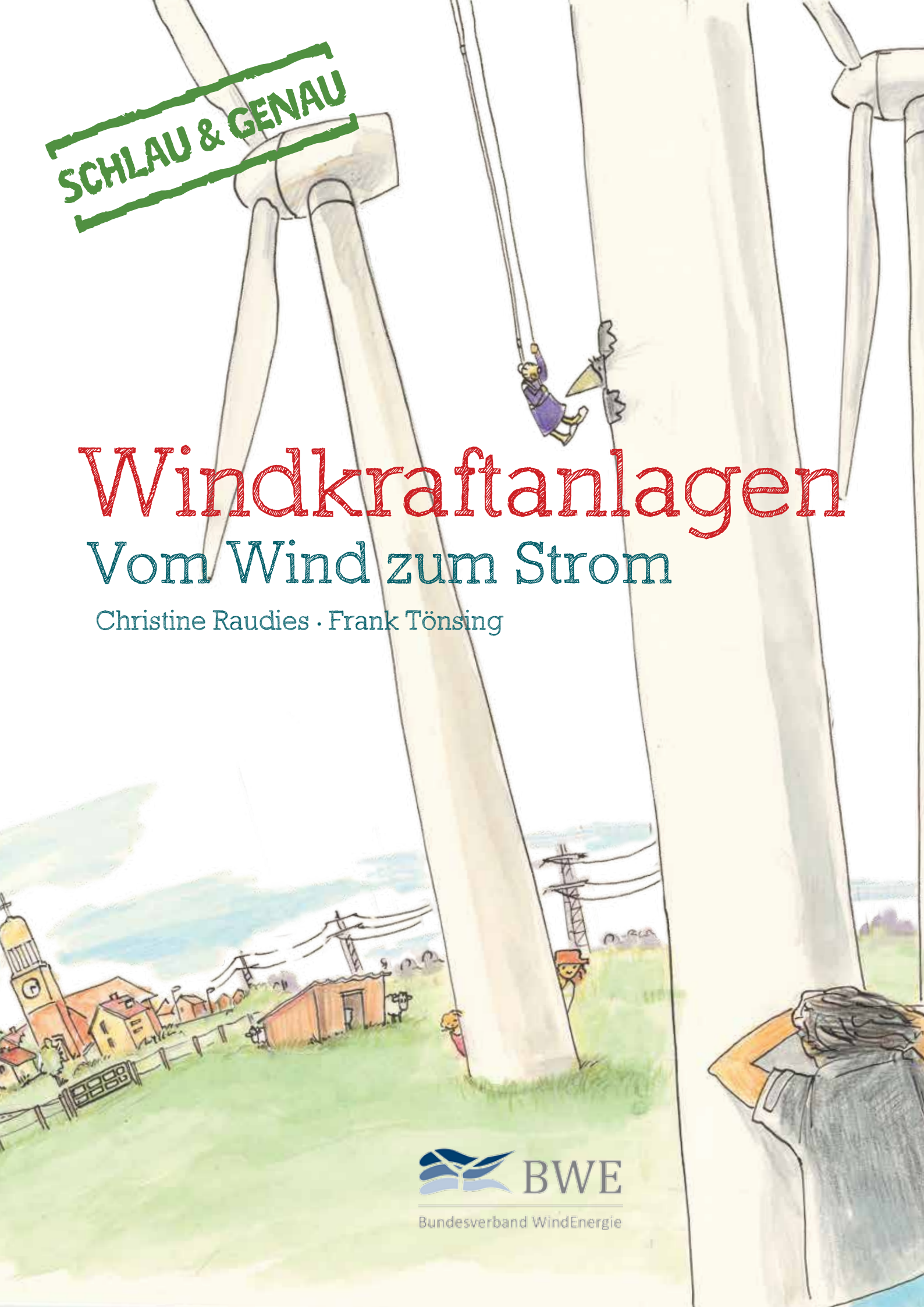




SCHLAU & GENAU

Windkraftanlagen

Vom Wind zum Strom

Christine Raudies · Frank Tönsing



Bundesverband WindEnergie



V. i. S. d. P. Bundesverband WindEnergie e. V. (BWE)
vertreten durch den Präsidenten

Neustädtische Kirchstraße 6
10117 Berlin

info@wind-energie.de

Tel. +49 (0)30 212341-210
Fax +49 (0)30 212341-410

Windkraftanlagen

Vom Wind zum Strom

Christine Raudies · Frank Tönsing

SCHLAU & GENAU



Warum gibt es Wind?

Strom spielt in unserem Leben eine wichtige Rolle. Wir alle benutzen ihn. Viele Geräte, die unser Leben einfach und sicher machen, funktionieren mit Strom. Auch zur Herstellung von Spielzeug, Autos oder Maschinen wird Elektrizität gebraucht.

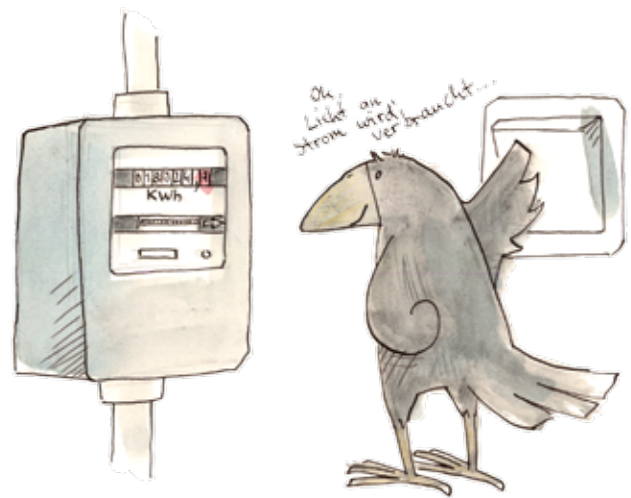
Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Strom zu erzeugen. Mit Windkraftanlagen kann **Strom aus der Kraft des Windes** gewonnen werden.

Kraftanlagen?

Wind ist in der Natur unendlich vorhanden. Er kann genau wie die Kraft der Sonne immer wieder genutzt werden. Wird unser Strom aus natürlichen Energiequellen wie Sonne oder Wind hergestellt, spricht man deshalb von Erneuerbaren oder Regenerativen Energien.

Energiequellen, die nur einmal verwendet werden können, heißen Nicht-Erneuerbare Energieträger. Zu ihnen zählen Erdöl, Erdgas und Kohle. Sie alle sind irgendwann aufgebraucht. Bei ihrer Verwendung entstehen Schadstoffe, die Mensch und Umwelt belasten.

Darum werden in Deutschland und auch in anderen Ländern überall auf der Welt immer mehr Windenergieanlagen gebaut, die sauberen Strom produzieren. Sie werden auch Windräder genannt.



Am Stromzähler kannst du ablesen, ob in deinem Haushalt gerade Strom verbraucht wird. Wenn sich das Rad dreht oder der Zähler läuft, ist ein Gerät eingeschaltet. Finde heraus, welches! 



Wie entsteht

Wind?

Die Strahlen der Sonne erwärmen die Erde und die Luft. Das passiert aber nicht überall gleich stark. Wenn es an einem Ort warm und an einem anderen kalt ist, fängt die Luft an, sich zu bewegen. Wo die Sonne scheint, steigt die erwärmte Luft nach oben in den Himmel. Unten strömt kalte Luft aus der kühleren Gegend nach. So entsteht Wind. Er bläst immer vom kühleren zum wärmeren Ort. Je größer der Temperaturunterschied ist, desto heftiger weht der Wind. Am Meer kannst du das gut beobachten. Am Tag heizt die Sonne das Land schneller auf als das Wasser.

Der Wind weht vom Wasser in Richtung Küste. Nachts kühlt sich das Land schneller ab, als das Meer. Die Windrichtung dreht, der Wind weht nun in Richtung Wasser. Wie die Temperatur der Luft kann man auch die Stärke des Windes messen. Im Wetterbericht hast du bestimmt schon von Windstärken gehört. Im Jahr 1806 teilte der Seefahrer Sir Francis Beaufort nach seinen Beobachtungen in der Natur die Stärke des Windes in zwölf Stufen ein. Diese Einteilung wird **Beaufortskala** genannt. Sie wird bis heute benutzt.

Windstärke 0: Es herrscht Windstille. Die Luft bewegt sich überhaupt nicht. Der Rauch aus einem Schornstein steigt senkrecht nach oben.

Windstärke 1 bis 2: Der Wind ist kaum zu bemerken. Der Rauch aus einem Schornstein treibt leicht ab, Blätter an Bäumen und Büschen bewegen sich nur ein bisschen.

Auch du kannst die Beaufortskala anwenden – ganz ohne Messgerät. Schau aus dem Fenster: Welche Windstärke herrscht gerade? **!**





Windstärke 3 bis 5: Es weht eine schwache bis frische Brise. Am Rauch aus einem Schornstein kannst du die Windrichtung schon deutlich erkennen. Zweige bewegen sich, kleine Bäume schwanken.

Windstärke 6 bis 8:

Es herrscht starker bis stürmischer Wind. Beim Gehen kannst du seine Kraft deutlich spüren. Er kann Hüte wehen, dicke Äste und ganze Bäume biegen.



Windstärke 9 bis 12: Äste brechen ab, Gartenmöbel werden durcheinandergewirbelt. Bei schwerem Sturm werden ganze Bäume entwur-

zelt oder Dächer abgedeckt. Bei Windstärke 12 wird der Wind Orkan genannt, er kann schlimme Schäden anrichten.

Wie wird aus Wind

Strom?

Wind hat viel **Energie**. Er hält einen Drachen in der Luft und treibt mühelos die Flügel einer Windmühle an. Bei Sturm kannst du dich gegen den Wind lehnen und dich von seiner Kraft

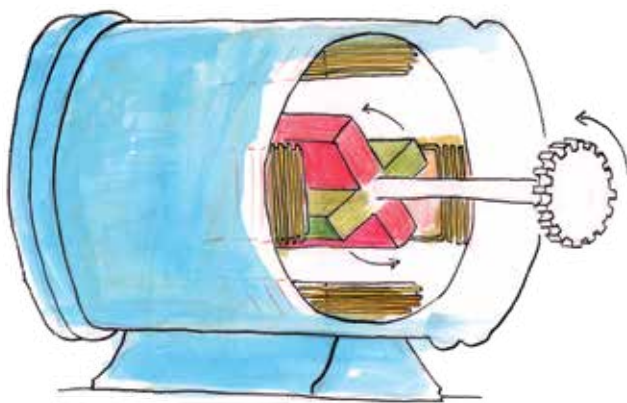
tragen lassen. Dann spürst du seine Energie ganz stark. Eine Windkraftanlage kann diese Bewegungsenergie des Windes in Strom umwandeln.



Wenn der Wind weht, fangen die Rotorblätter des Windrades an, sich zu drehen. Die Energie des Windes wird mit der Drehung in das Innere der Gondel geleitet und hier in **Strom** umgewandelt.

Das funktioniert so ähnlich wie bei einem Fahrraddynamo: Beim Fahren dreht sich das Rad und treibt den Dynamo an. Im Dynamo wird aus der Bewegungsenergie des Rades Strom, die Fahrradlampe leuchtet.

In einer Windkraftanlage gibt es auch eine Art Dynamo. Er heißt **Generator**. Er wandelt die Energie des Windes in elektrischen Strom um.



So funktioniert ein Dynamo: Wird ein Magnet an einem Stromleiter, zum Beispiel einem Draht aus Kupfer, entlangbewegt, fließt in dem Draht Strom. Im Inneren des Dynamos steckt ein Magnet zwischen Spulen aus ganz dicht gewickeltem Kupferdraht. Benutzt du den Dynamo beim Radeln, dreht sich der Magnet darin beständig an den Spulen vorbei. In dem Draht fließt jetzt Strom. Er bringt die Fahrradlampe zum Leuchten – solange sich die Reifen drehen.



Welche Teile gehören

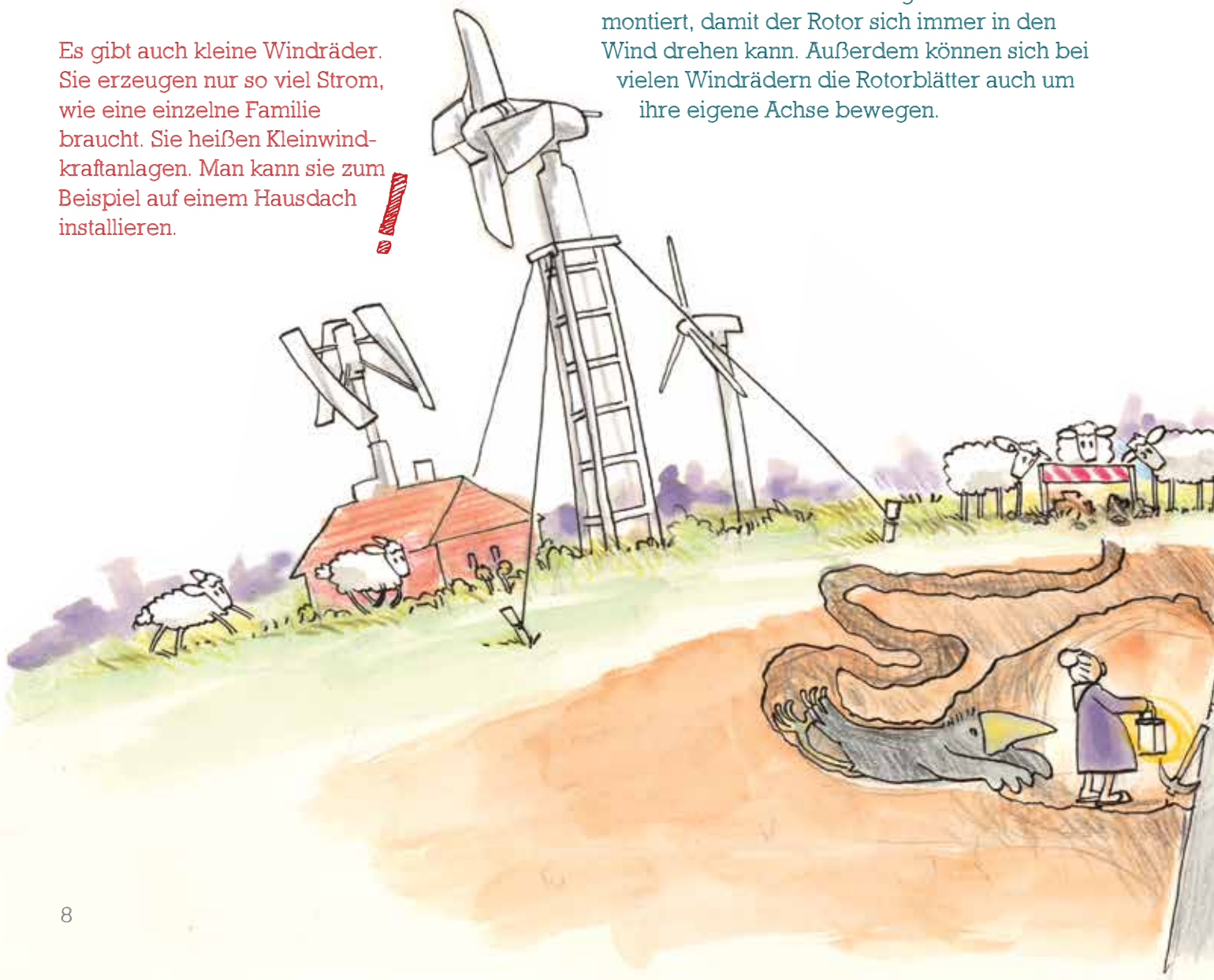
Eine Windkraftanlage besteht aus vielen Teilen. Ganz wichtig ist das **Fundament**: Die Windkraftanlage muss fest im Boden verankert sein, damit sie auch bei Sturm oder Orkan sicher steht und nicht umstürzen kann. Dort, wo der Baugrund fest und tragfähig ist, werden Flachfundamente aus Beton gegossen. Bei weichem Untergrund, zum Beispiel in Mooren, werden Pfähle in den Untergrund gerammt, die den Turm sicher tragen.

Es gibt auch kleine Windräder. Sie erzeugen nur so viel Strom, wie eine einzelne Familie braucht. Sie heißen Kleinwindkraftanlagen. Man kann sie zum Beispiel auf einem Hausdach installieren. !

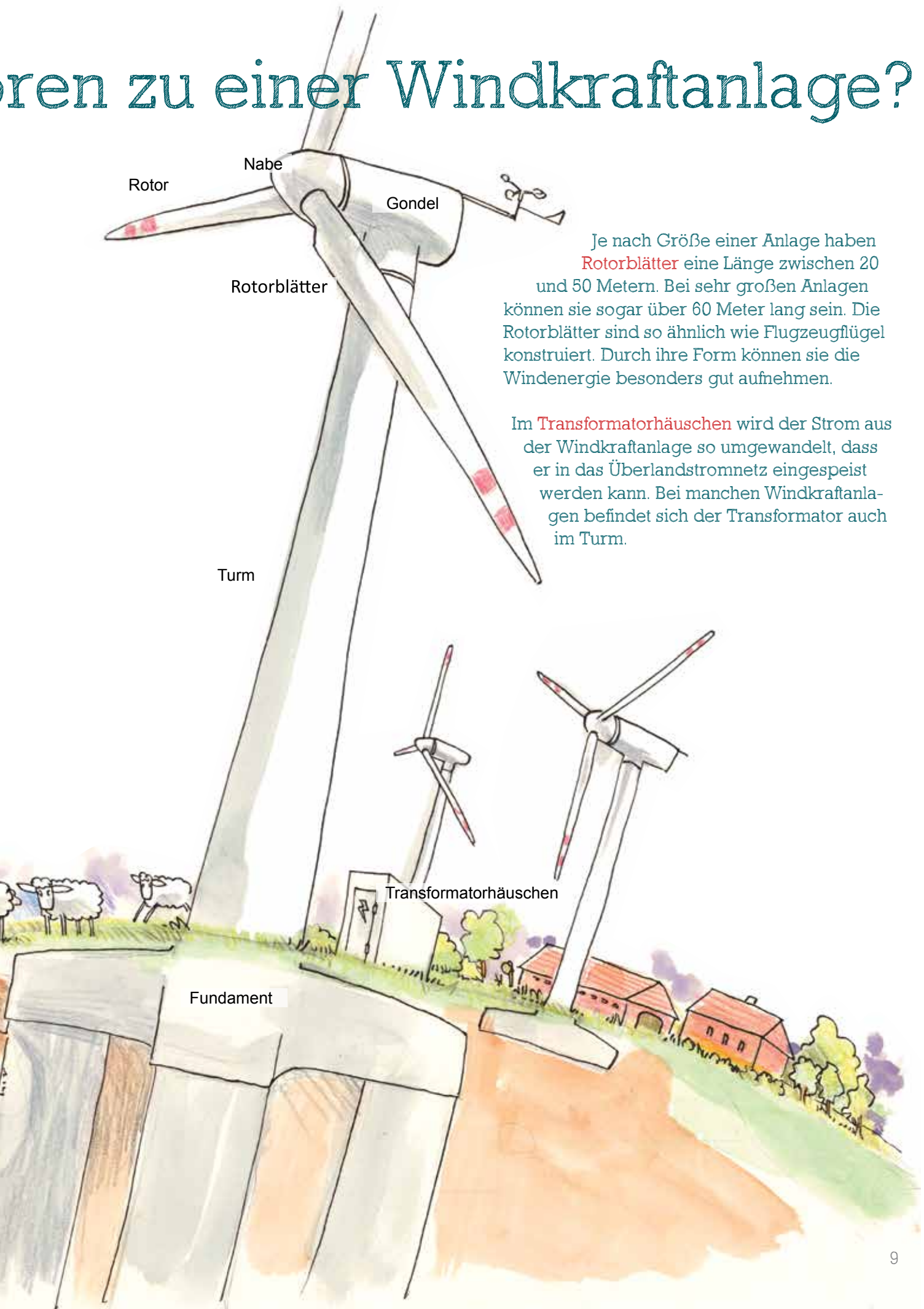
Der **Turm** einer Windkraftanlage trägt die Gondel und den Rotor. Es gibt unterschiedliche Arten von Türmen: Gittermasten, Stahlrohtürme oder Türme aus Beton. Die meisten Türme werden aus Stahlrohr gebaut. Sie sind wie ein dickes Rohr geformt, das nach oben dünner wird. Sie sind sehr stabil.

Die **Rotorblätter** sind auf der **Nabe** angebracht. Nabe und Rotorblätter nennt man zusammen auch **Rotor**. Die meisten Windkraftanlagen haben eine Nabe mit drei Rotorblättern.

Rotor und **Gondel** sind beweglich auf dem Turm montiert, damit der Rotor sich immer in den Wind drehen kann. Außerdem können sich bei vielen Windrädern die Rotorblätter auch um ihre eigene Achse bewegen.



oren zu einer Windkraftanlage?



Je nach Größe einer Anlage haben **Rotorblätter** eine Länge zwischen 20 und 50 Metern. Bei sehr großen Anlagen können sie sogar über 60 Meter lang sein. Die Rotorblätter sind so ähnlich wie Flugzeugflügel konstruiert. Durch ihre Form können sie die Windenergie besonders gut aufnehmen.

Im **Transformatorhäuschen** wird der Strom aus der Windkraftanlage so umgewandelt, dass er in das Überlandstromnetz eingespeist werden kann. Bei manchen Windkraftanlagen befindet sich der Transformator auch im Turm.

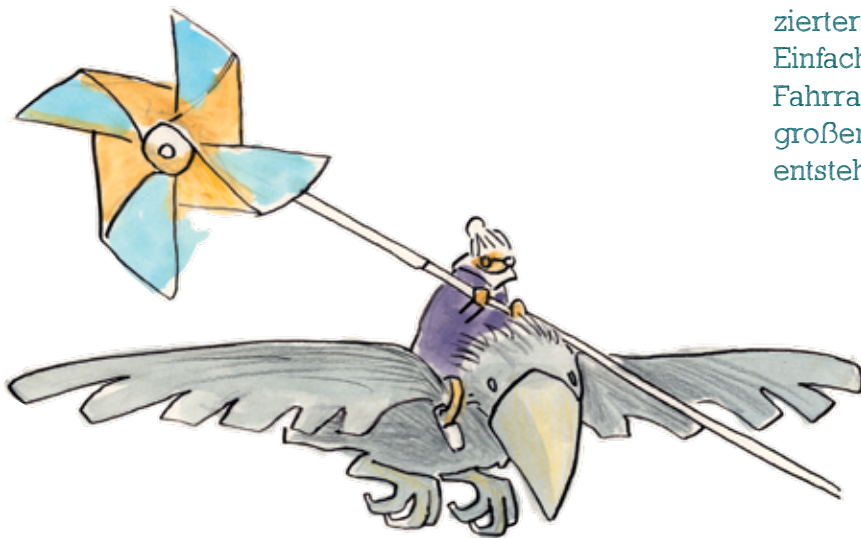
Wie funktioniert eine Windkraftanlage?

Die **Wetterstation** misst Windstärke und Windrichtung und sendet die Daten an die Anlagensteuerung.

Die **Anlagensteuerung** wird auch Regler genannt. Sie besteht aus mehreren Computern, die zusammen dafür sorgen, dass die Anlage fehlerfrei funktioniert. Wenn der Wind zu stark oder zu schwach ist, schaltet der Regler die Anlage automatisch ab. Die Informationen darüber kommen von der Wetterstation.

Die **Rotorblätter** können sich auch in ihrer Verankerung drehen. Je nach Windstärke verändern sie ihre Stellung, um den Wind optimal zu nutzen. Auch das regelt die Anlagensteuerung.

Wenn der Wind zu stark weht, drehen sich die Rotorblätter so, dass sie dem Wind keine Angriffsfläche mehr bieten. Das Windrad läuft dann langsamer und bleibt schließlich stehen. Bei manchen Windrädern drehen sich dazu auch nur die Blattspitzen. Dieser Mechanismus heißt **Blattspitzenbremse**.



Der Betreiber der Windkraftanlage kann über seinen Computer zuhause oder im Büro den Betrieb des Windrades überwachen und steuern.

Die **Gondel** ist das Maschinenhaus der Windkraftanlage. Sie kann so groß sein wie ein kleines Haus. Hier wird die Bewegungsenergie des Windes in Strom umgewandelt.

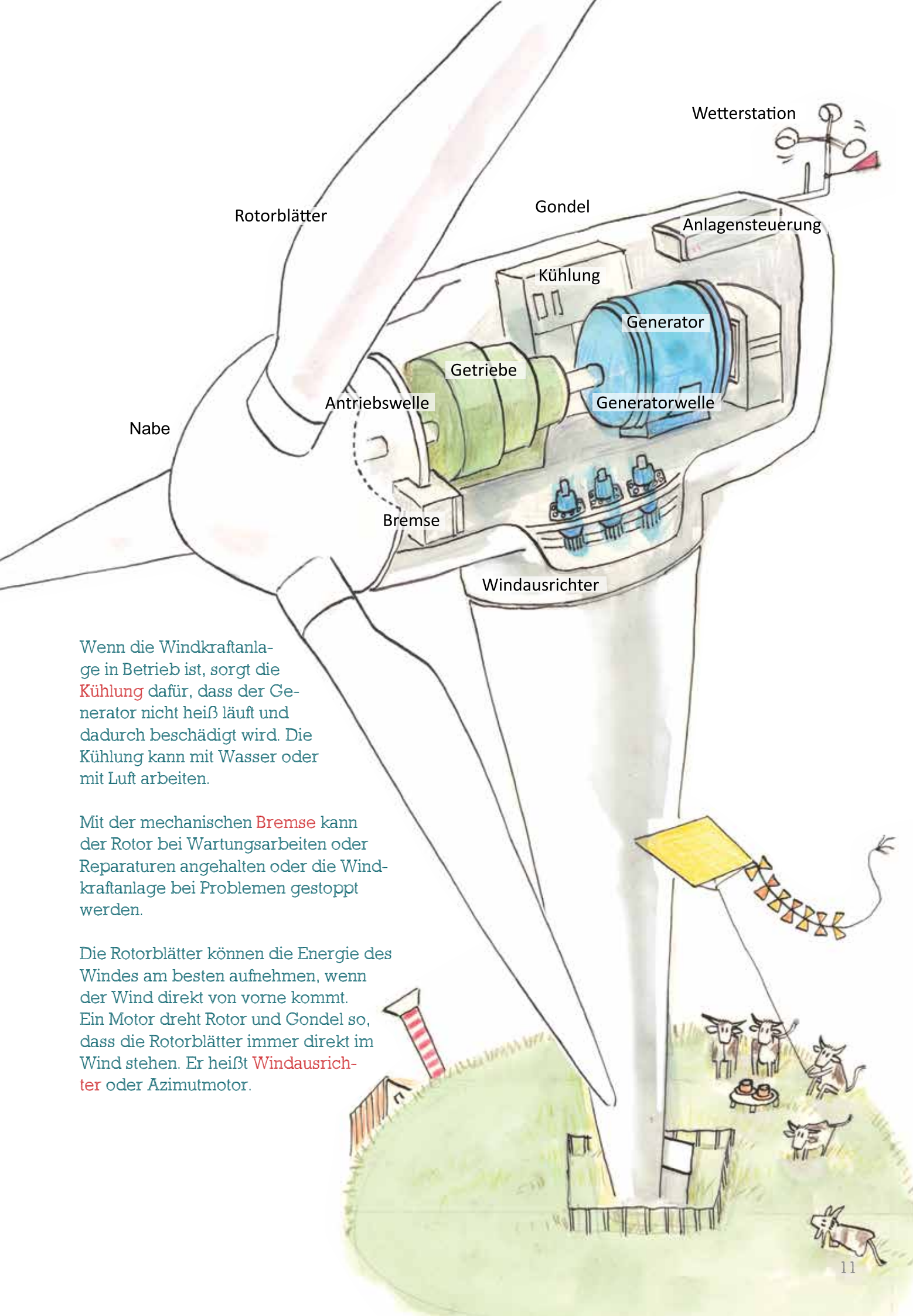
Die **Antriebswelle** verbindet den Rotor mit dem Getriebe. Wenn sich die Rotorblätter drehen, dreht sich auch die Antriebswelle. Sie läuft langsam und kraftvoll und leitet ihre Drehkraft an das **Getriebe** weiter.

Über viele Zahnräder im Getriebe wird die Drehkraft aus der Antriebswelle auf die **Generatorwelle** weitergeleitet. Die Generatorwelle dreht sich mit weniger Kraft als die Antriebswelle, dafür aber viel schneller.

Die Generatorwelle setzt den **Generator** der Windkraftanlage in Gang. Hier wird aus der Bewegungsenergie Strom. Das ist ein komplizierter technischer Vorgang. Einfach ausgedrückt funktioniert das wie beim Fahrraddynamo: Durch die Bewegung eines großen Magneten um einen elektrischen Leiter entsteht Strom.

Es gibt auch Anlagen ohne Getriebe. Bei ihnen wird die Rotorleistung direkt auf den Generator übertragen. In diesem Fall spricht man von Direktantrieb.





Wenn die Windkraftanlage in Betrieb ist, sorgt die **Kühlung** dafür, dass der Generator nicht heiß läuft und dadurch beschädigt wird. Die Kühlung kann mit Wasser oder mit Luft arbeiten.

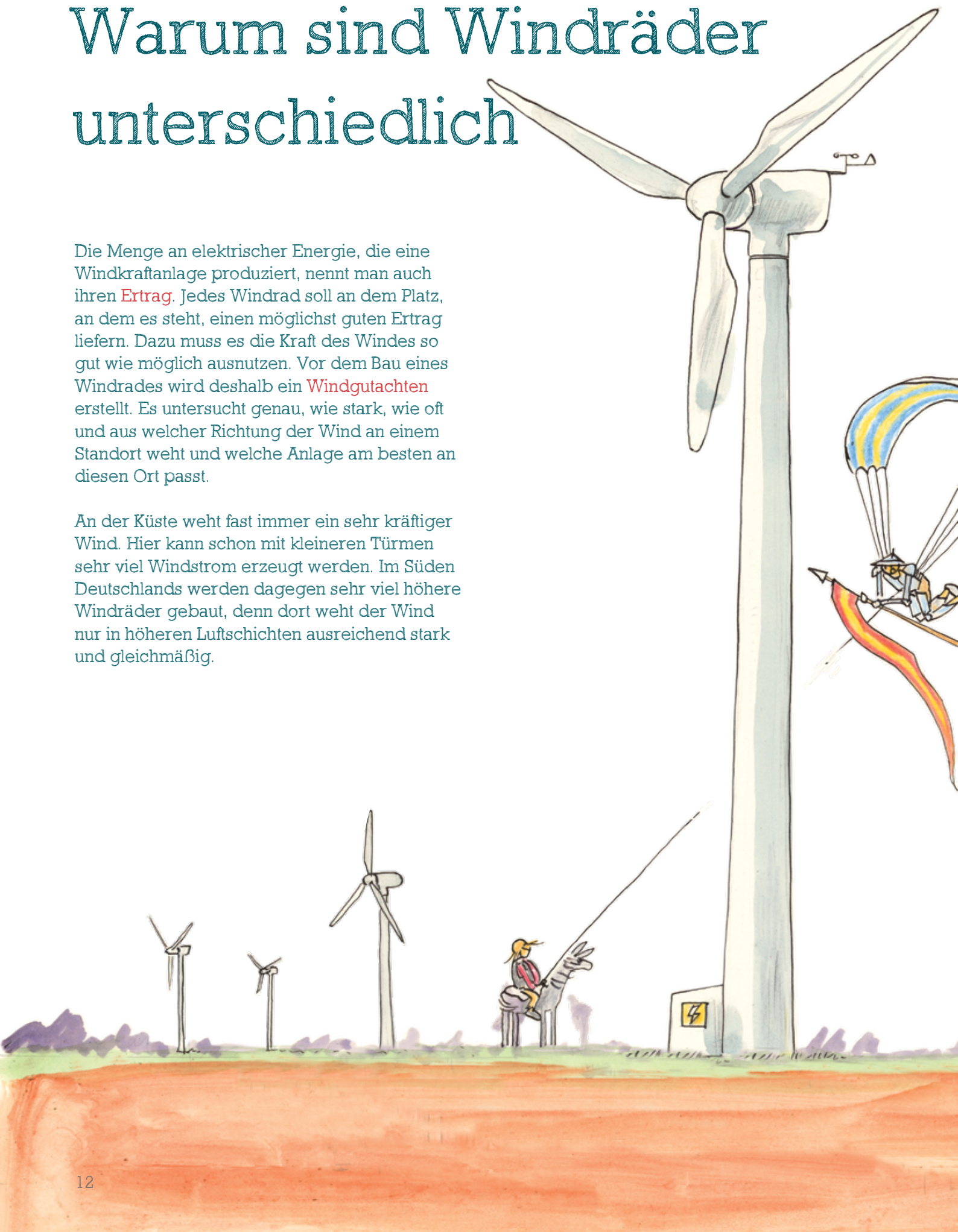
Mit der mechanischen **Bremse** kann der Rotor bei Wartungsarbeiten oder Reparaturen angehalten oder die Windkraftanlage bei Problemen gestoppt werden.

Die Rotorblätter können die Energie des Windes am besten aufnehmen, wenn der Wind direkt von vorne kommt. Ein Motor dreht Rotor und Gondel so, dass die Rotorblätter immer direkt im Wind stehen. Er heißt **Windausrichter** oder Azimutmotor.

Warum sind Windräder unterschiedlich

Die Menge an elektrischer Energie, die eine Windkraftanlage produziert, nennt man auch ihren **Ertrag**. Jedes Windrad soll an dem Platz, an dem es steht, einen möglichst guten Ertrag liefern. Dazu muss es die Kraft des Windes so gut wie möglich ausnutzen. Vor dem Bau eines Windrades wird deshalb ein **Windgutachten** erstellt. Es untersucht genau, wie stark, wie oft und aus welcher Richtung der Wind an einem Standort weht und welche Anlage am besten an diesen Ort passt.

An der Küste weht fast immer ein sehr kräftiger Wind. Hier kann schon mit kleineren Türmen sehr viel Windstrom erzeugt werden. Im Süden Deutschlands werden dagegen sehr viel höhere Windräder gebaut, denn dort weht der Wind nur in höheren Luftschichten ausreichend stark und gleichmäßig.



groß?

Die ersten Windenergieanlagen wurden in den 1990er Jahren an der Nordseeküste errichtet. Sie waren kaum mehr als 50 Meter hoch und lieferten noch sehr wenig Strom. Vor allem Bauern nutzten diese Anlagen, um elektrische Energie für ihre Höfe zu erzeugen.

In den vergangenen Jahren wurden immer leistungsfähigere Windenergieanlagen entwickelt. Sie sind sehr viel größer als die alten Modelle und haben längere Flügel. Ein einzi-

ges modernes Windrad kann ungefähr 3000 Haushalte mit sauberem Strom versorgen. Um die gleiche Menge Strom zu produzieren, brauchte man vor 20 Jahren noch zehn Windenergieanlagen.

Windkraftanlagen sind ständig weiterentwickelt worden. Im Laufe der Jahre gab es ganz unterschiedliche Typen. Diese hatten teilweise nur einen oder zwei Flügel. Heute werden Windenergieanlagen mit drei Flügeln gebaut. !



Wie wird eine Windkraftanlage au

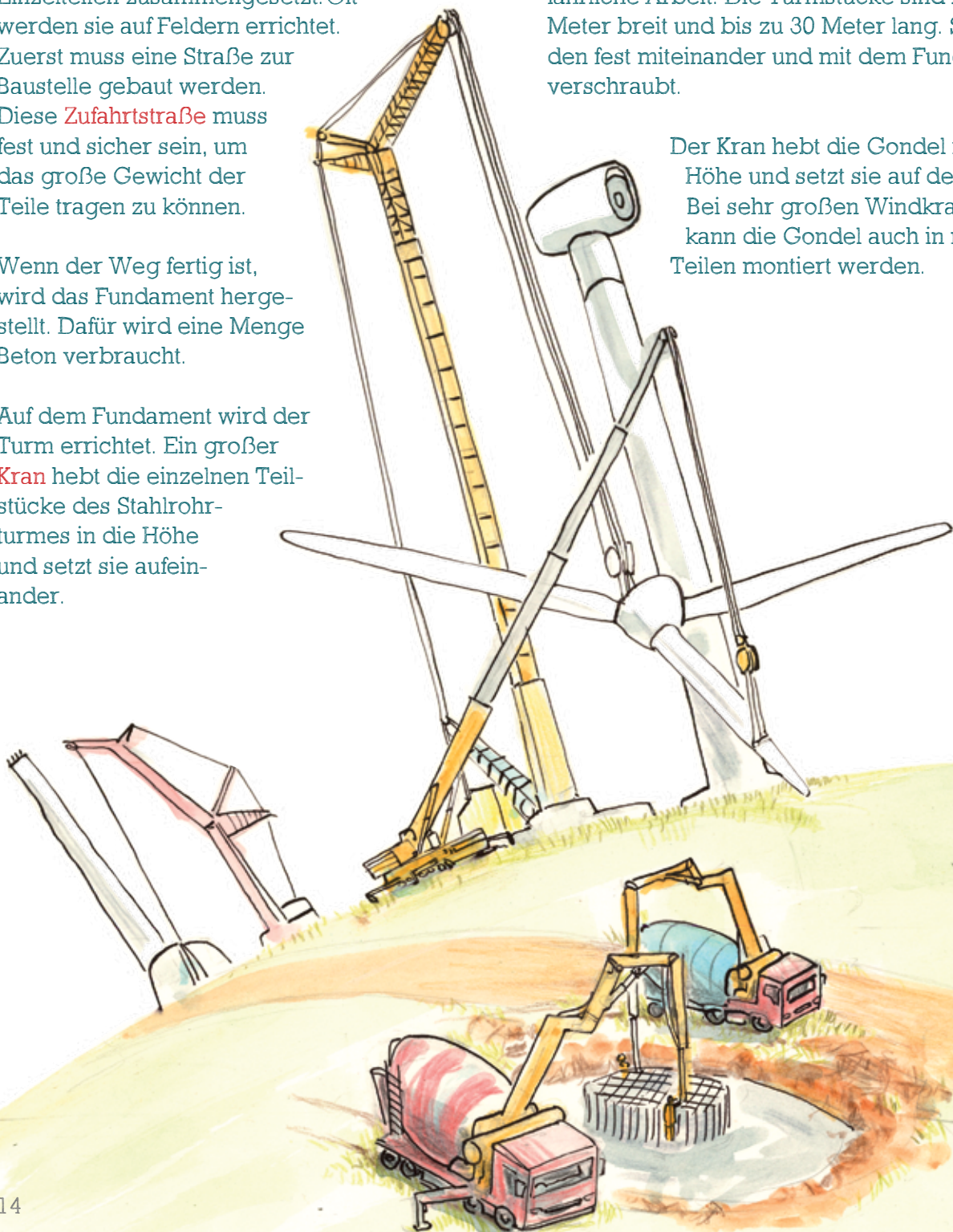
Windkraftanlagen werden aus vielen Einzelteilen zusammengesetzt. Oft werden sie auf Feldern errichtet. Zuerst muss eine Straße zur Baustelle gebaut werden. Diese **Zufahrtstraße** muss fest und sicher sein, um das große Gewicht der Teile tragen zu können.

Wenn der Weg fertig ist, wird das Fundament hergestellt. Dafür wird eine Menge Beton verbraucht.

Auf dem Fundament wird der Turm errichtet. Ein großer **Kran** hebt die einzelnen Teilstücke des Stahlrohrturmes in die Höhe und setzt sie aufeinander.

Das ist eine schwierige und bei Wind auch gefährliche Arbeit. Die Turmstücke sind bis zu fünf Meter breit und bis zu 30 Meter lang. Sie werden fest miteinander und mit dem Fundament verschraubt.

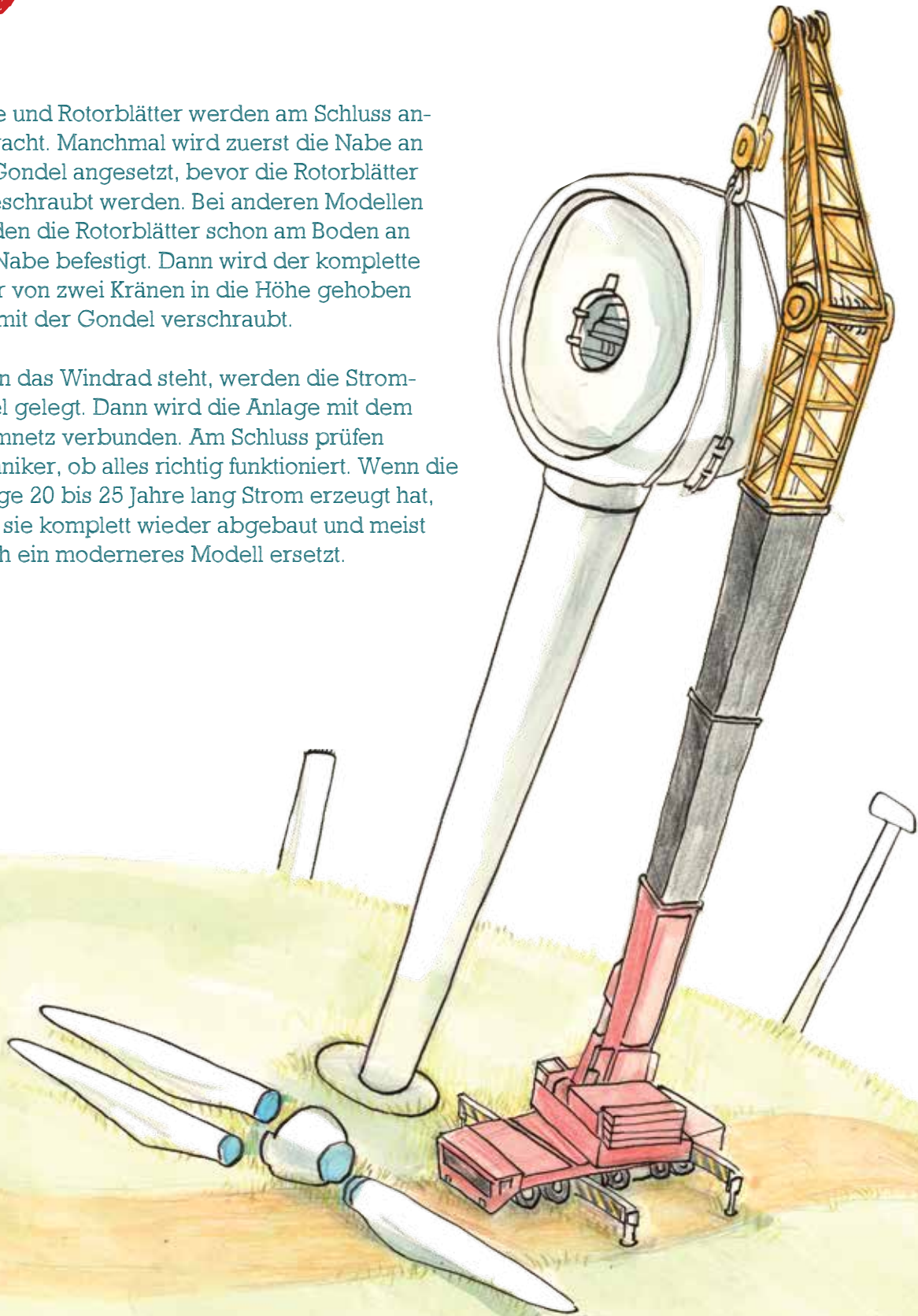
Der Kran hebt die Gondel in die Höhe und setzt sie auf den Turm. Bei sehr großen Windkraftanlagen kann die Gondel auch in mehreren Teilen montiert werden.



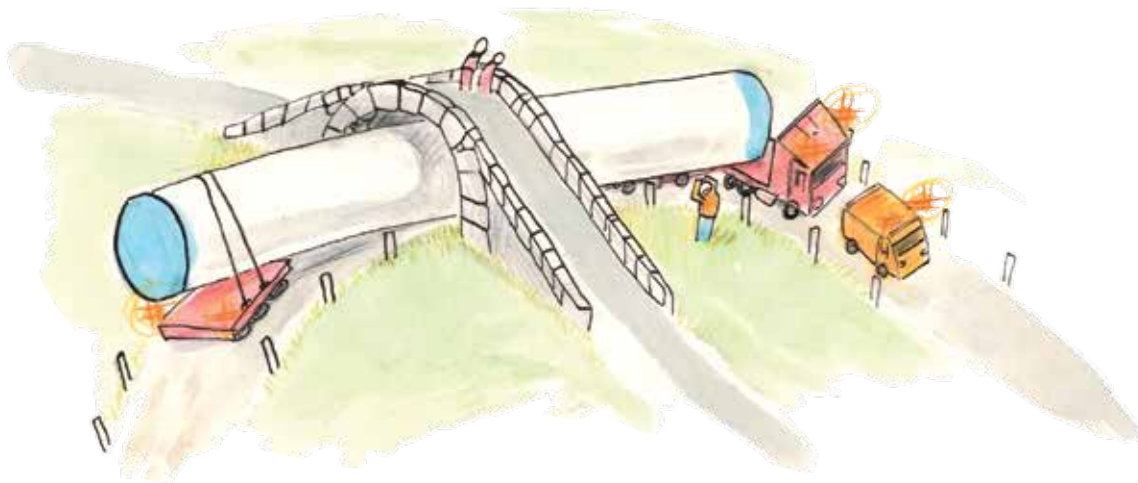
fige baut?

Nabe und Rotorblätter werden am Schluss angebracht. Manchmal wird zuerst die Nabe an die Gondel angesetzt, bevor die Rotorblätter angeschraubt werden. Bei anderen Modellen werden die Rotorblätter schon am Boden an der Nabe befestigt. Dann wird der komplette Rotor von zwei Kränen in die Höhe gehoben und mit der Gondel verschraubt.

Wenn das Windrad steht, werden die Stromkabel gelegt. Dann wird die Anlage mit dem Stromnetz verbunden. Am Schluss prüfen Techniker, ob alles richtig funktioniert. Wenn die Anlage 20 bis 25 Jahre lang Strom erzeugt hat, wird sie komplett wieder abgebaut und meist durch ein moderneres Modell ersetzt.



Wie kommen die Teile zur



B

Die verschiedenen Teile einer Windkraftanlage werden in Fertigungshallen und Fabriken hergestellt. Sie werden mit Spezialtransportern zur Baustelle gebracht. Weil die Teile sehr groß und sehr schwer sind, müssen alle Straßen, Brücken und Wege von der Fabrik bis zur Baustelle vorher genau überprüft werden.

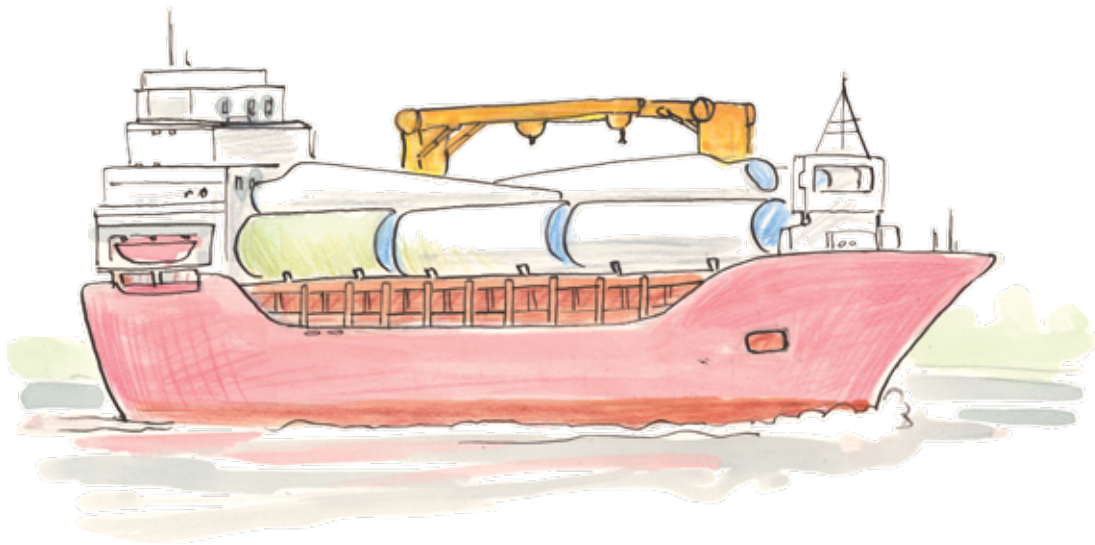
Die Gondel ist sehr schwer. Sie kann 70 Tonnen und mehr wiegen. Nicht jede Straße oder Brücke kann dieses Gewicht tragen. Deshalb muss die Strecke zur Baustelle genau geplant werden.

Beim Transport der Turmstücke ist neben dem Gewicht auch die Länge ein Problem: Das Fahren auf schmalen Straßen und in engen Kurven ist schwierig oder sogar unmöglich.

Für den Transport wird eine Sondergenehmigung gebraucht. Manchmal müssen Straßen während der Fahrt gesperrt oder besonders gesichert werden. Damit der Straßenverkehr nicht gestört wird, werden Gondel, Flügel oder Turmstücke oft nachts transportiert. !



austelle?



Manchmal passen besonders dicke Turmstücke kaum unter einer Brücke hindurch. Dann wird ein spezieller Tieflader benötigt.

Auch die Rotorblätter sind schwer zu transportieren, weil sie so lang und an manchen Stellen sehr dick sind.

Wenn Turmstücke oder Rotorblätter zu groß für den Transport auf der Straße sind, werden sie mit Schiffen so nah wie möglich an die Baustelle gebracht: über Flüsse, Kanäle oder über das Meer.



Wie wird ein Windrad

geev

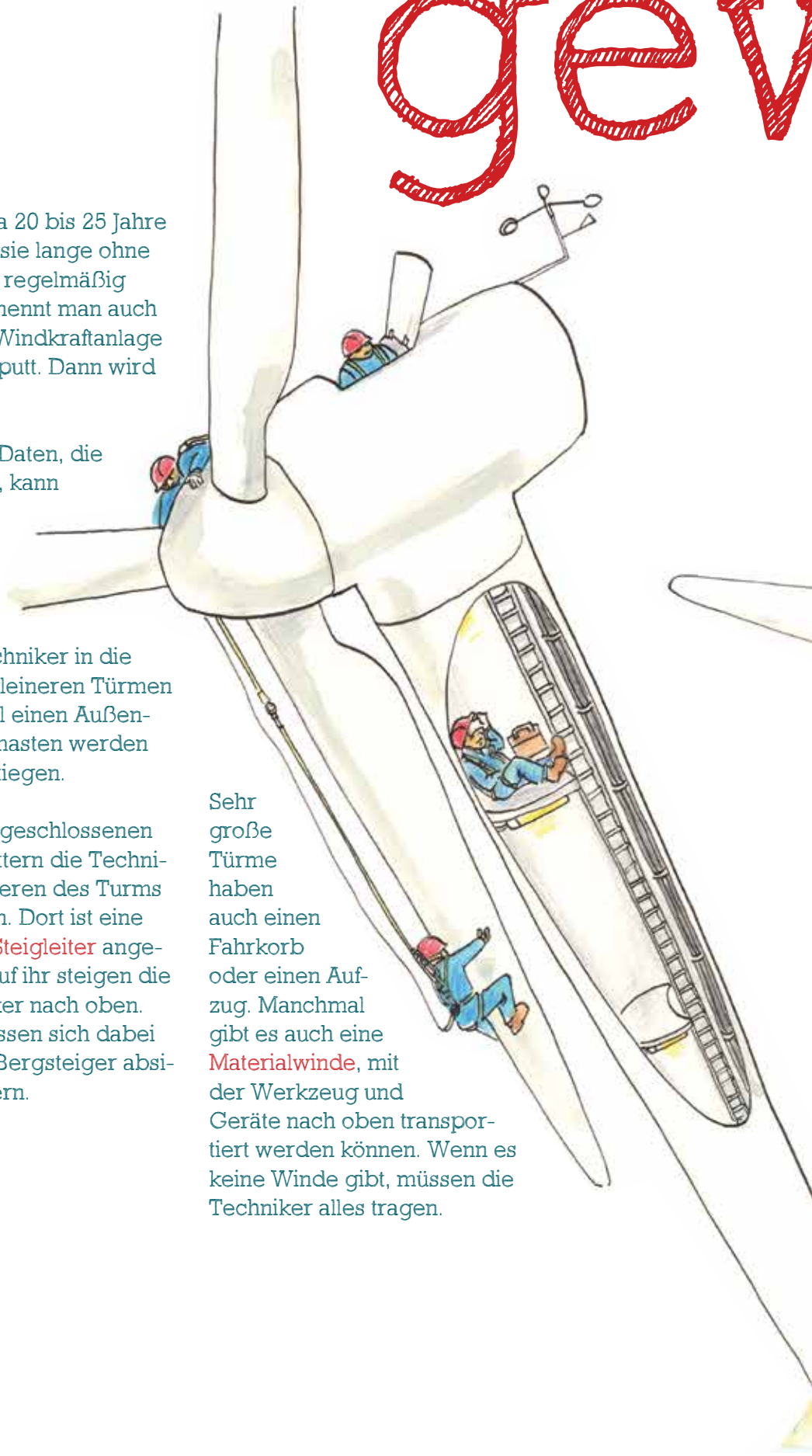
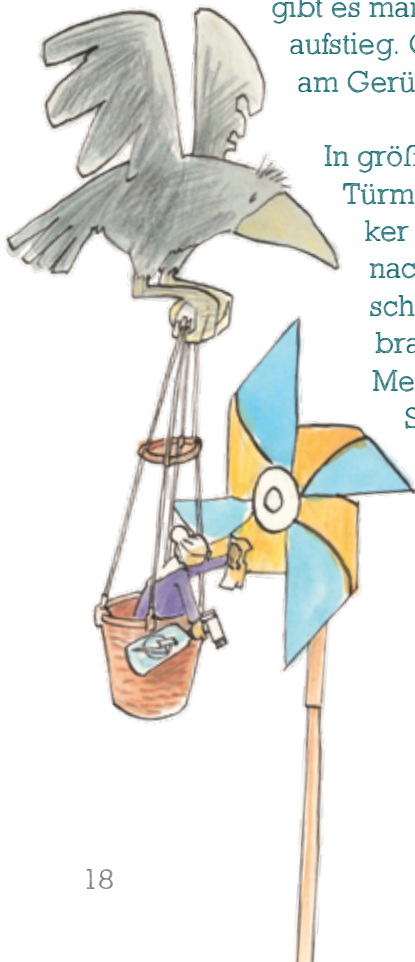
Eine Windkraftanlage kann etwa 20 bis 25 Jahre laufen und Strom liefern. Damit sie lange ohne Störungen funktioniert, wird sie regelmäßig überprüft und kontrolliert. Das nennt man auch **Wartung**. Manchmal geht eine Windkraftanlage trotz regelmäßiger Wartung kaputt. Dann wird sie repariert.

Anhand der Informationen und Daten, die die Anlagensteuerung sammelt, kann der Betreiber des Windrades feststellen, ob die Anlage richtig funktioniert.

Zur Wartung oder zur Reparatur steigen Monteure und Techniker in die Gondel hinauf. Bei kleineren Türmen gibt es manchmal einen Außenaufstieg. Gittermasten werden am Gerüst bestiegen.

In größeren, geschlossenen Türmen klettern die Techniker im Inneren des Turms nach oben. Dort ist eine schmale **Steigleiter** angebracht. Auf ihr steigen die Mechaniker nach oben. Sie müssen sich dabei wie Bergsteiger absichern.

Sehr große Türme haben auch einen Fahrkorb oder einen Aufzug. Manchmal gibt es auch eine **Materialwinde**, mit der Werkzeug und Geräte nach oben transportiert werden können. Wenn es keine Winde gibt, müssen die Techniker alles tragen.

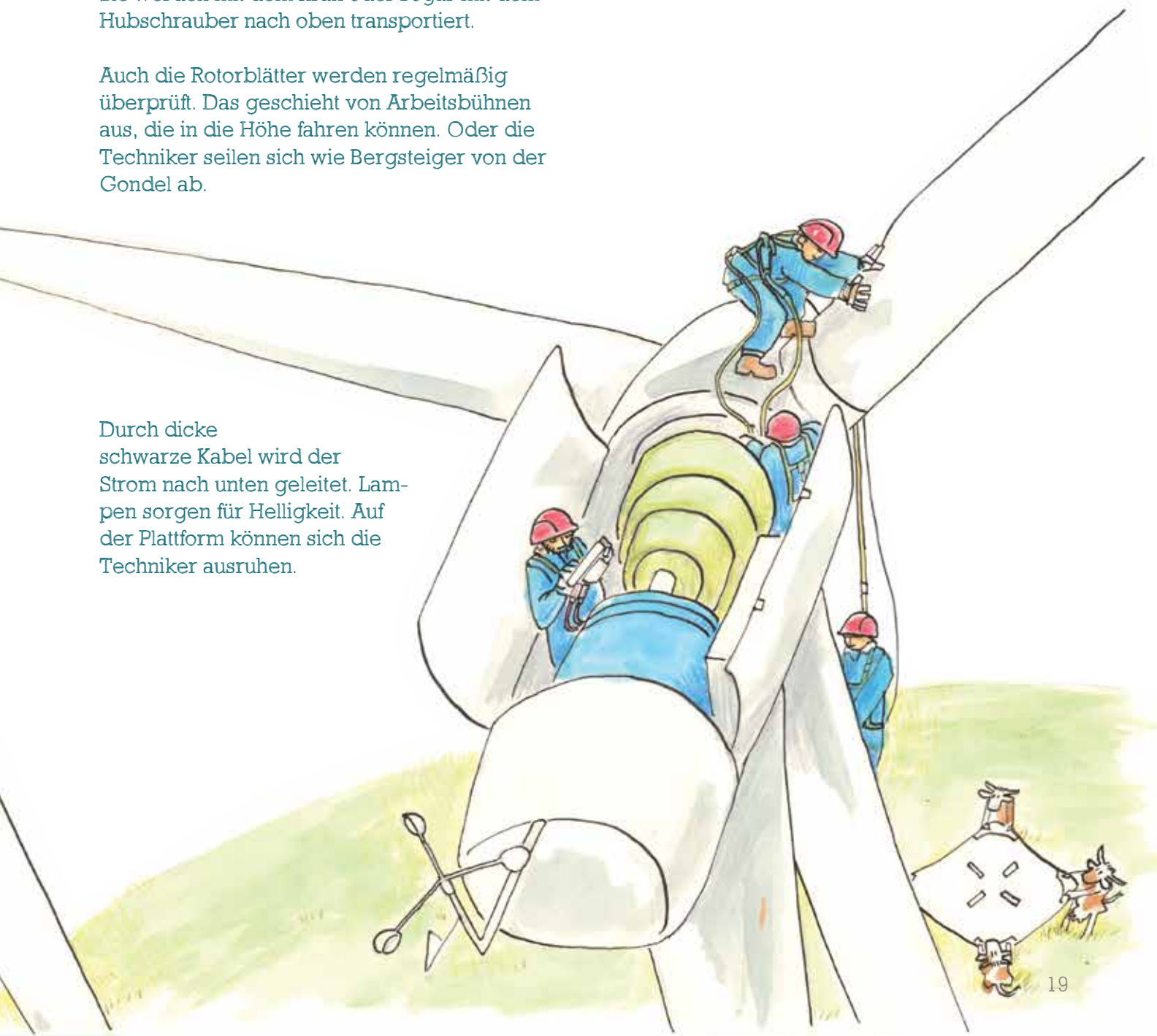


wartet?

Manchmal muss in der Gondel etwas repariert oder ausgetauscht werden. Große Teile wie Getriebe oder Antriebswelle können die Techniker nicht durch den Turm nach oben tragen. Sie werden mit dem Kran oder sogar mit dem Hubschrauber nach oben transportiert.

Auch die Rotorblätter werden regelmäßig überprüft. Das geschieht von Arbeitsbühnen aus, die in die Höhe fahren können. Oder die Techniker seilen sich wie Bergsteiger von der Gondel ab.

Durch dicke schwarze Kabel wird der Strom nach unten geleitet. Lampen sorgen für Helligkeit. Auf der Plattform können sich die Techniker ausruhen.





Was ist ein

Windpark

In Gegenden, in denen viel Wind weht, stehen oft eine Menge Windräder an einem Platz. Dann spricht man von einem **Windpark**.

Mehrere Windkraftanlagen zusammen können eine kleine Stadt komplett mit Strom versorgen.

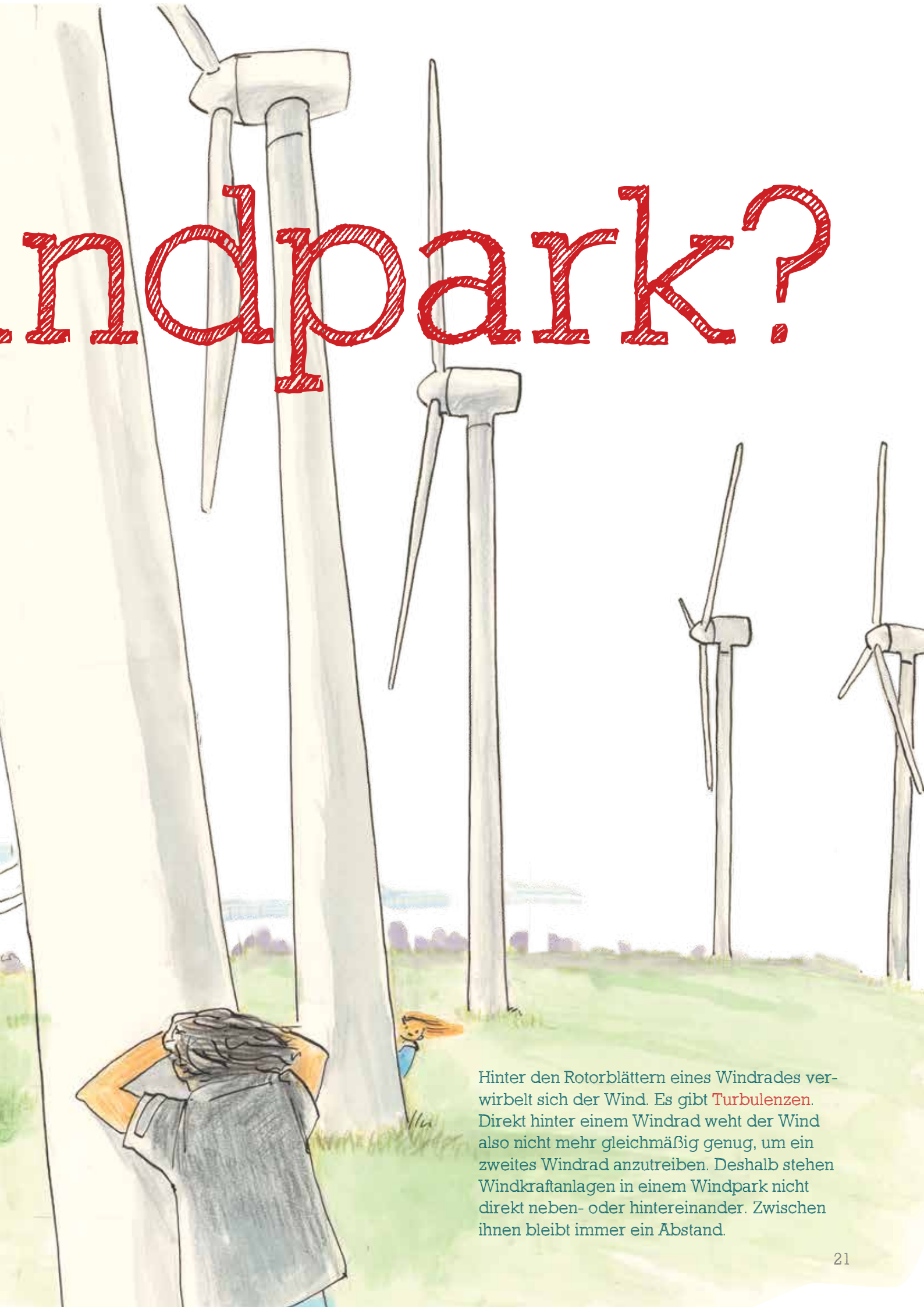
Der erste Windpark ging 1987 an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste ans Netz. Seit Ende der 90er Jahre wurden immer mehr große Windparks gebaut. Inzwischen entstehen auch Windparks auf hoher See.

Die Windräder eines Windparks haben nur einen gemeinsamen Anschluss an das Stromnetz. Die Wege zur Baustelle und die Kräne können beim Bau mehrfach benutzt werden. Das spart eine Menge Geld.

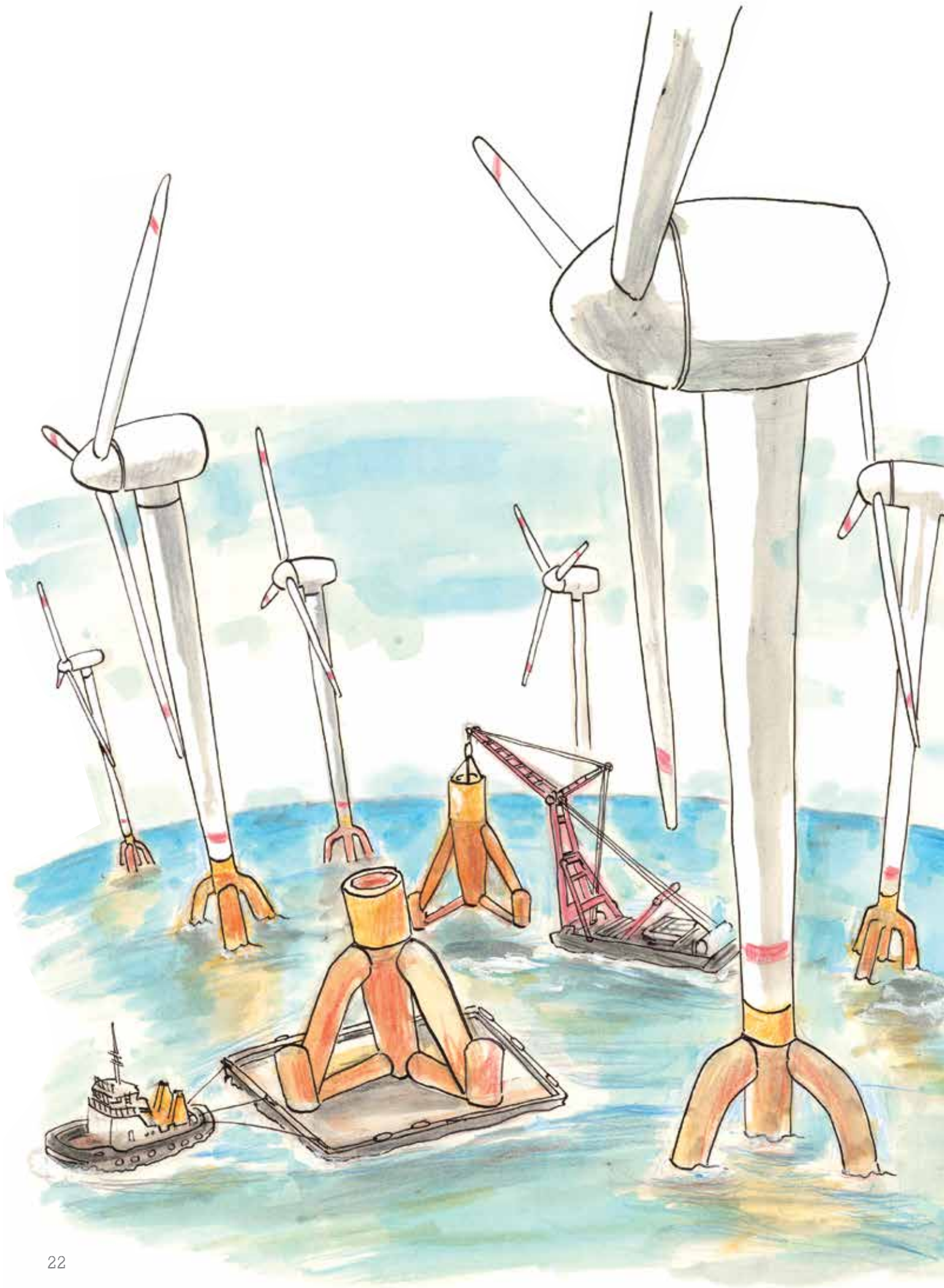


Kennst du einen Windpark in deiner Nähe? Wie viele Windräder stehen dort? Versuche herauszufinden, wie viel Strom hier produziert wird. Du kannst im Internet forschen oder bei deiner Gemeinde anrufen.

Windpark?



Hinter den Rotorblättern eines Windrades verwirbelt sich der Wind. Es gibt **Turbulenzen**. Direkt hinter einem Windrad weht der Wind also nicht mehr gleichmäßig genug, um ein zweites Windrad anzutreiben. Deshalb stehen Windkraftanlagen in einem Windpark nicht direkt neben- oder hintereinander. Zwischen ihnen bleibt immer ein Abstand.



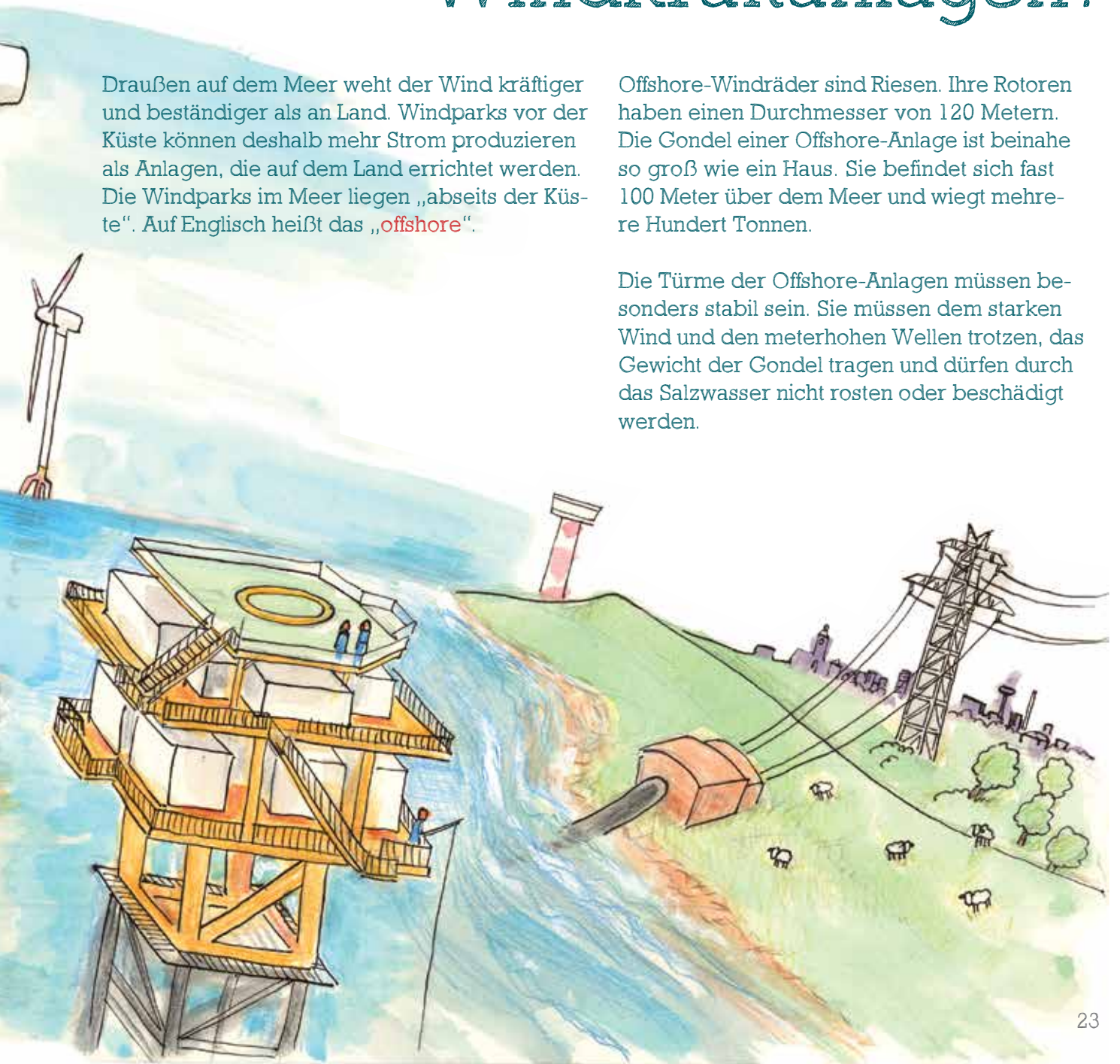
Was sind

Offshore- Windkraftanlagen?

Draußen auf dem Meer weht der Wind kräftiger und beständiger als an Land. Windparks vor der Küste können deshalb mehr Strom produzieren als Anlagen, die auf dem Land errichtet werden. Die Windparks im Meer liegen „abseits der Küste“. Auf Englisch heißt das „**offshore**“.

Offshore-Windräder sind Riesen. Ihre Rotoren haben einen Durchmesser von 120 Metern. Die Gondel einer Offshore-Anlage ist beinahe so groß wie ein Haus. Sie befindet sich fast 100 Meter über dem Meer und wiegt mehrere Hundert Tonnen.

Die Türme der Offshore-Anlagen müssen besonders stabil sein. Sie müssen dem starken Wind und den meterhohen Wellen trotzen, das Gewicht der Gondel tragen und dürfen durch das Salzwasser nicht rosten oder beschädigt werden.



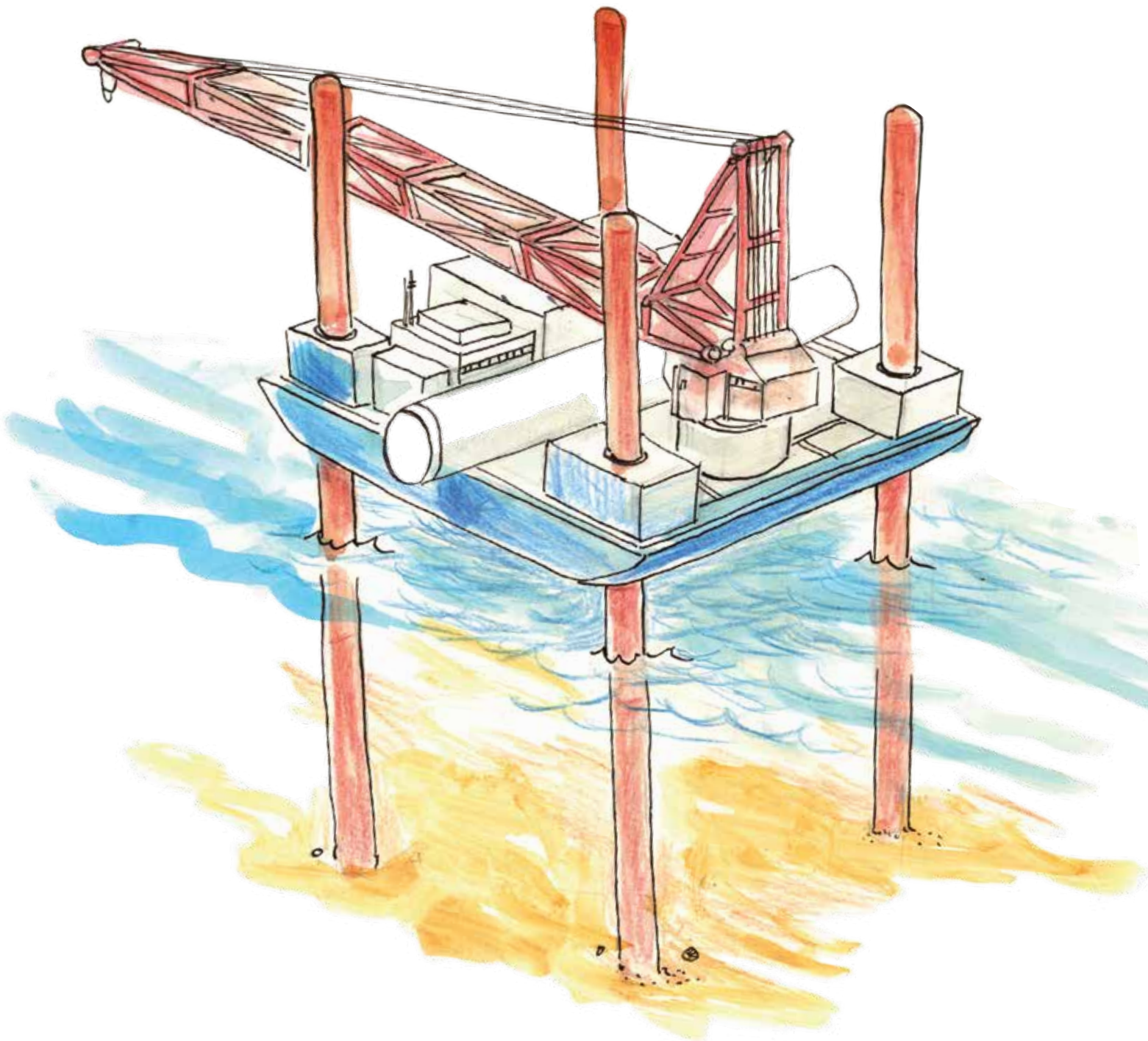
Was passiert noch auf dem

Die Windparks stehen weit draußen im Meer. Vom Festland aus sind sie kaum zu sehen. Das Wasser ist dort bis zu 50 Meter tief.

Die Fundamente im Meeresboden müssen für einen sicheren Stand sorgen, auch wenn es hohe Wellen gibt. Sie werden deshalb viele Meter tief in den Boden gerammt.

Auch die Windkraftanlagen auf dem Meer müssen regelmäßig überprüft werden. Die Techniker kommen per Schiff oder mit dem Hubschrauber auf das Meer hinaus.

Sie können auch eine Nacht in der Gondel schlafen, wenn zum Beispiel ein Sturm ihre Rückkehr verhindert.



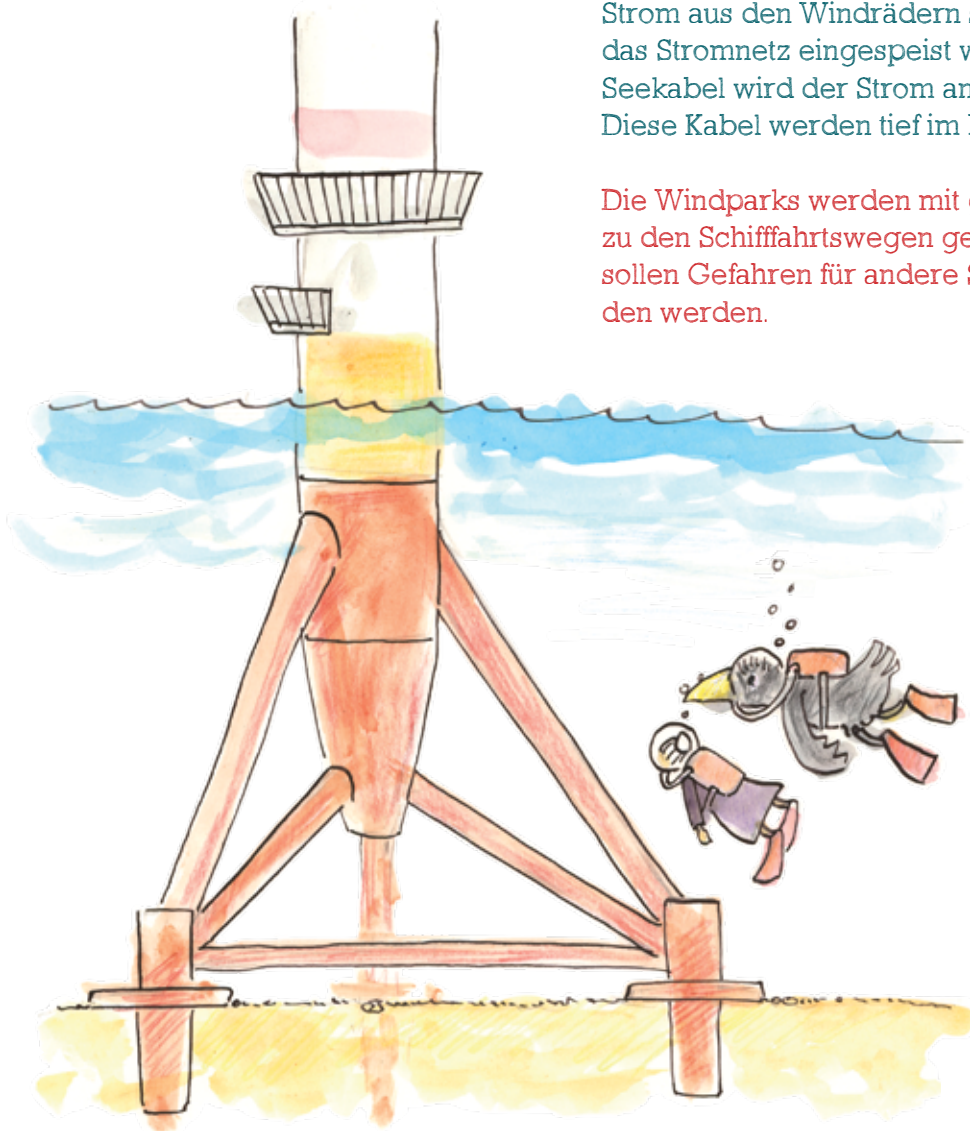
Meer?

Für große Windparks werden besondere Plattformen gebaut, auf denen die Techniker und Monteure wohnen und schlafen. Sie werden regelmäßig von einem Schiff versorgt, das Lebensmittel bringt und Abfälle mitnimmt. Mit einem kleinen Spezia Schiff fahren die Techniker hinüber zu den Windkraftanlagen.



Auf diesen Versorgungsplattformen befindet sich auch ein Transformator. Er wandelt den Strom aus den Windrädern so um, dass er in das Stromnetz eingespeist werden kann. Über Seekabel wird der Strom an die Küste geliefert. Diese Kabel werden tief im Meer verlegt.

Die Windparks werden mit großem Abstand zu den Schifffahrtswegen gebaut. Dadurch sollen Gefahren für andere Schiffe vermieden werden.



Was musst du noch

Seit wann gibt es Windkraftanlagen?

Windkraft wird von den Menschen schon seit Hunderten von Jahren benutzt. Zum Beispiel durch Windmühlen. Sie sind in Europa seit dem Mittelalter bekannt. Die Windkraft wurde zum Mahlen von Getreide, zum Pumpen von Wasser und als Antrieb in Sägewerken eingesetzt. Die ersten Versuche, mit Hilfe von Windrädern elektrische Energie zu erzeugen, gab es schon vor 150 Jahren. Aber es dauerte noch lange, bis Windkraftanlagen regelmäßig Strom produzieren konnten.

Schaden Windräder der Umwelt und den Tieren?

Von vielen Bauwerken wie hohen Schornsteinen oder großen Glasfassaden gehen Gefahren für Tiere aus. Immer, wenn Menschen etwas bauen, können Tiere gestört werden oder zu Schaden kommen. Die meisten Wildtiere gewöhnen sich schnell an Windkraftanlagen und kommen zurück, wenn die Baumaschinen abgefahren sind. Wissenschaftler untersuchen, wie Tiere auf Windkraftanlagen reagieren. Vögel verhalten sich in ihrer Nähe ganz unterschiedlich. Einige Vogelarten halten sich von ihnen fern, andere Vögel werden nicht gestört.

Das Wichtigste ist, dass die Lebensbedingungen der Tiere bei der Planung beachtet werden. Deshalb muss der Standort einer Windkraftanlage sorgfältig ausgewählt werden. In Natur- oder Vogelschutzgebieten dürfen überhaupt keine Windräder gebaut werden.

Warum blinken Windräder in der Nacht?

Türme, Schornsteine oder Hochhäuser können den Flugverkehr stören. Deshalb werden hohe Bauwerke weit sichtbar gekennzeichnet. Das gilt auch für Windkraftanlagen. Bei über 150 Metern Gesamthöhe werden die Rotorblätter durch zwei rote Streifen markiert. Außerdem müssen Windkraftanlagen durch Lichtsignale gekennzeichnet werden: Tagsüber werden Windkraftanlagen durch

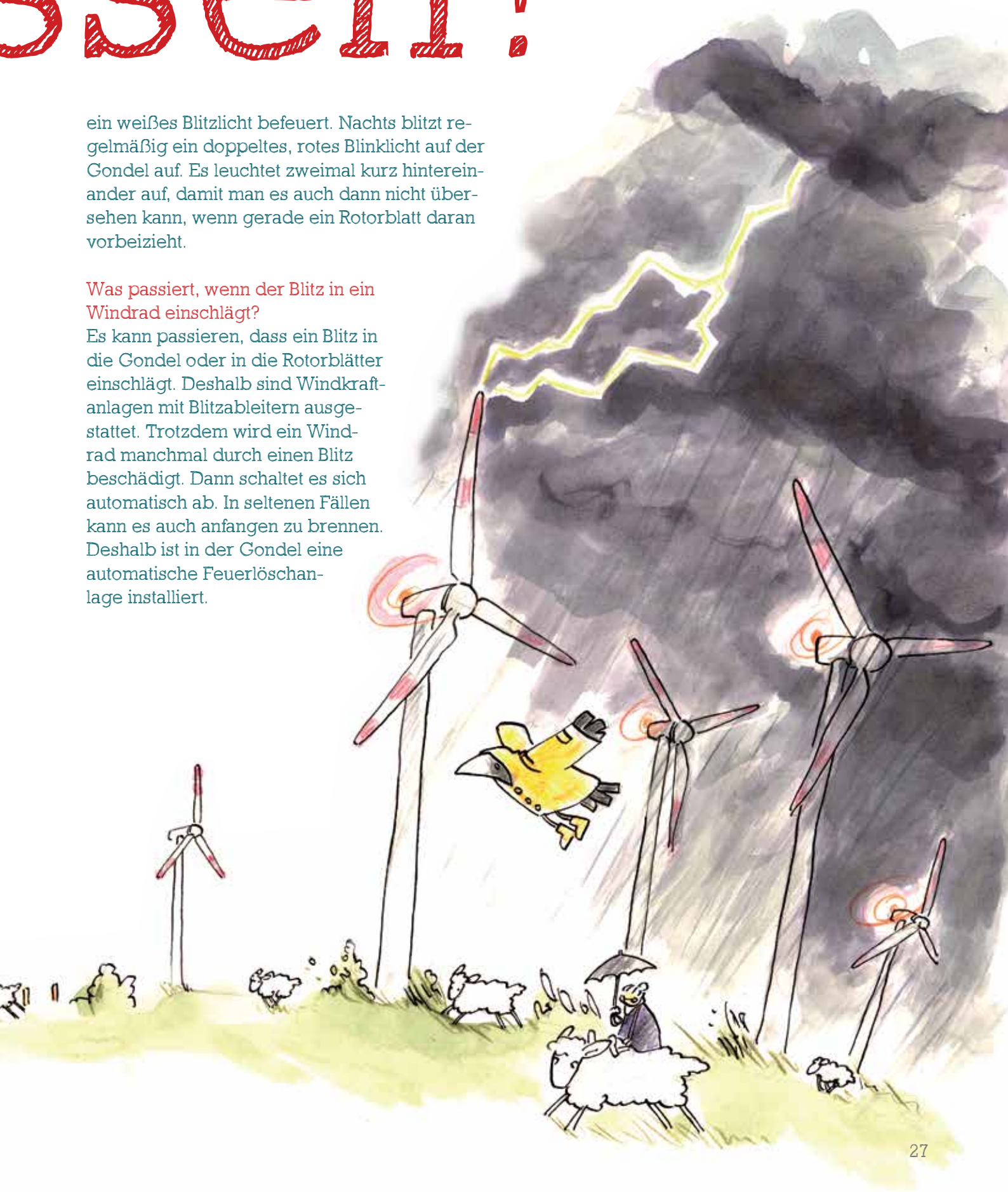


ssen?

ein weißes Blitzlicht befeuert. Nachts blitzt regelmäßig ein doppeltes, rotes Blinklicht auf der Gondel auf. Es leuchtet zweimal kurz hintereinander auf, damit man es auch dann nicht übersehen kann, wenn gerade ein Rotorblatt daran vorbeizieht.

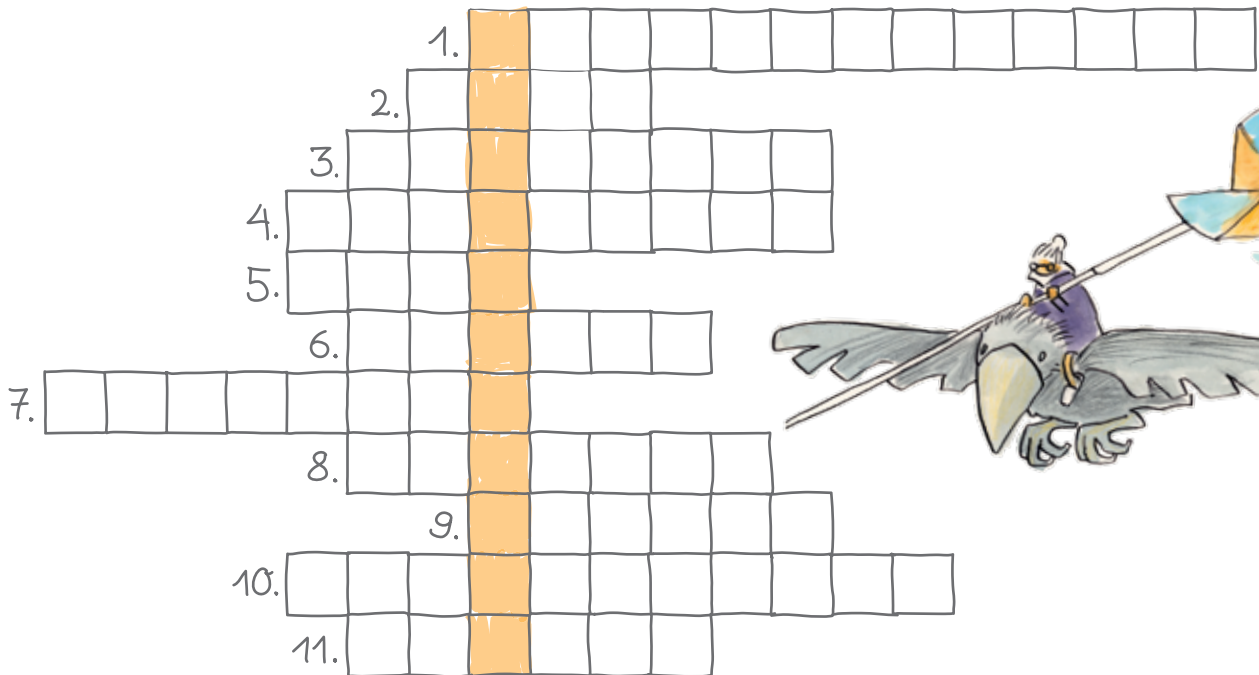
Was passiert, wenn der Blitz in ein Windrad einschlägt?

Es kann passieren, dass ein Blitz in die Gondel oder in die Rotorblätter einschlägt. Deshalb sind Windkraftanlagen mit Blitzableitern ausgestattet. Trotzdem wird ein Windrad manchmal durch einen Blitz beschädigt. Dann schaltet es sich automatisch ab. In seltenen Fällen kann es auch anfangen zu brennen. Deshalb ist in der Gondel eine automatische Feuerlöschanlage installiert.

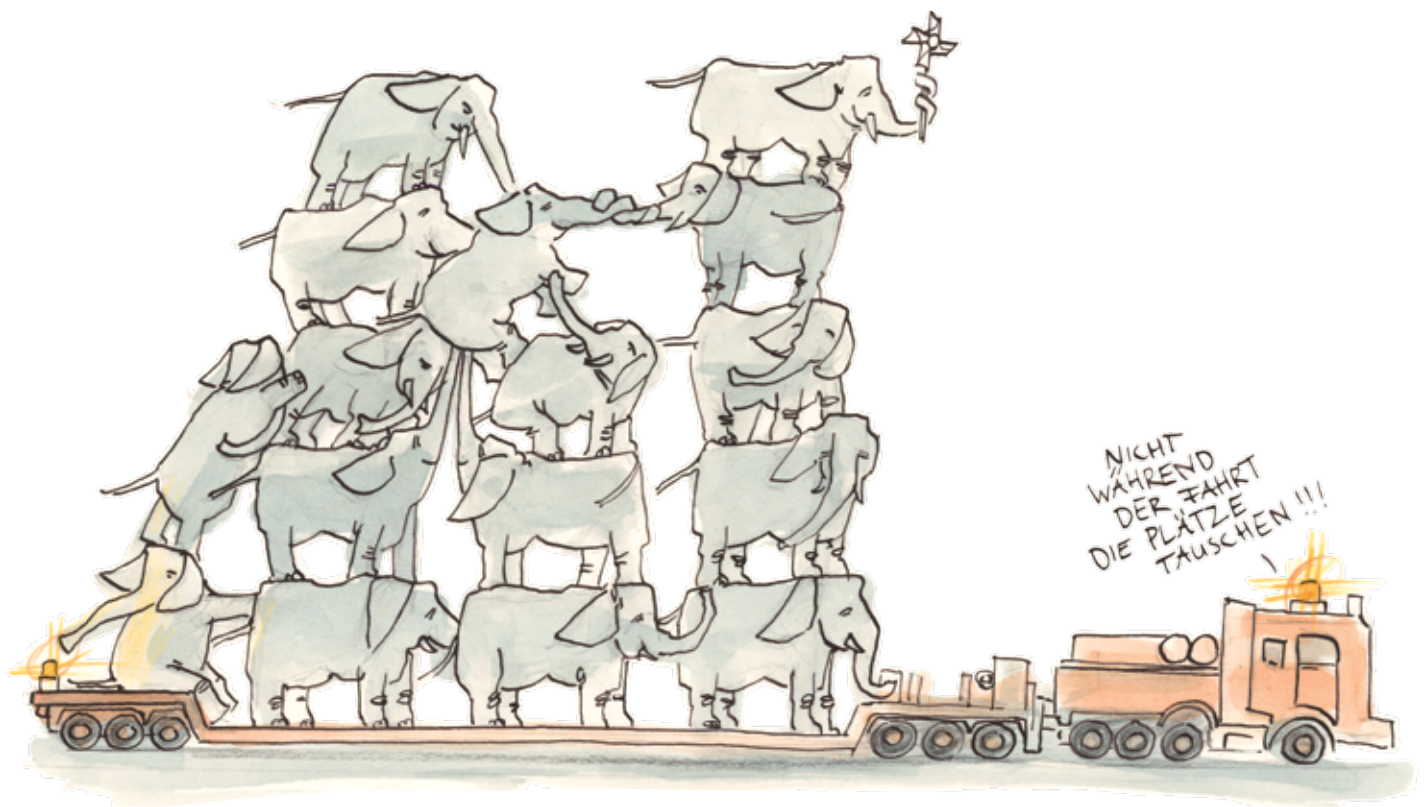


Rätsel

Prima! Du hast das ganze Buch durchgelesen und weißt jetzt viel über Windkraftanlagen. Bestimmt kannst du unser Spezialisten-Rätsel lösen! Wenn du die Fragen richtig beantwortest, ergibt die gelbe Spalte ein Lösungswort. Viel Spaß!



1. Misst am Windrad Windstärke und Windrichtung
2. Hält den Drachen in der Luft
3. Mehrere Windräder an einem Ort
4. Darauf steht die Windkraftanlage
5. Daran sind die Rotorblätter befestigt
6. Sorgt am Fahrrad für Beleuchtung
7. „Abseits der Küste“
8. Regelmäßige Überprüfung der Windkraftanlage
9. Maschinenhaus der Windkraftanlage
10. Darauf klettern die Techniker nach oben
11. Kann die Windkraftanlage stoppen



Windkraftanlagen

Vom Wind zum Strom

Wind hat viel Energie. Er hält einen Drachen in der Luft und treibt mühelos die Flügel einer Windmühle an. Windkraftanlagen wandeln die Energie des Windes in Strom um. Aber wie wird aus Wind Strom? Welche Teile gehören zu einer Windkraftanlage und wie wird sie gebaut? Und was bedeutet eigentlich „offshore“?

Die Veröffentlichung beantwortet zahlreiche Fragen rund um das Thema Windkraftanlagen.

Geeignet für das Grundschul-Lesealter

