

VDIri

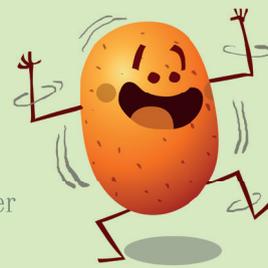
CLUB-MAGAZIN 02.2019

WIND-
ENERGIE-
ANLAGE



FOTOSAFARI

Kompliment und Dank an alle Fotosafaristi! **Ben** und sein Recyclingmonster sind die glücklichen Gewinner des **Baukastens**. Wir gratulieren!



➔ Ben



➔ Bruno



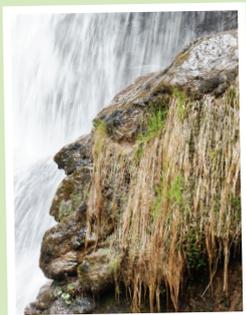
➔ Falko



➔ Finn



➔ Jonas K.



➔ Imke



➔ Jan



➔ Jonathan



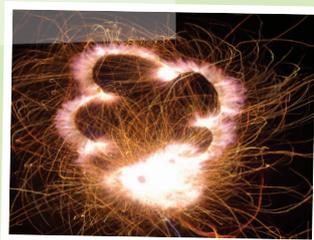
➔ Levka



➔ Jonathan M.



➔ Jule



➔ Moritz



➔ Joris



➔ Julian



➔ Vincent



➔ Mathieu



➔ Benedikt



➔ Miriel



➔ Anna



DER VDInI CLUB WIRD 10 JAHRE JUHU HURRA!

Seit 10 Jahren trifft ihr euch nun schon in mittlerweile zahlreichen VDInI-Clubs in ganz Deutschland. Und wir schreiben euer Technik-Magazin dazu. Mit tollen Themen von A wie Akustik bis Z wie Züge! In 42 Heften, auf über 840 Seiten gab es spannende Experimente, interessante Fakten und lustige Abenteuer. Einen kleinen Rückblick findet ihr in unserem Jubiläumsspecial in der Heftmitte!

An dieser Stelle möchten wir allen danken, die uns über die Jahre geholfen haben: den schlaun Leuten beim VDI, der Druckerei, unseren Kooperationspartnern und Sponsoren. Vor allem danken wir den zahlreichen Spezialisten aus den Bereichen Physik, diversen Ingenieurwissenschaften, Wissenschaft und natürlich Technik, ohne die das Heft nicht das wäre, was es ist: unser aller liebstes Technik-Magazin – für euch!

Viel Spaß beim Lesen,

Eure Rosa



ZUM 10-JÄHRIGEN GEBURTSTAG FEIERN WIR MIT EUCH EINE VDInI-JUBILÄUMS-KONFETTI-PARTY IM URLAUB ...

... und Louis_14 begleitet euch mit seinem Bastelbogen in der Heftmitte! Zeigt ihm die Welt, nehmt ihn mit auf Entdeckungsreisen und macht schöne Jubiläumsurlaubfotos für unsere Fotochallenge, die schon angelaufen ist.

📧 **Sendet Fotos von spannenden Orten**, je ausgefallener, desto besser! Das kann am Meer sein, in den Bergen, in der Luft, im Garten zuhause ... Ihr könnt uns den Ort verraten oder auch nicht. Fotografiert Louis_14 alleine, gemeinsam mit euch oder mit so vielen Personen, wie gerade noch aufs Bild passen. Vielleicht macht ihr sogar einen Wettbewerb daraus, in der Schule oder mit den Freunden?

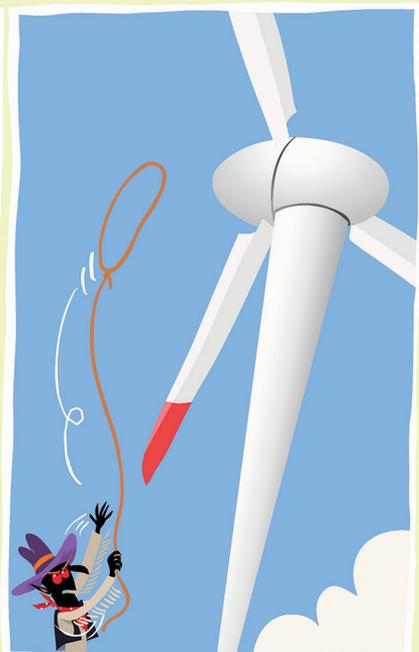
Erzählt allen von der Fotochallenge! Freunden, Eltern, Großeltern, Paten, damit auch sie Louis_14 an einen

tollen Ort bringen und ihn dort fotojublieren. Die spannendsten Bilder werden prämiert und kommen auf die VDInI-Homepage. Und die zehn tollsten Fotos **gewinnen** je einen **Ozobot Bit 2.0** – einen winzigen, intelligenten und interaktiven Roboter.

Fotos können per E-Mail geschickt werden an vdini@vdi.de, aber auch geteilt werden bei Instagram oder Twitter ([#vdini](https://twitter.com/vdini)) oder bei Facebook unter dem Beitrag zur Challenge, der diese Woche erscheint. Bitte nominert Freunde, damit möglichst viele an der Challenge teilnehmen.

Louis' Ziel sind **5.000 Fotos** von eindrucksvollen Orten – helft ihm das zu schaffen. **Das Challenge-Team wünscht viel Spaß beim Mitmachen.**





Wind gibt es, seitdem sich die Erde um die Sonne dreht. Was Wind ist und was Wind mit Luft zu tun hat, erfährst du ➔ [auf den ersten drei Seiten](#) unseres Magazins. Mr. Gylby präsentiert dir in Kooperation mit der Zeitung INCH eine [Windmesser-Bastelanleitung](#). Auf Englisch!

➔ [Seite 7](#)

Das erste [Windrad](#) der Geschichte soll [im Jahre 1750 vor Christus](#) in Babylon eine Art Orgel angetrieben haben. [Vor über 1.000 Jahren](#) gab es in China und Persien Menschen, die die Windkraft nutzten und damit Getreide mahlten oder Felder bewässerten.

In Europa kamen [Windmühlen](#) erst [im 12. Jahrhundert](#) auf. Im Laufe des Mittelalters gab es immer mehr von diesen Häuschen mit Flügeln. [Im 18. Jahrhundert](#) standen fast 200.000 Windmühlen in Europa. In Deutschland etwa 20.000. Kein Wunder, dass „Müller“ der häufigste Nachname in Deutschland ist. Dann kam [im 19. Jahrhundert](#) die [Dampfmaschine](#). Die liefert immer Energie, nicht nur an windigen Tagen. Man musste nur Kohle im Heizkessel verbrennen. Damals wusste man noch nicht, welche Folgen das einmal haben würde. ➔ [Seite 8 und 9](#)

In Amerika und Australien gab es zu der Zeit erste kleine Windräder, die Energie erzeugten. Zum Wasserpumpen. Und in Deutschland entwickelte der Maschinenbauer [Adolph Piper](#) größere Windräder mit bis zu 18 Metern Durchmesser. Auch in Schottland wurden Windräder zur [Energieerzeugung](#) gebaut. Der Physiker [William Thomson](#) warnte [im Jahr 1881](#), dass die Kohle irgendwann mal alle sein werde. Er glaubte damals schon an die unerschöpfliche Windkraft.

Zu Beginn des [20. Jahrhunderts](#) hatten viele Windräder noch vier oder fünf Rotorblätter. Warum drei Rotorblätter viel besser sind und wie heutige [Hitech-Flügel](#) funktionieren, erfährst du ➔ [auf Seite 16 und 17](#).

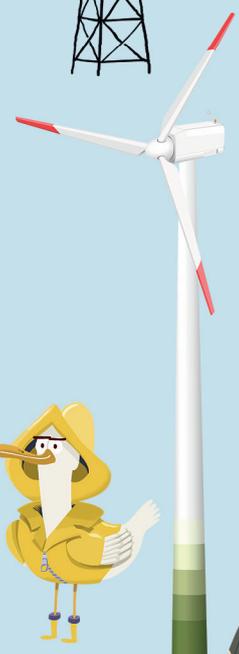
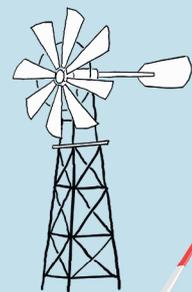
Wie eine moderne [Windenergieanlage](#) mithilfe dieser Rotorblätter überhaupt Strom erzeugt, erklärt dir [Herr Schnatbaum](#) von der EnergieAgentur.NRW ➔ [auf den Seiten 10 und 15](#).

Windenergieanlagen, kurz WEA, bestehen aus tonnenschweren Einzelteilen. Sie werden immer größer und ihre [Rotorblätter](#) länger und länger. Das macht den Transport und den Aufbau solch einer Anlage schwierig. Wie man es trotzdem hinkommt, erzählen wir ➔ [auf den Seiten 18 und 19](#).

Wenn du mal hoch hinaus willst, dann werde [Windenergieservicetechniker](#). Die warten die Anlagen in 140 Metern Höhe! Windenergieanlagen kann man nicht einfach so in die Landschaft stellen. Wo und wie man sie am besten platziert, das ist das Thema ➔ [der Seiten 20 und 21](#).

Yuna hat ➔ [auf Seite 22](#) Spannendes aus der [Bionik](#) zu berichten und sucht ➔ [auf Seite 23](#) Hilfe für [Vögel und Fledermäuse](#), denen WEA in die Quere kommen.

Zu diesem spannenden Thema könnten wir gleich noch ein Magazin füllen. So viel Informationen haben wir von Herrn Schnatbaum von der [EnergieAgentur.NRW](#) dazu bekommen. Wenn du Windenergie auch so toll findest, dann schau doch mal auf der Schulseite der EANRW vorbei. Dort gibt es tolle [Lernmaterialien](#), auch zu anderen Erneuerbaren Energien, für deine Klasse oder deinen VDI-Club.



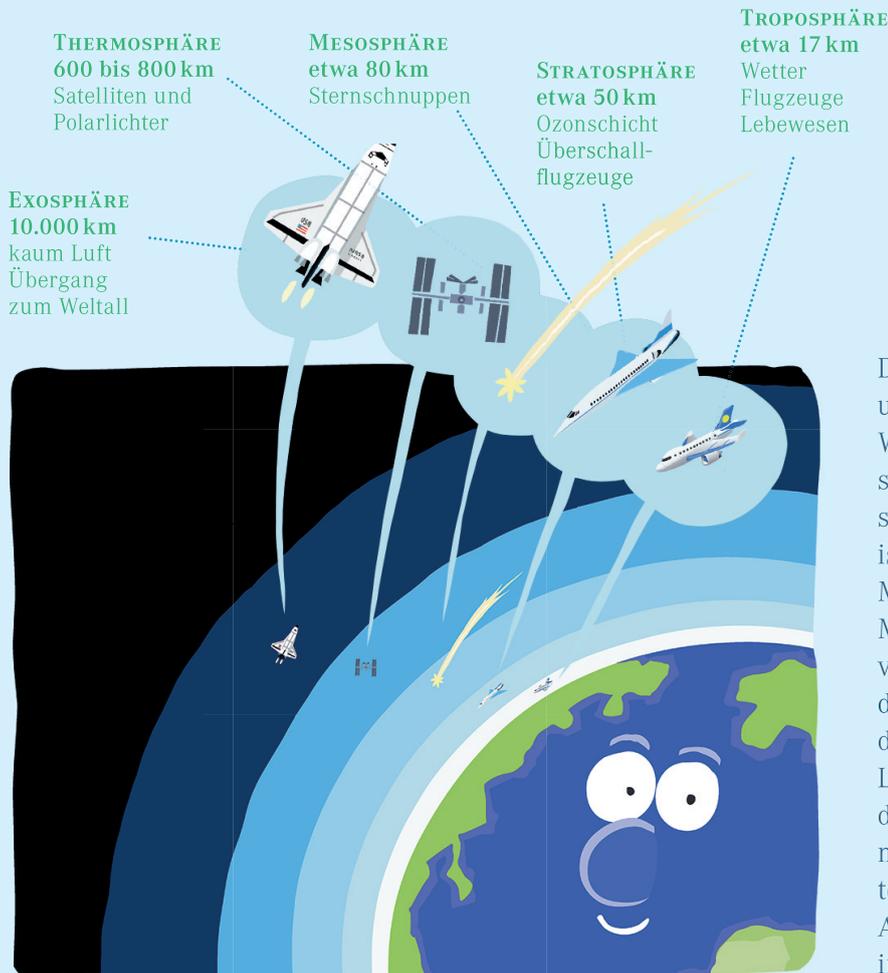
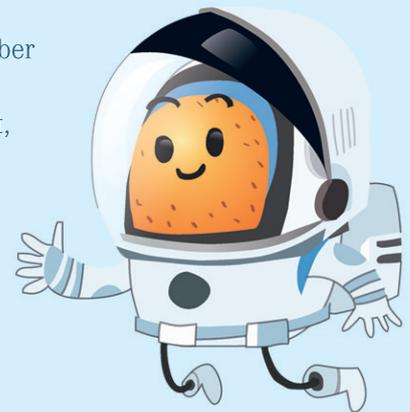


AUS DER PUSTE



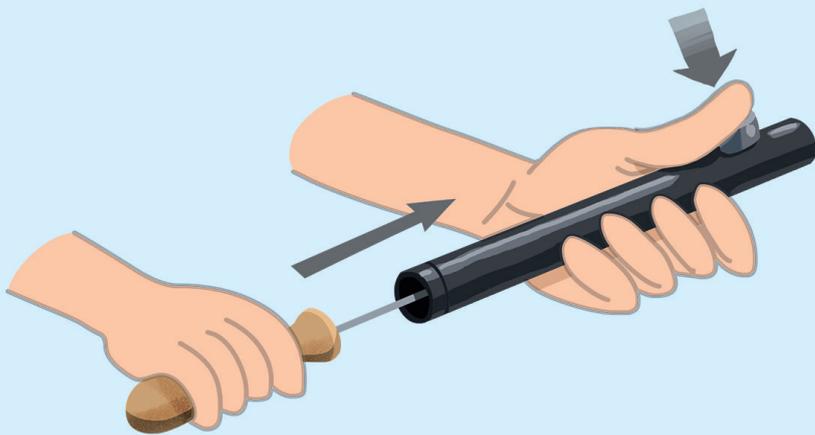
Luft ist ein **Gemisch aus Gasen**. Vor allem sind das Stickstoff (N_2), Sauerstoff (O_2) und Kohlendioxid (CO_2). Gase bestehen aus winzigen Teilchen, den **Molekülen**. Die sind so weit voneinander entfernt, dass sie keine feste Oberfläche bilden, wie Festkörper (z. B. Eisen) oder Flüssigkeiten (z. B. Wasser).

Luft ist farblos und lässt das Sonnenlicht durch. Zum Glück! Sonst wäre es auch tagsüber dunkel. Wir atmen die Luft. Über die Lunge gelangt der Sauerstoff ins Blut und von dort als „Kraftstoff“ in jede Zelle unseres Körpers. Dort wird er in CO_2 umgewandelt, das wir wieder ausatmen.



Die Erde ist von einer sehr dicken Hülle umgeben, die ohne feste Grenzen in den Weltraum übergeht. In der unteren Luftschicht, der **Troposphäre**, leben wir. Hier spielt sich auch das Wetter ab. Am Äquator ist sie je nach Jahreszeit 16.000 bis 18.000 Meter dick, an den Polen 8.000 bis 12.000 Meter. Wir leben sozusagen auf dem Grund von einem riesigen Luftmeer. Anders als das Wasser wird die Luft am Boden durch die Luft darüber zusammengedrückt. Denn Luft ist **kompressibel**. So ist die Luft unten dichter als die „dünne“ Luft oben. Je höher man aufsteigt, umso weniger Sauerstoffteilchen sind in der Luft. Deshalb fällt das Atmen auf einem hohen Berg schwerer als im Tal.





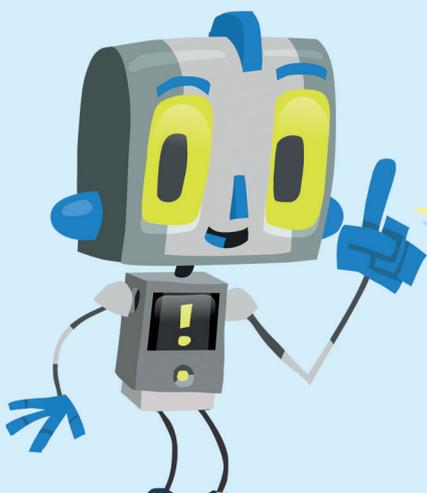
Mit einem **Barometer** kannst du den Druck der Luft messen.

Mit einer Pumpe kannst du Luft zusammendrücken.

➡ Was passiert, wenn du den Kolben loslässt?

So wie du Wasser mit der Hand spürst, kannst du die Luft spüren, wenn du mit der Hand schnell hin und herfächerst. Du fühlst den **Luftwiderstand**. Selbst wenn es windstill ist, spürst du auf dem Fahrrad den Fahrt-„Wind“. Das sind die Moleküle, die gegen dich drücken und ausweichen müssen.

🌀 Mach's wie Rudi und „klebe“ mit Luftkraft Zeitung an deinen Bauch!



Luft kann man auch verflüssigen! Dafür drückt man sie ähnlich wie in einem Fahrradreifen zusammen, nur viel, viel fester, und entspannt sie dann wieder. Dabei wird die Luft etwas kälter. Wiederholt man das einige Male, kühlt sich die Luft so weit ab, bis sie flüssig wird.



WARME LUFT IST LEICHTER ALS KALTE



Galileo Galilei hat erst vor etwa 400 Jahren entdeckt, dass Luft ein Gewicht hat.

1 Liter Luft wiegt 1,3 Gramm. Aber nicht immer! Warme Luft ist leichter als kalte Luft.

🌀 Das kannst du mit diesem Versuch beweisen.

DAS BRAUCHST DU:

- ▶ TEEBEUTEL ▶ SCHALE ▶ SCHERE
- ▶ STREICHHÖLZER ▶ UNTERTASSE

SO GEHT'S:

1. Stelle die Untertasse auf eine nicht brennbare Fläche (z. B. einen Tisch ohne Decke).
2. Schneide den Teebeutel oben gerade ab und leere den Inhalt in der Schale aus. (Den Tee kannst du nach deinem Experiment trinken.)
3. Öffne den Beutel zu einer Papierröhre und stelle sie auf die Untertasse. Entflamme beide Ecken des Beutels oben.
4. Beobachte, was passiert und überlege, warum!

Lass dir von einem Erwachsenen helfen!





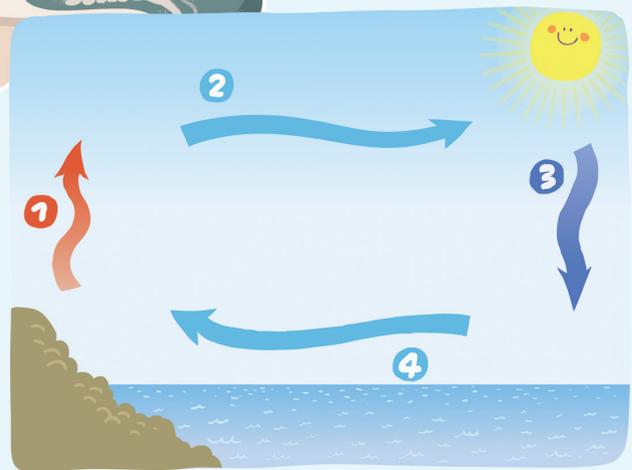
HIER WEHT EIN FRISCHER WIND



Wind ist bewegte Luft. Aber wer bewegt sie eigentlich? Am Meer findest du die Antwort.



Die Sonne scheint auf Meer und Küste gleichermaßen. Dabei erwärmt sich der Erdboden viel schneller als das Wasser. Gräbst du ein Loch in den Strand, stößt du schnell auf kalten Sand. Im Wasser dagegen musst du tief tauchen, bis es merklich kälter wird. Das Sonnenlicht dringt tief ins Wasser ein, am Boden erwärmt es nur eine dünne Schicht.



Die Luft über dem warmen Land erwärmt sich stärker als über dem kühlen Wasser. Sie dehnt sich aus, steigt hoch (1) und drängt die Luft darüber zur Seite (2). Gleichzeitig wird kältere Luft von der Seite angesaugt (3). So rückt die kalte Meeresluft an den Platz der warmen (4). Es entsteht ein Windsystem mit **Hochdruck** und **Tiefdruck**. Je größer der Unterschied zwischen den Luftdrücken ist, umso stärker strömen die Luftmassen in das Gebiet mit dem niedrigeren Luftdruck und umso stärker ist der Wind.

Beaufort	km/h	Name	Was sich bewegt
0	<1	Windstille	Nichts
1	1 - 5	leiser Zug	Rauch
2	6 - 11	leichte Brise	Blätter rascheln, Körperhärchen
3	12 - 19	schwache Brise	Dünne Zweige
4	20 - 28	mäßige Brise	Loses Papier, Zweige und Äste
5	29 - 38	frische Brise	Kleine Bäume
6	39 - 49	starker Wind	Dicke Äste, Drahtseile pfeifen
7	50 - 61	steifer Wind	Bäume
8	62 - 74	stürmischer Wind	Große Bäume, Fensterläden, Zweige brechen ab
9	75 - 88	Sturm	Ziegel fliegen von Dächern, Gartenstühle wehen durch Garten
10	89 - 102	schwerer Sturm	Bäume brechen und werden entwurzelt
11	103 - 117	orkanartiger Sturm	Waldschneisen, Mauern brechen
12	>118	Orkan	Häuser, schlimme Verwüstungen



Messe die Temperatur am Boden eures Kühlschranks. Suche weitere Windsysteme in eurer Wohnung.

Die Geschwindigkeit des Winds nennt man **Windstärke**. Der Seefahrer **Sir Francis Beaufort** teilte vor über 200 Jahren die Windstärke in 13 Klassen ein.

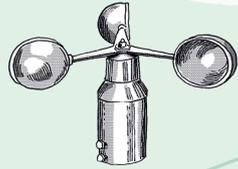
Mache mit Mr. Gylby Windbeweissfotos! Fotografiere die Auswirkungen von Wind und versuche anhand der Skala die Windstärke abzulesen.



MR GYLBY'S AMAZING ANEMOMETER



You can *measure* the wind *speed* more accurately with an anemometer. There are different kinds, e.g. a *cup anemometer* or a *propeller anemometer*. Both the cups and the propeller are driven by the wind. The speed of the *revolutions* are *converted* and *displayed*.



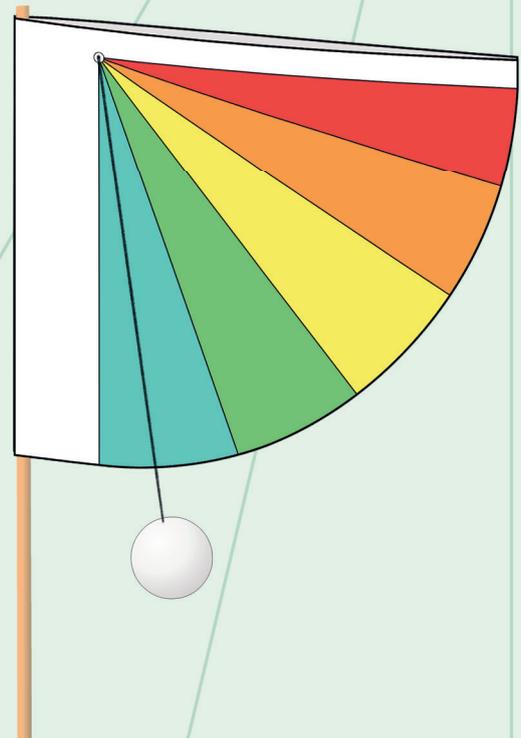
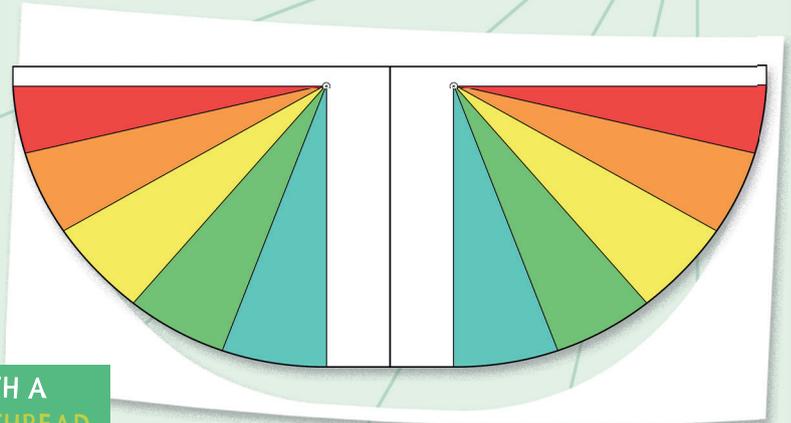
▶ This is how you build an anemometer which can show wind speeds.

YOU NEED:

- ▶ CARDBOARD ▶ A ST MARTIN'S LANTERN ROD WITH A WIRE ▶ GLUE ▶ 1 TABLE-TENNIS BALL ▶ A NEEDLE ▶ THREAD (1 M LONG) ▶ SCISSORS ▶ COLOURED PENCILS

HERE WE GO:

- 1 Cut out the *measuring scale* from the cardboard using the *template*.
- 2 Draw the different sections, colour them in and *label* them (if you are feeling lazy, cut out the measuring scale from the magazine and stick it onto a piece of cardboard) Fold the measuring scale in the middle. If you want to make your measuring scale weatherproof, you can laminate it or cover it with a plastic foil.
- 3 *Punch* a hole in the top and the bottom of the table-tennis ball with the needle and push the thread through the holes. *Tie* a knot in the thread at the bottom end.
- 4 Make a hole in the measuring scale as on the picture on the right. Push the upper end of the thread through this hole and tie a knot.
- 5 Fix the folded edge of the measuring scale to the wire on the lantern holder rod and clip it tight with the end of the wire.
- 6 Stick the lantern rod into the ground so that it is standing firm. It is best to do this in an open field some distance away from houses, bushes or trees because these can cause turbulence in the wind. Turn the anemometer so that it is facing in the same *direction* as the wind is blowing.



VOCABULARY

<i>amazing</i>	wunderbar	<i>wire</i>	Draht
<i>measure, to</i>	messen	<i>thread</i>	Faden
<i>speed</i>	Geschwindigkeit	<i>scissors</i>	Schere
<i>propeller anemometer</i>	Propelleranemometer	<i>measuring scale</i>	Messplatte
<i>cup anemometer</i>	Schalenanemometer	<i>template</i>	Vorlage
<i>revolution</i>	Umdrehung	<i>label, to</i>	beschriften
<i>convert, to</i>	umwerten	<i>punch, to</i>	durchstechen
<i>display, to</i>	anzeigen	<i>tie, to</i>	binden, knüpfen
<i>cardboard</i>	Pappe	<i>direction</i>	Richtung
<i>rod</i>	Stab		

▶ By the way, **NASA's Phoenix Mission in 2008** used a similar type of anemometer to measure the wind speed on Mars! Have a look at this: <http://www.jpl.nasa.gov/videos/phoenix/phx20080604/7655.mov>





DICKE LUFT UND WAS MAN ...



Trifft das Licht der Sonne auf die Erde, wird ein Teil als sichtbare Farben zurückgeworfen. Ein anderer Teil wird am Boden in Wärme umgewandelt. Eine schwarze Straße wirft sehr wenig Licht zurück, strahlt aber viel Wärme ab. Anders eine weiße Mauer. Die bleibt eher kühl.

Die Wärme wird in die Luft abgestrahlt. Dort sind Gase – CO₂, Methan, Lachgas – sowie Wasserdampf. Die sind **durchsichtig** und lassen Licht durch. Wärmestrahlung aber nehmen sie auf und werden dabei wärmer. Wie Wasserdampf über einem Kochtopf. Und sie geben etwas von der Wärme wieder ab.

Seit etwa 50 Jahren wird die Luft immer wärmer. Weil immer mehr Gase in die **Troposphäre** gelangen. Das liegt daran, dass überall auf der Welt Kohle, Erdöl und Erdgas verbrannt werden.

Vor vielen Millionen Jahren gab es riesige Sümpfe auf der Erde, wo Farne und 100 Meter hohe Bäume wuchsen. Als sie abstarben, versanken sie und wurden zu Torf. Der Torf rutschte über Jahrtausende in immer tiefere, heißere und drückendere Erdschichten. So wurde Torf zu **Braunkohle** und schließlich zu **Steinkohle** und zu **Grafit**.

Erdöl entstand in den Ozeanen. Dort ist tierisches und pflanzliches Plankton abgestorben und zu Faulschlamm auf dem Meeresgrund geworden. Der ist in tiefe und heiße Erdschichten abgesunken und hat sich in Erdöl verwandelt.

➔ Pflanzen benötigen Wasser, CO₂ und Licht. Das wandeln sie in Sauerstoff und Zucker um. Den Sauerstoff (O₂) geben sie an die Luft ab. Das nennt man **Fotosynthese**. Wenn sie sterben, verfaulen sie und geben CO₂ ab. Ein Baum bindet im Jahr ungefähr 13 Tonnen CO₂.

... MIT WINDKRAFT DAGEGEN TUN KANN



Kohle wird in Kraftwerken verbrannt, um die Wärme in elektrische Energie umzuwandeln. Strom für Züge, Straßenbahnen, E-Autos, Heizungen, Kühlschränke, Maschinen, Lampen, Handys, Computer, und noch mehr Geräte, die das Leben schöner und sicherer machen.

Erdöl und Erdgas treiben Autos, Schiffe, Flugzeuge, Heizungen und Maschinen an. Und man macht Plastik daraus, das später in Müllverbrennungsanlagen landet. So wird der Kohlenstoff wieder zu dem CO_2 , das Pflanzen und Plankton vor langer Zeit aufgenommen haben.

Mit dem Verbrennen von Kohle, Erdöl und Erdgas haben wir Menschen jede Menge zusätzliches CO_2 aus Jahrtausenden in die Atmosphäre geblasen.

Das bringt die Erde zum Schwitzen. So sehr, dass Eis an den Polen und Gletscher in den Bergen schmelzen. Das kannst du in den Alpen beobachten. In anderen Ländern hat es wegen des **Klimawandels** seit Jahren nicht mehr geregnet. Es wachsen weniger Pflanzen und es bilden sich Wüsten. Bei heißeren Temperaturen kommt es zu mehr Waldbränden. Auch die Meere werden wärmer. So dehnt sich das Wasser aus. Dadurch und weil das Eis schmilzt, steigt das Wasser an und überschwemmt Inseln und flache Küsten. Da die Ozeane einiges von dem CO_2 aufnehmen, werden sie „saurer“. Das mögen viele Meerestiere nicht.

Wir sollten also viel weniger Strom verbrauchen und den Strom umweltfreundlich erzeugen. Zum Beispiel mit Windenergie.



➔ Mit den Gasen in der Troposphäre ist es wie bei einem Pulli: Je dichter die Wolle, desto weniger Körperwärme entweicht und du schwitzt.



DIE WINDENERGIEANLAGE

Wir haben eine Windenergieanlage (WEA) besucht. Herr Schnatbaum von der Energie-Agentur.NRW kennt sich super aus mit diesen Windwunderwerken. Er hat uns begleitet und alles erklärt.



■ Herr Schnatbaum | ■ Rosa | ■ Rudi

Die sieht ja aus wie ein riesiges Windrad. Nur mit weniger Flügeln. Ja, so eine Windenergieanlage erinnert an ein Windrad, aber sie unterscheidet sich doch in einigen Dingen. Beispielsweise hat der Stab des Windrads eine gleichmäßige Dicke. Der Turm der WEA hingegen ist unten breiter als oben. So steht er fester auf seinem Fundament. Sogas braucht das leichte Windrad natürlich gar nicht erst.

Und der Turm ist aus Stahlrohr und nicht aus Holz.

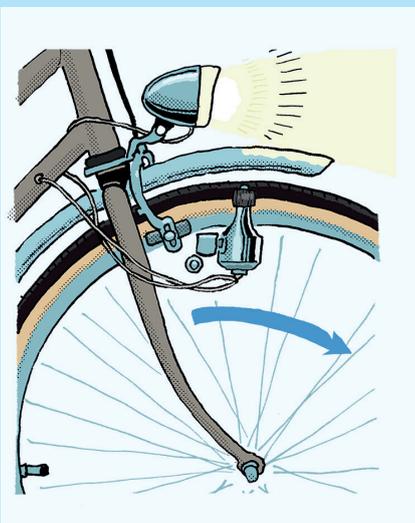
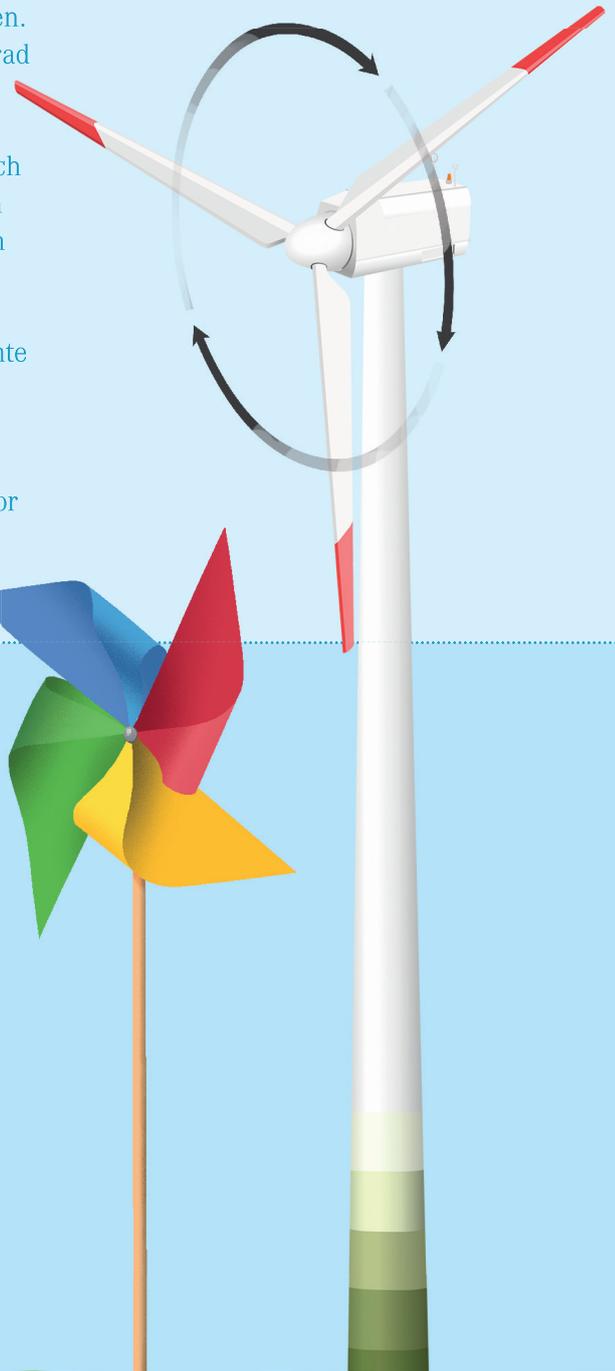
Stimmt. Es gibt aber auch Betontürme und Gittermasten. Und man hat auch schon welche aus Holz getestet. Den Hauptunterschied sieht man aber von außen nicht: Der Turm ist hohl. Im Turm befinden sich eine Leiter oder ein Aufzug und dicke Stromkabel.

Und was ist das für eine Kiste oben auf dem Turm?

Die **Gondel**, das wichtigste Teil der WEA. In ihr befindet sich fast die gesamte Technik. Besonders wichtig ist der **Generator**. Der macht aus Wind Strom. Das funktioniert im Grunde so wie der Dynamo am Fahrrad.

Für den Strom braucht man die Kabel im Turm?

Genau. Die elektrische Energie wird durch die Kabel zu einem Transformator geleitet. Bei den meisten Anlagen steht der unten im Turm. Er wandelt die Spannung für den Weitertransport um.



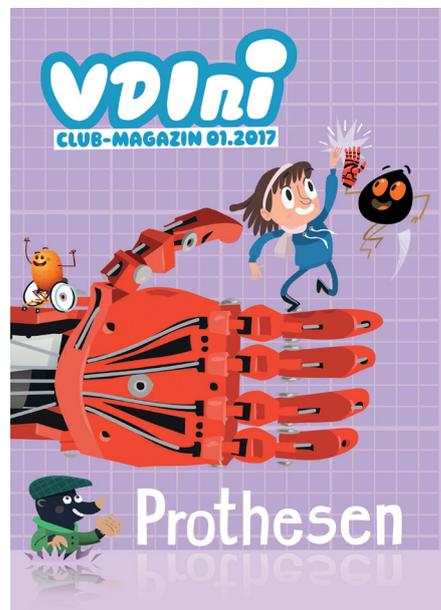
Dein Fahrraddynamo ist ein kleiner Generator (von lat. generare ‚hervorholen‘, ‚erzeugen‘), also ein „Stromerzeuger“. Mit dem Drehen deines Rads erzeugst du den nötigen Strom für die Beleuchtung an deinem Fahrrad.

Bei Windenergieanlagen treibt die Strömungsenergie des Winds die riesigen Rotorblätter an. Diese Drehung wandelt der Generator dann in viel elektrische Energie um.





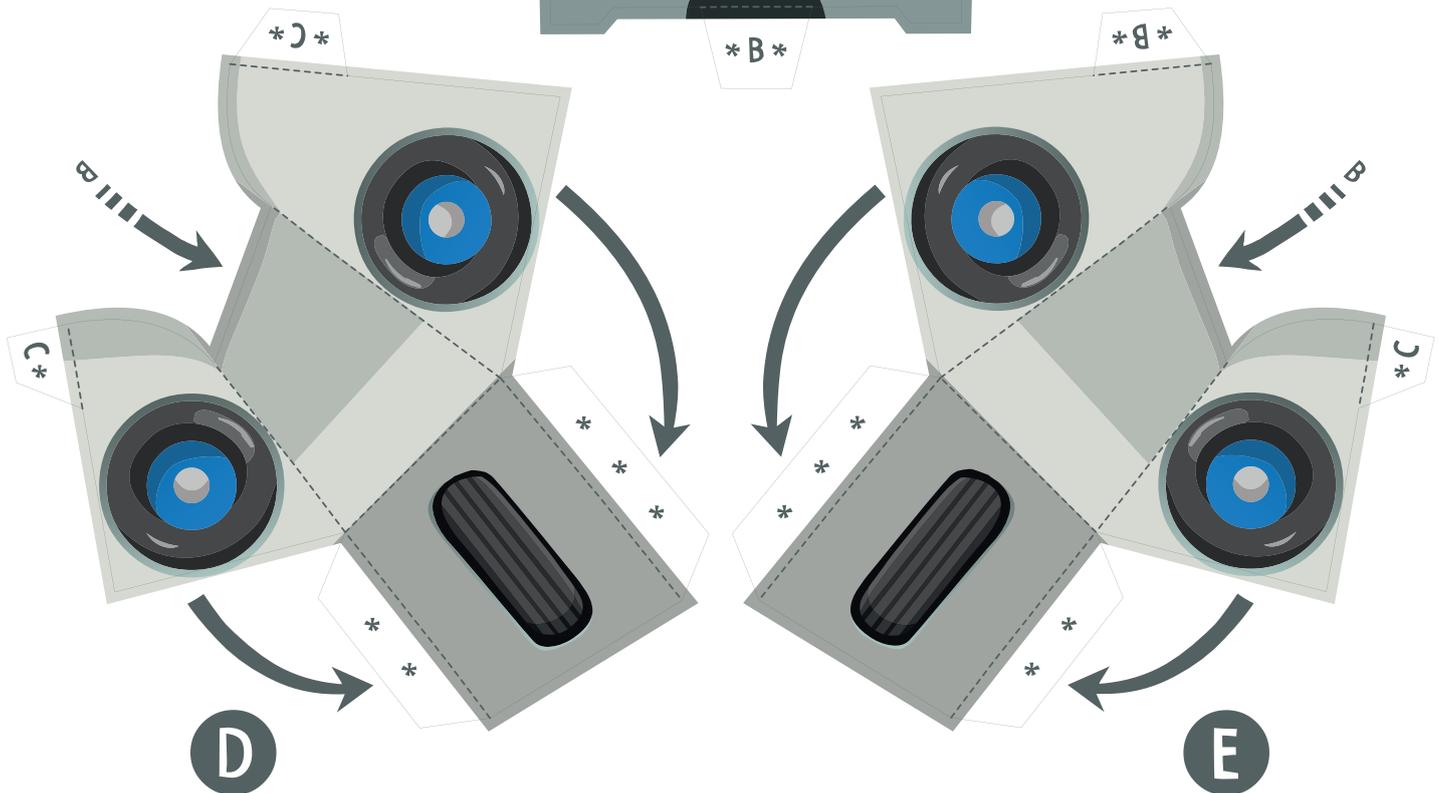
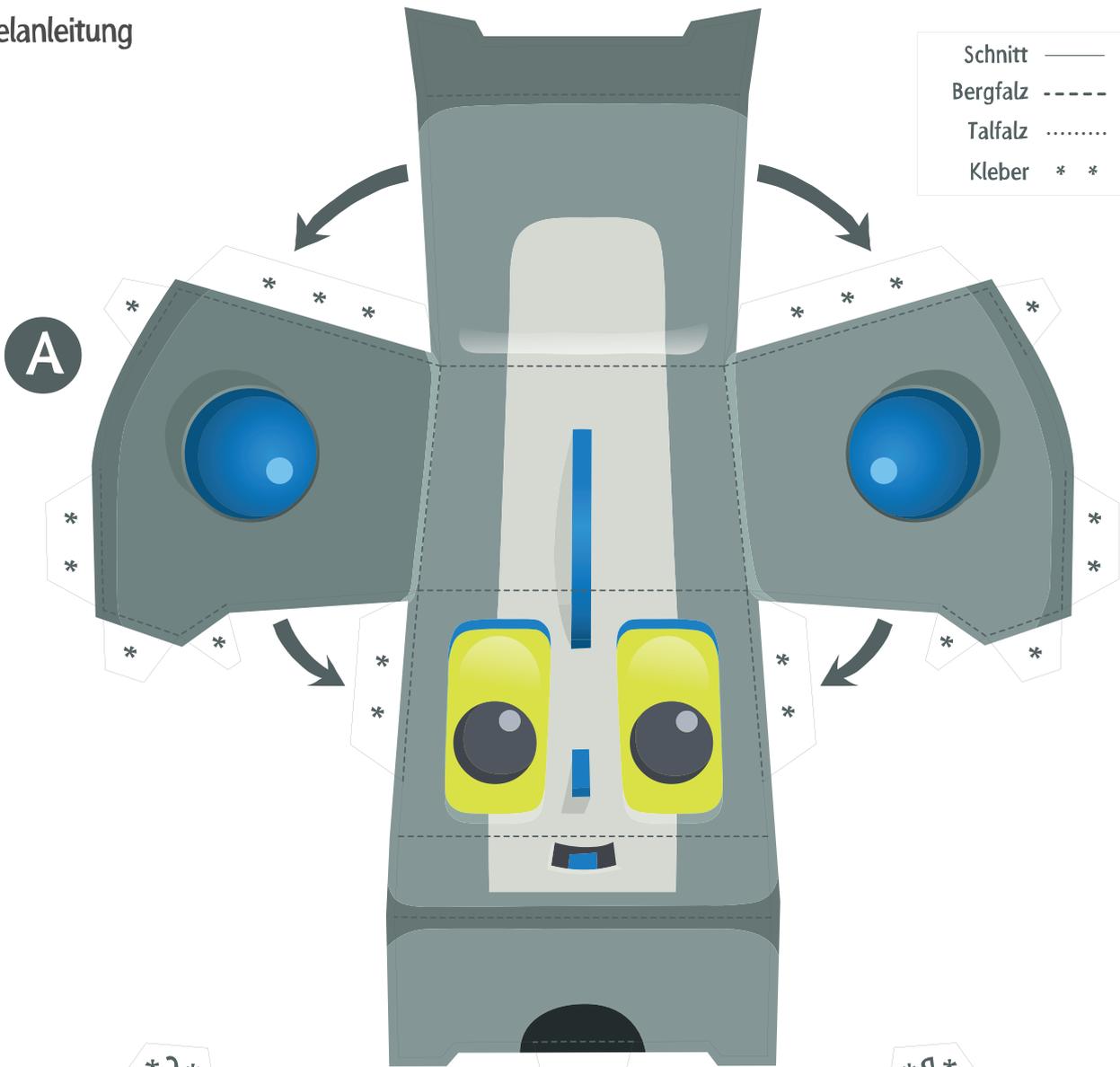
WE ♥ VDINI! UNSERE TECHNIKTHEMEN



LOUIS_14

► Bastelanleitung

Schnitt	——
Bergfalz	-----
Talfalz
Kleber	* *



FOTOCHALLENGE

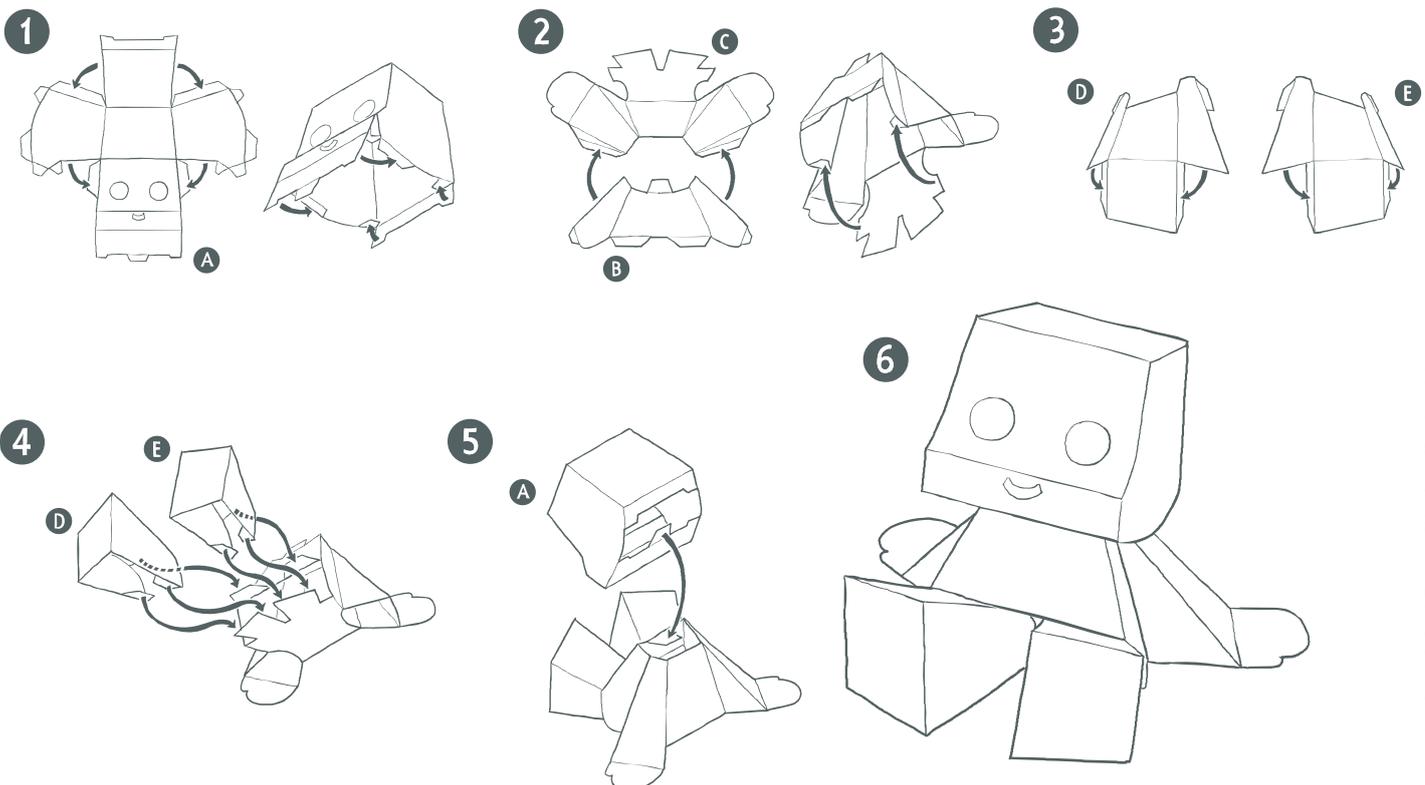
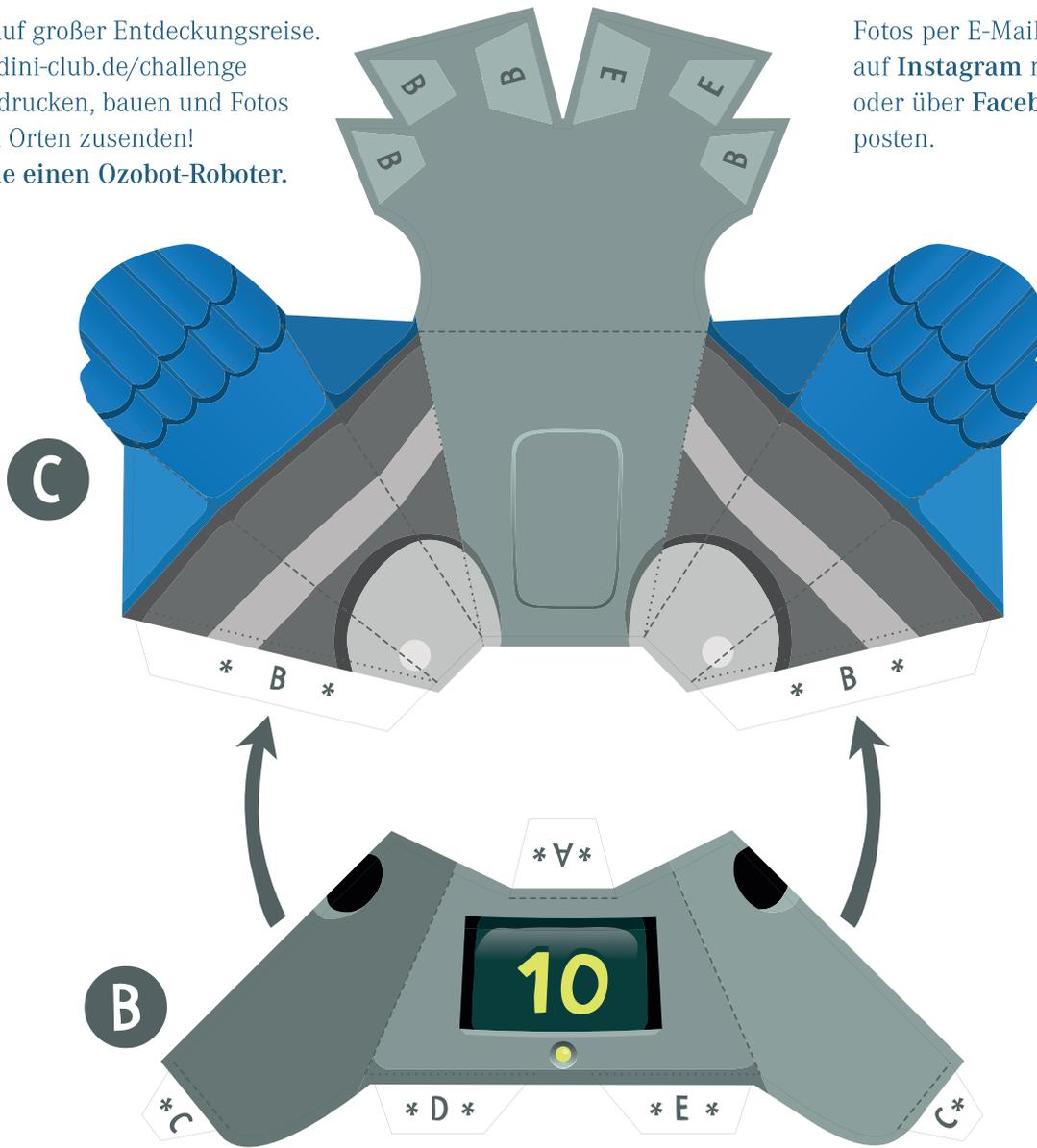
Louis_14 auf großer Entdeckungsreise.

www.vdini-club.de/challenge

Bogen ausdrucken, bauen und Fotos von coolen Orten zusenden!

👉 Gewinne einen Ozobot-Roboter.

Fotos per E-Mail an vdini@vdi.de, auf Instagram mit #vdini senden oder über Facebook teilen und posten.



EINIGE INTERESSANTE FAKTEN DER VDINIS

WUSSTEST DU SCHON, ...

Hanna



... dass der häufigste Jungennamen bei unseren Mitgliedern Felix und der häufigste Mädchenname Hanna ist?

TOP 3 der häufigsten Mitgliedsnamen

- ▶ FELIX
- ▶ LUKAS
- ▶ PAUL
- ▶ HANNA
- ▶ JOHANNA
- ▶ SOPHIE



... dass die meisten Mitglieder den Nachnamen Müller tragen?

Kein Wunder, denn es ist der häufigste Familienname im deutschen Sprachraum. (Warum, steht in diesem Heft!)



... dass 27,5 % der VDIni-Club-Mitglieder Mädchen sind?



... dass in Hamburg die meisten VDIni-Club-Mitglieder wohnen?

Das wundert auch nicht! Hier gibt es ja auch vier VDIni-Clubs!

Ein tolles Ergebnis! Bitte weiter so.



... dass 11 VDIni-Club-Mitglieder am 01.04. geboren sind?

... dass wir auch VDIni-Club-Mitglieder im Ausland haben?

Sie sind kein Aprilscherz! Als Widder bist du ehrgeizig, sehr vital und fleißig. Du hast die Fähigkeit, das Beste aus jeder Situation zu machen.



... dass 82 % der Eltern unserer VDInis auch VDI-Mitglied sind?

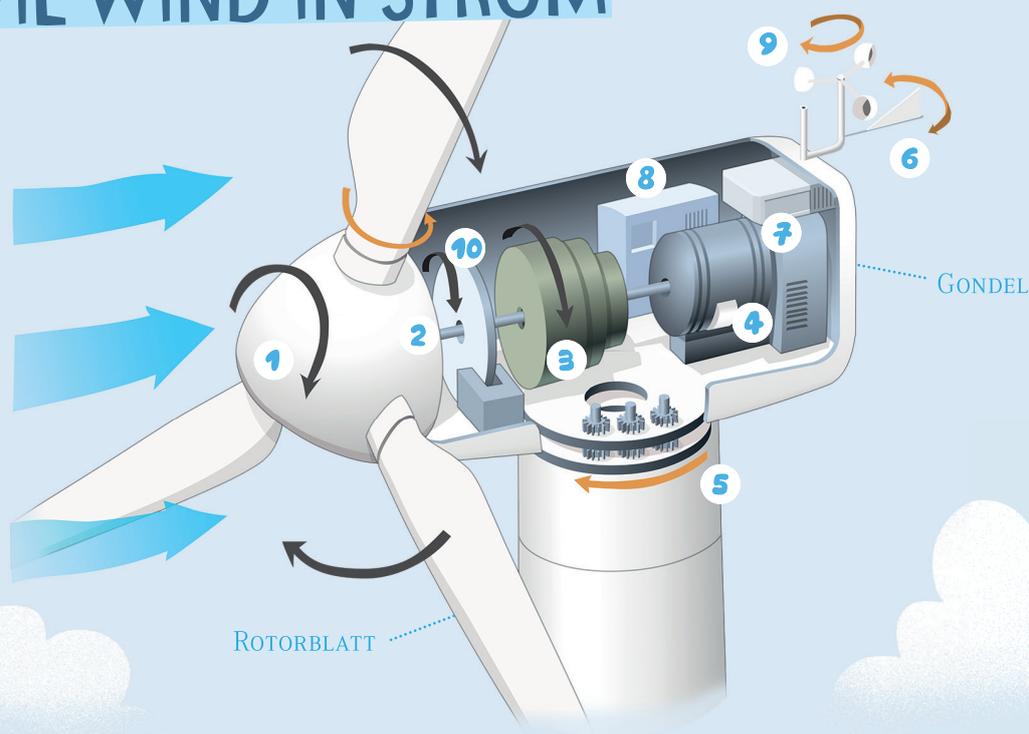
Das ist aber viel Aufregung. Beides an einem Tag!

Nicht nur rund um Deutschland, wie in Österreich, Niederlande, Belgien, Luxemburg, Schweiz oder Frankreich, sondern auch in Italien, Spanien, Großbritannien, Lichtenstein, Estland, Dänemark, Finnland, Norwegen, Schweden – ja sogar in Singapur, USA und Australien.



... dass sogar 9 VDInis am 24.12. Geburtstag haben – also an Heiligabend?

WIE WIND IN STROM UMGEWANDELT WIRD



Der Wind bläst Richtung **Rotor (1)** und trifft auf die langen **Rotorblätter**. Dadurch dreht sich der Rotor. Die Bewegungsenergie wird in Drehenergie umgewandelt. Diese Drehenergie überträgt die **Antriebswelle (2)** zum **Getriebe (3)***. Und das überträgt sie auf die Generatorwelle. Die setzt den **Generator (4)** in Gang. Jetzt wird aus der Drehenergie elektrische Energie. Damit die WEA den Wind stets von vorne abbekommt, kann die **Gondel** auf dem Turm **gedreht** werden (**5**).

*Es gibt auch Gondeln ohne Getriebe.

Die **Wetterfahne (6)** erkennt die Windrichtung und gibt die Info an einen **Computer (7)**. Der steuert den Windausrichter.

Das **Anemometer (9)** misst die Windstärke. Mit seinen Infos dreht die **Anlagensteuerung (8)** auch die Rotorblätter optimal in den Wind. Wenn der Wind zu stark bläst, dreht sie die Rotorblätter so, dass der Wind an ihnen vorbeipustet. Wenn die technischen Geräte in der **Gondel** repariert oder gewartet werden müssen, wird der Rotor über die **Bremse (10)** angehalten.

WINDRÄDER MACHEN KEINEN STROM ABER FREUDE

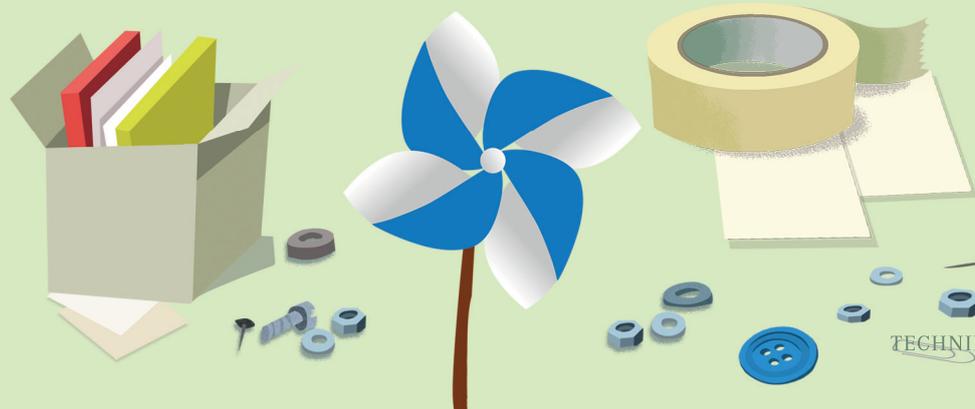


Wir haben einige Windspiele für Gylbys Garten gebastelt. Alle haben einen Stock, eine Nabe und Flügel, und doch ist keines wie das andere. Mal haben wir PET-Flaschen verwendet, mal einen Papierteller oder Plastiklöffel. Alle drehen sich wunderbar bunt im Wind.

Vielleicht hast du ja Lust und baust auch eins?

✂ Überlege, wie die Flügel so befestigt werden, dass sie sich drehen können. Mache ein Foto von deinem Windrad und schicke es bis zum **18. August 2019** an **rudi@vdini-club.de**

Wir verlosen unter den Einsendungen einen windschnittigen **WEA-Modellbaubogen** von **EDUNIKUM**. ✂ Allen Windradbauern gutes Gelingen!



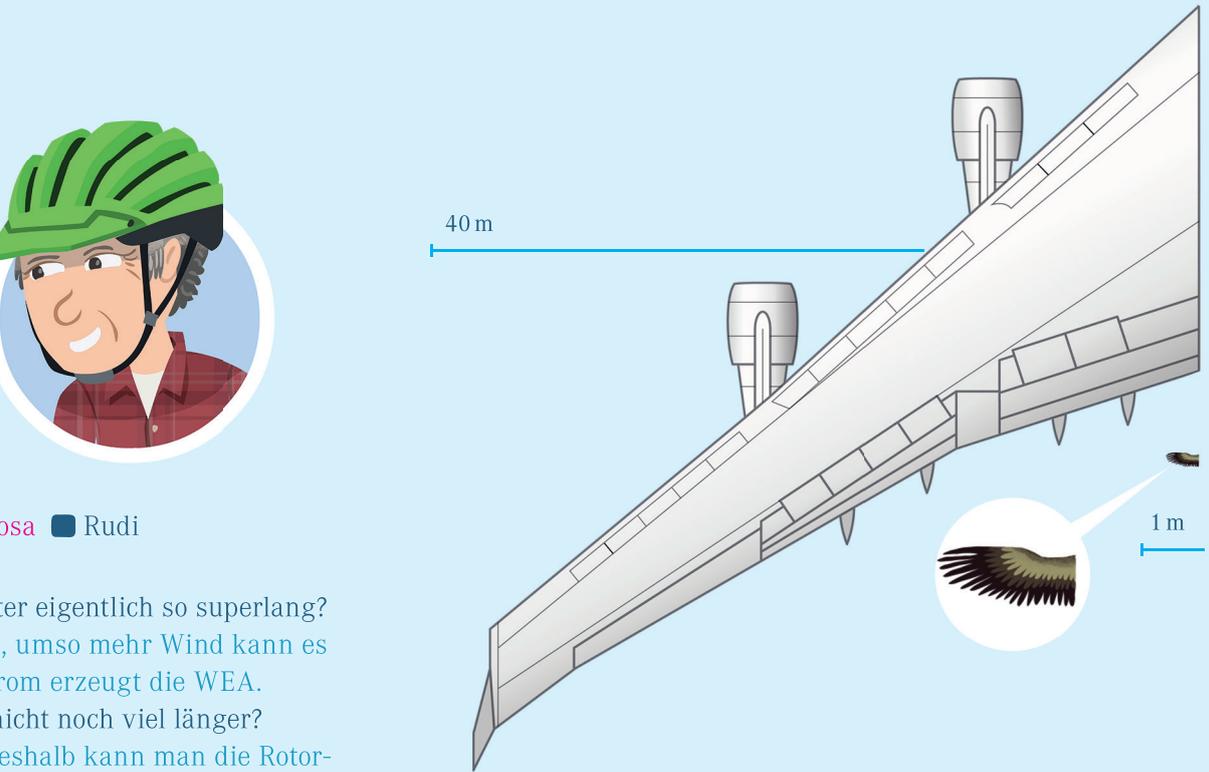
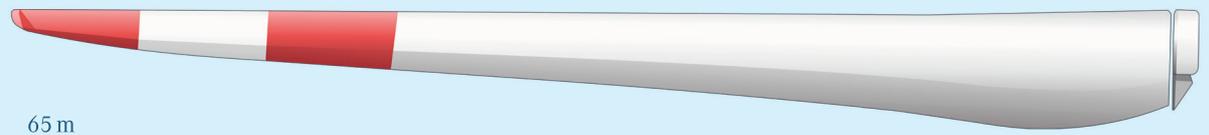


EINE WEA WEIß, WOHER DER WIND WEHT

Herr Schnatbaum von der EnergieAgenturNRW weiß alles über Windenergieanlagen und ihre Rotorblätter.



■ Herr Schnatbaum ■ Rosa ■ Rudi



Warum sind die Rotorblätter eigentlich so superlang? Je länger ein Rotorblatt ist, umso mehr Wind kann es ernten und umso mehr Strom erzeugt die WEA. Und wieso sind sie dann nicht noch viel länger? Wind hat enorme Kraft. Deshalb kann man die Rotorblätter immer nur so lang bauen, wie sie den Wind aushalten, ohne kaputt zu gehen. Möglichst 20 Jahre lang. Erst wenn Ingenieure die Technik noch besser gemacht haben, versuchen sie es mit noch längeren Rotorblättern.

Wären vier oder fünf Rotorblätter nicht besser?

Bei einem vierten Rotorblatt stehen die Blätter genau gegenüber. Steht eins senkrecht im Himmel, bekommt es dort den meisten Wind ab. Das Blatt gegenüber unten vor dem Turm bekommt ganz wenig Wind. So kriegt der Rotor jedesmal einen Schlag. Das ist schlecht für die Nabe. Also bräuchte man fünf Rotorblätter. Die kosten einige 100.000 Euro. So viel Wind können sie nicht einfangen, dass sie die Kosten wieder reinholen.

Warum dreht sich der Rotor im Uhrzeigersinn?

Das hat sich so entwickelt. Hauptsache, in einem Windpark drehen sich alle Rotoren in dieselbe Richtung. Sonst sähe das unruhig aus.

Warum sind sie spitz, als hätte sie jemand langgezogen?

Weil sich ja das Rotorblatt unterschiedlich schnell um die Nabe dreht. Dadurch strömt der Wind auch unterschiedlich am Rotorblatt. Die Form muss daher an jeder Stelle angepasst werden. So dreht es am besten.

Was ist, wenn der Wind dreht?

Dreht der Wind, muss auch die Gondel gedreht werden.

Sie sitzt ja nicht fest auf dem Turm. Man nennt das „Windnachführung“. Dadurch werden die Kabel im Turm verdrillt. Damit die sich nicht zu einem Zopf verwurscheln, misst die Anlage, wie viele Umdrehungen die Gondel gemacht hat. Nach zwei bis drei Umdrehungen stoppt die WEA, und die Gondel dreht wieder zurück, bis die Kabel entdrillt sind.

Toll. Kann der Wind auch zu stark wehen?

Ja, bei ganz starkem Sturm wird die Anlage abgeschaltet. Bei Sturm, häufig Windstärke 9, wird die Leistung gebremst.



Warum?

Je stärker der Wind weht, desto größer die Kräfte, die an der Maschine angreifen. **Verdoppelt** sich die Windgeschwindigkeit, sind die Kräfte gleich **vier Mal** so groß! Die Leistung sogar **acht Mal**! Das schafft der Generator irgendwann nicht mehr. Dann müssen die Blätter verstellt werden. So fangen sie weniger Wind und der Generator überlastet nicht. Man nennt das „pitchen“.

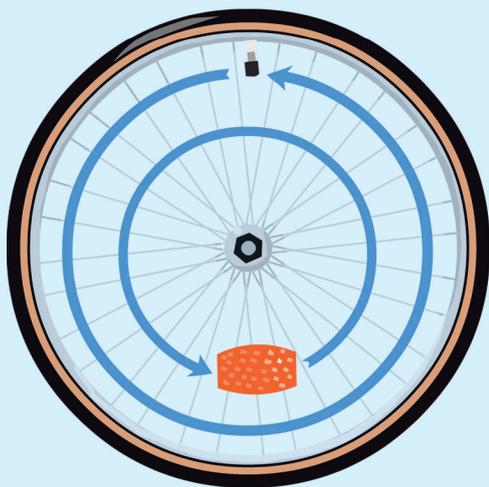
Funktioniert eine WEA bei jedem Wetter?

Für jede Gegend und jedes Wetter die passende Anlage. WEA für starken Wind und für schwachen, für kalte Gegenden (mit Heizung in den Rotorblättern) und für heiße (mit extra Ölkühler in der Gondel), für den Betrieb an Land und für den auf See.



Warum dreht der Wind den Rotor?

Die Rotorblätter der WEA ähneln Flugzeugflügeln. Wie diese haben sie vorne eine runde, dicke Seite und eine flach, spitz auslaufende Seite hinten.



AUßEN IST SCHNELLER ALS INNEN

Das gilt nicht nur für die Rotorblätter. Auch bei deinem Fahrrad ist das so. Das kannst du mit dieser Formel beweisen!

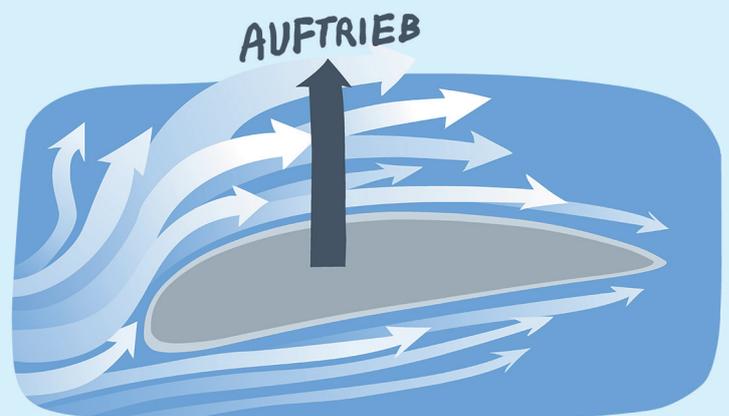
$$v = 0,9 \cdot r$$

Sie gibt die **Geschwindigkeit (v)** an, mit der ein Punkt auf dem **Radius (r)** um die Nabe kreist, wenn sich das Rad vier Mal in der Sekunde dreht. Je größer der Radius, desto größer die Geschwindigkeit.

Messe mit einem Maßband den Abstand von Ventil zu Nabe, und von Katzenauge zu Nabe und bestimme ihre Geschwindigkeiten! Egal, wie schnell sich das Rad dreht, das Katzenauge ist immer langsamer als das Ventil am Reifen. Denn es braucht bei einer Umdrehung des Rads für eine kürzere Strecke die selbe Zeit wie das Ventil für den größeren Kreis.

Flugzeugflügel: Die Luft auf der gewölbten Oberseite strömt viel schneller als auf der Unterseite. Dadurch entsteht ein starker Sog nach oben. Man könnte also sagen: Flugzeuge „kleben“ an der Luft über ihnen. Erst wenn sie schnell genug sind, heben sie ab.

WEA: Der Wind strömt auf die Rotorblätter zu. Auf der gewölbten Rückseite schneller als auf der ebenen Vorderseite. Das zieht das Rotorblatt in Drehrichtung und zum Turm hin. Bei starkem Wind kannst du sehen, wie sich die Rotorblattspitzen zum Turm hin biegen.



Wie viel Windenergie kann eine WEA in Strom umwandeln?

Laut dem betzchen Gesetz kann man höchstens 16/27 der Windenergie in der Rotorfläche nutzen, also knapp 60%. Das hat der Physiker **Albert Betz** vor 100 Jahren errechnet. Zudem verbraucht die Maschine etwas Energie. Moderne WEA können etwa 45 % der Windenergie in Strom umwandeln.



IN DER NACHT, WENN DIE SCHWERTRANSPORTER FAHREN

Windenergieanlagen sind riesig. Sogar ihre Einzelteile sind laaaaaaang und superschwer.

Alle Teile der WEA werden mit Lkw zum geplanten Standort transportiert.

Mit einem Kran wird jedes Teil auf einen extralangen Transporter gehoben und in der bestmöglichen Position abgelegt. Die hat man vorher genau berechnet. Dann wird die wertvolle Ladung mit Klemmen und **Stahlseilen** gesichert. Sie soll sich auf der Fahrt keinen Millimeter bewegen. Die Schwerlasttransporter haben viele Achsen, damit die Last möglichst gleichmäßig auf die Straße verteilt werden kann. Jede Achse kann einzeln gelenkt werden.

Die Transporter für die Rotorblätter sind besonders lang. Mehr als 50 Meter (und die Blätter werden von Jahr zu Jahr länger)! So ein Lkw muss sehr vorsichtig und langsam fahren. Er wird

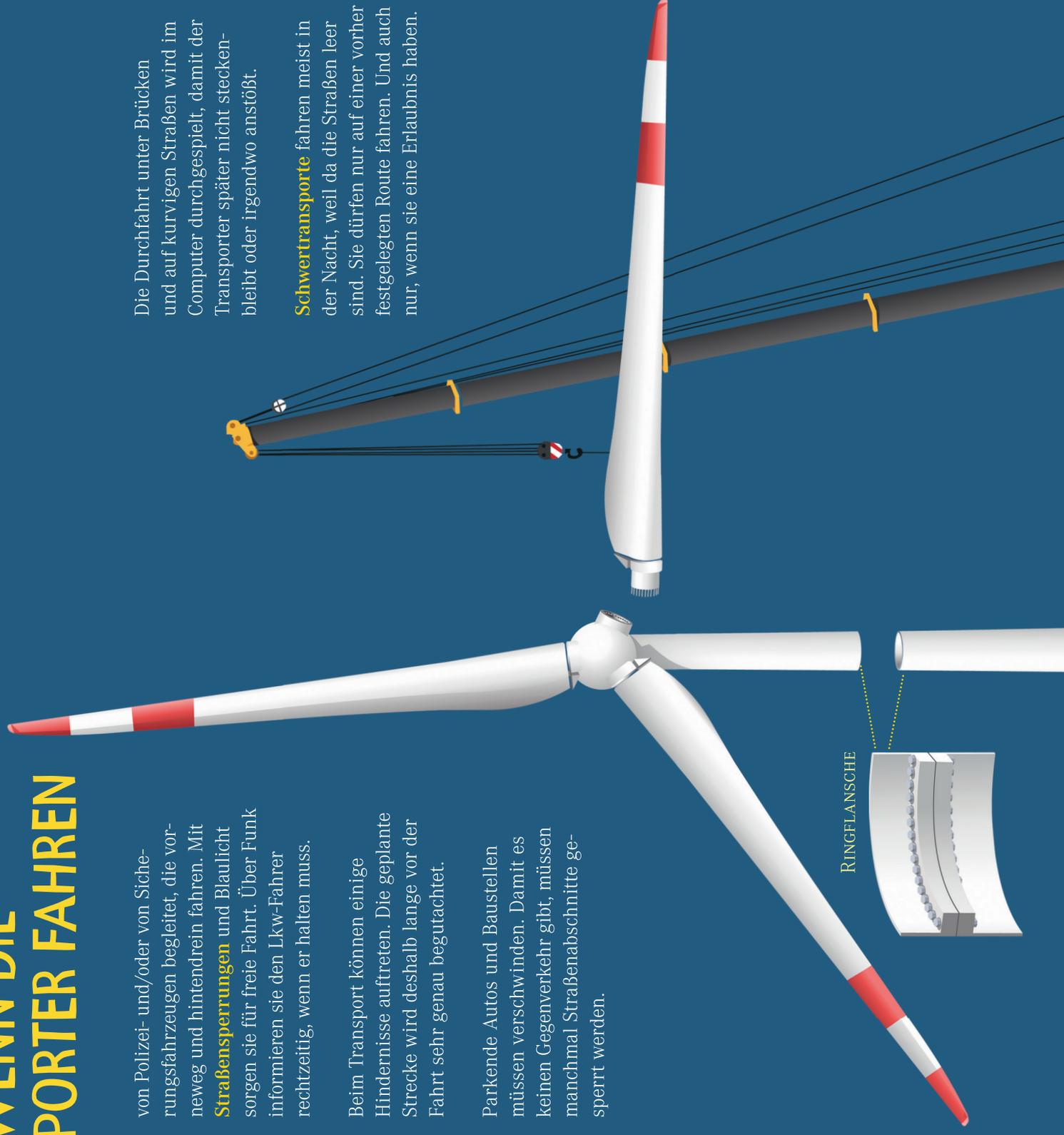
von Polizei- und/oder von Sicherungsfahrzeugen begleitet, die vorne weg und hintendrein fahren. Mit **Straßensperrungen** und Blaulicht sorgen sie für freie Fahrt. Über Funk informieren sie den Lkw-Fahrer rechtzeitig, wenn er halten muss.

Beim Transport können einige Hindernisse auftreten. Die geplante Strecke wird deshalb lange vor der Fahrt sehr genau begutachtet.

Parkende Autos und Baustellen müssen verschwinden. Damit es keinen Gegenverkehr gibt, müssen manchmal Straßenabschnitte gesperrt werden.

Die Durchfahrt unter Brücken und auf kurvigen Straßen wird im Computer durchgespielt, damit der Transporter später nicht steckenbleibt oder irgendwo anstößt.

Schwertransporte fahren meist in der Nacht, weil da die Straßen leer sind. Sie dürfen nur auf einer vorher festgelegten Route fahren. Und auch nur, wenn sie eine Erlaubnis haben.



DIE E 115 – EIN WINDRIESE WIRD AUFGESTELLT

- ▶ Die WEA E 115 wiegt 1.885 t, fast so viel wie der größte Baum der Welt! Das ganze Gewicht steht auf einem über 3 Meter dicken **Betonfundament** mit einem Durchmesser von über 20 Meter. So wird das Gewicht prima verteilt. Je nach Untergrund wird es noch mit bis zu 12 Meter langen Stäben im Boden verankert.
- ▶ Ein Kran hebt die Betonringe von den Transportern und stapelt sie aufeinander. Jeder Ring hat im oberen Rand viele Löcher. Aus dem unteren Rand ragen vier Stahlstäbe. **Zentrierdornen** heißen die. Der Kranführer muss den Ring mit den Stäben in die dafür vorgesehenen Löcher manövrieren! Blind! Zum Glück stehen oben Bauarbeiter auf einer Plattform und sagen ihm per Funk, in welche Richtung er schwenken muss. Ein Riesen-Geschicklichkeitsspiel!
- ▶ In die übrigen Löcher werden **Stahlseile** abgelassen. Sie laufen durch die ganze Wand des Turms und kommen erst unten wieder zum Vorschein. Die Stahlseile werden festgezurt. So werden die Ringe ganz fest miteinander verbunden.
- ▶ Zum Abschluss wird eine lange **Stahlröhre** auf den Betonturm gesetzt und verschraubt. Darauf wird die Gondel mitsamt Generator und Technik angebracht.
- ▶ Zum Schluss kommt der Rotor. Die Blätter werden einzeln an die **Nabe** montiert. Der Kran hebt ein riesiges Blatt an und kippt es so, dass es in 149 Meter Höhe an der Nabe verschraubt wird. Den Rotor zu montieren, dauert einen ganzen Arbeitstag.

Zur Montage der Teile einer WEA braucht man 1.500 bis 2.000 große Schrauben!

➡ Schon beim Aufbau einer WEA wird gemessen, wie schnell der Wind ist. Ist er zu schnell, geraten die schweren Bauteile am Kran ins Schaukeln. Das ist gefährlich für die Arbeiter und den Kran!

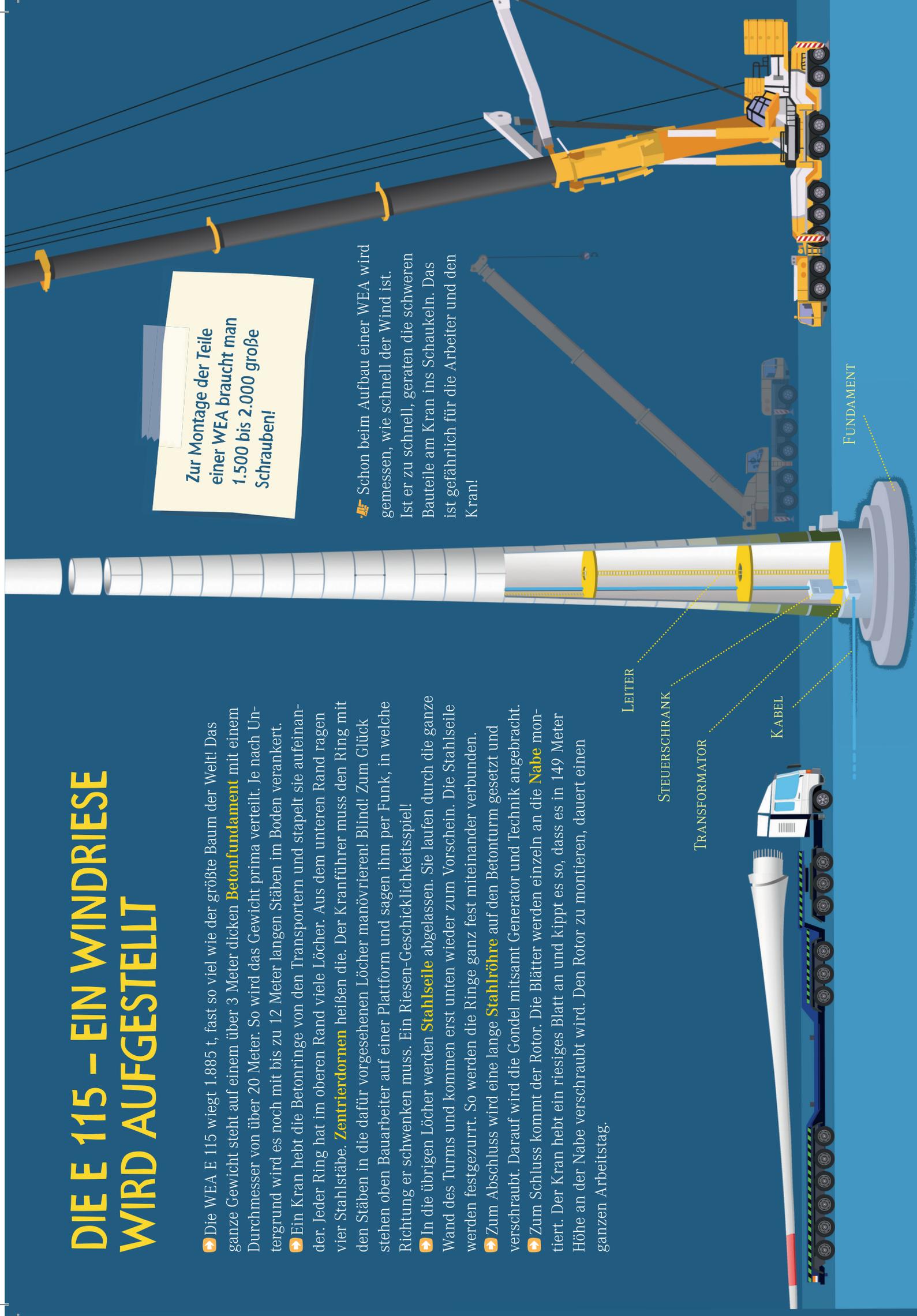
LEITER

STEUERSCHRANK

TRANSFORMATOR

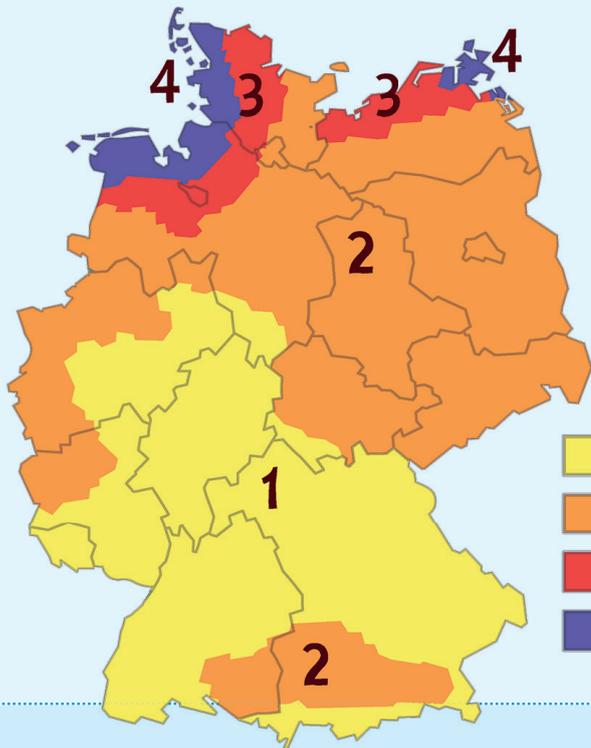
KABEL

FUNDAMENT





DER WINDPARK **ONSHORE**



- Windlastzone 1 | 22,5 m/s
- Windlastzone 2 | 25,0 m/s
- Windlastzone 3 | 27,5 m/s
- Windlastzone 4 | 30,0 m/s



WEA kann man nicht überall aufbauen. Direkt in Ortschaften oder in Naturschutzgebieten ist es verboten. Aber es gibt genügend geeignete Plätze in Deutschland (**onshore**) Nicht nur an den Küsten. Es gibt so viel Platz, dass mehr als die Hälfte des deutschen Stroms durch Wind erzeugt werden könnte.

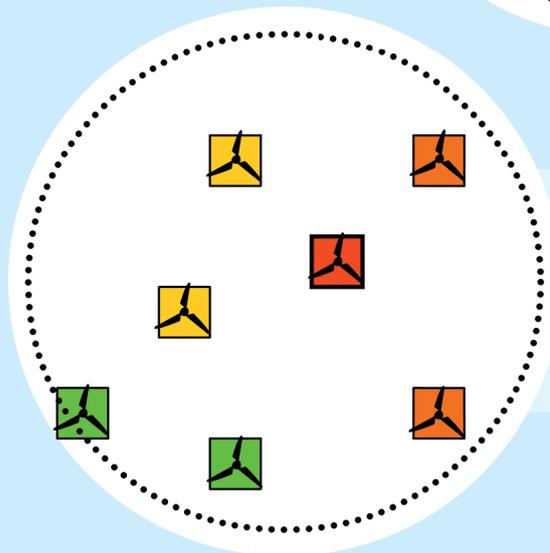
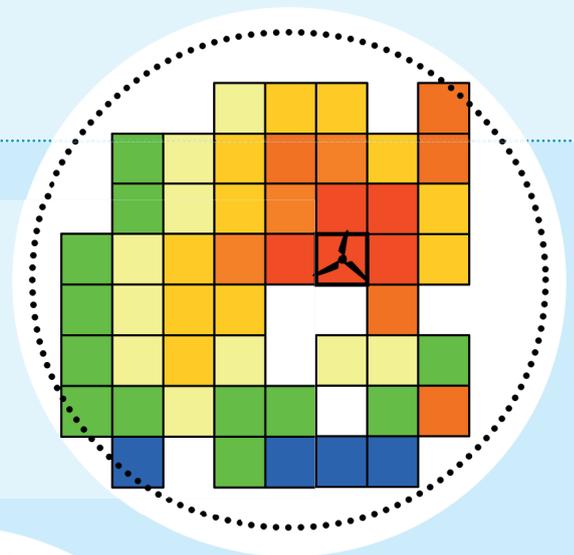
Auf dem flachen Land oder auf Gebirgszügen, wo keine oder wenige Häuser stehen, baut man oft Windparks mit mehreren WEA. So spart man Geld. Denn man braucht für den Aufbau nur einen Kran und ein Team und muss nur eine Zufahrtsstraße bauen. Ein Windpark liefert auch mehr Energie als eine einzelne WEA.

In hügeligen Gegenden misst man mit Anemometern, Windfahnen, **Sodar- und Lidargeräten**, an welchen Stellen es besonders windig ist und wo weniger. Mit den Daten zeichnet der Computer eine **Windkarte** und rechnet aus, wo die WEA am besten hingestellt werden sollten.

⚡ Dabei ist einiges zu beachten:

Weil sich der Wind hinter den Rotorblättern verwirbelt, sind die Windverhältnisse hinter der WEA schlechter. Deshalb stehen WEA in einem Windpark nicht in Reih und Glied, sondern durcheinander und mit großen Abstand: in Windrichtung mindestens **fünf Mal** Rotordurchmesser Abstand und zur Seite mindestens **drei Mal** Rotordurchmesser. Weil eine WEA Geräusche macht und Schatten wirft, muss sie mindestens **800 Meter** vom nächsten Haus entfernt sein.

Auf dieser Windkarte sind sehr windige Ecken (rot), windige (gelb), weniger windige (grün, blau) und windstille (weiß) eingezeichnet.



Den meisten Wind erntet ein Windpark mit sieben WEA, wenn man die Anlagen so aufstellt.

In einem Stadtteil von Paderborn in Ostwestfalen produziert ein Windpark viel mehr Strom, als die Einwohner verbrauchen können. Sie verkaufen den Strom an andere Städte und bauen mit dem Geld Kindergärten, Schulen und Straßen.

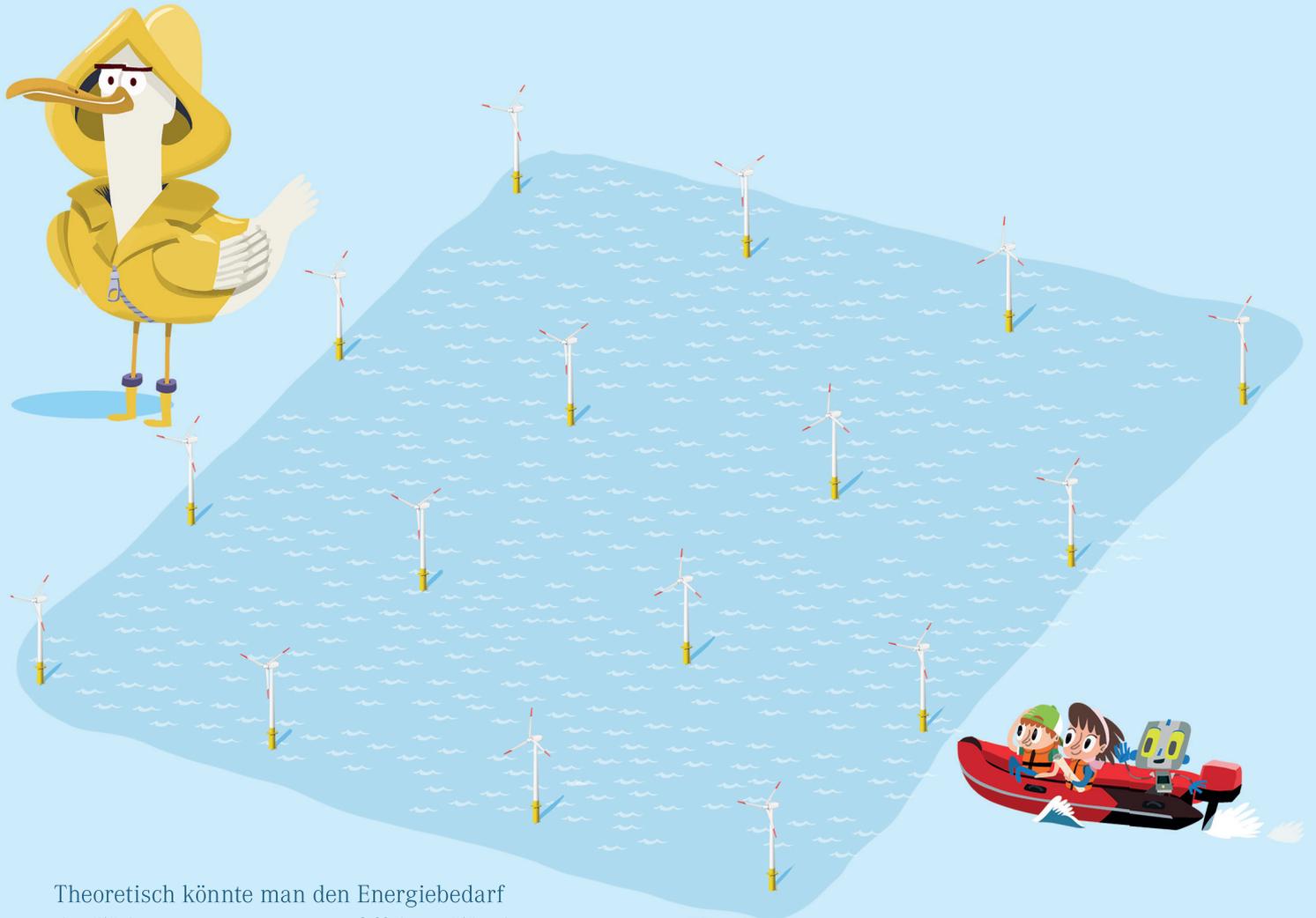


TEAMWORK AN LAND UND AUF SEE

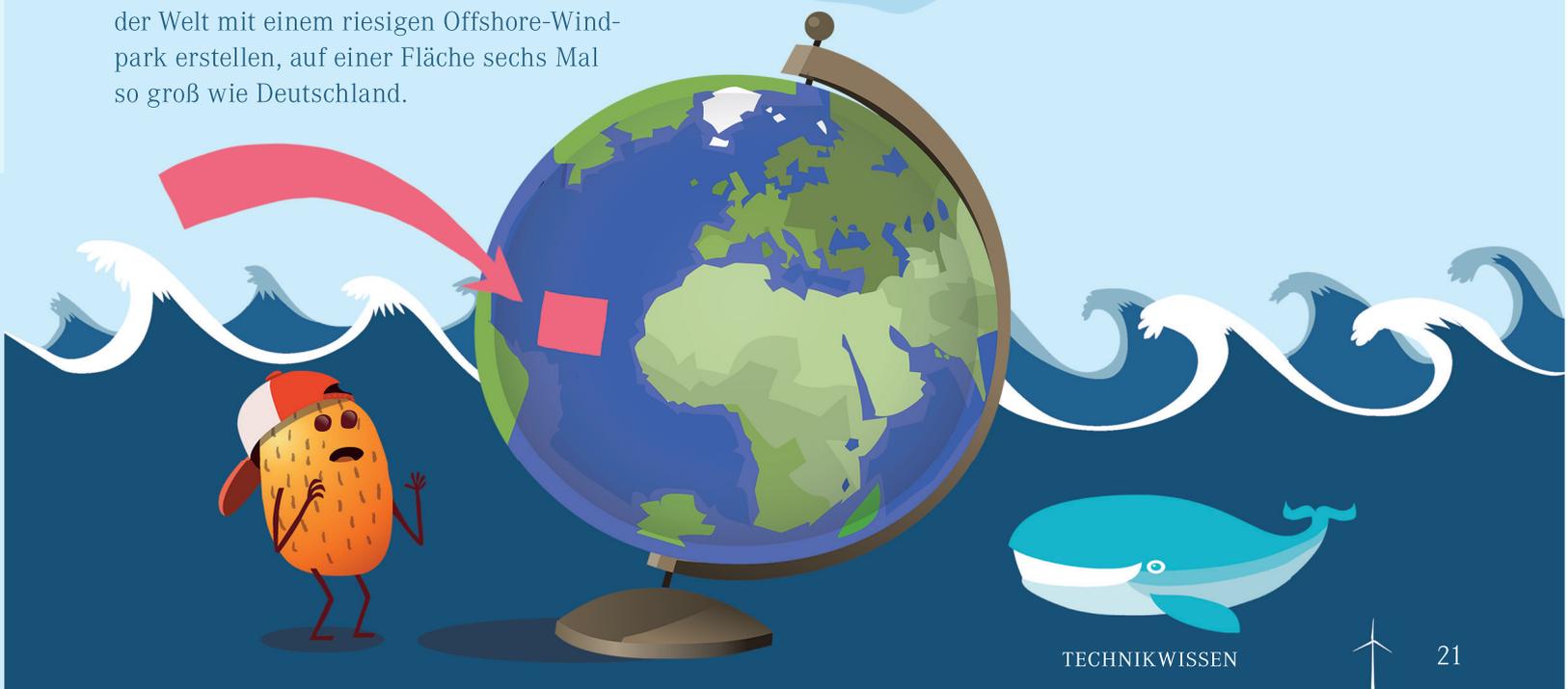


OFFSHORE

„Wir lieben die Stürme, die brausenden Wogen ...“, so beginnt ein altes Seemannslied. Nicht umsonst. Denn nirgendwo stürmt es so sehr und so oft wie auf dem Meer. Ein Paradies für Windenergieanlagen. **Windparks vor den Küsten (offshore)** produzieren besonders viel Energie. Die WEA sind größer als an Land und sie müssen besonders stabil sein, damit sie bei Wind und Wellen nicht einknicken. Weil auf dem Meer viel mehr Platz ist, können sie auch in Reih und Glied stehen.



Theoretisch könnte man den Energiebedarf der Welt mit einem riesigen Offshore-Windpark erstellen, auf einer Fläche sechs Mal so groß wie Deutschland.





VÖGEL HELFEN WINDRÄDERN



Sani bonani, liebe VDIni-Freunde,

ihr wisst ja, wie sehr ich Tiere bewundere. Sie haben uns Menschen einiges voraus. Besonders die Vögel. Sie fliegen ohne einen Tropfen Kerosin. Und dabei so leise! Viele Eulenarten haben so wunderbare Flügel, dass noch nicht einmal der Wind durch ihre Federn rauschen kann.

Ihre besonderen Schwingen haben die **Windkraftingenieure** auf eine Idee gebracht: eine „**Eulenflügelkante**“ für Rotorblätter. Mit dieser Kante rauschen die Rotorblätter viel weniger. Dadurch werden WEA leiser und stören weniger.

Auch Fische sind tolle Tiere. Haie tauchen scheinbar mühelos durchs Wasser. Wegen winziger Rillen auf der Haut! Diese „**riblets**“ lassen das Wasser mit weniger Wirbeln und **Reibung** an ihren Körpern vorbeiströmen. Das macht sie schneller.

Das **Fraunhofer IFAM*** hat einen Lack mit solchen „**riblets**“ entwickelt und die Rotorblätter einer WEA damit bestrichen. Die Anlage hat mit den Haihautflügeln **10 % mehr** Leistung erbracht!



* Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM





☛ **Wusstet ihr, dass Windenergieanlagen für Vögel auch gefährlich sein können?** Besonders für Greifvögel, einige Zugvogelarten und auch für Fledermäuse. Bei der Jagd haben sie nur Augen für ihre Beute und so kann es passieren, dass sie in einen drehenden Rotor fliegen und dann von einem Rotorblatt getroffen werden und abstürzen. Auch die Verwirbelungen direkt hinter den Rotorblättern sind gefährlich.

Beispielsweise dürfen WEA nicht da aufgestellt werden, wo der Rotmilan brüdet. Außerdem versucht man herauszufinden, wie man den Standort der WEA so gestalten kann, dass die Tiere ihn meiden. Greifvögel zum Beispiel jagen nicht über hohen Grasflächen. Also hilft es, wenn man das Gras um die Anlagen hochwachsen lässt. Gleichzeitig versucht man die Vögel von den WEA wegzulocken, indem man es anderswo schön macht oder Futter auslegt.

Informatiker und Biologen arbeiten an intelligenten Systemen: Mehrere Computerkameras auf den WEAs beobachten ununterbrochen den Luftraum. Erkennt der Computer einen anfliegenden Vogel, gibt er ein Signal und die WEA wird abgeschaltet.

☛ **Habt ihr vielleicht noch Ideen, wie man Vögel und Fledermäuse schützen kann?**

Sala kahle,

Eure Yuna





TEXT : CHRISTIAN MATZERATH
 BILD : MAX FIEDLER

CO-PILOTEN GESUCHT



Kannst du folgende Fragen mit JA beantworten?

- Du bist 13 Jahre oder älter?
- Du suchst Freunde, die sich für Technik interessieren?
- Du hast Interesse an technischen Berufen?
- Du findest, darüber solltest du viel mehr erfahren?
- Du findest Technik auch in den Ferien cool? Dann auf zum Summercamp!
- Du wunderst dich über so manches und fragst dich dann:



Kann man das nicht besser machen?

👉 Dann mach mit bei den VDI-ZUKUNFTSPILOTEN!

Finde Ideen und gestalte Pilotprojekte, wie man Technik verwenden kann, um die Welt ein Stückchen besser zu machen.

Informationen und Anmeldung unter: zukunftpiloten.vdi.de
Noch Fragen? Schicke uns eine E-Mail: zukunftpiloten@vdi.de



FÜR DEINE ELTERN

Den VDInis hilft Mr Gylby ab diesem Heft beim Englisch lernen. Für die Großen gibt's dafür „INCH – Technical English | Inch by Inch“, das Sprachlernmagazin für technisches Englisch. Gestaltet von einem preisgekrönten und erfahrenen Team von Redakteuren, Ingenieuren und Sprachtrainern vermittelt es Fachenglisch für technische Berufe durch spannende und unterhaltsame Technikreportagen. Zur Leseerleichterung werden schwierige Vokabeln und Fachwörter markiert und in einer Vokabeltabelle übersetzt. Hinzu kommen Fachwörter, Technikgrundlagen und Geschäftswissen zu wechselnden Themen auf Englisch und Vokabel- und Grammatikübungen, die auf den Berufsalltag von Ingenieuren und Technikern zugeschnitten sind. ▶ Mehr Infos und Sonderangebote für VDI-Mitglieder unter www.inchbyinch.de/vdini.



DAS NÄCHSTE
VDIni-CLUB-MAGAZIN
ERSCHEINT IM
SEPTEMBER 2019



IMPRESSUM

HERAUSGEBER:
Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf
Deutschland
Telefon: +49 211 6214-299
kontakt@vdini-club.de
www.vdini-club.de

PROJEKTLEITUNG:
Angela Inden
inden@vdi.de

LEKTORAT:
Bernd Lenhart
lenhart@vdi.de

ILLUSTRATION:
Max Fiedler
www.maxfiedler.de

TEXT:
Christian Matzerath
www.christianmatzerath.de

GESTALTUNG:
Verena Sass
Julia Schmitz
ZORA Identity &
Interaction Design
www.zora.com

DRUCK UND VERSAND:
Düssel-Druck & Verlag GmbH
www.duessel-druck-verlag.de

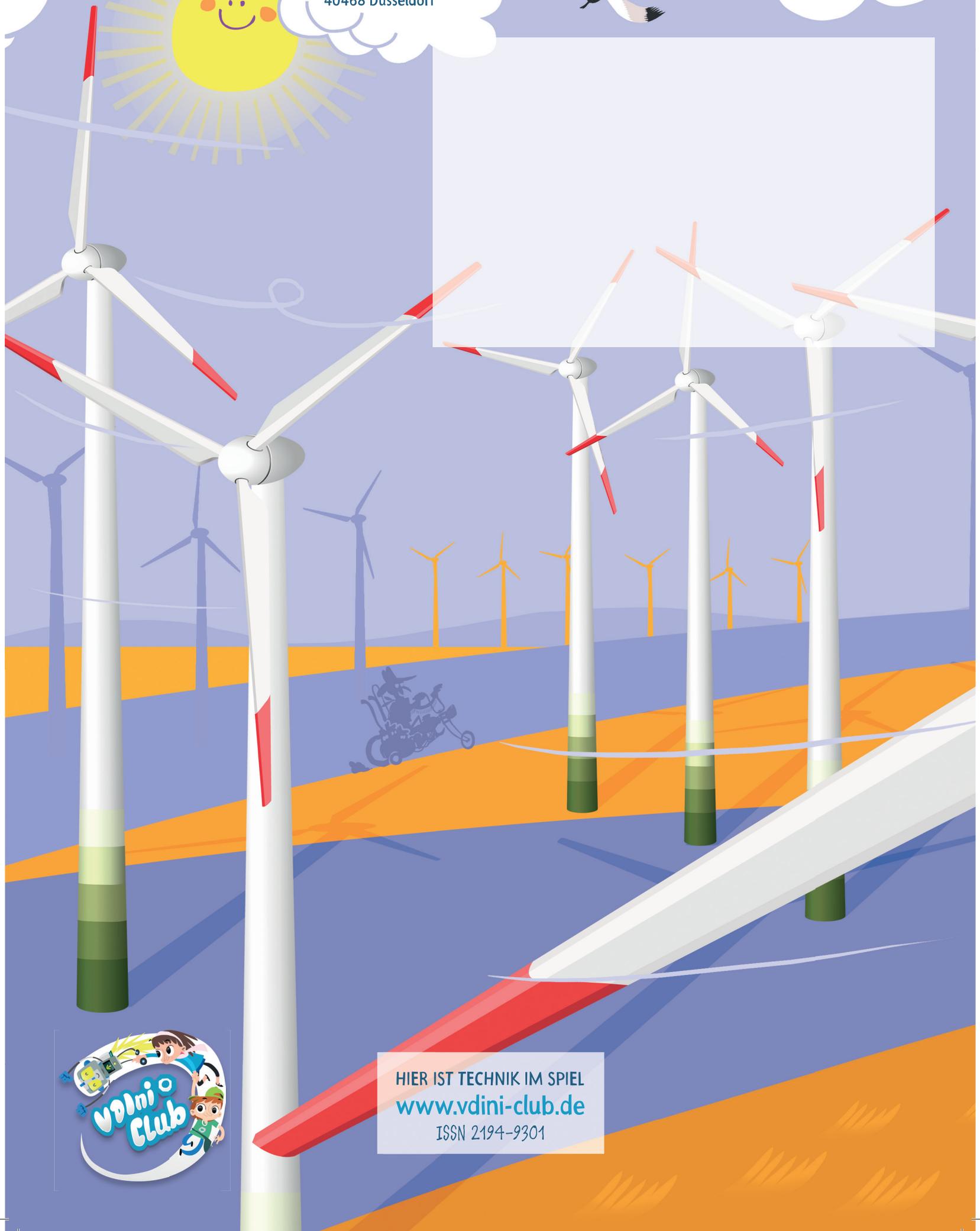
PAPIER:
CircleOffset 115 g/qm,
100 % Recycling

© VDI e.V.
ISSN 2194-9301
Die VDI-Club-Jahresmitgliedschaft von 20 Euro beinhaltet das Bezugsentgelt des Club-Magazins.

Natürlich ist das
VDIni-Magazin
auf super Umwelt-
papier gedruckt!



VDI e.V. / VDIni-Club
VDI-Platz 1,
40468 Düsseldorf



HIER IST TECHNIK IM SPIEL
www.vdini-club.de
ISSN 2194-9301