, wenn man vorne eine durchsichtige Scheibe anbringt.

Als Spiegel sind Spiegelkacheln sehr gut geeignet, weil ihre Kanten geschliffen sind und sie üblicher Weise gute optische Qualität haben. Falls man Bruch und scharfe Spiegelscherben fürchtet sind auch Plexiglasspiegel geeignet. Das Material ist über den Deko-Handel oder Betriebe zu bekommen, die Kunststoffe im Werbebereich verarbeiten.



6 Spiegelzeichner

- ▶ Spiegel, 2 Klötze, Platte, Papier, Stift
- Die Schreibfläche eines Blocks wird so mit Hilfe von zwei Klötzen (hier z.B. Tetrapacks) und einer Platte abgedeckt, dass man sie nicht unmittelbar sehen kann. Erst ein Spiegel, der dahinter gehalten oder befestigt wird, gibt einem die Möglichkeit, zu sehen was gemalt oder geschrieben wird. Es ist außerordentlich schwierig, einer vorgegebenen Form zu folgen!

Als Spiegel sind Spiegelkacheln sehr gut geeignet, weil ihre Kanten geschliffen sind und sie üblicher Weise gute optische Qualität haben. Falls man Bruch und scharfe Spiegelscherben fürchtet, sind auch Plexiglasspiegel geeignet. Das Material ist über den Deko-Handel oder Betriebe zu bekommen, die Kunststoffe im Werdebereich verarbeiten.



7 Loch in der Hand

► Papier

- Ein DIN A4 Blatt wird zu einer Röhre gerollt und vor ein Auge gehalten. Das andere Auge blickt auf die flach ausgestreckte Hand. Wir sehen deutlich die Hand mit einem großen Loch darin – ohne dass es blutet!
Unser Denken setzt die Bilder der beiden Augen zu der Gesamtwahrnehmung zusammen, hier also in einer unrealistischen Art und Weise. Man spricht von einer optischen Täuschung.



8 Blinder Fleck

▶ Papier, schwarzer Filzstift

- Auf einem (karierten) Papier malt man ein Kreuz (ca. 2 cm hoch) und rechts daneben in einem Abstand von etwa 10 cm einen kräftigen Punkt. Das linke Auge wird nun geschlossen, mit dem rechten das Kreuz fixiert. Verändert man nun den Abstand zwischen dem Blatt und dem Auge, verschwindet in einer bestimmten Entfernung der Punkt. An seiner Stelle scheint das Karomuster ohne Störung durchzulaufen!

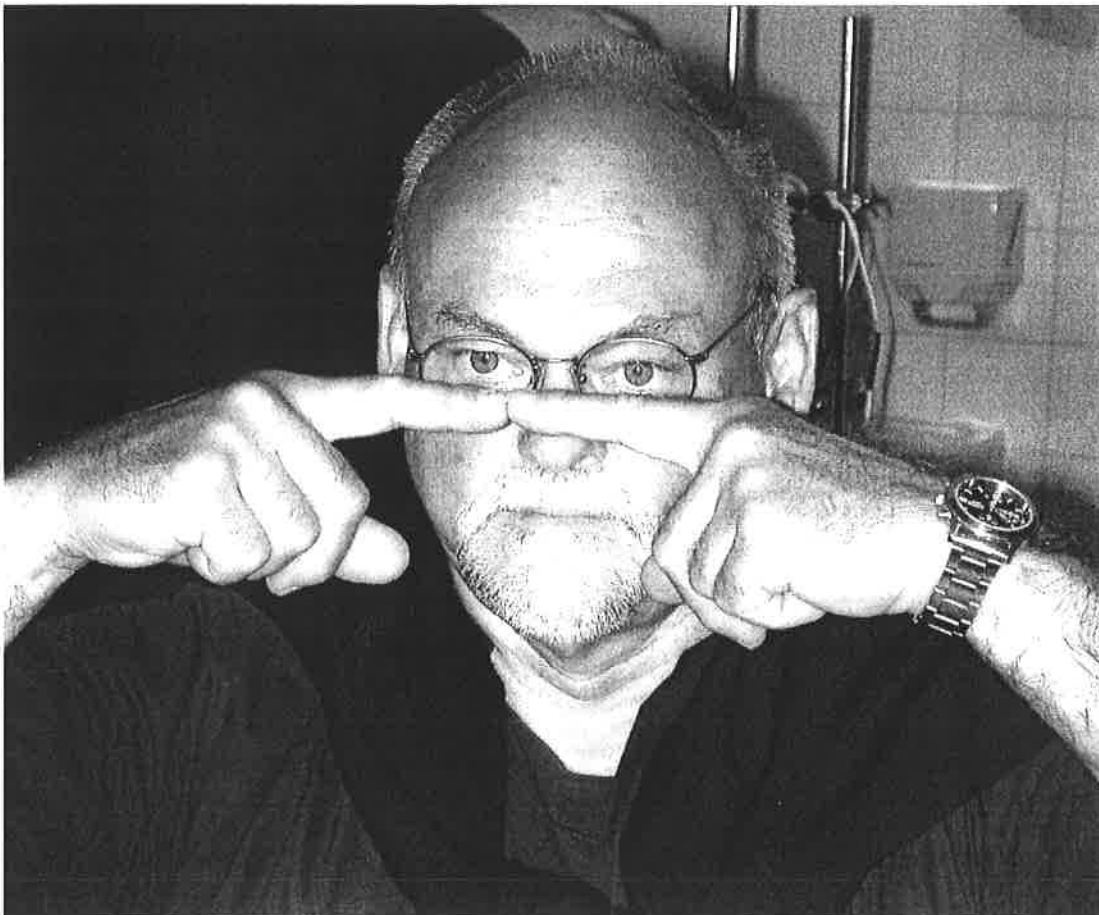
Um die Erscheinung mit dem linken Auge sehen zu können muss das Blatt um 180° gedreht werden, der Punkt also ebenfalls links sein.

Unser Auge hat jeweils eine Stelle, an der die Sehnerven durchtreten und kein Sinneseindruck möglich ist. Zum Glück sind diese blinden Flecke an unterschiedlichen Stellen. Wir würden sonst regelmäßig kleine Bereiche der Wirklichkeit falsch wahrnehmen.



9 Fingerwürstchen

- Man hält wie im Bild die beiden Zeigefinger im Abstand von wenigen Zentimetern vor die Augen. Versuchen sie, gleichsam „hindurch“ zu sehen, fixieren sie also nicht die Stelle der Fingerspitzen! Wenn man nun die Finger etwas bewegt, kommt es zu der Wahrnehmung eines 3. Fingers, der zwischen den beiden realen schwebt, eben einem Fingerwürstchen.



10 Hexenlinse

► Reagenzglas, Korken

- Füllen sie ein Reagenzglas möglichst ohne Lufteinschluss mit Wasser und verkorken sie es. Man erhält damit eine Zylinderlinse mit merkwürdigen Eigenschaften:

Scheinbar werden – wenn man die Röhre in geeigneter Entfernung über einen Schriftzug hält – nur einige Buchstaben umgedreht. HEXE z.B. bleibt vollständig erhalten.

Bei KIGA allerdings werden die beiden letzten Buchstaben auf den Kopf gestellt – die beiden anderen natürlich auch, nur bemerkt man es wegen der Symmetrie nicht!



10 LICHT UND FARBE

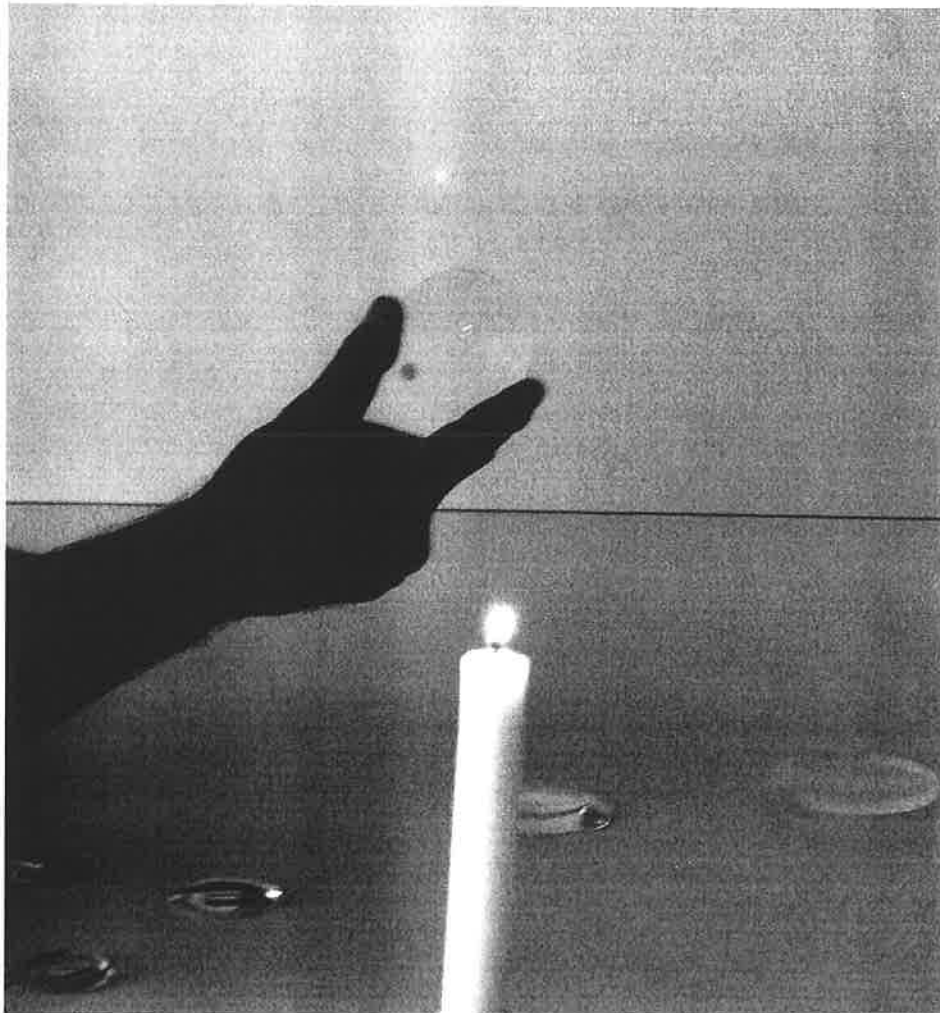
11 Linsenbilder

► Lupen gläser, Brillen gläser

- Lupen gläser, alte Brillen gläser (sie können mit großer Aussicht auf Erfolg bei Optikern danach fragen!) oder auch demontierte optische Geräte liefern Linsen, mit denen Kinder sehr schön experimentieren können. Manche sind in der Mitte dünner als am Rand, andere sind dort dicker. Diese können Bilder machen.

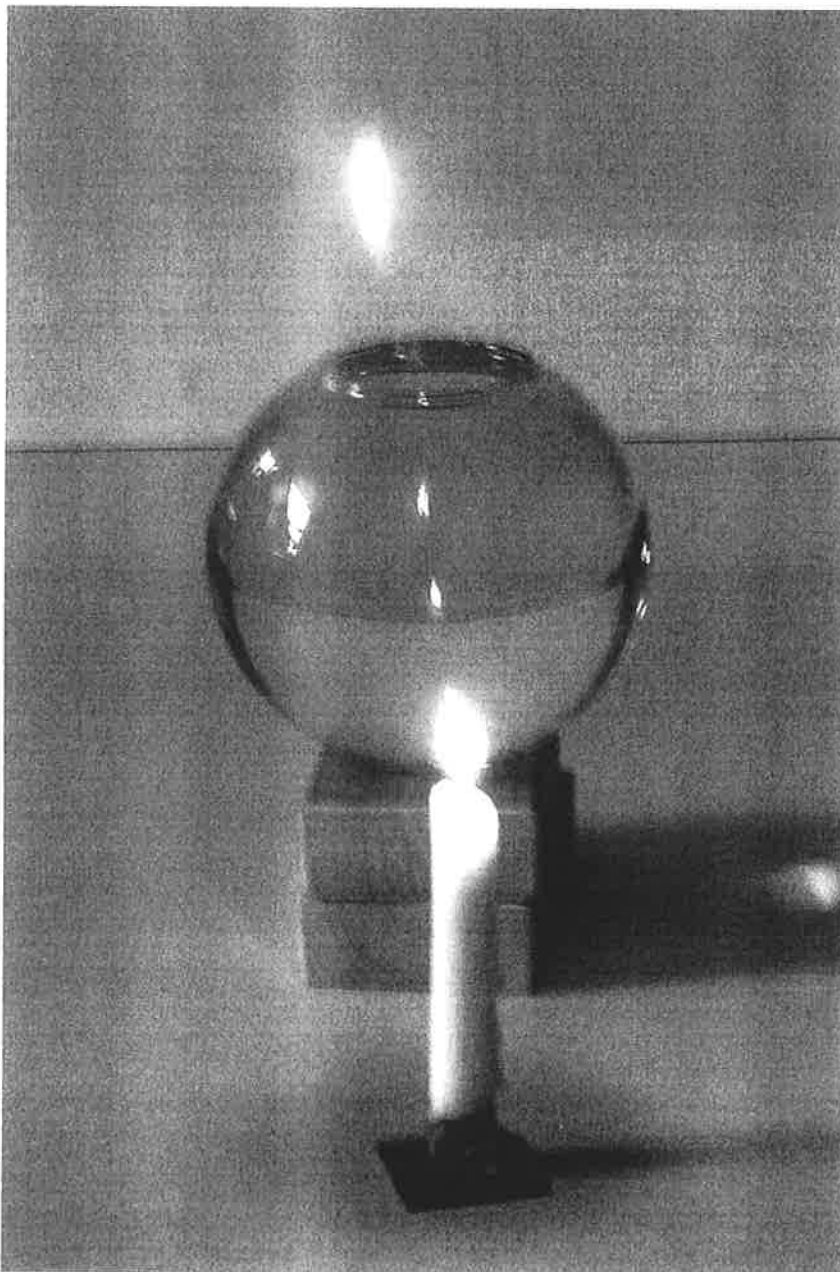
Auf einer weißen Wand werden die gegenüber liegenden Fenster abgebildet. Auf einem Blatt Papier entsteht das Bild von einem Haus, einem Baum oder auch von den Wolken. Scheint die Sonne, reizt es auch ihr Bild zu erzeugen. Es ist so heiß, dass an seinem Ort eventuell das Papier brennt. Das ist der Grund, weshalb man diese Stelle Brennpunkt und ihre Entfernung von der Linse Brennweite nennt.

Eine Kerzenflamme wird ebenfalls abgebildet, von Linsen unterschiedlicher Brennweiten in unterschiedlicher Größe. Dabei ist festzustellen, dass es 2 unterschiedliche Stellen gibt, an denen die Linse Bilder erzeugt. Mal ist das Bild größer, mal ist es kleiner als der Originalgegenstand.



12 Vasenlinse

- ▶ Kugelige Vase oder kugeliges Rotweinglas
- Kugelige, mit Wasser gefüllte Vasen sind wunderschöne Sammellinsen. Sie erzeugen Bilder von leuchtenden Gegenständen, Lampen oder Kerzen z.B. Es ist gut zu sehen, dass es 2 Stellen gibt, an denen die Vase stehen muss, um scharfe Bilder zu erzeugen. Geeignet sind auch kugelige (Rotwein-)Gläser oder größere Glaskugeln. Achtung! Liegen diese Gegenstände aus Versehen in der Sonne oder stellt man sie auf die sonnige Fensterbank kann es zu Bränden führen: Das Bild der Sonne ist so heiß, dass Holz oder Papier Feuer fängt.



13 Prismenfarben

▶ Glas- oder Kunststoff-Prisma

- Die Welt sieht – durch ein vor das Auge gehaltene Prisma betrachtet – bunt aus. Nicht allerdings die gleichmäßigen Flächen wie z.B. der Himmel oder eine weiße Wand. Erst an den Kanten sind Farben zu beobachten.

Ein heller Strich auf einem dunklen Untergrund erscheint in farbige Zonen zerlegt (Leuchtstofflampe, Klebe- oder Papierstreifen, ausgeblendeter Lichtstreifen).

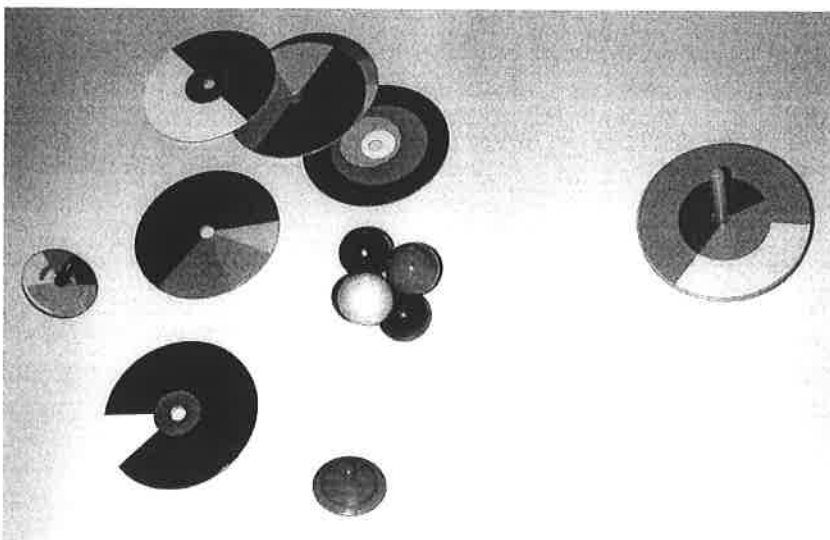
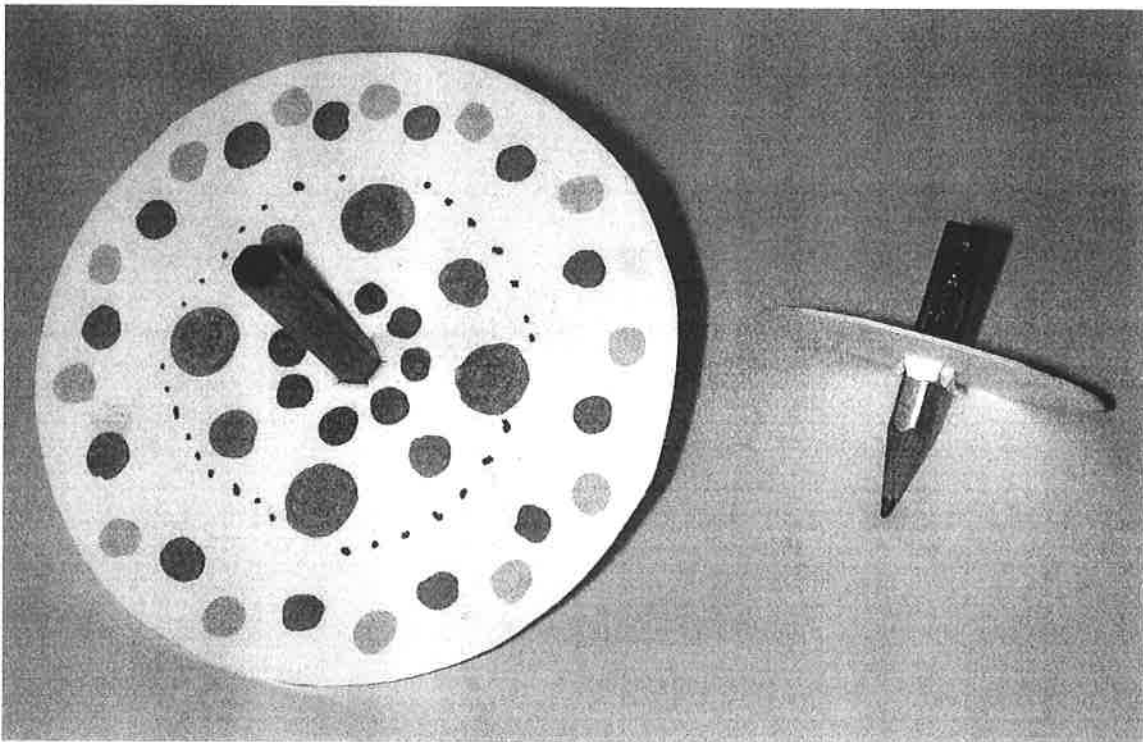
Die Prismenkanten müssen aber parallel dazu liegen! Es ist interessant, sich unterschiedliche Lichtquellen anzusehen.

Betrachtet man nun einen schwarzen Strich auf einem weißen Untergrund (und das ist z.B. der Fall, wenn man sich ein Fensterkreuz vor dem hellen Himmel ansieht), kommt es zu ganz anderen Farben.



14 Farbkreisel

- ▶ Gekaufte Kreisel oder selbst gebaute aus:
weissem dicken Kartonpapier, kurzem Bleistift, Filzstiftbemalung
- In Folge der Trägheit des menschlichen Auges kann man bei einem rotierenden Kreisel Muster nicht erkennen, sie verschwimmen gleichsam. Sind die Muster farbig, erscheinen Mischfarben. (Manchmal kommt es dann aber auch bei schwarz-weißen Mustern zu Farberscheinungen!) Können sie durch eine geeignete Farbzusammenstellung einen weißen Eindruck gewinnen?

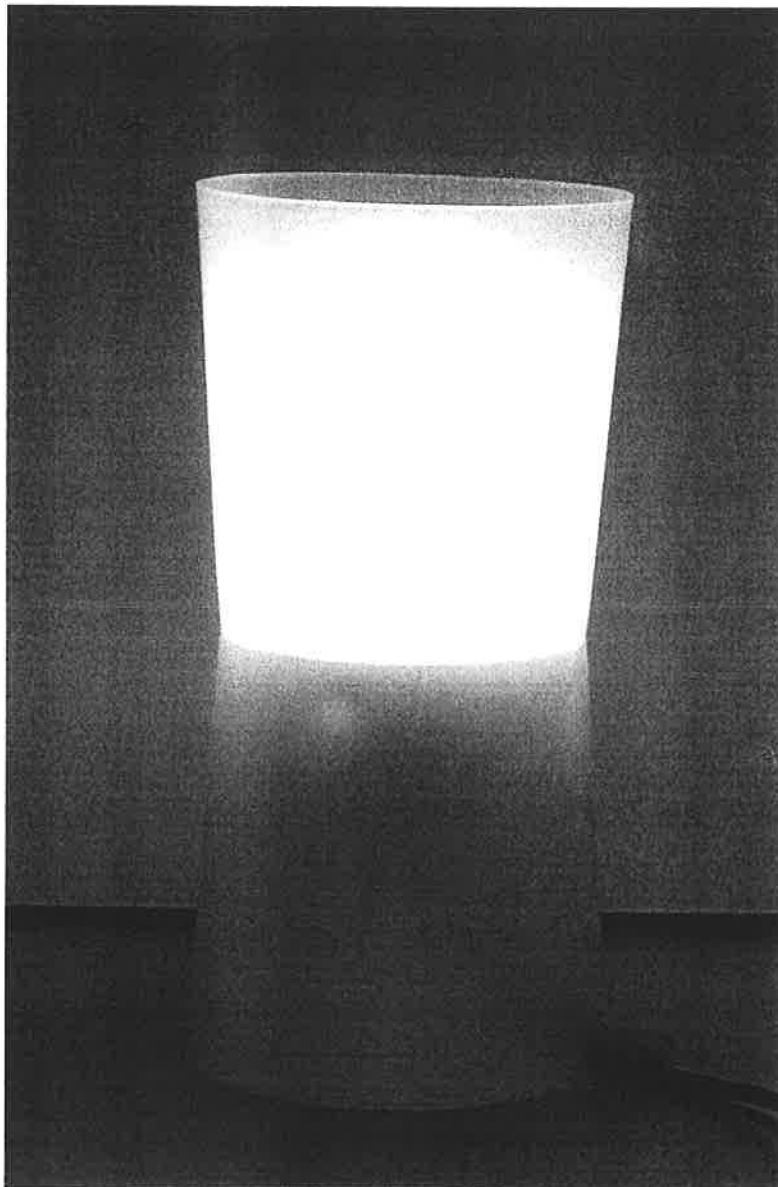


LICHT UND FARBE

14

15 Nachbilder

- ▶ Farbige Lampe, Overhead-Projektor oder Diaprojektor
- Starren sie 15 bis 20 Sekunden lang auf einen farbigen Gegenstand und blicken sie dann auf eine helle weiße Fläche – sie werden erleben, wie allmählich ein Bild in der jeweiligen Komplementärfarbe erscheint. Sehr gut kann man solche Experimente mit dem OHP durchführen, aber auch eine farbige Lampe, eine Diaprojektor o.ä. leistet gute Dienste. Durch das Starren ist ein Bereich unserer Netzhaut intensiv angeregt worden und danach gleichsam überreizt. Die entsprechende Farbe wird also – wenn dann insgesamt weißes Licht vorhanden ist – an dieser Stelle weniger intensiv wahrgenommen, sie fehlt gleichsam, was dann zu der Komplementärfarbe führt.



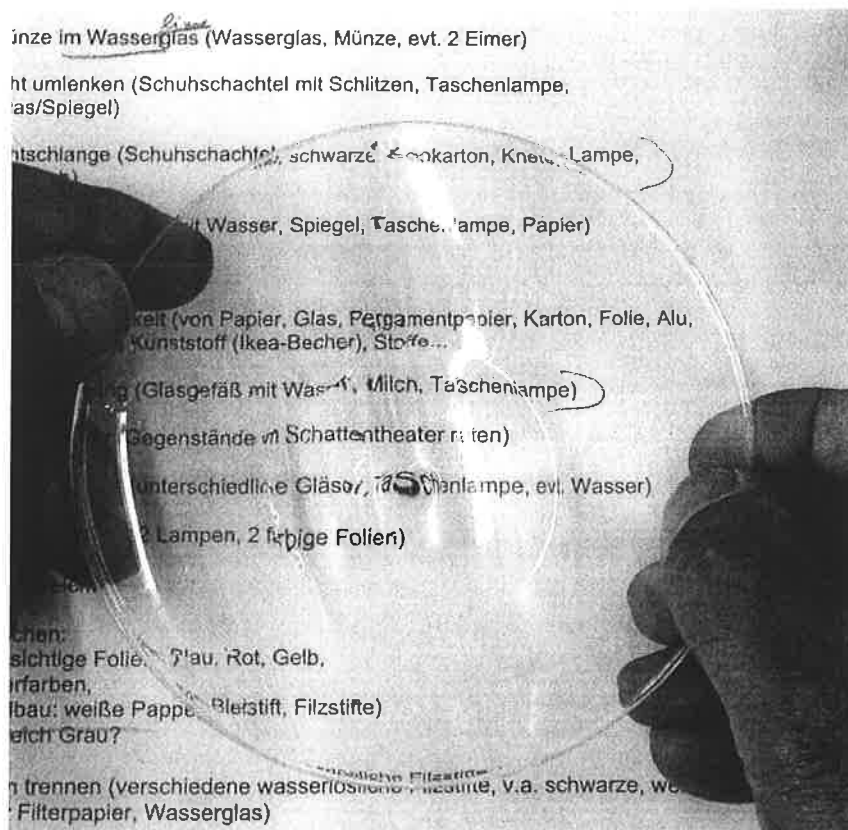
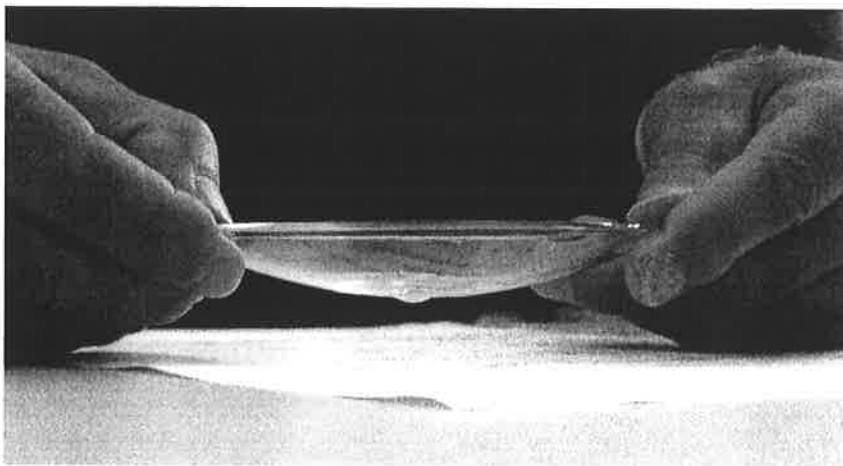
15 LICHT UND FARBE

16 Tropfenlupe

► Uhrglas

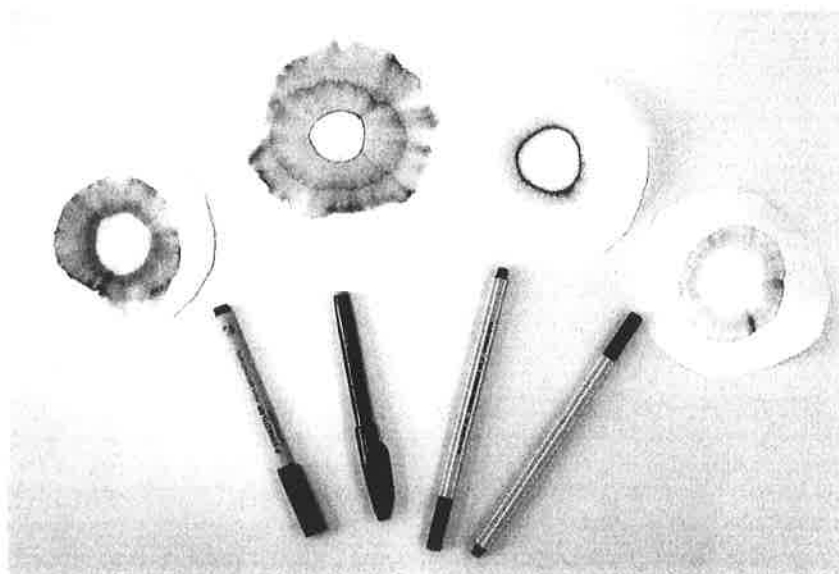
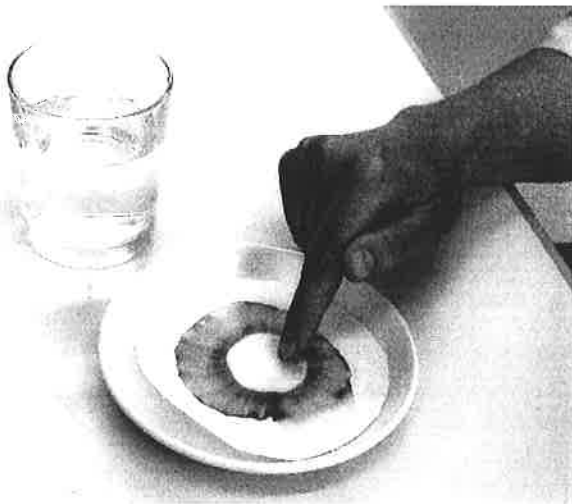
- Ein Wassertropfen hat eine kugelige Form und kann daher als Linse funktionieren. Seine Krümmung ist groß, seine Brennweite daher klein. Er ist dadurch hervorragend als Lupe geeignet.

Man kann den Tropfen unter durchsichtige Gläser bringen oder auch in Löcher hängen. Das Uhrglas hat den Vorteil, dass der Tropfen recht groß ist und man viel von der Umgebung des vergrößerten Bildes sieht.



17 Farbtrenner

- ▶ Filterpapier oder Löschpapier (z.B. weiße Kaffeefilter), wasserlösliche, dunkelfarbige Filzstifte (bes. geeignet: STABILO point)
- Ein Stück Filterpapier ist in der Lage, einen schwarzen Tintenstrich wunderbar farbig werden zu lassen: Man schneidet sich ein (rundes) Blatt Filterpapier (so etwas gibt es auch fertig) und malt mit einem Filzstift einen konzentrischen Kreis. Mit dem Finger wird nun ein Tropfen Wasser in die Mitte getupft. Das Wasser breitet sich aus und kommt zu der Tinte, die je nach Farbstoff unterschiedlich gut gelöst und dann wieder an den noch sauberen Papierfaser abgelagert wird. Die Erscheinung heißt auch „Runge-Bilder“. Es handelt sich um ein wichtiges Trenn- und Nachweisverfahren der Chemie. Die s.g. Chromatographie macht es möglich, Stoffe zu identifizieren, hier z.B. nachzuweisen, dass die Unterschrift mit einem bestimmten Stift geleistet worden ist.



18 Das kleine Gelb und das kleine Blau

- ▶ 2 Diaprojektoren, 2 Diarähmchen (darin jeweils schwarzes Kartonpapier mit Loch, blaue bzw. gelbe Folie)
- Mit Hilfe von 2 Diaprojektoren wird ein gelber und ein blauer Lichtpunkt erzeugt. Man blendet diese beiden Punkte allmählich übereinander – und erhält zum Erstaunen Vieler kein Grün! Da Gelb die uns erscheinende Farbe ist, wenn die rot- und die grünempfindlichen Rezeptoren angeregt werden, ist zusammen mit Blau das gesamte Spektrum unserer Sinnesorgane stimuliert. Und das ist dann die Wahrnehmung WEISS!



19 Farbige Schatten

- ▶ 2 Lampen, davon eine mit farbiger Glühbirne
- Ein Schatten erscheint als Mangel an Licht. Werfen 2 Lampen (eine ist weiß, die andere liefert farbiges Licht) Schatten, entstehen merkwürdige farbige Schatten in der Komplementärfarbe.
Unsere Wahrnehmung kann das vorhandene Licht berücksichtigen und in etwa feststellen, dass auch bei farbigen Lichtern ein Gegenstand weiß ist. Dieser Ausgleich, bei dem eine Farbe subjektiv unterdrückt wird, führt in der Interpretation der Schatten zu der Komplementärfarbe.



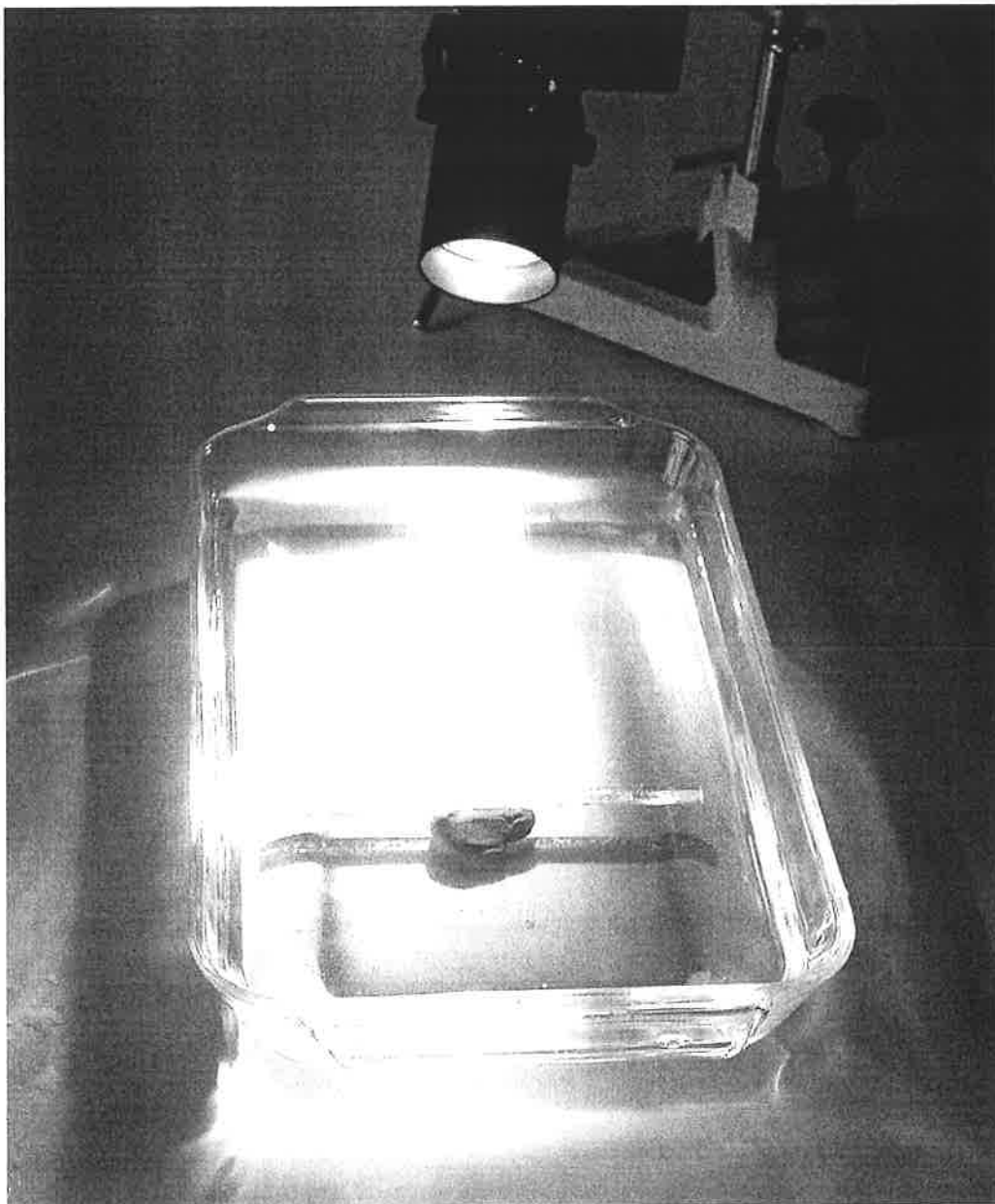
LICHT UND FARBE

19

20 Wasserspektrum

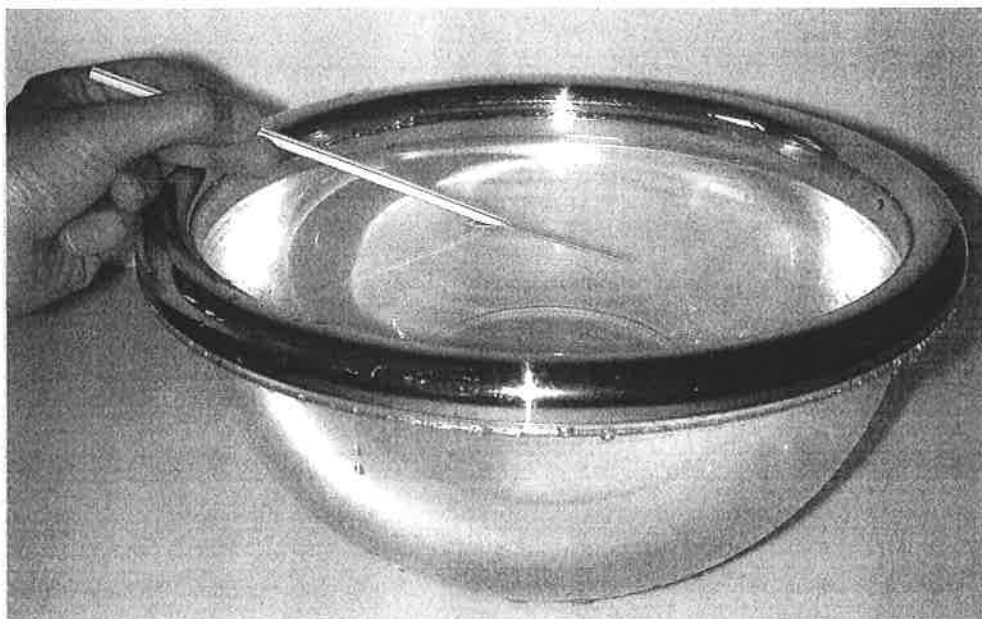
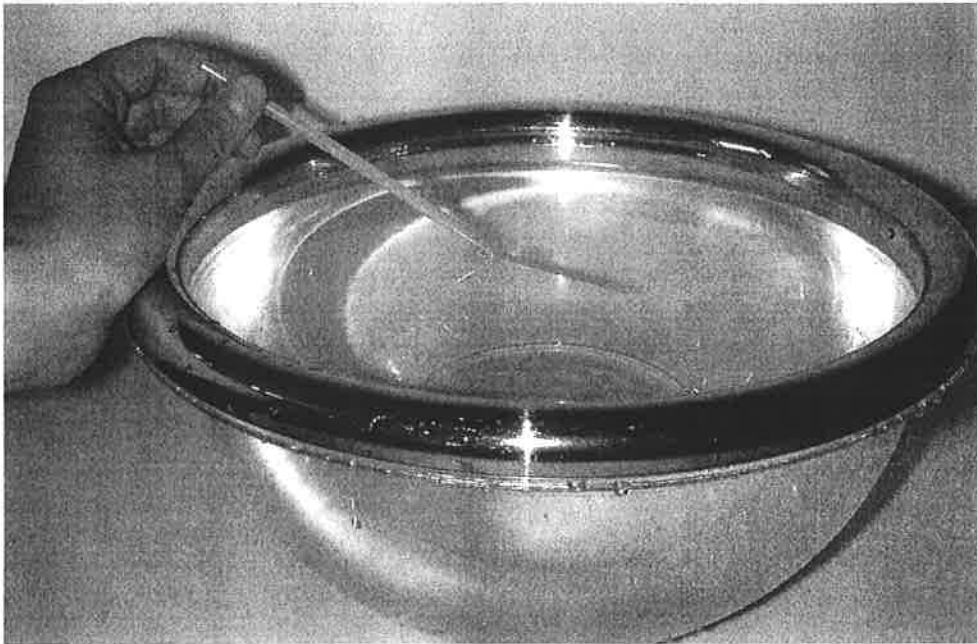
- ▶ Flache Schale, Knete, Spiegelstreifen, Lampe
- Licht wird beim schrägen Durchgang durch eine Oberfläche abgelenkt. Die tritt für die unterschiedlich farbigen Lichter unterschiedlich stark auf. Am schönsten ist es, wenn die Sonne scheint und damit experimentiert werden kann. Es geht aber auch mit einer Lampe:

In einem Wassertrog ist ein Spiegelstreifen schräg mit Knete auf dem Boden befestigt. Man beleuchtet ihn mit weißem Licht, das beim Durchgang durch die Wasseroberfläche in seine Komponenten aufgespalten wird. Leider verwischen Erschütterungen das an der Decke oder an der Wand erscheinende Spektrum.



21 Knickhalme

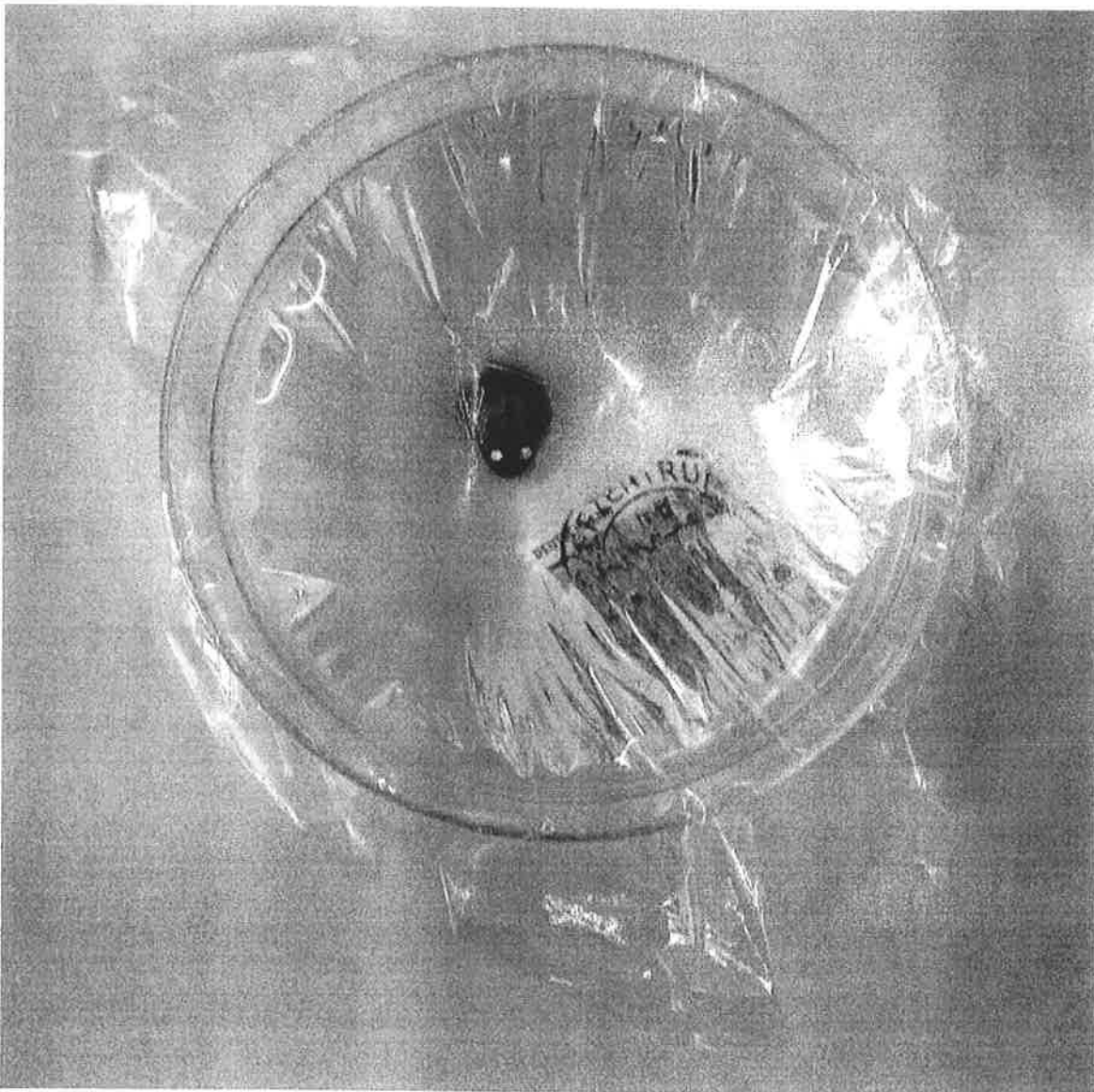
- ▶ Schüssel, Trinkhalme (auch zum Abknicken), Schaschlikspiesse
- Ein gerader Stab (hier z.B. ein Trinkhalm) erscheint geknickt, wenn man ihn in Wasser steckt. Ein Schaschlikspieß kann aber dennoch durch gesteckt werden, es handelt sich offensichtlich um eine optische Täuschung.



In diesem Bild ist der Halm aber nicht geknickt! Das Rätsel löst sich dadurch, dass Knickhalme ja nicht gerade sein müssen...

22 Wasserlinse

- ▶ Rundes, durchsichtiges Gefäß, Frischhaltefolie, Gummiband, kleine Gegenstände
- Über ein rundes (durchsichtiges) Gefäß wird ein Stück Frischhaltefolie gezogen und mit Gummiband befestigt. Sie bildet eine Schale, in die Wasser gefüllt werden kann. Bei passender Krümmung werden Gegenstände, die auf dem Boden des Gefäßes liegen, vergrößert abgebildet.

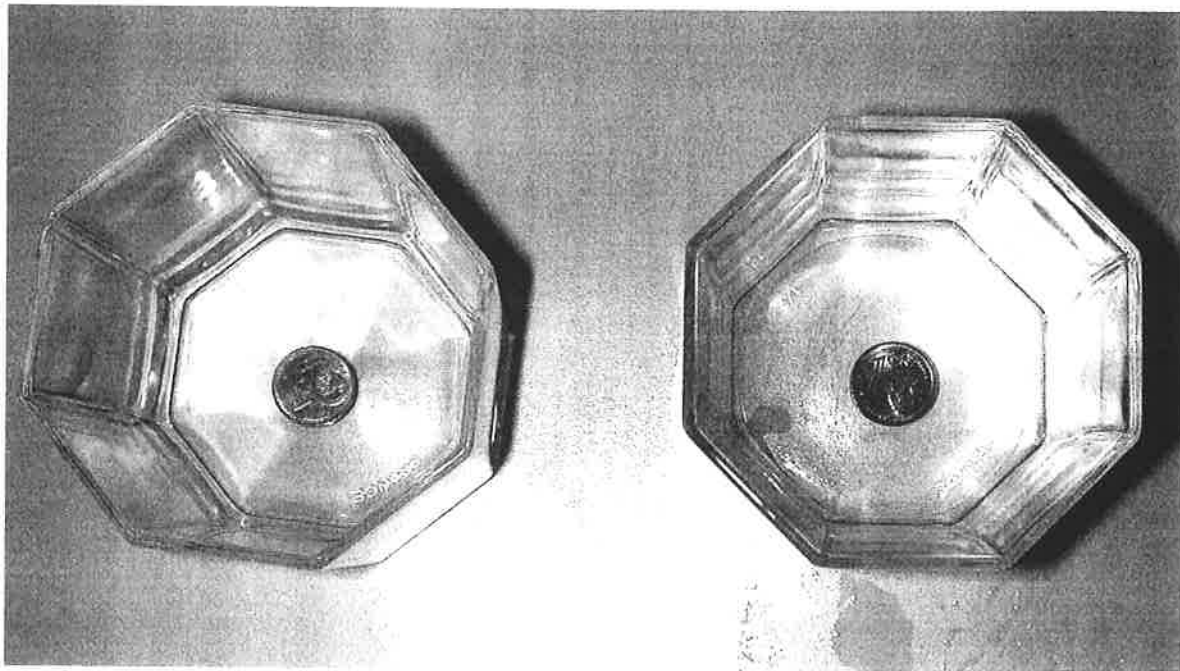


LICHT UND FARBE

22

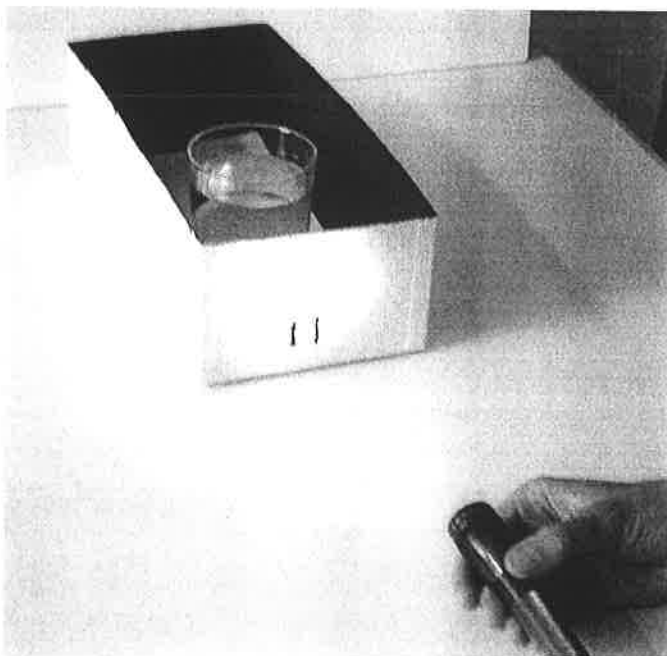
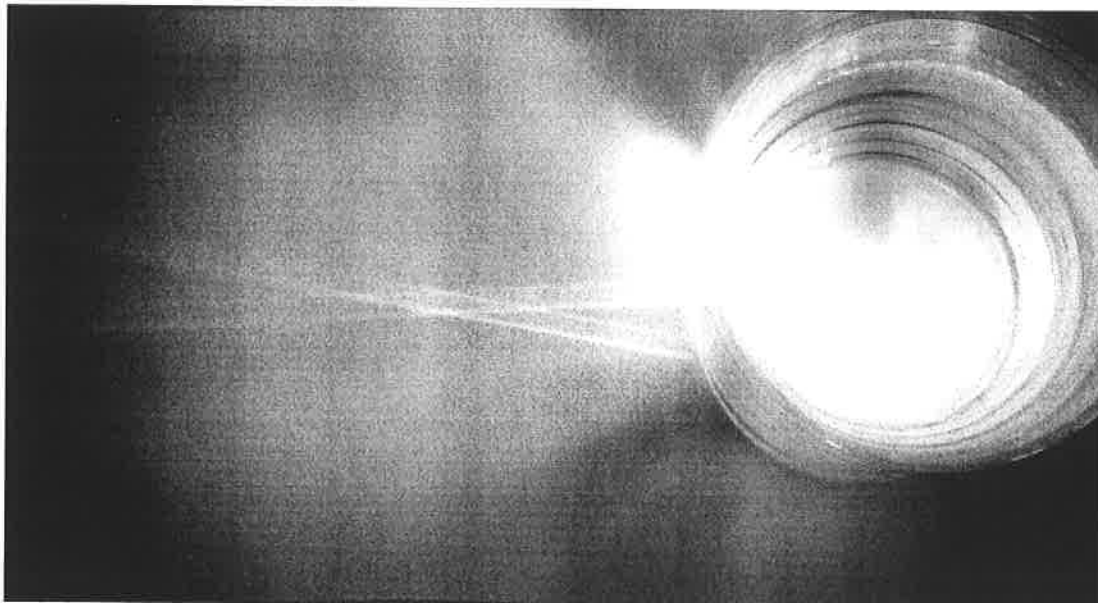
23 Münzenheber

- ▶ 2 gleiche Wassergläser oder Eimer, 2 gleiche Münzen
- In zwei nebeneinander stehenden gleichen Gefäßen (es können Gläser, Eimer, Vasen o.a. sein) liegt jeweils eine Münze. Ist eines der Gefäße mit Wasser gefüllt, erscheint die Münze angehoben.



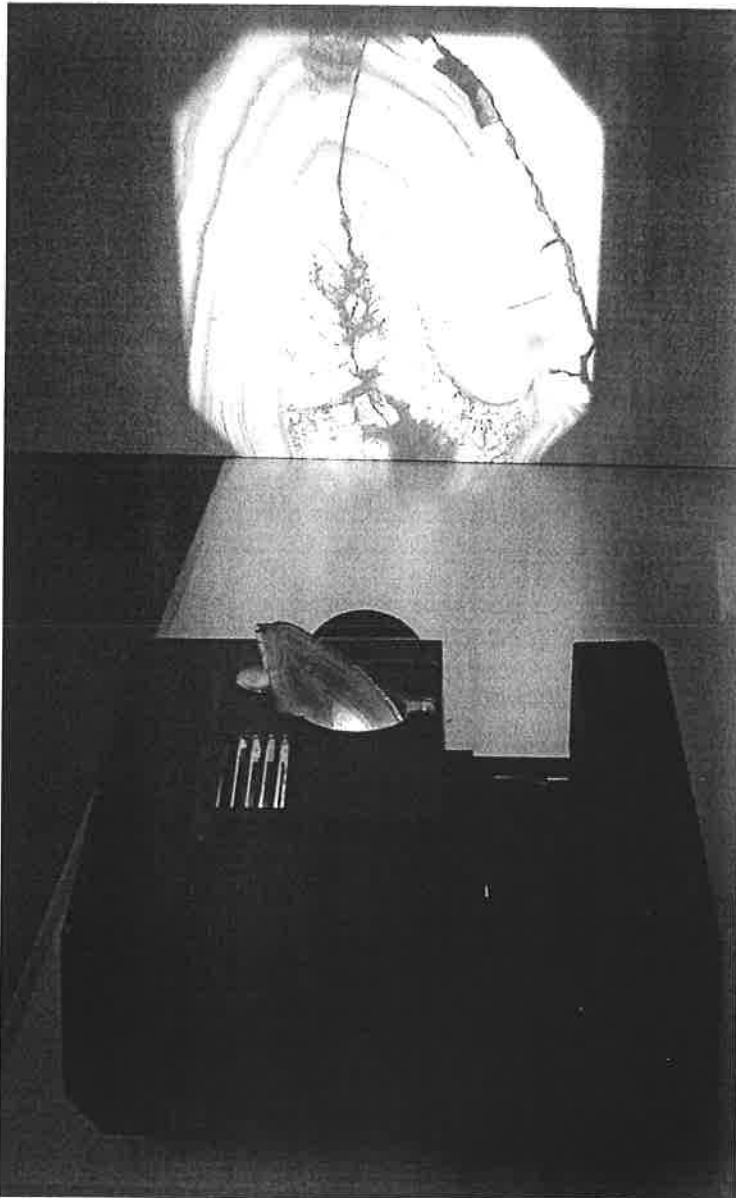
24 Spielstrahlen

- ▶ Schuhkarton, schwarze Abtönfarbe, gerades Wasserglas, Taschenlampe
- In einen offenen Schuhkarton schneidet man in der Vorderseite zwei senkrechte Schlitzlöcher. Sie sind etwa 3 cm hoch, 2 mm breit und haben einen Abstand von 2 cm. Die inneren Seitenflächen des Kartons sollten schwarz gemacht werden, der Boden bleibt weiß. Leuchtet man nun mit einer Lampe von vorn durch die Schlitzlöcher hindurch, erscheinen auf dem Boden zwei schmale Lichtbündel. Deren Verlauf ändert sich, wenn ein wassergefülltes gerades Trinkglas in den Karton gestellt wird. Auch mit Spiegeln, Prismen oder Linsen kann der Lichtverlauf verändert werden.



25 Licht und Stoff

- ▶ Verschiedene Materialien wie Papiere, Plastik- und Alu-Folien, Korkplatten, Stoffe, Pflanzen, Steinscheibe etc., (Taschen-)lampe oder Diaprojektor mit Glasröhmchen
- Viele Gegenstände sind nicht wirklich einfach lichtdurchlässig (unsichtbar) oder undurchsichtig. Ein Gewebe lässt etwas Licht durch, dabei entstehen farbige Muster. Eine billige Flasche ist Farbfilter und Wunderlinse zugleich: Licht wird durch sie in interessanten Mustern konzentriert und gefärbt. Kunststofffolien lassen etwas Licht hindurch, Pflanzenblätter erscheinen im Durchlicht als filigrane Geflechte. Die Erscheinungen sind mit einem Diaprojektor sehr eindrucksvoll zu sehen. Es bietet sich an, die Gegenstände in dem Diarahmen zu fassen, der dann in den Projektor geschoben wird.



26 Schattenbilder

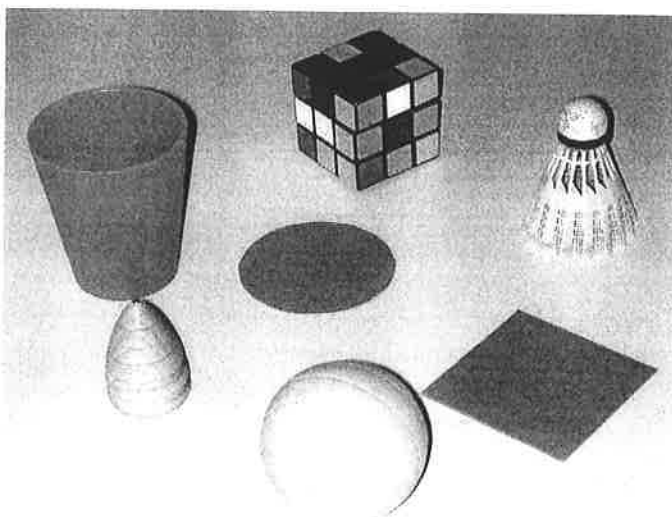
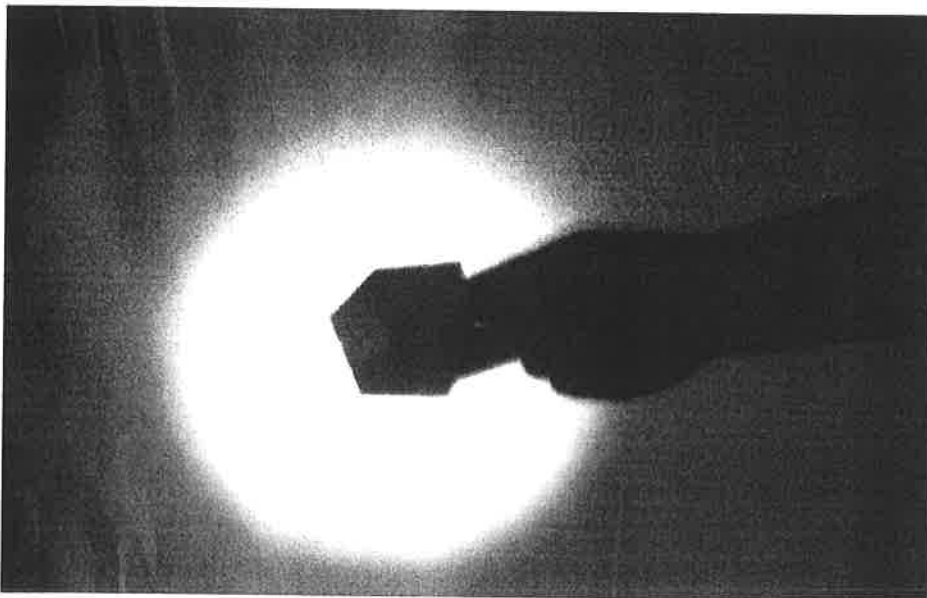
- Weißes Tuch oder Papier, Gegenstände, Lampe
- Vor einen Tisch hängt man ein weißes lichtdurchlässiges Tuch oder eine Bahn Seidenpapier. Die Zuschauer befinden sich vor dem Tisch, der Experimentator sitzt unter ihm. Er hält Gegenstände wie einen Würfel, einen Federball, eine Kugel usw. in das Licht, das eine Lampe auf das Papier wirft. Die Gegenstände sollen erraten werden.

Die Reduktion auf das zweidimensionale Schattenbild führt zu interessanten Überlegungen:

Ist eine Kreisplatte der Schatten einer Kugel, eines Kegels oder eines Zylinders?

Ist ein Dreieck der Schatten einer Pyramide, eines Kegels oder eines Prismas?

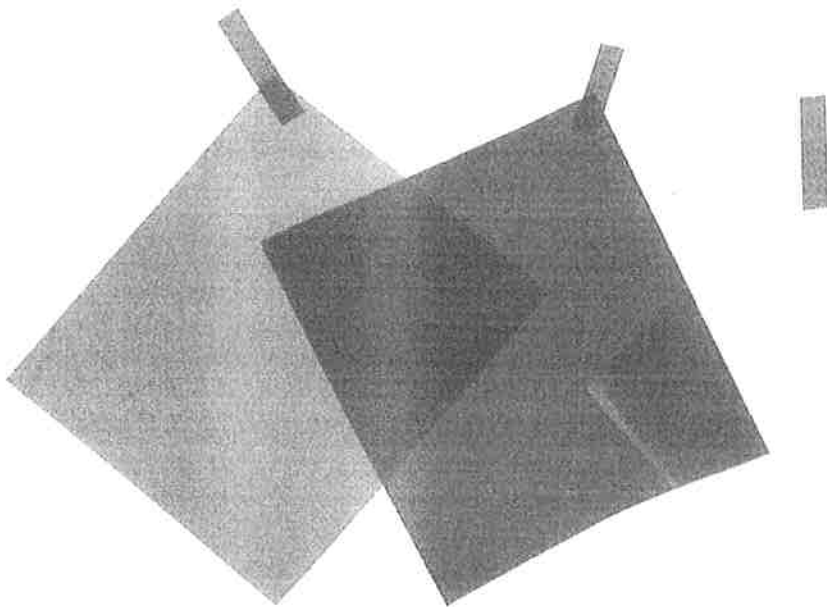
Ist ein Quadrat der Schatten eines Würfels, eines Zylinders oder eines Prismas?



27 Folienmix

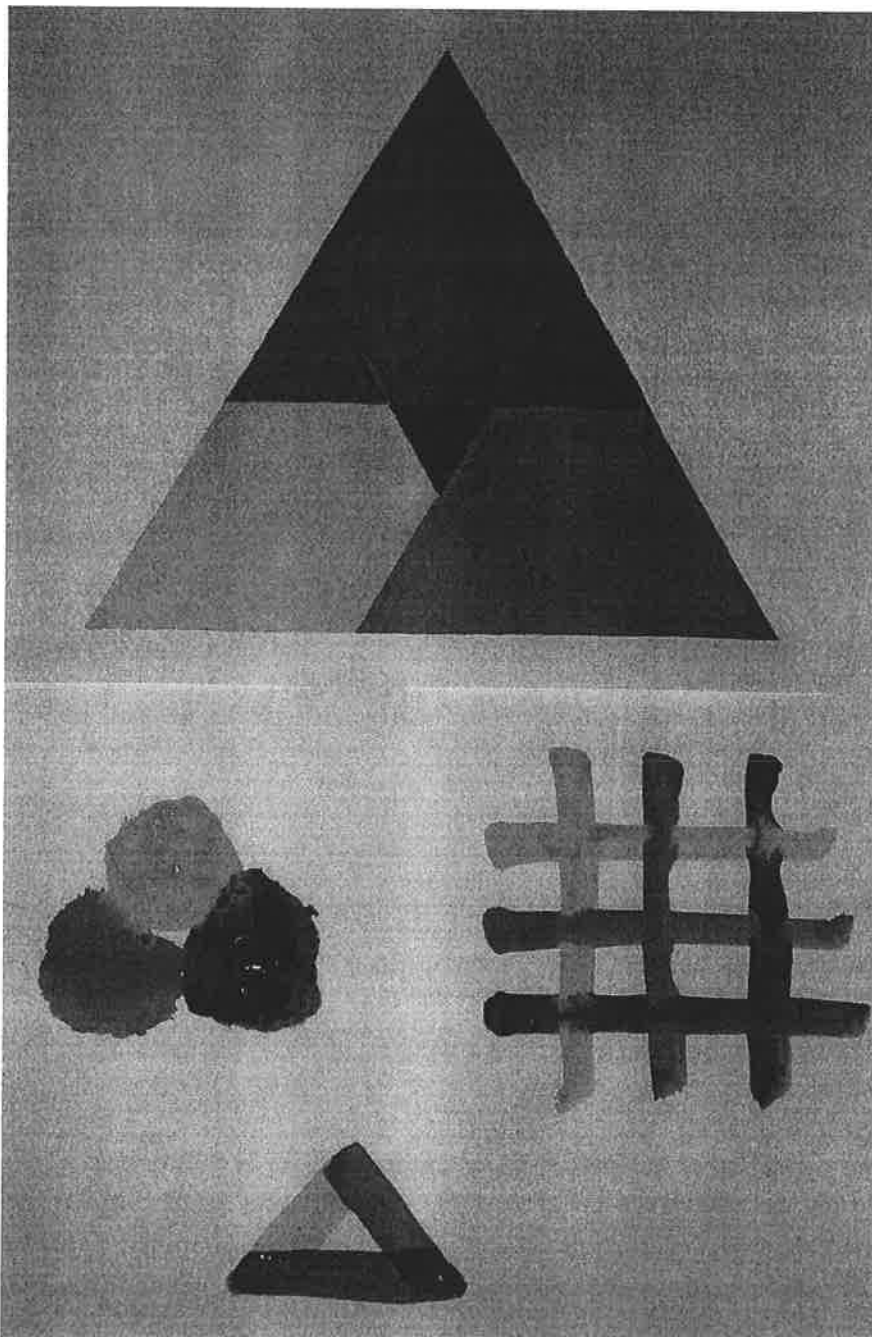
► Farbige Folien

- Farbige Folien findet man im Deko-Handel und bei Büroartikeln. Sie werden auch in hoher optischer Qualität für Lichttechnik verkauft. In jedem Fall filtern sie einen Teil des Lichtes weg, das durch sie hindurch tritt. Was bleibt dann übrig, wenn mehrere Filterfolien nacheinander durchlaufen werden, wenn man Filter also übereinander schiebt?



28 Wasserfarben

- ▶ Wasserfarben (gelb, rot, blau), Pinsel, Papier
- Wasserfarben haben den großen Vorteil, dass sie eben mit Wasser aufgelöst werden können. Sie bieten sich daher für das Experimentieren mit Kindern an. Man kann versuchen, eine Farbe über eine andere zu malen: verändert sich der Gesamteindruck?
Oder die Farben werden im nassen Zustand gemischt und dann erst aufgetragen. Was ist dann die Mischfarbe? Wie bei den Folien oder wie bei der Lichtmischung?



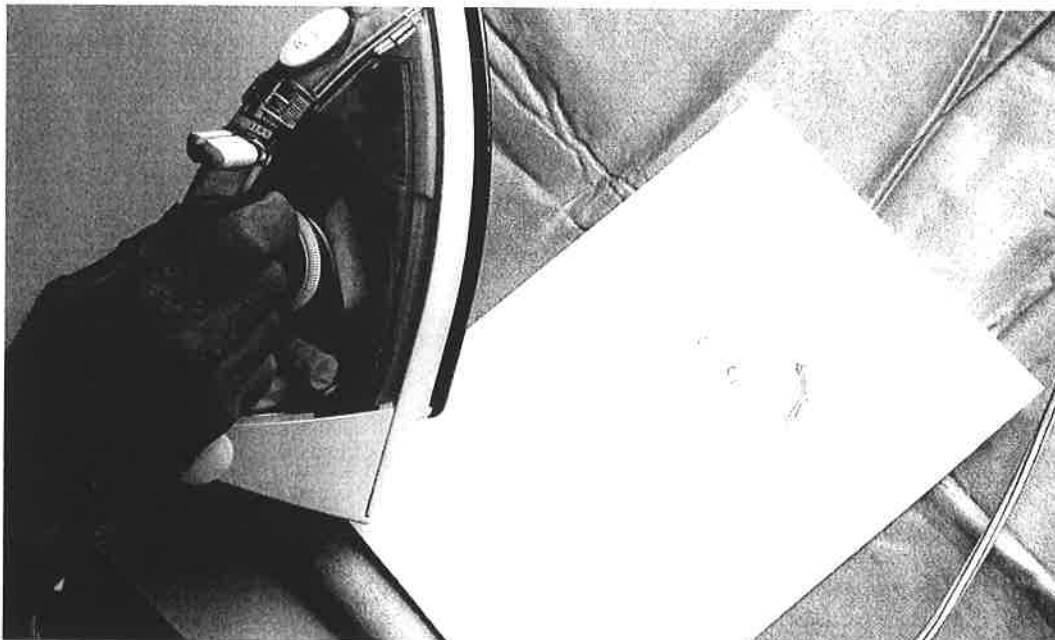
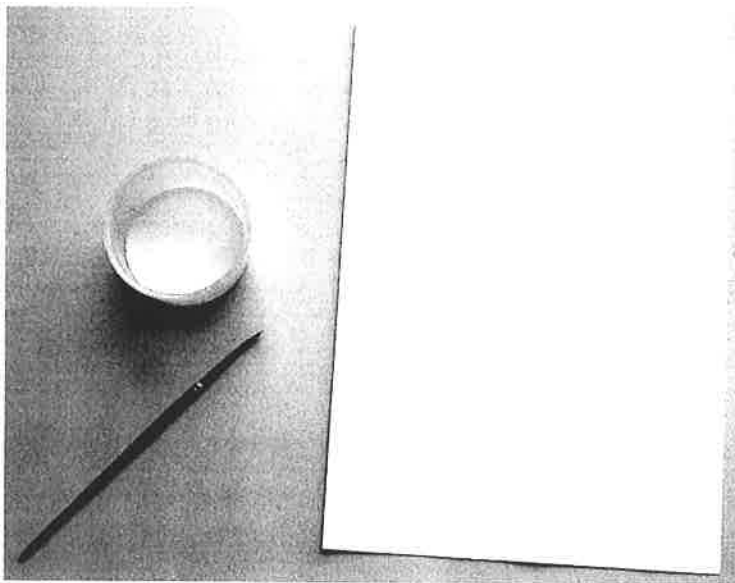
29 Mit Naturfarben malen

- ▶ Blüten wie Löwenzahn, Butterblumen oder Veilchen, Beeren, Erde, Lehm, Kaffee, Rote Beete, Blaukraut, Paprika, Gras, etc. und Papier
- Auch wenn heute künstliche Farbstoffe (Anilinfarben) überwiegen, noch immer gibt es attraktive Naturfarben, mit denen Kinder gestalten und malen können. Die Blütenblätter oder Grashalme können direkt auf dem Papier abgerieben werden, mit Beeren kann getupft werden, aus bereits überbrühtem Kaffeesatz können braune Farbtropfen gepresst werden.



30 Geheimtinte

- ▶ Papier, Milch, Pinsel, Bügeleisen, Bügeldecke
- Geheimtinten haben eine sonderbar attraktive Anmutung. Es reizt Kinder sehr, mit ihnen umzugehen. In der Literatur gibt es viele Vorschläge, die chemisch mehr oder weniger komplex sind. Mit Milch geht es aber sehr einfach.
Mit einem Pinsel wird mit normaler Trinkmilch auf weißem Papier gemalt oder geschrieben. Der Auftrag ist unsichtbar, sobald die Milch getrocknet ist. Bei Hitze allerdings verändern sich die Eiweißstoffe („die Milch brennt an“), sie werden braun. Es ist daher möglich, die Zeichen mit einem Bügeleisen sichtbar zu machen.



30 LICHT UND FARBE