

## Was hat Erfinden mit Lernen zu tun?

# «Das Windmesser» oder «Der Windmesser»?

Es gibt viele Möglichkeiten, den Wind zu messen. Der hier vorgeschlagene Bau eines Anemometers, wie der Windmesser in der Wissenschaft heisst, hat berühmte Vorbilder. Gleichzeitig wird an den zwei Beispielen sichtbar, dass je nach Art der Einführung – über Instruktion oder in einer offenen Fragestellung – das Erfinden zu unterschiedlichem Lernen führt.

Daniel Vögelin, Christian Weber, René Providoli, Urs Heck

### Lässt sich Wind schneiden?

Nicht wirklich, sonst wäre Wind am Stück zu haben. Jeder und jede, die schon einmal einen Drachen steigen liess, weiss aber, dass Wind am Stück selten und der Wind leider ein eher unzuverlässiger Kerl ist. Im Buch von Philip Pullman «Das magische Messer» gibt es zwar so etwas wie ein Windmesser: Es lässt sich in die Luft stecken und mit einem gezielten Schnitt kann William, der Held der Geschichte, sich eine Türe in die Luft schneiden und aus allzu ungemütlichen Situationen in eine andere Zeit flüchten. Schön wär's! Für dieses Windmesser haben wir leider keine Anleitung.

Aber für *den* Windmesser. Wer den Artikel über die Sonnenwindturbine in der

«neuen schulpraxis» vom Oktober 2010 gelesen hat, erinnert sich vielleicht an den Teetassen-Temperaturtester (Abb. 1). Da wurde das Turbinenrad so eingesetzt, dass an der Geschwindigkeit der Drehung die Temperatur des Getränkes in der Tasse abgeschätzt werden konnte. Allerdings braucht es hier noch eine Möglichkeit, wie die Geschwindigkeit selber gemessen werden könnte. Professionelle Windmesser nutzen dieses Prinzip.

### Beispiel 1: Den Windmesser instruieren

Geräte zum Messen der Windgeschwindigkeit werden als Windmesser oder Anemometer bezeichnet. Je nach Bauart wird

der Winddruck oder eine Abkühlung durch den Wind gemessen. Die Windgeschwindigkeit kann auch über den Staudruck, den der Wind auf eine Rohröffnung ausübt, gemessen werden. In diesem Falle stösst der Winddruck eine Flüssigkeit in einem gebogenen Rohr nach oben.

Der älteste Windmesser ist die Windplatte. Dieses Instrument (Abb. 2) wurde vermutlich von Leon Battista Alberti erfunden und später von Leonardo da Vinci um 1500 in einer Skizze nach eigener Bauweise beschrieben. Ein solches Gerät kann mit modernen Materialien nachgebaut werden.



**Der Windmesser.**



**Abb. 1:** Teetassen-Temperaturtester.



**Abb. 2:** Der älteste Windmesser.

# Windmesser mit Wetterfahne



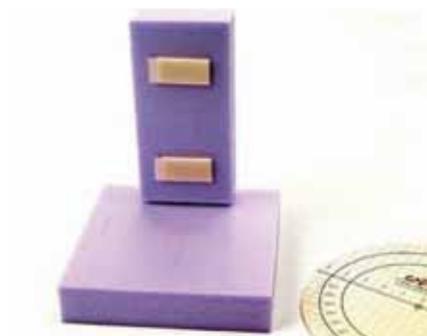
### Material

- Runde Kartonscheibe
- Doppelklebeband
- Quadratische Hartschaumplatte
- Kurze Hartschaumplatte
- Papierstreifen (4,5 cm breit)
- 2 Holzspiesschen
- 3 Trinkhalme
- Bleistift, Schere und Klebeband



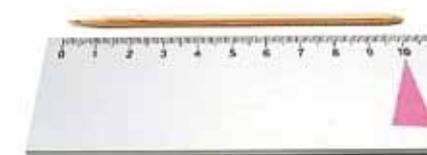
Klebe ein Doppelklebeband an die Frontseite der kurzen Hartschaumplatte.

Klebe die kurze Hartschaumplatte, wie auf dem Bild dargestellt, auf die quadratische Platte.



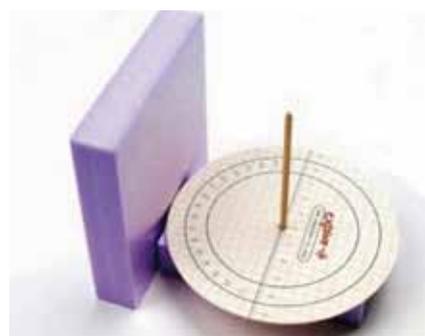
Befestige zwei Doppelklebebänder an der Innenseite der kurzen Hartschaumplatte.

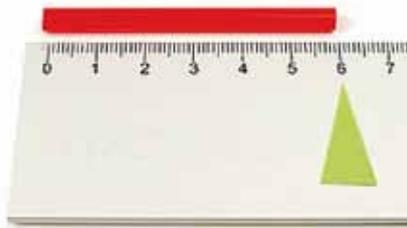
Klebe die Kartonscheibe an die kurze Hartschaumplatte. Die Scheibe steht aufrecht und das «Lineal» ist waagrecht ausgerichtet. Durchbohre die Kartonscheibe in der Mitte mit der Bleistiftspitze.



Schneide ein Holzspiesschen auf die Länge von 10 cm zu und spitze das stumpfe Ende.

Stosse das Holzspiesschen bis zum Anschlag, genau senkrecht, durch den Mittelpunkt der runden Kartonscheibe.

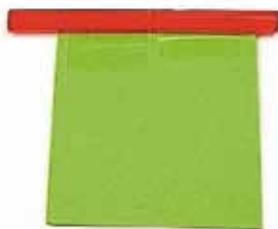




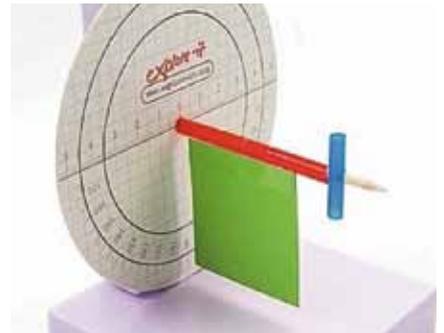
Schneide vom Trinkhalm ein 6 cm langes Stück ab.

#### Bau der Windplatte

Schneide vom Papierstreifen ein quadratisches Stück weg. Dieses Quadrat wird zur Windplatte.



Befestige die Windplatte in der Mitte des Trinkhalmes. Hänge die Windplatte mit dem Trinkhalm an das Holzspiesschen. Ein kurzes Stück Trinkhalm verhindert, dass die Windplatte seitlich wegrutscht. Setze diesen «Begrenzer» nicht zu eng, damit die Windplatte frei schwingen kann!

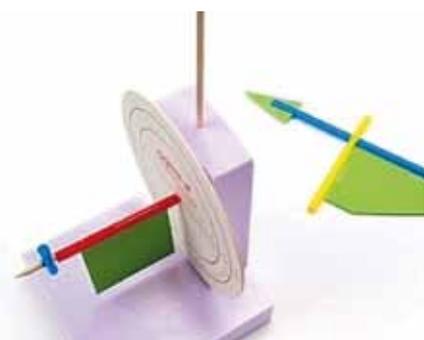
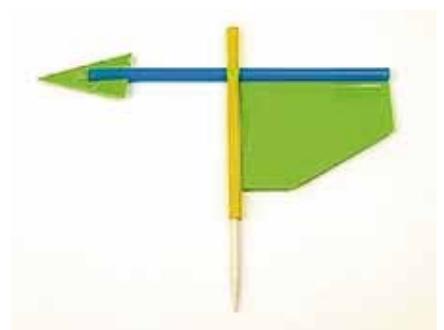


#### Bau der Windfahne

Schneide von einem Trinkhalm ein 8 cm und ein 12 cm langes Stück ab. Quetsche das 8 cm lange Trinkhalmstück auf der Höhe von 6 cm zwischen Zeigefinger und Daumen. Schneide die seitlichen Ausbuchtungen des Trinkhalmes auf der Länge von 1 cm weg.

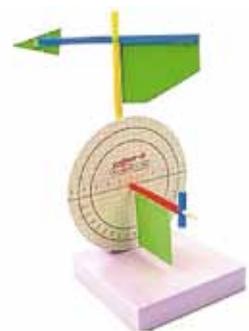


Stosse das 12 cm lange Trinkhalmstück durch die beiden Einschnitte, sodass ein Kreuz entsteht. Befestige mit Klebband auf der einen Seite des Kreuzes eine Windfahne aus Papier. Befestige auf der anderen Seite einen Pfeil am Ende des Trinkhalmes.



Es ist wichtig, dass der «Masten» der Wetterfahne genau senkrecht steht. Das Holzspiesschen wird darum separat oben in die kurze Hartschaumplatte gesteckt. Dann wird die Wetterfahne aufgesetzt.

Fertig ist dein Windmesser mit Windfahne!



*Denkt an die Frage  
jenes Kindes: «Was tut der Wind,  
wenn er nicht weht?»  
(Erich Kästner)*

## Versuchsanleitung

Mit diesem Windmesser lassen sich verschiedene Dinge untersuchen. Die folgenden drei Vorschläge haben direkt mit der Funktionsweise des Windmessers zu tun.

### A) Funktionstüchtigkeit der Windfahne

1. Stelle den Windmesser auf eine waagrechte Fläche.
2. Blase sanft gegen die Windfahne und beobachte ihre Bewegungen.
3. Blase aus verschiedenen Richtungen und beobachte, ob sich die Windfahne immer leicht ausrichtet. Wenn sie irgendwo ansteht, überprüfe, ob die Windfahne nicht auf dem Hartschaum aufliegt, ob der «Masten» genau senkrecht steht und das obere Ende des «Mastens» sauber und flach abgeschnitten ist.

Wie richtet sich die Windfahne aus? Schaut der Pfeil gegen dich oder von dir weg? – Was heisst das nun: Gibt der Pfeil die Richtung an, aus welcher der Wind kommt oder wohin er bläst? Diese Klärung ist wichtig, damit du später den Windmesser richtig ausrichten kannst.

### B) Eiche deinen Windmesser

Für dein Messgerät spielt es keine Rolle, ob du es im «Schritttempo» in einem windstillen Raum bewegst oder ob es ruhig steht und ein Wind mit «Schritttempo» bläst. Der Ausschlag der Windplatte ist in beiden Fällen gleich. Probier es aus! Diese Beobachtung machen wir uns beim Eichen des Windmessers zunutze:

1. Halte den Windmesser waagrecht und mit der Windplatte quer zur Laufrichtung.
2. Notiere dir den Ausschlag der Platte gegenüber der Kartonscheibe bei unterschiedlicher Laufgeschwindigkeit, z.B. Schritttempo, Dauerlauf, Schnelllauf.
3. Berechne die Laufgeschwindigkeit, indem du die Zeit misst, die du brauchst, um eine bestimmte Strecke zurückzulegen. Weil die Laufgeschwindigkeit der Windgeschwindigkeit entspricht, entspricht auch der Ausschlag der Windplatte der jeweiligen Windgeschwindigkeit!

4. Für stärkere Winde machst du das Gleiche an einem windstillen Tag mit dem Fahrrad im Pausenhof (in Begleitung eines Erwachsenen). Vielleicht helfen dir die Eltern, mit dem Auto noch stärkere Winde zu eichen?! – Mit dem Auto geht es am einfachsten, weil am Tachometer die Fahrtgeschwindigkeit und damit auch die Windgeschwindigkeit direkt ablesbar sind.
5. Starke Winde lassen sich mit diesem Gerät nicht mehr messen, weil sich die Windplatte sehr schnell waagrecht ausrichtet. Was musst du ändern, damit dein Gerät bei Starkwind funktioniert?
6. Was zeigt dein Messgerät an, wenn du es mit Windgeschwindigkeit in der Windrichtung bewegst? – Mach eine Vermutung und überprüfe sie. Was zeigt es, wenn du es mit Windgeschwindigkeit gegen die Windrichtung bewegst? – Mach eine Vermutung und überprüfe sie.

### Beispiel 2: Der Windmesser in einer offenen Fragestellung

Mit der Bauanleitung des Windmessers steht in unserem Beispiel klar die Instruktion am Anfang – wie in unseren anderen Beispielen «Spickmobil» und «Solarturm» auch (vgl. «die neue schulpraxis» 4 und

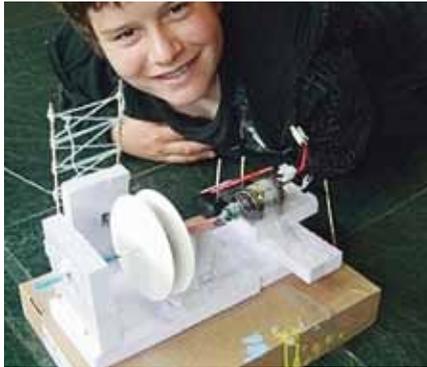
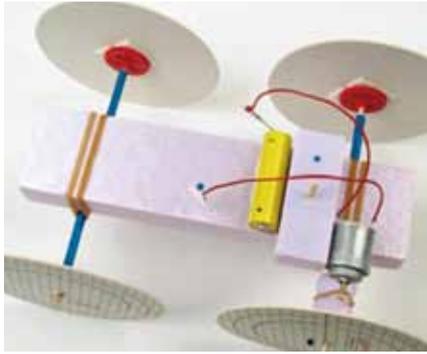
10/2010). Das muss überhaupt nicht sein. In einer offenen Fragestellung, wie z.B. mit der Geschichte von David, der sich ein Segelbootmodell gebaut hat und dieses auf dem nahen Weiher segeln lassen möchte, aber nicht sicher ist, ob der Wind es nicht gleich zum Kentern bringt, kann man die Frage aufwerfen: Wie können wir die Stärke des Windes messen? Baut ein Instrument! Die unterschiedlichen Lösungen, die von den Kindern gefunden werden, zeigen, dass auch bei dieser Variante das Erfindungspotenzial beachtlich ist. Windfahnen, Staudruckmesser und anderes wird zur Windstärkenmessung herangezogen und fantasievoll umgesetzt (Abb. 3–6).

### Instruktion zu Beginn oder am Schluss? – Die Art des Erfindungspotenzials unterscheidet sich!

Grundsätzlich stellt sich bei jedem Lernanlass immer wieder die Frage: Sollen Anleitungen und Erklärungen dem Handeln der Kinder vorausgehen oder nachgeliefert werden? Für beides gibt es gute Gründe, und vermutlich ist es sinnvoll, einfach abzuwechseln. Vorgängiges Instruieren und Erklären fokussiert die Aufmerksamkeit auf das uns Wesentliche – schränkt aber den Handlungsspielraum ein. Nachgängiges Erklären kann an die Sacherfahrung der Ler-



**Abb. 3–6** (Beschreibungen im Uhrzeigersinn). 3: Die schwarze Windröhre richtet sich automatisch nach der Windrichtung aus. Das Drehgelenk besteht aus einem übergestülpten Plastikbecher. 4: In dieser Kartonröhre wird mit einer Folie der Staudruck des Windes gemessen. 5: Windsäcke in Aktion. 6: Windmesser nach dem Prinzip eines Schalenstern-Anemometers.



**Abb. 7–10:** Erfindungen rund um das Elektromobil. 7: Das Elektromobil. 8: Der Aufzug. 9: Der Kran. 10: Das Flugzeugkatapult – oder die Seilbahn. (im Uhrzeigersinn)

nenden anknüpfen – erfordert aber viel Zeit und die gemachten Erfahrungen sind von Schülerin zu Schüler verschieden. In Bezug auf das Erfinderpotenzial zeigen sich grosse Unterschiede. Bei der offenen Fragestellung zum Bau des Windmessers liegt das Erfinderpotenzial vor allem in der Gestaltung

der Messinstrumente, die vielgestaltig sind und nach ganz unterschiedlichen Prinzipien funktionieren. Hier wird viel über das Material und dessen Verarbeitung gelernt. Vorerfahrungen der Lernenden werden sichtbar. Stellen wir die Instruktion zum Bau des Windmessers an den Anfang, dann



**Abb. 11–14:** Impressionen vom Erfinder-Kindertag.

*Es ist schon so:  
Die Fragen sind es, aus denen  
das, was bleibt, entsteht.*

*(Sokrates zugeeignet)*

geht es weniger um das Messinstrument selber als um das Phänomen, das mit dem Instrument erforscht werden kann und soll. Mit dem einheitlichen Messinstrument können vergleichbare Aussagen gemacht werden. Winde werden an verschiedenen Orten und unter verschiedenen Voraussetzungen gemessen, die Resultate miteinander verglichen und diskutiert. Diese Beschäftigung führt zu einem Verständnis der Entstehung und dem Vorkommen von Wind. Das Erfinderpotenzial richtet sich nicht vornehmlich auf den Bau des Windmessers, sondern auf das Erforschen des Phänomens.

### **Was hat Erfinden mit Lernen zu tun?**

Erfinden steht meist in direktem Kontakt mit einer konkreten Situation, die mehr oder weniger drängend ist. Der Büchsenöffner wurde z.B. erst Jahre nach der ersten Konservendose erfunden. Offenbar gab es damals genug Methoden, um mit Hammer und Meissel ans Eingemachte heranzukommen. Der Vorteil von Lernanlässen mit Erfinderpotenzial ist die Unmittelbarkeit, mit der sich Probleme stellen und lösen lassen. Haben die Schülerinnen und Schüler das Phänomen «aufsteigende Winde» und die Sichtbarmachung derselben durch das Turbinenrad begriffen, fällt es ihnen leicht, dieses Phänomen auch bei eigenen Erfindungen anzuwenden (vgl. «die neue schulpraxis» 10/2010).

Das Vorwissen gilt als wichtiger Anknüpfungspunkt, soll das Gelernte nachhaltig verfügbar bleiben (Möller, 2002). Ebenso wichtig sind das eigene Handeln (Beck et al., 1996) und der Austausch der Erkenntnisse innerhalb der Lerngruppe. Diese Lernparameter kommen beim Erfinden wie von selbst zum Tragen. Das Ausprobieren in der konkreten Situation führt zur Auseinandersetzung mit dem Phänomen, bewusst oder unbewusst. Das Material, das eingesetzt wird, wirkt als Prüfstein für die Ideen, die die Kinder haben, und zwingt sie allenfalls, dieselben zu ändern. Eine kleine Erfindung ist gemacht und das Vorwissen der Lernenden ist um einen Wissensbaustein erweitert (Abb. 7–10). Als Ausgangslage haben die Kinder das abgebildete Elektromobil nach Anleitung konstruiert.

Bei den eigenen Erfindungen wurden zwar das Antriebsprinzip und die Materialien in ihren Grundzügen übernommen, die Konstruktionen aber gezielt abgewandelt und erweitert. Damit haben sie ganz neue Anwendungen gefunden, wie z.B. den Aufzug (der im Wesentlichen das Elektromobil ohne Räder darstellt, bei dem die Radachse nun als «Seilwinde» dient), den Kran oder ein Flugzeugkatapult mit Winde (Bilder im Uhrzeigersinn).

In klasseninternen oder auch externen Ausstellungen können die Erfindungen gezeigt werden. Oft können diese ja nur von Miterfindenden wirklich gewürdigt werden. Der Austausch ist auf diese Weise leicht möglich.

### Jährlicher Erfinder-Kindertag in Zofingen

Wie wichtig, aber auch wie anregend so eine Ausstellung sein kann, zeigt sich jeweils am Erfinder-Kindertag in Zofingen, der jährlich mit etwa 150 Kindern durchgeführt wird, die sich am Nachmittag mit Eifer und Konzentration auf die Erfindungsaufgabe stürzen (Abb. 11–14). Während rund einem halben Jahr hatten sie an der Frage herumgetüftelt, wie aus Wasser Strom werden kann. Stolz präsentieren die 32 Forscherteams am

Morgen ihre Lösungen wie «Die fahrende Taschenlampe», «Das Energiespardorf», «Das Wasser-Perpetuummobile» und viele andere. Der Nachmittag war dann ganz dem Erfinden gewidmet. «Schogoboy» und «Flitzergirls» schrauben und leimen, was das Zeug hält, «Gwürzlis», «Die erfindenden Erfinder» und «need for speed» schneiden und hebeln auseinander und setzen wieder neu zusammen, während «Die Zweisteins» und «Lady Crazy» die Ingenieurstudenten ausfragen, die der Erfinderschar mit Rat und Tat zur Seite stehen. Die Aufgabe lautet: Bringt Soundmaschinen in Bewegung. Dazu muss man die Kinder nicht zweimal auffordern. Eifrig wird der Elektroschrott auseinandergenommen und neu zu Robotern, Fahrgeräten und tanzenden und zuckenden Maschinen umgebaut. Kaum zwei Stunden nach dem Startschuss sausen Dreiräder, Dampfboote und Propellermobile durch die Halle, drehen sich Tonbänderwedel im Takt und spielt ein vollautomatisches Tischfussballset gegen sich selber Fussball.

### Zum Schluss

Ja, was hat jetzt Erfinden mit Lernen zu tun? Ganz einfach: Es führt vor allem zu vielen Fragen.

### Material

Baumaterialien und Informationen können unter [www.explore-it.org](http://www.explore-it.org) angefordert werden.

### Fotos

Abbildungen 12 und 13 von Jiri Vurma.

### Literatur

**Beck, G., Eysel, H., Grauel, G., Otte, M., Schäffer, R. & Soll, W.** (1996). Sachunterricht – wie die Autoren des neuen Sach- und Machbuchs ihn verstehen. In G. Beck & W. Soll (Hrsg.), *Das neue Sach- und Machbuch 2 – Handbuch für den Unterricht*. Berlin: Cornelsen. **Heck, U., Weber, C., Vögelin, D. & Providoli, R.** (2010). Das Spickmobil. «die neue schulpraxis», 4, 23–28. **Kästner, E.** (2010). Die Gedichte. Haffmanns Verlag bei Zweitausendeins Berlin, 350. **Möller, K.** (2002). Anspruchsvolles Lernen in der Grundschule – am Beispiel naturwissenschaftlich-technischer Inhalte. *Pädagogische Rundschau*, 56 (4), 411–435. **Pullman, P.** (1997). Das magische Messer. Carlsen Hamburg. **Providoli, R., Weber, C., Vögelin, D. & Heck, U.** (2010). Wenn der Wind durchdreht. «die neue schulpraxis», 10, 25–30.



## 30h erforsche, erfinde und mehr für 10.–/Kind

Alles für das Spickmobil, ein Elektroauto und ein Boot mit Teelicht-Antrieb:

Mit Unterstützung von Gönnern erhalten Sie Lernmaterial immer wieder vergünstigt.

[www.explore-it.org](http://www.explore-it.org) > Shop > Aktionen

«S'het solang's het»

