

Experimente zum Selbstbauen

Einfache Experimente mit alltäglichen Materialien und attraktive Demonstrationsexperimente ermöglichen es Schülern, die Physik besser zu verstehen

Hans-Joachim Wilke

Vielfach bleibt im Physik-Unterricht das Verständnis gerade beim Einsatz von High-Tech-Geräten auf der Strecke. Dagegen bieten „Wegwerfprodukte“ wie z. B. Kunststoffflaschen oder Blechdosen überraschende Möglichkeiten für Experimente, welche die Schüler selbst bauen können. Selbstbau-Experimente und attraktive Demonstrationsversuche führen bei den Schülern zu einem besseren Verständnis der Physik.

Der chinesische Gelehrte Konfuzius wird oft als einflussreichster Denker aller Zeiten bezeichnet. Er lebte vor 2500 Jahren und hat uns noch heute viel zu sagen. So schätzte er die Wirksamkeit des Lehrens mit folgenden Worten ein: „Erzähle mir – und ich vergesse; zeige mir – und ich erinnere mich; lass es mich tun – und ich verstehe.“ Der große theoretische Physiker, Experimentalphysiker und Nobelpreisträger Pjotr Leonidowitsch Kapitza hat speziell den Lehrenden in der Physik noch präzisere Empfehlungen gegeben: „Wenn die Schüler die Physik verstehen sollen, dann müssen sie sie sehen. Wenn die Schüler die Physik besser verstehen sollen, dann müssen sie sie machen. Am besten verstehen aber die Schüler die Physik, wenn sie die Geräte, mit denen sie die Untersuchungen durchführen, selbst herstellen.“

In unsere Zeit scheint dieses Selbstbauen nicht mehr zu passen, da man hochwertige und universell einsetzbare Lehrmittel in großer Auswahl käuflich erwerben kann. Allerdings weisen gerade diese eine Reihe von Nachteilen auf. Einerseits handelt es sich dabei oft um *Black Boxes*, deren Wirkprinzip nur schwer erkennbar ist, andererseits erschwert die Multifunktionalität vieler Geräte ihren verständlichen Einsatz. Die Anzahl der Bedienelemente ist häufig sehr groß, ebenfalls die der Beschriftungen und Schaltmöglichkeiten. Diese Universalität drängt das jeweilige Wirkprinzip immer mehr in den Hintergrund.

Die Selbsterstellung von Geräten durch die Schülerinnen und Schüler eröffnet hingegen vielfältige Möglichkeiten, zu einfachen Anordnungen zurückzufinden. Das didaktische Prinzip besteht aber vor

allem darin, die stärkere Selbsttätigkeit der Schüler anzuregen. Sie kann sehr gut in projektorientierten Phasen des Unterrichts initiiert werden. Gemeinsam mit den Schülern lassen sich ansprechende Aufgabenstellungen entwickeln, die weitgehend selbstständige Lösungen ermöglichen. Sie sollen attraktiv sein, die Lernenden nicht überfordern und im Prinzip einen erfolgreichen Abschluss sichern. Die interessanten Produkte können die Schülerinnen und Schüler zu echten Erfolgserlebnissen führen und so in starkem Maße aktivieren, sich mit naturwissenschaftlichen Problemen zu beschäftigen. Aus Sicht des Didaktikers bieten sich hier nahezu unerschöpfliche Möglichkeiten, um den Unterricht zu verbessern.

Für den Physikunterricht bieten sich insbesondere Kleinprojekte an. In einfachen Fällen lassen sie sich vollständig im Unterricht realisieren, in anspruchsvolleren Fällen können die Arbeiten außerhalb des Unterrichtes fortgesetzt werden. Solche nicht unmittelbar angeleiteten Phasen der häuslichen Beschäftigung haben den Vorteil, dass die Schülerinnen und Schüler nicht unter Zeitdruck stehen. Es bleibt ihnen Zeit für das Probieren, das ein wichtiger Schritt auf dem Wege zum Schöpfertum ist. Dies setzt natürlich voraus, dass die Schüler auf geeignete Mittel zurückgreifen können.

Diesbezüglich bietet unsere moderne „Wegwerfgesellschaft“ vielfältige Möglichkeiten. Bestimmte Abfallprodukte erweisen sich dabei als hochwertige experimentelle Hilfsmittel.

Flaschen-Physik

Als erstes Beispiel seien die Kunststoffflaschen genannt. Sie sind durchsichtig und unzerbrechlich, halten großen Innendruck stand, besitzen eine geringe Masse und sind ausgezeichnete Isolatoren. Sie sind leicht bearbeitbar und thermisch verformbar. Zur Anregung wurden weit über 100 experimentelle Anordnungen mit Kunststofffla-



Abb. 1: Plastikflaschen eignen sich hervorragend für Experimente aus der ganzen Physik. Der Weinautomat des Heron von Alexandria ermöglichte es, Wasser in Wein umzuwandeln.



Abb. 2: Aus einer einfachen Keksdose lässt sich ein leistungsfähiger Kreislauf bauen.

schen entwickelt, einfachere und komplizierte [1]. Sie erstrecken sich über alle Teilgebiete der Physik. Folgende Beispiele seien genannt:

► Mit einem Gebläse und einer kleinen Kunststoffflasche lässt sich – ohne weitere Veränderungen an der Flasche – das aerodynamische Paradoxon demonstrieren: Die Flasche besitzt viele Rundungen, die von der Luft umströmt werden. Je mehr sie aus dem Zentrum der Strömung heraus gelangt, um so größer ist dort die Strömungsgeschwindigkeit. Der damit verbundene absinkende statische Druck zieht sie wieder ins Zentrum der Strömung zurück.

► Der Weinautomat des Heron von Alexandria war in Tempeln aufgestellt. Er ermöglichte es, Wasser in Wein umzuwandeln. Der Schweredruck des eingegossenen Wassers wird durch die allseitige Ausbreitung des Druckes in Luft auf den Wein im zweiten Gefäß übertragen. Der Wein fließt in gleicher Menge aus dem Automaten, wie Wasser in ihn hinein gegossen wird. Das hat die Gläubigen sehr beeindruckt (Abb. 1).

Versuche aus der Dose

Weitere universell einsetzbare Hilfsmittel sind Blechdosen [2]. Sie bestehen aus Eisen oder Aluminium. Ihre besonderen Eigenschaften sind die gute bzw. sehr gute elektrische Leitfähigkeit und die Tatsache, dass sie teilweise ferromagnetisch sind. Sie bleiben bis zu vielen hundert Grad Celsius formstabil.



Abb. 3: Mit Blechdosen lassen sich höchst unterschiedliche Experimente realisieren:

► a) Rückstoßturbinen: Der Dampf tritt tangential aus den Düsen aus. Im linken Falle versetzt er den ganzen Kessel in Rotation, im rechten Falle nur den aufgesetzten Hohlzylinder.

Aus flachen Blechdosen kann man leistungsfähige Kreisel herstellen. Stimmen Schwerpunkt und Auflagepunkt überein, so entsteht ein kräftefreier Kreisel. Der Auflagepunkt liegt dann im Inneren der Dose, deren Boden entfernt wurde. Wie bei einem Kreiselkompass ändert sich die Lage der Kreiselachse im Raum nicht (Abb. 2). Liegt der Schwerpunkt über dem Auflagepunkt, so bleibt die vertikale Lage der Kreiselachse bei großen Drehzahlen stabil. Weicht aber die Achse von der Vertikalen ab, so tritt die Gewichtskraft teilweise als Kippkraft auf. Der Kreisel zeigt eine ausgeprägte Präzessionsbewegung.

Doch mit dem Kreisel sind die Möglichkeiten von Blechdosen noch längst nicht ausgeschöpft. Verwendet man statt der großen Keksdosen die handlicheren Getränkedosen, so lassen sich etwa Rückstoßturbinen nach Heron von Alexandria (Äolipilen, Abb. 3a) oder ein elektrostatischer Motor (Abb. 3b) bauen.

Keramische Magnete

Ein drittes wichtiges experimentelles Hilfsmittel sind keramische Magnete. Die Schülerinnen und Schüler können sie aus alten Lautsprechern ausbauen. Sie sind weiterhin leicht aus Magnetverschlüssen von Schranktüren und Festplatten von Rechnern zu gewinnen oder als Magnetgummistreifen aus Kühlschranksdichtungen.

Mit keramischen Magneten kann man eine ganze Polplatte herstellen. Alle Magnete sind mit gleicher Polung



► b) Elektrostatischer Motor: Die Ladung wird von den äußeren Leitern auf die einzelnen Blechdosen übertragen und auf der gegenüberliegenden Seite wieder abgenommen. Durch die damit verbundene Anziehung bzw. Abstoßung drehen sich die mittleren Dosen.

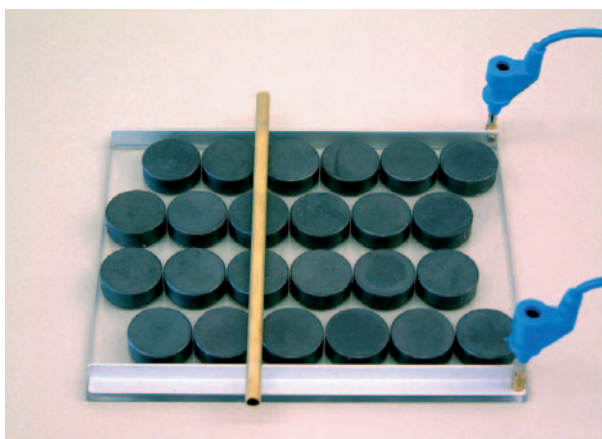


Abb. 4: Ein Polplatte aus leicht beschaffbaren keramischen Magneten.

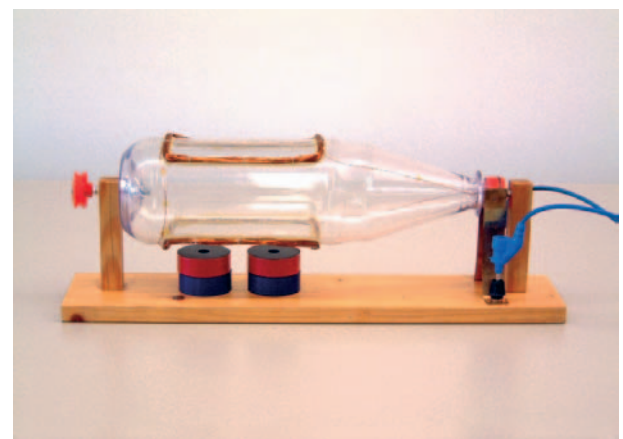


Abb. 5: Elektromotor aus Keramikmagneten und einer Plastikflasche.

aufgeklebt. Dadurch entsteht ein ausgedehnter Nordpol. Die Anordnung lässt sich auf dem Tageslichtprojektor projizieren. Ein stromdurchflossener Leiter rollt über diesen ausgedehnten Magnetpol und beim wiederholten Umpolen abwechselnd hin und her (Abb. 4).

An der Kunststoffflasche in Abbildung 5 sind zwei Flachspulen befestigt. Den Stator bilden zwei keramische Magnete aus Lautsprechern. Der Kommutator besteht aus dem Schraubverschluss der Flasche, auf dem Kupferhalbring aufgeklebt sind. Dieser Elektromotor arbeitet ohne Eisenkerne und ist dadurch sehr transparent.

Diese vielfältigen Anregungen zur Herstellung von Geräten durch die Schülerinnen und Schüler wurden auch deshalb erarbeitet und umgesetzt, um damit die große Breite zu dokumentieren. Die entwickelten Muster belegen die Freiräume für die individuelle Gestaltung der Geräte. Beim Selbstbau lernen die Schülerinnen und Schüler deren Wirkprinzip besser verstehen. So wurde ihnen erst beim Herstellen der Elektromotoren deren Wirkungsweise, insbesondere die Notwendigkeit und das Funktionsprinzip eines Kommutators, richtig verständlich.

Da die Mittel in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen, bestehen beste Bedingungen für das kreative Probieren. Dadurch werden auch die Voraussetzungen geschaffen, dass einzelne Schülerinnen und Schüler der höheren Klassen außerhalb des Unterrichtes Jahresarbeiten mit hohem Anspruch anfertigten oder „Besondere Lernleistungen“ im Zusammenhang mit der Abiturvorbereitung erbringen.

Als ein Beispiel sei die Herstellung einer selbsterregenden Einscheiben-Influenzmaschine genannt (Abb. 6). Die eckigen Elektroden oben und unten influenzieren in den Blechdosen positive und negative Ladungen. Die Influenzmaschine erzeugt Spannungen von mehr als 100000 V und ermöglicht ein besseres Verständnis der Wirkungsweise einer solchen Maschine bezüglich Ladungstrennung durch Influenz, Selbsterregung und Vergrößerung der Spannung.

Bei den bisher beschriebenen Möglichkeiten bestand das Ziel darin, bekannte und genutzte Prinzipien mit

einfachen Anordnungen unter Verwendung leicht zugänglicher experimenteller Hilfsmittel in vielfältigen Formen zu nutzen und damit das Verständnis der Physik und das physikalische Wissen zu verbessern. Als weiterer Aspekt kommt der fächerübergreifende zum Tragen: Die Nachbildung grundlegender experimenteller Anordnungen durch die Schüler mit einfachsten Mitteln macht nicht nur schrittweise die physikalischen Zusammenhänge deutlich, sie gibt auch gleichzeitig einen Einblick in die historische Entwicklung der Physik.

So führte z. B. die Entdeckung des Magnetfeldes um einen stromdurchflossenen Leiter zur Erkenntnis, dass dieses Feld durch die Verwendung einer Leiterschleife verstärkt werden kann, dass man den Effekt durch eine Spule mit vielen Windungen und schließlich durch Einführen eines Eisenkernes weiterhin stark vergrößern kann. Das Ein- und Ausschalten des Stromes ermöglichte die Anwendung dieses Elektromagneten beim Morsetelegraphen. Das Umpolen des Stromes führte zum Bau von Elektromotoren. Diese schrittweise Nutzung physikalischer Erkenntnisse in der Technik gibt gleichzeitig einen Einblick in die Geschichte der Technik.

Mit der Herstellung der verschiedenartigen Geräte durch die Schülerinnen und Schüler wird ein Beitrag zur Realisierung der Fächerverbindung zwischen der Physik, der Geschichte der Physik, der Technik und der Geschichte der Technik geleistet. Die Nachbildung von verschiedenen Formen von Motoren legt darüber hinaus das Betrachten ökonomischer Aspekte nahe.

Beispiele sind einer der ersten Elektromotoren von Ritchii (1834) mit einem Hufeisenmagneten, der von einem Schüler nachgebildet wurde (Abb. 7) und eine Nachbildung des ersten Zweiphasen-Drehfeld-Motors von Tesla (Abb. 8) als Vorläufer der modernen Drehstrom-Motoren mit Kurzschlussläufer. Das magnetische Drehfeld wird dabei durch je zwei Ringkern-Spulen erzeugt. In einen der Stromkreise ist zur Erzeugung der Phasenverschiebung ein Kondensator eingeschaltet. Auch das ist ein Beispiel für eine Schülerarbeit.

Beispiele sind einer der ersten Elektromotoren von Ritchii (1834) mit einem Hufeisenmagneten, der von einem Schüler nachgebildet wurde (Abb. 7) und eine Nachbildung des ersten Zweiphasen-Drehfeld-Motors von Tesla (Abb. 8) als Vorläufer der modernen Drehstrom-Motoren mit Kurzschlussläufer. Das magnetische Drehfeld wird dabei durch je zwei Ringkern-Spulen erzeugt. In einen der Stromkreise ist zur Erzeugung der Phasenverschiebung ein Kondensator eingeschaltet. Auch das ist ein Beispiel für eine Schülerarbeit.

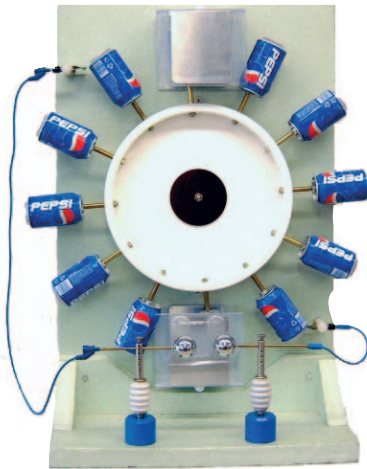
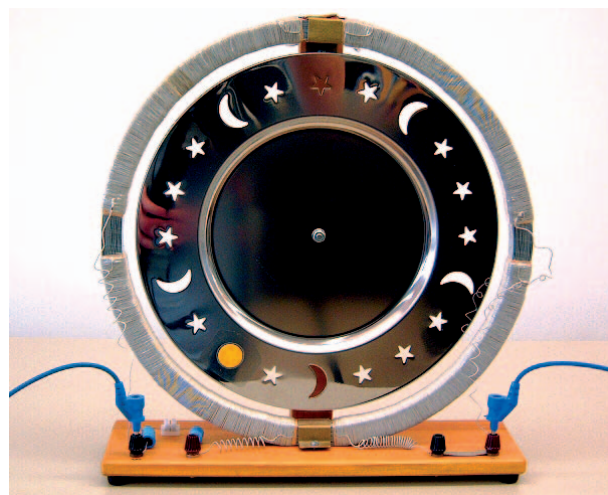
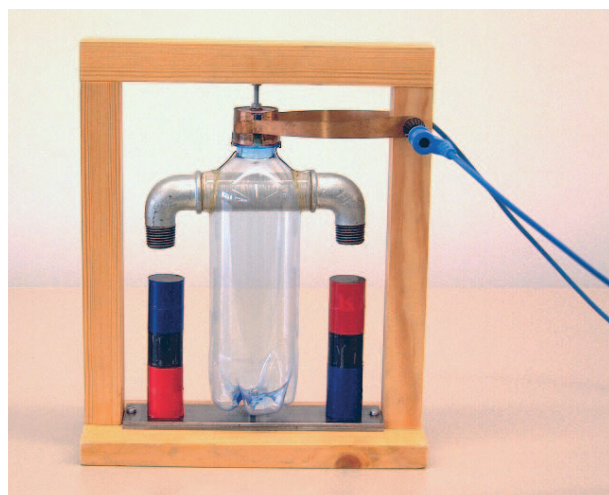


Abb. 6: Auch bei anspruchsvolleren Experimenten, wie hier bei einer selbsterregenden Einscheiben-Influenzmaschine, lassen sich Blechdosen sinnvoll einsetzen.



◀◀
Abb. 7: Schüler-Nachbildung des ersten Elektromotors von Ritchii (1834).

◀
Abb. 8: Nachbau des ersten Zwei-Phasen-Drehfeldmotors von Tesla.

Anschauliche Demonstrationen

Die Freude an der Physik und die intensive Beschäftigung der Schülerinnen und Schüler mit ihr lässt sich weiterhin durch attraktive Demonstrationsexperimente fördern. Sie müssen gut beobachtbar sein. Das setzt ausreichend langsame Experimentierabläufe voraus. Durchschaubare experimentelle Anordnungen und neue Experimentiertechniken leisten dazu ebenfalls einen wesentlichen Beitrag.

Ein sehr transparentes und trotzdem vielfältig einsetzbares Lehrmittel ist der entwickelte projizierbare Luftkissentisch, mit dem sich insgesamt mehr als 60 Experimente durchführen lassen. Er ist insbesondere für die Demonstration überzeugender Modellexperimente geeignet.

Mit einer starken magnetischen Barriere kann man die Bewegung von Gasmolekülen im Hochvakuum nachbilden. Die Gleiter werden nahezu voll elastisch an den Gefäßwänden reflektiert. Die mittlere kinetische Energie nimmt nur geringfügig ab (Abb. 9a).

In Abb. 9b sind die Teilchen zweier verschiedener Stoffe getrennt. Der Luftkissentisch ist so konstruiert, dass diese Teilchen eine Eigenbewegung zeigen, deren Heftigkeit sich mit dem Luftstrom vergrößert. Auf diese Weise tritt die Diffusion zweier Stoffe von selbst ein. Die Diffusionsgeschwindigkeit kann dabei verändert werden.

Die Gleitkörper in Abb. 9c sollen Natrium-Plus-Ionen und Chlor-Minus-Ionen nachbilden. Zwischen beiden treten anziehende Kräfte auf, die jedoch bei geringer Distanz in abstoßende Kräfte umschlagen, sodass

sich die Gleitkörper nicht berühren. Durch Hinzufügen zweier weiterer Ionen bildet sich schließlich eine Elementarzelle aus. Die Gleiter sind durch Übereinanderkleben von keramischen Ring- und Zylindermagneten unterschiedlicher Polung hergestellt. Beim schrittweisen Ergänzen weiterer Ionen bildet sich das Gitter von selbst immer weiter aus.

Abbildung 9d zeigt das Modell der Elektronenbewegung in metallischen Leitern. Die Anordnung stellt einen Stromkreis dar. Zunächst tritt nur die thermische Bewegung der Elektronen auf. Liegt eine Spannung an, so wird die unregelmäßige Bewegung von einer gerichteten überlagert. Das Metall erwärmt sich, die thermische Bewegung nimmt zu.

Im Falle eines verzweigten Stromkreises bewegt sich ein Teil der Elektronen in einem Leiterzweig, ein anderer in einem zweiten. Im längeren Leiterzweig ist die mittlere gerichtete Geschwindigkeit der Elektronen geringer. Der zusätzliche Antrieb der Elektronen in Folge der angelegten Spannung wird im Modell durch die Luftströmung realisiert. Die Vorgänge vollziehen sich alle von selbst.

Als Beispiel für einen transparenten Messvorgang sei das Verfahren zur direkten Geschwindigkeitsmessung mittels einer Zahnblende angeführt. Hier finden moderne Mittel Einsatz, ohne dabei das Messprinzip zu verdecken (Abb. 10): Die Blende auf dem Gleiter der Luftkissenbahn besitzt Zähne, deren Abstand von Mitte zu Mitte jeweils 1 cm beträgt. Bewegt sich die Blende durch die Lichtschranke, so werden die Impulse gezählt, die den Zentimetern entsprechen. Die Zählung erfolgt in einer Zeit von 1 s. Diese Zeit ist am Messgerät vorgewählt. Damit wird die Geschwindigkeit direkt in cm/s ermittelt. Um mit kürzeren Wegen auszukommen, kann auch der Zahnabstand auf 1 mm und die Messzeit auf 0,1 s verringert werden. Auch dann ergibt sich die Geschwindigkeit direkt in cm/s. Das Verfahren ist auch auf die Beschleunigungsmessung im Falle einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung übertragbar.

Beim Stirling-Motor treten bei den Schülerinnen und Schülern oftmals Lernschwierigkeiten auf. Sie ergeben sich daraus, dass das Gas ständig im Motor verbleibt und nicht wie bei anderen Verbrennungskraftmaschinen abwechselnd angesaugt und ausgestoßen wird. Das Verstehen lässt sich leicht dadurch verbessern, dass man mit einem sehr langsam laufenden, durchsichtigen Heißluftmotor arbeitet (Abb. 11). Hier lassen sich Schritt für Schritt die Vorgänge im Verdrängerkolben und im Arbeitskolben verfolgen. Der entwickelte Motor kann sowohl mit elektrischer Heizung, mit einem Teelicht als auch mit Sonnenstrahlung oder einer Reflektorlampe betrieben werden.

Abb. 9: Der Luftkissentisch lässt sich sehr vielseitig als Lehrmittel einsetzen, etwa um die Bewegung von Gasmolekülen (a), Diffusion (b), Gitterbildung (c) oder die Elektronenbewegung in einem verzweigten Stromkreis (d) zu veranschaulichen.

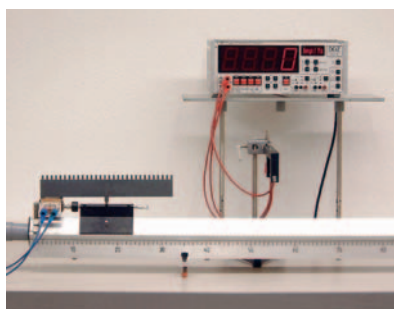
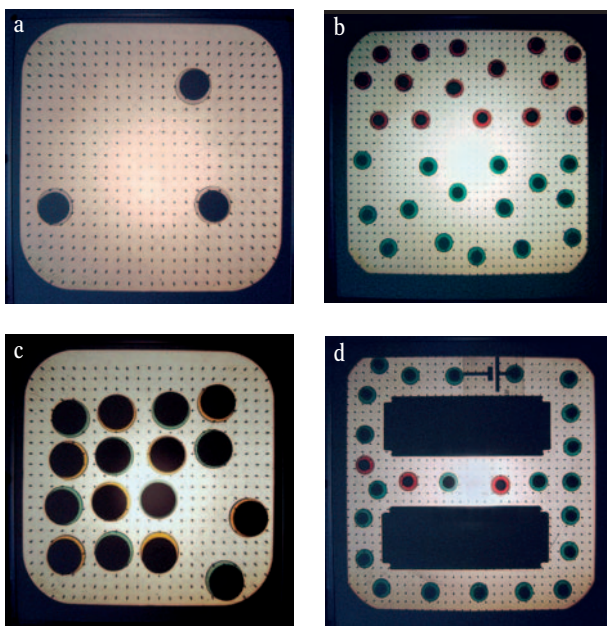


Abb. 10: Ein transparenter Messvorgang ist die Geschwindigkeitsmessung mit einer Zahnblende auf einer Luftkissenbahn.

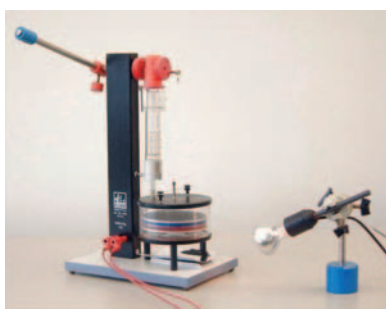


Abb. 11: Mit einem langsamen, durchsichtigen Heißluftmotor lässt sich das Prinzip des Stirling-Motors gut veranschaulichen.

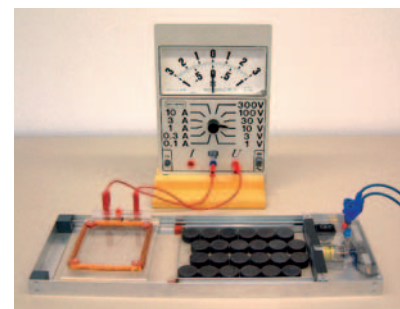


Abb. 12: Die projizierbare Polplatte aus keramischen Magneten (Abb. 5) lässt sich für ein Induktionsgerät nutzen.

Das Induktionsgerät (Abb. 12) besteht aus einer transparenten großen Polfläche aus keramischen Magneten und einer Rahmenspule. Es ist mit dem Tageslicht-Projektor projizierbar. Die Induktionsspannung wird dadurch erzeugt, dass sich die Rahmenspule langsam auf die Polfläche hinaufbewegt. Der magnetische Fluss ist zunächst Null und damit auch die Induktionsspannung. Beim Hinaufgleiten auf die Polfläche nimmt der magnetische Fluss, der die Spule durchsetzt, linear zu und es entsteht eine konstante Induktionsspannung. Auf der Magnetplatte ändert sich der Fluss nicht und es tritt keine Induktionsspannung auf. Bei der Umkehrung der Bewegungsrichtung ist der magnetische Fluss, der die Spule durchsetzt, zunächst konstant, und es tritt dadurch keine Induktionsspannung auf. Beim Herabgleiten der Rahmenspule von der Magnetfläche verringert sich der magnetische Fluss linear. Es tritt eine gleichgroße Spannung mit entgegengesetzter Polarität auf usw. An der Spule sind unterschiedliche Windungszahlen abgreifbar. Durch Verändern der Geschwindigkeit kann man die Änderung des Flusses vergrößern oder verringern.

Das Stromlinienbild einer Wasserströmung lässt sich mit nassem Velourpapier demonstrieren. In dem Papier strömt ständig eine geringe Menge Wasser auf Grund der Schwerkraft nach unten. Mit Farbstoff lassen sich leicht einzelne Bahnen markieren (Abb. 13). Das zu umströmende Hindernis wird einfach aus dem Velourpapier ausgeschnitten und entspricht der Umströmung eines Stromlinienkörpers. Dabei wird nicht nur die unterschiedliche Dichte der Stromlinien deutlich, sondern auch die unterschiedliche Geschwindigkeit bei der Umströmung. Das auf diese Weise erhaltene Bild der Strömung lässt sich trocknen und aufbewahren.

Der entwickelte Y-förmige Wellenkanal arbeitet mit Wasserwellen, deren Betrachtung von der Seite her möglich ist. Die Oberflächenschicht des Wassers fluoresziert bei Beleuchtung von oben besonders stark, sodass die Wellenlinie gut erkennbar ist. Die erzeugten Wasserwellen sind annähernd sinusförmig. Es entstehen einprägsame Bilder, die die Grundlage für das Wellenmodell bilden können. Die Wellen werden durch zwei nebeneinander befindliche Wellenerreger erzeugt. Zunächst lässt sich zeigen, dass die Welle die Ausbreitung einer Schwingung im Raum ist (Abb. 14a). Wird die Frequenz des Erregers vergrößert, so nimmt die Wellenlänge ab. Der Wellenberg bewegt sich mit Phasengeschwindigkeit. Erzeugt man eine Wellengruppe, so breitet sich diese mit der geringeren Gruppengeschwindigkeit aus. Die Wellengruppe wird am rechten Ende des Wellenkanals reflektiert. Überlagern sich ankommende und reflektierte Welle, treten dabei stehende Wellen auf.

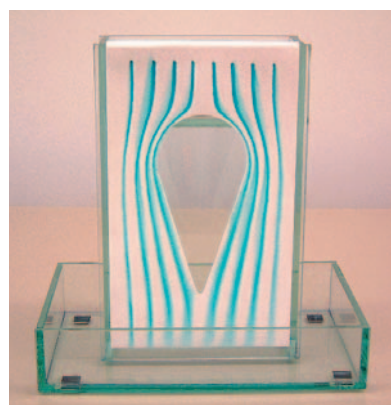


Abb. 13: Die Stromlinien einer Wasserströmung lassen sich einfach mit nassem Velourpapier demonstrieren.

Wird durch Verschließen eines Teilkanals ein Erreger außer Wirksamkeit versetzt, so entsteht eine Welle geringer Amplitude. Überlagern sich die beiden gleichphasig erzeugten Wellen, so tritt eine Verstärkung auf. Arbeiten die beiden Wellenerreger gegenläufig, so entsteht eine Phasenverschiebung von $\lambda/2$. Sie ist im linken Teil der Anordnung in den beiden Teilkanälen gut zu sehen (Abb. 14b). Rechts tritt Auslöschung auf. Die Rest-

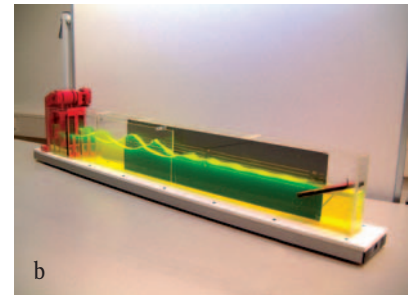
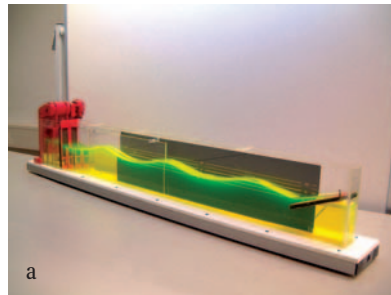


Abb. 14: Eine attraktive Art, Wellenbewegungen in Wasser zu veranschaulichen, bietet der Y-förmige Wellenkanal. Die Wellen werden dabei von zwei nebeneinander befind-

lichen Wellenerregern erzeugt. Hier ist zu sehen, wie diese Wellenerreger gleichläufig (a) bzw. gegenläufig (b) arbeiten.

welligkeit mit der doppelten Erregerfrequenz auf der rechten Seite ist darauf zurückzuführen, dass die beiden Ausgangswellen nicht streng sinusförmig sind, sondern etwas zu spitze Berge und zu flache Täler besitzen.

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag soll Anregungen zur Verbesserung bekannter und zur Erschließung neuer experimenteller Möglichkeiten geben. Das ist mit einfachen, leicht verfügbaren Mitteln möglich. Anfangs können es Kleinprojekte sein. Später können die Entwicklungsarbeiten im Rahmen von Jahresarbeiten und „Besonderen Lernleistungen“ erbracht werden. Für den Demonstrationsunterricht werden neue Lösungen empfohlen, die einen Beitrag zum besseren Physikverstehen leisten.

Literatur

- [1] H.-J. Wilke, Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. Ferdinand Dummlers Verlag Köln/Bildungsverlag EINS. Troisdorf, 51, Hefte 1, 2, 3, 5, 6, 7 (1998); 52, Hefte 1, 2, 4, 5, 7, 8 (1999); 53 Hefte 1, 2 (2000); 54, Hefte 3, 5, 6 (2001); 55, Heft 6 (2002); 56, Hefte 2, 3 (2003)
- [2] H.-J. Wilke und G. Tronicke, Überraschende Experimente mit Blechdosen aus dem Bereich Mechanik. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule. Aulis Verlag Deubner, Köln und Leipzig, 53 (2004) Heft 3

Der Autor

Hans-Joachim Wilke begann seine wissenschaftliche Laufbahn an der Pädagogischen Hochschule Potsdam, wo er mit einem Thema aus der Geophysik promovierte. Nach seiner Habilitation in der Physikdidaktik erhielt er 1978 die Dozentur für „Methodik des Physik-Unterrichts“ an der PH Potsdam und wurde fünf Jahre später auf die Professur für „Didaktik der Physik“ an die TU Dresden berufen. Auch nach seiner Pensionierung 1999 ist Wilke aktiv geblieben.

