

W E R K S T A T T

Sonnen- und Windenergie

Uwe Wandrey

Von der Windmessstation über den Propellerwagen bis zum Solarboot



A T VERLAG

© 2014

AT Verlag, Aarau und München

Lektorat: Petra Holzmann, München

Grafiken und technische Zeichnungen: Uwe Wandrey

Illustrationen: Rosa Felkner

Fotos: Stavros Niflis und Uwe Wandrey

Bildaufbereitung: Vogt-Schild Druck, Derendingen

Druck- und Bindearbeiten: Firmengruppe APPL, aprinta Druck, Wemding

Printed in Germany

ISBN 978-3-03800-804-0

www.at-verlag.ch

Uwe Wandrey

W E R K S T A T T
**Sonnen-
und Windenergie**

Von der Windmessenstation über den
Propellerwagen bis zum Solarboot

AT Verlag

Inhalt

- 7 Zeit zum Umschalten
- 8 Ein paar Tipps für die Werkstatt

Werkstatt 1 **Der Wind bewegt**

- 19 Der Wetterhahn
- 23 Das Schalenkreuz
- 27 Die Windstation
- 29 Das Papierwindrad
- 34 Die Laufscheibe
- 38 Das Floß
- 44 Der Strandsegler
- 51 Die Segelbahn
- 63 Die Savonius-Bahn
- 71 Der Windradwagen
- 79 Die Windwippe
- 87 Die Segelwindmühle

Werkstatt 2 **Die Sonne wärmt**

- 101 Das Sonnenrad
- 107 Die Gartenschlauchdusche
- 110 Der Sonnenofen

Werkstatt 3 **Strom aus dem Wind**

- 126 Das kleine Windkraftwerk
- 135 Das Fahrtwind-Rücklicht
- 141 Das große Windkraftwerk

Werkstatt 4 **Strom von der Sonne**

- 155 Der Tischventilator
- 162 Der Solarkran
- 171 Das Solarauto
- 180 Das Solarboot

- 189 Bezugsquellen

Zeit zum Umschalten

Auf unserer Erde wird es wärmer. Die Luft der Atmosphäre heizt sich immer stärker auf. Das Klima verändert sich. Die Gletscher und das Eis der Pole schmelzen, der Meeresspiegel steigt. Immer häufiger bedrohen Orkane, Sturmfluten, Überschwemmungen, Dürrekatastrophen und Waldbrände das Leben der Menschen. Schuld daran sind vor allem die Abgase, die aus Kraftwerken und Autos, aus Schornsteinen von Häusern und Fabriken entweichen. Dort werden noch immer hauptsächlich fossile Energieträger verbrannt; also die Treibstoffe, die sich in vielen Millionen Jahren in der Erde eingelagert haben (Stein- und Braunkohle, Erdgas), und jene Treibstoffe, die man aus Erdöl gewinnt: Heizöl, Benzin und Dieselmotorkraftstoff. Vor allem das Kohlenstoffdioxid (CO_2), aber auch andere »Klimakiller«, die bei der Verbrennung dieser Stoffe entstehen, machen die Lufthülle der Erde zu einem Treibhaus.

Unser Planet hat in seiner langen Geschichte immer warme und kalte Zeiten erlebt. Aber die jetzige Erwärmung ist »menschgemacht« – und sie lässt sich nur von Menschen aufhalten oder zumindest abbremser: Indem wir nämlich erneuerbare Energien und nachwachsende Rohstoffe einsetzen, um beispielsweise Strom zu erzeugen, Häuser zu heizen und Autos zu bewegen. Es wird Zeit umzuschalten, denn nicht nur das Klima ist in Gefahr, auch die Vorräte in der Erde gehen zur Neige.

Anfänge sind gemacht: In Europa kommt außer aus Wasserkraftwerken ein wachsender Anteil des Stroms aus Windkraftwerken, Photovoltaikanlagen und Biogasanlagen. Vielerorts werden Strom und Heizungswärme aus Holz und anderen nachwachsenden Pflanzen gewonnen. Auch auf den Straßen tut sich etwas: Schon heute fahren Elektroautos mit Batteriestrom aus Wind- und Sonnenenergie, und es werden immer mehr. Bis 2020 sollen in Europa 20 Prozent der benötigten Energie aus erneuerbaren Quellen kommen, bis 2040 bereits die Hälfte.

Einen wachsenden Anteil an erneuerbarer Energie liefern dabei Wind und Sonne. Ihre Energie ist unerschöpflich, und es gibt sie gratis. Mit den Modellen in diesem Buch kann sie erprobt werden. Die meisten Materialien und Werkzeuge, die man dazu braucht, sind leicht zu beschaffen, oder sie finden sich im Haushalt. Für besondere Bauteile sind die Bezugsquellen am Schluss des Buches aufgeführt.

Bevor es ans Werk geht, sollte man sich die »Tipps für die Werkstatt« durchlesen, das spart Zeit und Enttäuschungen. Dort wird erklärt, wie man die Ausschnideteile vom Buch oder aus dem Internet auf Karton überträgt, wie andere häufig vorkommende Materialien, zum Beispiel Kunststoffstopfen und Grillspieße, bearbeitet werden und wie man den Solarmotor oder die Solarzelle anschließt.

Viel Spaß beim Bauen und Erproben!

Ein paar Tipps für die Werkstatt

Für unsere Werkstatt brauchen wir zunächst einen passenden Tisch. Er sollte möglichst so hoch sein, dass man die Unterarme im Sitzen flach auflegen kann. Außerdem benötigen wir helles Licht, das den Arbeitsplatz gut ausleuchtet. Auch sind zwei dicke Pappen (dicker Karton), eine als Unterlage beim Schneiden, die andere beim Kleben, sinnvoll. Sie sollten mindestens 2 mm dick und ungefähr 50 x 35 cm groß sein. Ein Schwamm und ein Tuch für Klebefinger sind bei der Arbeit auch hilfreich.

Auf dem Tisch legen wir das nötige Werkzeug griffbereit nebeneinander, am besten am hinteren Rand. Hier die wichtigsten Werkzeuge und Arbeitshilfen:

Häufig gebrauchtes Werkzeug

- Metalllineal mit Millimetereinteilung, 25–30 cm lang
- Geodreieck
- Bleistift (2H)
- Feiner Filzstift (0,5)
- Falzbein zum Rillen und Flachpressen der Falze auf den Kartons (Es geht auch mit einem abgestumpften Brieföffner.)
- Cutter (Teppichmesser)
- Papierschere
- Starke Allzweckschere
- Nagelschere
- Schleifpapier
- Zirkel
- Lochzange
- Pinzette
- Dosendorn (Dosenpieker)

Hilfsmittel zum Leimen und Montieren

- Holzleim
- Kontaktkleber (z. B. Pattex)
- Rundstab oder Kochlöffelstiel, 10 mm Durchmesser (zum Krümmen von Papprohren u. Ä.)
- Holzleiste, 10 x 10 mm, 20 cm lang (als Hilfsmittel beim Verleimen)
- Kleine Klammern zum Zusammenpressen von Klebestellen (Es geht auch mit Wäscheklammern.)
- Verschiedene Gummibänder zum Zusammenhalten von Bauteilen

Material

Am Anfang jeder Anleitung ist jeweils aufgelistet, welches Material zum Bau der einzelnen Modelle benötigt wird. Die meisten Bauteile sollen aus Karton ausgeschnitten werden, und zwar in zwei unterschiedlichen Standard-Kartonstärken: Der dünnere Karton hat eine Stärke von 170–240 g; der dickere eine von 480–550 g. Außerdem braucht man für den Sonnenofen einen Pizza-Thermo-Karton, für das Solarboot und für Unterlegscheiben einen Getränke-Tetrapack-Karton. Bei der Übertragung der Pläne für die Bauteile aus diesen Kartons wird genauso vorgegangen wie bei den Standard-Kartons.

Ausschneidepläne übertragen

Im Buch sind viele Pläne zum Ausschneiden von Bauteilen abgedruckt, aber aus Platzgründen leider nicht in der Originalgröße. Die Pläne müssen deshalb zum Übertragen auf das verwendete Material durch Fotokopieren oder Scannen vergrößert werden. Zur Kontrolle ist neben den Bauteilplänen immer ein 5-cm-Lineal platziert.



Beim Herunterladen der Baupläne von der Website des AT Verlags auf den Computer ist das Vergrößern nicht erforderlich. Es gibt also drei Methoden, um originalgetreue Vorlagen für die Ausschneideteile herzustellen:

1. Ausschneidepläne scannen

Wer einen Computer und einen Scanner oder Drucker hat, kann die Pläne einscannen und ausdrucken. Beim Scannen ist darauf zu achten, dass die Buchseite ganz flach auf der Scanner-scheibe liegt, damit sich keine Verzerrungen ergeben. Die eingescannten Seiten müssen am PC auf 125 Prozent vergrößert werden, bevor sie ausgedruckt werden. (Ein im Buch gezeichnetes 8 cm langes Bauteil ist vergrößert also 10 cm lang.)

2. Ausschneidepläne fotokopieren

Man kann die Baupläne auch aus dem Buch herausfotokopieren, zum Beispiel in einem Copyshop. Beim Kopierer lässt sich der Vergrößerungsmaßstab von 125 Prozent genau einstellen, sodass die Baupläne in Originalgröße passend kopiert werden. (Wenn 125 % am Kopierer eingestellt werden, sind die Vorlagen etwa ein Viertel größer.)

3. Ausschneidepläne downloaden

Unter dem Link: <http://www.at-verlag.ch/page/sonnewind.html> können die Baupläne dieses Buches heruntergeladen und gleich passend in Originalgröße ausgedruckt werden. Achtung: Mehrere Baupläne erstrecken sich über zwei, manchmal Seiten!

Hinweis zum Ausdrucken der Ausschneidepläne

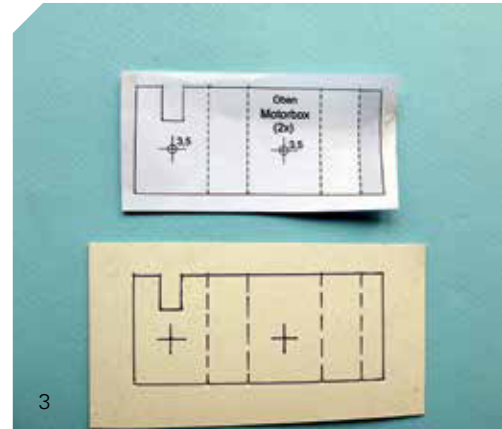
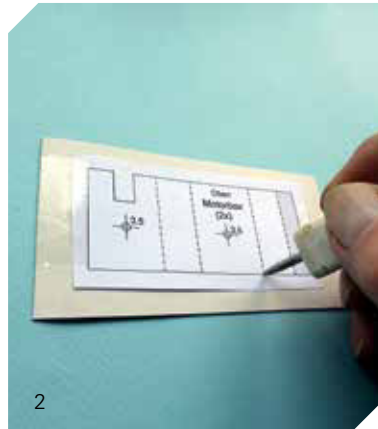
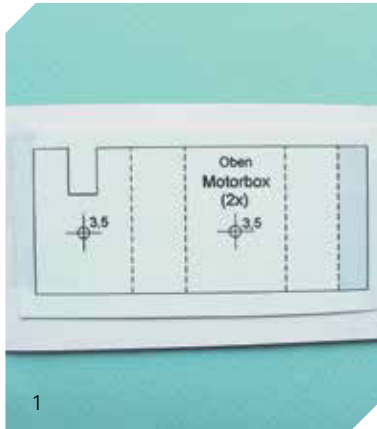
Die Teile für den dünneren Karton mit 170–240 g könnte man nach dem Download beziehungsweise nach dem Scannen und Vergrößern statt auf Papier auch gleich direkt auf den Karton ausdrucken. Dann spart man sich das Übertragen. Dazu muss bei einigen Druckern eine dickere Papierstärke eingestellt werden. Nach dem Ausdrucken wird dann gefalzt, geschnitten und gelocht wie unten beschrieben.

Bauteile ausschneiden, falzen und lochen

Generell: Auf den Bauplänen bedeuten alle durchgezogenen Linien Schnittkanten, alle gestrichelten Linien Falzkanten (hier nicht schneiden!). Alle punktierten Linien sind Hilfslinien zum Ausrichten der Bauteile beim Zusammenbau. Kreuze mit kleinen Kreisen stehen für Stanzlöcher. Die Zahl daneben gibt den Lochdurchmesser in Millimetern an. Kreuze ohne Kreise bezeichnen Kreismittelpunkte.

Das Übertragen der Bauteile funktioniert folgendermaßen: Zuerst wird die Papierkopie des Bauplans (Bild 1, Seite 10) auf das Baumaterial (Karton, Sperrholz, Folie) geklebt und gegen Verutschen an den Rändern mit Klebefilm fixiert. Nun werden die Linien der einzelnen Ausschneideteile (Schnittkanten, Falze, Ausrichtlinien, Lochkreuze und Klebefelder) mit einem Dosen-dorn (»Dosenpiekser«) oder mit einer Stecknadel, am besten mit einer Glaskopfnadel, übertragen. Bei geraden Linien sticht man nur die Anfangs- und Endpunkte durch, bei gekrümmten Linien in kurzen Abständen die ganze Kurve entlang. (Bild 2)

Bei Kreisen oder Kreisabschnitten ist der Kreismittelpunkt mit einem Kreuz angegeben. So kann die abgemessene Kontur auch mit dem Zirkel auf dem Material angezeichnet werden.



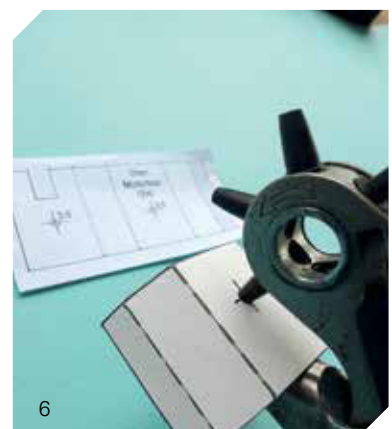
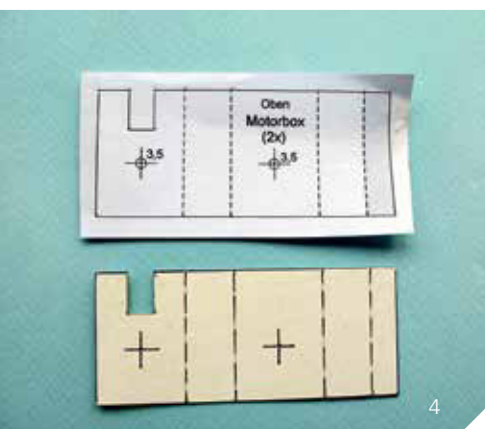
Danach wird die Papierkopie weggenommen und neben das Material gelegt. Man verbindet nun die Einstiche auf dem Material mit einem Stift. (Bild 3)

Sollte man einmal einen Einstich nicht finden, wirft man einen Blick auf die Fotokopie. Jetzt werden die Konturen mit dem Cutter, der Schere oder der Nagelschere geschnitten. (Bild 4)

Nun kommen – wenn vorhanden – die Falzlinien an die Reihe. Sollen sie auf den dickeren Karton (480–550 g) übertragen werden, ritzt man sie mit dem Cutter leicht ein, um sie dann leichter und

genauer knicken zu können. Benutzt man den dünneren Karton (170–240 g), genügt es, sie mit dem Falzbein zu rillen. Bei längeren Teilen legt man den Falz an eine scharfe Kante und knickt ihn nach unten. (Bild 5)

Danach werden die Löcher – wenn nötig – ausgestanzt. Hierbei dienen die Kreuze zum genauen Ansetzen der Lochzange. (Bild 6) Am Ende wird geklebt. Die grau unterlegten Felder auf den Ausschneideplänen zeigen, wo genau etwas angeklebt wird.





Der Wetterhahn

Der Wetterhahn zeigt an, aus welcher Richtung der Wind weht. Seine Achse ist so angebracht, dass der hintere größere Teil des Hahns mit seinem Schwerpunkt weiter von ihr entfernt ist als der vordere Teil. Auf diese Weise dreht sich der Hahn immer mit dem Schnabel voran gegen den Wind. Man kann ihn an einem Besenstiel fest aufstellen oder in der Hand hoch halten. – Für viele der Modelle in diesem Buch gibt er die Windrichtung an.

Material:

- Sperrholz, 4 mm dick, circa 25 x 30 cm
- 1 Grillspieß, 4 mm dick, circa 270 mm lang (mit Spitze)
- Holzleim
- Verschiedene Acrylfarben oder Vorstreichfarbe und Lack zum Anmalen
- Zigarrenröhrchen mit Schraubverschluss (als Lager für die Achse; auch ein Reagenzglas mit durchbohrtem Stöpsel eignet sich)
- 1 Tetrapack-Karton (für den Regenschutz)
- 2 Kabelbinder, 10 cm lang
- 1 leeres Teelichtnäpfchen
- Eventuell Besenstiel
- Eventuell 2 Kabelbinder, 20 cm lang

Werkzeug:

- Laubsäge (unter Anleitung eines Erwachsenen auch Stichsäge)
- Leistsäge
- Flacher Stein oder Buch (zum Beschweren)
- Pinsel
- Schleifpapier
- Dosendorn (oder dicker Nagel; zum Aufstechen des Lochs im Zigarrenröhrchen-deckel)
- Lineal
- Filzstift
- Allzweckschere
- Nagelschere
- Eventuell Hammer
- Eventuell Cutter
- Eventuell Anspitzer

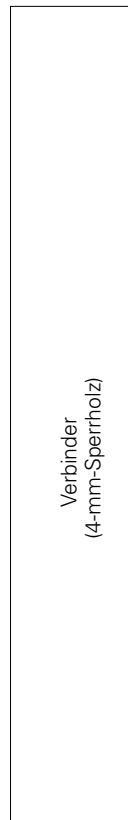
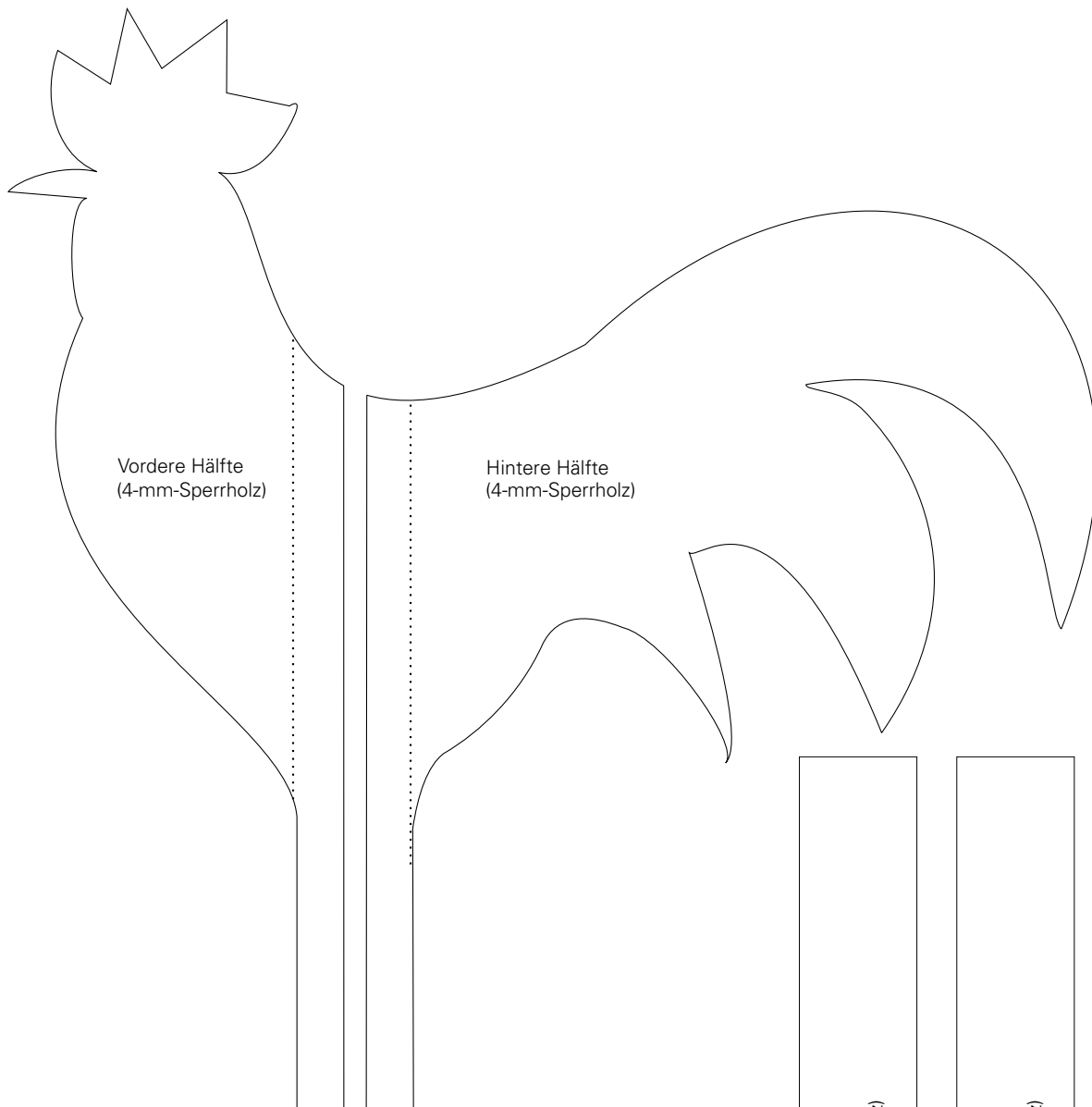
Schritt 1: Die beiden Hälften des Hahns und die beiden Verbinder aussägen und mit dem Grillspieß bereitlegen. (Bild 1)



Schritt 2: Die beiden Hälften an den Grillspieß legen und zwischen den punktierten Linien und auf den Spieß Leim auftragen. Die Spießspitze zeigt dabei nach unten. Dann einen der beiden Verbinder darauflegen und mit einem flachen Stein oder einem Buch beschweren. Leim trocknen lassen. Dann das Gleiche mit dem zweiten Verbinder auf der Gegenseite. Jetzt sind die Hahnhälften über die Sperrholzstreifen miteinander und mit dem Spieß verbunden. Der Spieß ist die Achse des Wetterhahns. (Bild 2)

Schritt 3: Nun den Hahn wetterfest anstreichen: mit Vorstreichfarbe und Lack. Oder ihm mit verschiedenfarbigen Acrylfarben vielleicht ein buntes Federkleid aufmalen.





Schritt 4: Den festgeschraubten Deckel des Zigarrenröhrchens mit dem Dosendorn oder einem Nagel in der Mitte durchstechen. Nur so weit mit dem Spieß in einer Drehbewegung weiten, bis er gerade hindurch passt. Nun den Spieß mit dem Hahn probeweise durch den Deckel ins Zigarrenröhrchen schieben, bis die Unterkante des Hahns nur noch 2 cm über dem Röhrchendeckel liegt. Eventuell den Spieß mit dem Cutter entsprechend kürzen und den Schnitt mit einem Anspitzer schälen.

Mit einem Filzstift die Stelle auf dem Spieß markieren, wo er sich im Deckelloch drehen wird. Dann den Spieß wieder herausziehen und den Deckel abschrauben.

Schritt 5: Nun den Regenschutz aus Tetrapack-Karton ausschneiden (Bild 3) und auf



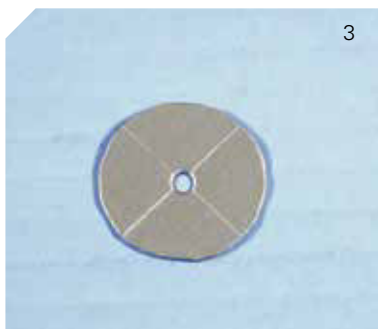
den Spieß zum Hahn hin schieben. Danach einen Streifen aus dem Rand des Teelichtnähpfchens von circa 2 cm Länge schneiden (Bild 4) und ihn um die markierte Stelle als Laufhülse um den Spieß legen. Nun zunächst um den oberen Rand der Laufhülse einen der kurzen Kabelbinder festziehen, dann den Röhrchendeckel auf die Laufhülse schieben und darunter den zweiten Kabelbinder anziehen. Die frei stehenden Enden der Kabelbinder eng abschneiden. (Bild 5) Jetzt den Röhrchendeckel mit dem Spieß am Zigarrenröhrchen festschrauben.

Fertig ist der Wetterhahn! Man muss ihn nur noch in die Hand nehmen und in den Wind halten. Wer ihn fest aufstellen möchte, der geht weiter zu Schritt 6.

Schritt 6:

Den Besenstiel mit einem Hammer in den (weichen) Boden schlagen oder eingraben oder an anderer geeigneter Stelle anbringen. Dann mit den zwei längeren Kabelbindern das Zigarrenröhrchen am Besenstiel befestigen. (Bild 6)

Tipp: Einen Tropfen Nähmaschinenöl an die Laufhülse geben! Dann dreht sich der Wetterhahn leichter!





Der Tischventilator

Wenn uns an einem viel zu warmen Tag die Sonne auf den Tisch scheint, dann bringt ein kleiner Tischventilator ein bisschen Kühlung. Dieselbe Sonne, die uns den Schweiß auf die Stirn treibt, liefert dazu die Energie für die Kühlung. Der Rotor unseres Tischventilators ähnelt dem Rotor des kleinen Windkraftwerks mit dem Energiehaus. Es gibt aber einen wichtigen Unterschied: Der Rotor des kleinen Windkraftwerks ist ein *Impeller* (weil er Windenergie aufnimmt). Der Rotor des Tischventilators ist ein *Propeller* – auch Luftschraube genannt, weil er sich (wie beim Flugzeug) durch die Luft voranschraubt. Oder aber er dreht sich auf der Stelle und schaufelt die Luft nach hinten. Der Propeller gibt Energie an die Luft ab und macht damit Wind. Unser kleiner Tischventilator ist rasch zusammengefügt.

Material:

- 1 Solarmotor
- 1 Solarzelle
- 2 Litzen, 15 cm lang (als Leitungsdraht von den Motoren zur Solarzelle)
- 2 einzelne Lüsterklemmen
- 1 Karton, DIN-A4, 480–550 g (für alle Ausschneideteile des Tischventilators)
- 1 Kunststoffstopfen
- Alleskleber

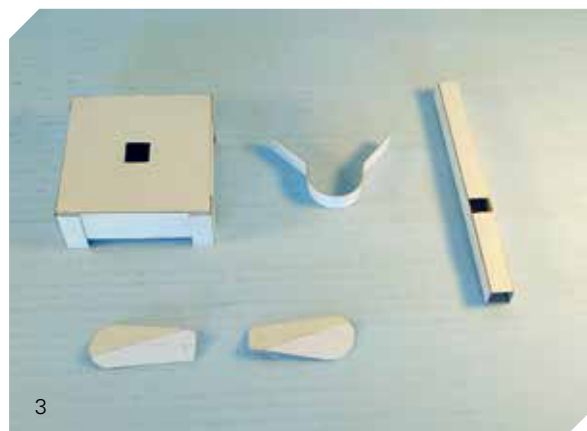
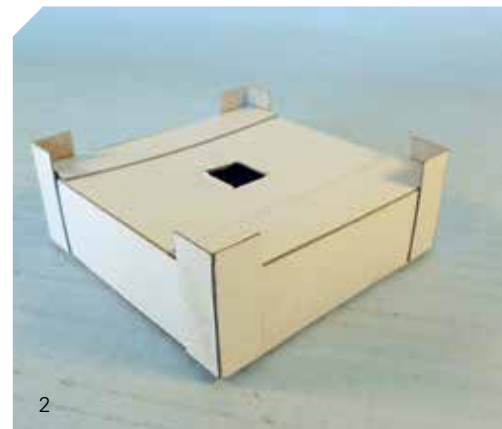
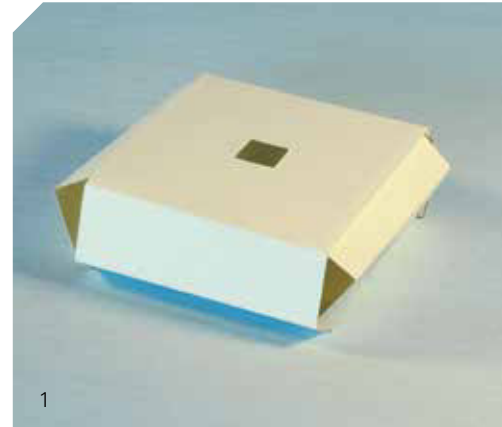
- Klarsicht-Klebefilm (zur Befestigung der Solarzelle)
- Leukoplast oder Isolierband (für die Litzen)

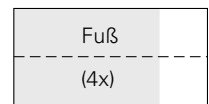
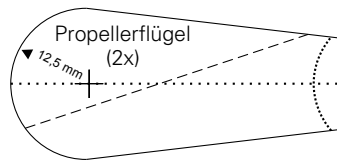
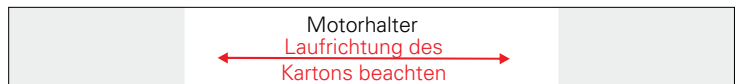
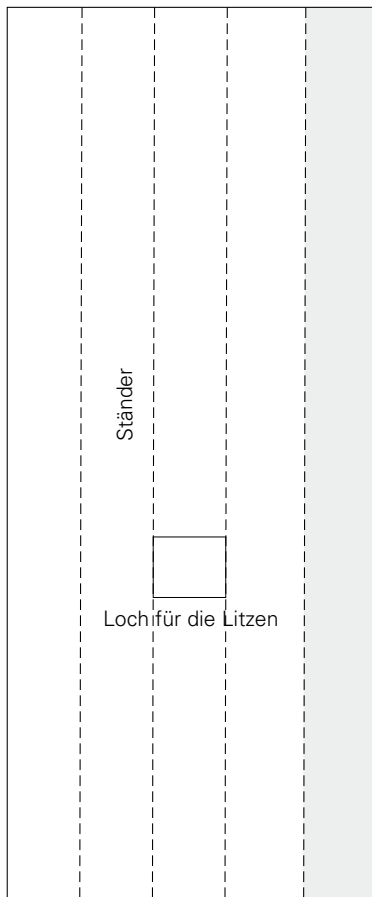
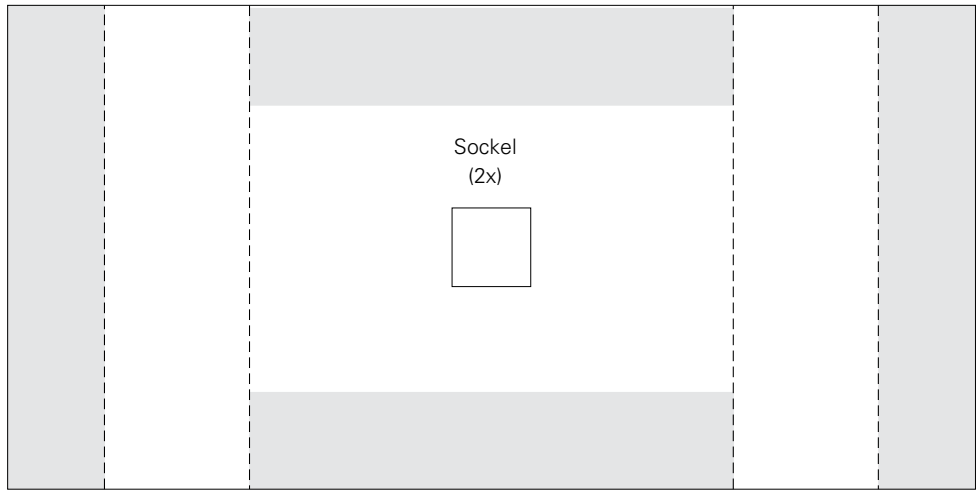
Werkzeug:

- Stift
- Lineal
- Zirkel
- Cutter
- Nagelschere
- Nähnnadel

Schritt 1: Zuerst die beiden Sockelteile um 90 Grad versetzt miteinander verleimen. (Bild 1) Die Klebelaschen des unteren Teils kommen nach innen, die des oberen von außen auf das Unterteil. (Bild 2)

Schritt 2: Ständer, Motorhalter und Propellerflügel ausschneiden und falzen beziehungsweise vorkrümmen. Dann den Ständer zusammenkleben.





Ausschneideteile aus 480–550-g-Karton







Bezugsquellen

Wo bekommt man was?

Kartons

Die für die Modelle verwendeten Kartons bekommt man in Papier- oder Schreibwarengeschäften, in Büromärkten oder in Geschäften für den Künstler- und Grafikerbedarf. Als alubeschichteter Karton für den Sonnenofen eignet sich gut ein Pizza-Karton.

Kunststoffstopfen

(42 mm lang, Standard-Durchmesser 22 mm)

Es gibt sie im Kellerei-Bedarf, in manchen Haushaltswarengeschäften, in Gartenmärkten oder in Fachdrogerien.

Bambus-Grillspieße

(21,5 cm lang, 3 mm dick / 30 cm lang, 4 mm dick)

Grillspieße bekommt man in Geschäften für Camping-, Garten- oder Partybedarf, eventuell in Baumärkten oder Kaufhäusern. Die 3 mm dicken Spieße können statt 21,5 cm auch 20,0 cm lang sein.

Elektrische Bauteile

(Angaben dazu auf den Seiten 13–15)

Es gibt die meisten dieser Bauteile im Elektronik-Fachhandel oder bei Conrad-Electronics. (Am besten beim persönlichen Einkauf das Buch mitnehmen.) Solarzellen mit Schraubanschluss sind dort allerdings kaum zu bekommen. Diese liefert – wie auch die anderen Bauteile – zum Beispiel die Firma
 innotrade
 CH – 4018 Basel
 Telefon +41 (0)61 338 84 48
www.innotrade.ch
 Email: info@innotrade.ch

Autor



Uwe Wandrey war zunächst Schiffbauer in Hamburg und studierte dann Germanistik. Gründer und Herausgeber der Kinderbuchreihe *rororo rotfuchs*. Er schrieb Romane, Kurzgeschichten und Kinderbücher. Arbeitete als Journalist für Radio und Zeitschriften und entwickelte Experimentierkästen. Er lebt in Hamburg und auf einer griechischen Insel. Die Sonne versorgt ihn dort mit Strom, sie heizt sein Haus und das Duschwasser, im Sonnenofen backt sie das Brot. Bei bewölktem Himmel sorgt ein Windrad für Strom.

Bildnachweis

Stavros Niflis: Seite 32, 34, 38, 51, 60/61, 63, 71, 79, 87, 90/91, 101, 103, 110, 126, 135, 141, 148/149, 155, 158/159, 162, 168/169, 171, 176/177, 180

Rosa Felkner: Seite 189

Alle weiteren Fotos: Uwe Wandrey