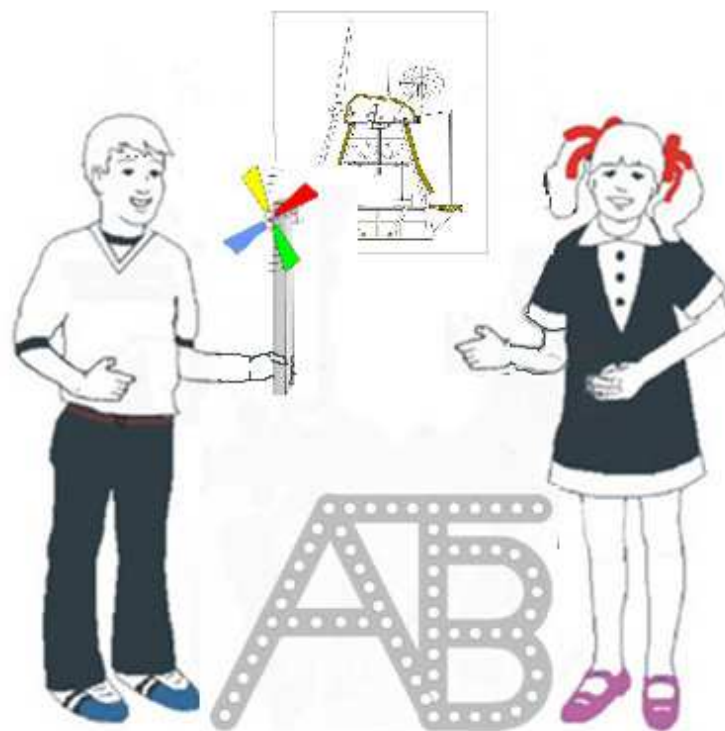


Windkraft nutzen

Problemhaft, kreativ und experimentell

in der

allgemeinen technischen Bildung



Dr. paed. Hartmut Seifert
Salzatal

Überarbeitet: Januar 2022



Windkraft nutzen

Inhalt:

1	Einführung	3
2	Mögliche Zielstellungen	3
2.1	Zielstellungen hinsichtlich der Wissensaneignung	3
2.2	Zielstellungen bezüglich der Fähigkeitsentwicklung.....	4
2.3	Zielstellungen hinsichtlich der Persönlichkeitseigenschaften	5
3	Inhaltliche und didaktisch-methodische Gestaltungsvorschläge	5
4	Inhaltliche Struktur des Unterrichtsablaufs.....	6
5	Unterrichtserfahrungen	8
6	Technologie, Werk- und Prüfzeuge sowie Materialbedarf.....	10
6.2	Aufbau des Windmühlenmodells:.....	12
6.3	Allgemeiner technologischer Ablauf.....	13
7	Fachübergreifende Ansätze - WIMS	14
7.1	Wie entsteht Wind, der z. B. die Windräder antreibt?	16
7.2	Wozu wurde und wird die Windkraft genutzt?	17
7.3	Aufbau eines Windkraftwerkes.....	18
7.4	Aufbau einer Windmühle.....	19
7.5	Schablonen für die Dachgestaltung	20
7.6	Experimente zur Drehrichtung eines Windrates.....	22
8	Lösungen	23
9	Literaturhinweise und Quellenverzeichnis.....	24

Windkraft nutzen

1 Einführung

In zunehmendem Maße werden die Probleme der begrenzten Energieressourcen, der oftmals noch umweltunfreundlichen Energieerzeugung und der ineffektiven Energienutzung für die Menschheit bewusster, begreifbarer und in unterschiedlicher Art und Weise persönlich spürbar. So wird im neuesten Report des Weltklimarates der Vereinten Nationen die zu erwartende Erwärmung in den nächsten 100 Jahren mit 1,4 °C bis 5,8 °C beziffert/vgl. STEAGER 2001/. Ursachen sind u. a. in der Nutzung fossiler Rohstoffe zur Erzeugung von Energie und die dabei entstehenden Emissionen zusehen. Als Lösungen für die zukünftige Energieversorgung werden die alternativen oder regenerativen Energiequellen, wie Solar- und Windenergie sowie die Ausnutzung der Energie des Wassers u. a., gesehen. Während die Nutzung des Wassers zur Energiebereitstellung in der BRD im Wesentlichen ausgeschöpft ist, der Solarenergienutzung in Deutschland Grenzen gesetzt sind, hat die Windenergie in diesem Rahmen, trotz der damit verbundenen optischen und auch akustischen Veränderungen der Umwelt, einen hohen Stellenwert.

Ausgehend von diesen notwendigen technischen Entwicklungen, die u. U. von den Schülern auch konkret vor Ort schon erlebt wurden/werden, sollten die Schüler an diese Problematik herangeführt und mit ausgewählten technischen Sachverhalten im technischen Werkunterricht des 4. Schuljahrgangs handlungs- und praxisorientiert vertraut gemacht werden.

2 Mögliche Zielstellungen

2.1 Zielstellungen hinsichtlich der Wissensaneignung

- Wind entsteht durch die unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche, hervorgerufen durch die unterschiedliche Sonneneinstrahlung.
- Die Ausnutzung der Windkraft erleichtert die Arbeit der Menschen.
- Bei Windmühlen nutzt(e) man die Kraft des Windes, um z. B. Getreide zu Mehl mahlen zu können.
- Die heutigen „Windmühlen“ werden als Windkraftwerke bezeichnet. Sie erzeugen mithilfe eines Generators elektrischen Strom.

Windkraft nutzen

- Der mittels eines Windkraftwerkes erzeugte elektrische Strom wird zu Hause mithilfe elektrischer Geräte in Licht (z. B. Glühlampe), in Wärme (z. B. elektrische Herdplatte) und in Magnetismus (z. B. für den Antrieb von Elektromotoren) umgewandelt.
- Zur Technik eines Windkraftwerkes oder/und einer Windmühle sollten die Schüler erfahren, dass
 - ⇒ die Flügel bzw. Rotorblätter als Antrieb dienen;
 - ⇒ Durch Verstellen der Rotorblätter die Drehrichtung und die Anzahl der Umdrehungen geändert werden können;
 - ⇒ eine Flügel- bzw. Rotorwelle die Drehbewegungen an das Getriebe weiterleitet;
 - ⇒ mittels der Getriebe die Anzahl der Umdrehungen (Drehzahl) für das Mahlwerk oder den Generator geändert werden;
 - ⇒ mittels der Mahlwerke Getreide zu Mehl gemahlen wird;
 - ⇒ der Generator elektrischen Strom erzeugt, und ähnlich wie ein (Fahrrad-) Dynamo funktioniert;
 - ⇒ über ein Mehrohr das Mehl in die bereitstehenden Säcke gefüllt und darin zu Bäckereien transportiert wird;
 - ⇒ über die Stromabnahme der erzeugte elektrische Strom an ein Umspannwerk und von dort in die Betriebe und Wohnanlagen geleitet wird;
 - ⇒ das Fundament und Gehäuse für die Stabilität eines Bauwerkes und damit auch für die Funktionstüchtigkeit und Sicherheit außerordentlich wichtig sind.

2.2 Zielstellungen bezüglich der Fähigkeitsentwicklung

- Das Lesen und Beschreiben grafischer Darstellungen zum Aufbau und zur Funktionsweise einer Windmühle bzw. eines Windkraftwerkes.
- Das sachgerechte Verwenden von Fachbegriffen in Wort und Schrift.
- Das richtige und arbeitsschutzgerechte Handhaben der Prüf- und Werkzeuge sowie der Hilfsmittel.
- Die Befähigung zum Konstruieren und Arbeiten nach Konstruktionsunterlagen am Beispiel der Flügel- bzw. der Rotorenkonstruktion sowie
- eigenständiges Prüfen der Zwischen- und Endergebnisse.
- Das Entwickeln kreativen Denkens und überlegten Tuns.
- Das Erkennen von Problemen, indem sie Funktionsweisen vergleichen und
- die Ursachen für die Differenziertheit herausfinden bzw. begründen können.

Windkraft nutzen

2.3 Zielstellungen hinsichtlich der Persönlichkeitseigenschaften

- verantwortungsbewusster Umgang mit Werk- und Prüfzeugen,
- Gewissenhaftigkeit beim Prüfen der erreichten Ergebnisse,
- zielgerichtetes Beobachten technischer Vorgänge, Funktionsabläufe und grafischer Unterlagen,
- Sorgfalt beim Erstellen der technischen Unterlagen und
- beim Anfertigen des Modells bzw. des Gebrauchsgegenstandes.

3 Inhaltliche und didaktisch-methodische Gestaltungsvorschläge

Die Realisierung dieses Vorhabens, einschließlich des individuell gestalteten Windrades mit einem Holzstab, kann in bis zu 4 Unterrichtsstunden realisiert werden.

Zur **Entwicklung technischer Kreativität** bieten sich den Schülern folgende inhaltliche Freiräume an, indem sie

- die Möglichkeit des individuellen Konstruierens und Herstellens der Flügel bzw. Rotorblätter erhalten, wobei sie individuell über Form und Größe entscheiden;
- ihre Entscheidungen über die Anzahl der Flügel- bzw. Rotorblätter treffen und
- die äußere, farbliche Gestaltung des Modells individuell vornehmen.

Das **Problemfinden und -lösen** ist nicht für den gesamten Unterrichtsablauf vorgesehen, sondern schwerpunktmäßig in der dritten Unterrichtssequenz eingeordnet. Der Grundstein für die Problementwicklung wird in der zweiten Unterrichtssequenz gelegt. Denn hier entscheiden sich die Schüler für ihre Mühlengestaltung und realisieren ihre Vorstellungen. Diese Realität ist die notwendige Grundlage für den sich anschließenden Problemlösungsprozess. So werden die Schüler beim Erproben ihrer Windmühlenmodelle beobachten, dass sich Windmühlenflügel recht unterschiedlich oder auch gar nicht drehen können, woraus sich die zu bearbeitende Problemstellung ableiten lässt. Die Lösung des Problems kann dann vorerst als erreicht betrachtet werden, wenn jeder Schüler die Fragestellung: „Warum dreht sich mein Windrad rechts und das Windrad von meinem Banknachbarn links herum?“ beantworten, erklären kann und jedes Mühlenmodell funktioniert.

Eine Rückkopplung darüber, ob die Schüler die Zusammenhänge zwischen Stellung der Windmühlenflügel/Rotorblätter und Drehrichtung verinnerlicht, wirklich erfasst haben, ist Hauptinhalt der vierten Sequenz. Hier sollen unter der Aufgabenstellung: „Herstellung eines rechtsdrehenden oder linksdrehenden - das kann jeder Schüler vorher für sich selbst entscheiden - Windrades für den persönlichen Gebrauch“, die gewonnen Erkenntnisse und Erfahrungen angewandt und vertieft werden.

Windkraft nutzen

4 Inhaltliche Struktur des Unterrichtsablaufs

Ein- oder Hinführungsvorschlag:
„Aus WIND wird elektrischer Strom“

1. Sequenz

Weitere Vorschläge für Einstiegsthemen:

- Warum drehen sich (so viele, immer mehr, zwei ...) Windräder nahe (unserer Gemeinde, der Straße, am Berg ...)?
- Woher kommt der elektrische Strom?
- Wozu werden immer mehr Windräder gebaut, aber keine Windmühlen? oder
- Wir bauen einen Windpark (nach)!

Inhaltliche Schwerpunkte/Medienvorschläge:

Entstehung des Windes

Nutzen des Worträtsels ([Arbeitsblatt 1](#), s.S 16) als Ausgangspunkt;

Nutzung des Windes bzw. der Windenergie gestern und heute

Als Basis kann das Arbeitsblatt 2 (s. S. 17) eingesetzt werden, welches beliebig erweitert werden kann;

Aufbau und Funktionsweise von Windkrafträdern und Mühlen

Verwendung von Arbeitsblatt 3 (s.S. 18) und/oder 4 (s.S. 19) oder Erkundung einer Mühle, eines Windkraftwerkes vor Ort, und hierbei die Arbeitsblätter ergänzen.



Thema des Unterrichts:
**Jeder konstruiert und baut (s)eine Windmühle,
(s)ein Windkraftrad**

2. Sequenz

Inhaltliche Schwerpunkte/Medienvorschläge:

Werkstoffe und Materialien für das Vorhaben

Materialpool, bestehend aus: verschiedenen Papprollen, Wellpappe, Rundstäben aus Holz, Korken;

Fertigung des Mühlenhauses bzw. des Gehäuses

Technologischen Ablauf erstellen, Anreißen, Schneiden, Lochen und Kleben der Teile;

Konstruktion der Flügel bzw. der Rotoren

Skizzieren der Vorstellungen hinsichtlich der Flügelform und -größe bzw. Größe und Form der Rotorblätter, Individuelles Festlegen der Anzahl der Flügel bzw. Rotoren, Schablonen für die Flügel und Rotoren herstellen;

Fertigstellung der Windmühle / des Windkraftwerkes

Herstellen der Einzelteile und Baugruppen, Anreißen, Schneiden, Bohren und Kleben der Teile; Prüfen der Zwischenergebnisse, Zusammenbau der gewählten Mühlenform bzw. des Windkraftwerkes;

Erste Funktionsprobe

Windkraft nutzen



Thema des Unterrichts:

Warum drehen sich unsere Windräder/Rotoren so verschieden?

3. Sequenz

Inhaltliche Schwerpunkte/Medienvorschläge:

Erprobung und Auswertung der Funktion

Beobachtung der Drehbewegungen an den Windmühlen/Windkraftwerken, Sortieren, Auswählen nach rechts- und linksdrehenden sowie nicht funktionierenden Windrädern;

Fragestellungen zur Ursache der unterschiedlichen Ergebnisse: „Weshalb drehen sich die Windräder unterschiedlich?“

Vergleichen der Windräder, Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Funktion feststellen;

Problemfindung - Problemlösung

Begründungen für die unterschiedlichen Funktionsweisen finden, Erkenntnisse zum Aufbau und zur Funktionsweise im/mittels Arbeitsblatt 6 erfassen;

Ergebnisdarstellung

Zusammenfassung der Erkenntnisse über die Bedeutung der Flügelstellung für die Drehrichtung des Rotors bzw. Flügelrades, Vergleichen und Prüfen anhand der Schülermodelle oder in der Praxis.



Thema des Unterrichts:

Wir bauen und gestalten ein rechtsdrehendes oder linksdrehendes Windrad!

4. Sequenz

Inhaltliche Schwerpunkte/Medienvorschläge:

Materialzusammenstellung

Vierkantholzstab (ca. 10x10x400), Wellpappe, Rundstäben aus Holz, Korken;

Konstruktion und Fertigung der Einzelteile

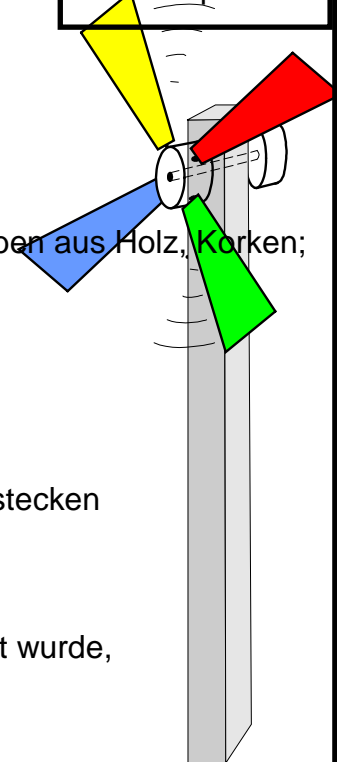
Flügelformen entwickeln und fertigen, im Vierkantholzstab Bohrung anreißen und bohren;

Zusammenbau

Flügelstellung für Linkslauf oder Rechtslauf bestimmen, Flügel montieren und kleben, Flügelwelle durch die Bohrung des Vierkantholzstabes stecken und gegen Verschieben sichern;

Erproben und Gestalten

Prüfen, ob angestrebte Drehrichtung erreicht wurde, Begründen, warum und warum das Ergebnis nicht erfüllt wurde, farbliches Gestalten der Flügel etc.



Windkraft nutzen

5 Unterrichtserfahrungen

Die Einführung mit der ersten Unterrichtssequenz erfolgt in der Regel sehr differenziert, hängt u. a. von den vorhandenen Bedingungen vor Ort ab. Ideal ist es natürlich, wenn in der Nähe schon Windkrafträder in Betrieb sind, auf die dann konkret Bezug genommen werden kann. Aber auch Urlaubserlebnisse, Klassenfahrten u. a. m. können als Anknüpfungspunkt genutzt werden.

Als weitere Anregungen für einen möglichen Einstieg könnten aus fächerübergreifender Sicht das Arbeitsblatt 1: „Wie entsteht Wind, der z. B. die Windräder antreibt?“, herangezogen werden oder ein historischer Vergleich mittels Arbeitsblatt 2: „Wozu wurde und wird die Windkraft genutzt?“ dienen. Im Mittelpunkt dieser Sequenz sollte das Vertrautmachen der Schüler mit Energiefragen stehen, vielleicht auch schon unter der Sicht, dass man zum sparsamen Umgang mit Energie anregt.

Das Kennenlernen der Funktionsweise und des prinzipiellen Aufbaus einer Windmühle bzw. eines Windkraftwerkes ist ein weiterer Schwerpunkt. Wichtig ist, dass die Baugruppen beider Windkraftanlagen miteinander, unter Verwendung der Arbeitsblätter 3 und 4 verglichen werden. Dabei sollen die Schüler Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Aufbau und der Funktionsweise erläutern und benennen können.

In der zweiten Sequenz steht der Schülerauftrag zum Konstruieren und Bauen eines Windmühlen- oder Windkraftwerkmodells im Mittelpunkt. Dazu werden die entsprechenden Materialien und Werkstoffe, wie Kork, Wellpappe, Rundholzstäbe, Pappe oder Papier sowie unterschiedliche Papprollen s. a. Tabelle S. 12, bereitgestellt. Die Hinweise und Erläuterungen zum technologischen Ablauf sollten vorerst bis zum Arbeitsgang 3 „Zusammenbau der Flügel bzw. Rotorblätter (5) mit der Flügelhalterung (4) durch Kleben ...“ eingeschränkt werden, um den Konstruktions- und Entwicklungsprozess der Schüler möglichst wenig zu beeinflussen. In diesem kreativen und selbsttätigen Prozess des Lernens und Tuns der Schüler darf der Lehrer (fast) keine konkreten oder empfehlenden Hinweise geben, was z. B. die Flügelformen und -größen, die Anordnung/Stellung der Flügel- bzw. Rotorblätter und auch die Anzahl der Flügel- bzw. Rotorblätter betrifft! Denn, ein Lehrereingriff in Form von aufbereiteten Lösungsvorschlägen würde erfahrungsgemäß bewirken, dass sich dann die Mehrzahl der Schüler (aber auch Lehrer im Rahmen von Lehrerfortbildungsveranstaltungen) am vorgezeigten Beispiel/en ausrichten. Das bedeutet, dass Kreativitätseinbusen hingenommen werden müssten und das Vertrauen in das eigene Können der Schüler

Windkraft nutzen

nur eingeschränkt weiterentwickelt wird. Ein Ausnahmefall tritt lediglich dann ein, wenn bei einer Schülerin oder einem Schüler nach einer längeren Überlegungsphase keine Lösungsideen erkennbar sind.

Die Nichteinmischung des Lehrers bereitet in dieser Phase oftmals Probleme. Es fällt allgemein schwer sich zurückzuhalten, weil eben die Vorstellungen und natürlich auch Erfahrungen des Lehrenden verschieden von denen der Schüler sind. Doch diese (Lehrer-)Phase sollte durchgestanden werden. Bedenken, dass dann kein Modell funktioniert, brauch es nicht zu geben. Es werden immer funktionsfähige Windmühlen konstruiert und gebaut werden, zumal sich die Schüler gegenseitig orientieren.

Wenn die Schüler die entsprechenden kreativen Freiräume erhalten, dann lernen sie eine grundlegende Herangehensweise im technischen Entwicklungsprozess kennen: erst geistig und danach geistig-praktisch tätig sein; erst Denken, dann Tun. Solche konkreten Tätigkeiten und Handlungen sind z. B.:

- sich über die bereitstehenden Materialien und deren mögliche Verwendung für die Lösung der Aufgabe zu informieren,
- ihre gedanklichen Vorstellungen für ihre Windmühle aufs Papier zu bringen, somit konstruktiv tätig zu werden,
- die Form (gleiche Form aller Flügel bzw. Rotorblätter an einer Windmühle) sowie
- die Größe (gleiche Größe der Flügel bzw. Rotorblätter) und
- die Anzahl der Flügel (1 bis 6 Flügel/Rotoren sind möglich) selbst zu bestimmen und nicht zuletzt
- die Konsequenzen für die getroffenen Entscheidungen eigenverantwortlich zu tragen und eine funktionierende Windmühle herzustellen.

Erst wenn alle ihre Flügel/Rotoren konstruiert haben, sollte mit den Erläuterungen zur Fertigung, Arbeitsgang 4, fortgefahren werden.

Aus den Funktionsprüfungen in der dritten Sequenz lassen sich nun folgende Fragen für die Problemstellungen ableiten:

- Warum drehen sich einige Windräder/dreht sich mein Windrad rechts herum?
- Warum drehen sich einige Windräder/dreht sich mein Windrad links herum?
- Weshalb drehen sich einige Windräder so schön schnell und
- andere oder meins so langsam?
- Weswegen drehen sich einige/meins überhaupt nicht?

Erfahrungsgemäß bewirkt das individuelle Ergebnis der Funktionsfähigkeit Freude. Auf der anderen Seite setzt das Grübeln, Nachdenken und Ärger bei eingeschränkter oder

Windkraft nutzen

keiner Funktionsfähigkeit ein. Diese anschaulichen und motivierenden Widersprüche sind Ausgangspunkt für die Problemdiskussionen. Die Folge sollte sein, dass die Schüler die funktionierenden und die nicht funktionsfähigen Modelle analysieren, vergleichen, um einerseits Erkenntnisse über die Zusammenhänge von Flügelstellung und Drehrichtung zu gewinnen, andererseits Schlussfolgerungen für das Verändern des Windmühlen- oder Windkraftwerkmodells abzuleiten und Veränderungen vornehmen zu können. Da i. d. R. die Mängel in der Funktionstüchtigkeit nicht hauptsächlich fertigungstechnische Ursachen haben, sondern überwiegend in einer nicht korrekten Montage der Flügelstellungen begründet ist, empfiehlt sich die Verwendung des Arbeitsblattes 6 auf S.22.

Ausgehend von den im Arbeitsblatt 6 fixierten Erkenntnissen: „Wenn die Flügel so eingestellt sind, dann dreht sich das Windrad „ sollen diese im Rahmen der vierten Sequenz bewusst für die Funktionsweise eines Gebrauchsgegenstandes angewandt werden. Das bedeutet, jeder Schüler stellt sich seine eigene Zielstellung, was die Drehrichtung seines Windrades mit Stab betrifft. Anzahl und Form der Flügel können wieder eigenständig entworfen und später farblich gestaltet werden.

Die Technologie hat sich gegenüber des Mühlenmodells nur insofern geändert, dass die Wellenlagerung nun in einem Holzstab erfolgt und dementsprechend die Bohrung mit einem Holzspiralbohrer eingebracht werden muss. Einen abschließenden Erkenntnisgewinn kann man sicherlich dann resümieren, wenn fasst alle Schüler ihre selbst vorgegebene Drehrichtung am Windrad verwirklicht haben oder erklärt werden kann, warum die Drehrichtung nicht wie beabsichtigt realisiert wurde.

6 Technologie, Werk- und Prüfzeuge sowie Materialbedarf

Für die Realisierung werden folgende Werk- und Prüfzeuge sowie Hilfsmittel benötigt:

Werk- und Prüfzeuge, Hilfsmittel	Verwendung	Werk- und Prüfzeuge, Hilfsmittel	Verwendung
Stahlmaßstab	Zum Messen und Anreißen.	Fein- oder Pucksäge	Zum Halbieren von Korken.
Bleistift	Zum Konstruieren und Anreißen der Flügel, des Daches usw.	Nagelbohrer	Zum (Vor-) Bohren der aus Kork bestehenden Halterungen.
Cutter	Für das Schneiden von Wellpappe.	Lochzange	Zum Lochen der Wellenlagerungen
Feste Unterlage für die Cutterarbeit	Für den Schutz der Arbeitsfläche.	Papier- oder Holzkleber	Zum Herstellen nichtlösbarer Verbindungen.

Windkraft nutzen

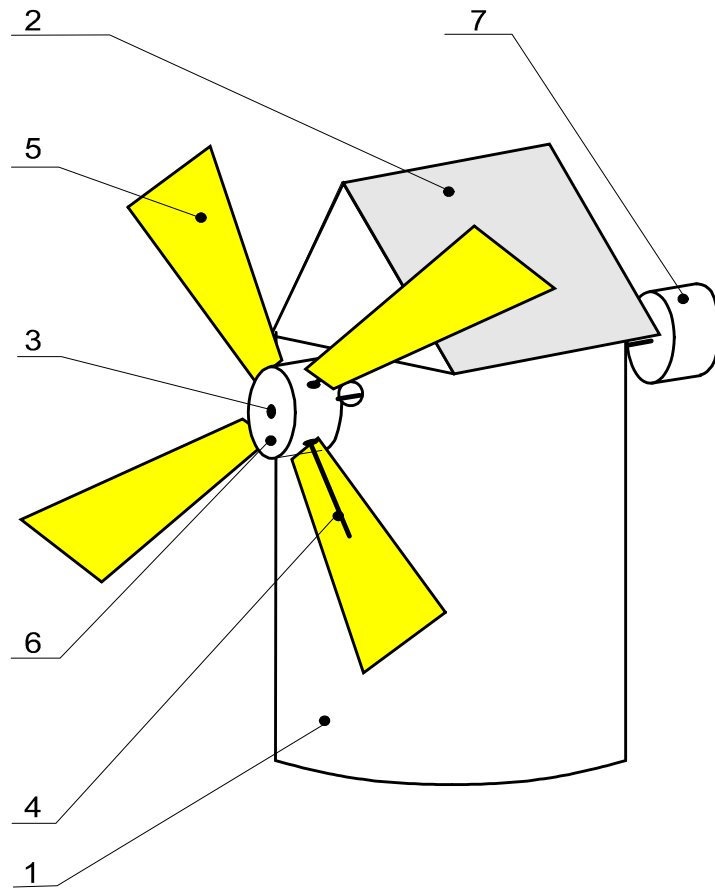
Papierschere	Zum Ausschneiden des Daches.	Gestaltungsmittel	Z. B. Plakat- oder Aquarellfarben zum farblichen Gestalten des Gehäuses, der Flügel bzw. Rotorblätter.
Knete	Falls nur ein Flügel verwendet wurde, muss auf der Gegenseite etwas Knete als Gleichgewicht angebracht werden.	Tischlüfter	Zum Erzeugen von „Wind“ in geschlossenen Räumen.

Windkraft nutzen

Vorname Name:

Datum:

Windmühlenmodell



Stückliste und Materialbedarf:

1	Halterung hinten	7	Kork ¹	Ø20xca.15
1	Halterung vorn	6	Kork	Ø20xca.15
1-6	Flügel/Rotorblatt	5	Wellpappe	max. 20x 60
1-6	Flügelhalterung	4	Rundholzstab ²	Ø2x30
1	Welle	3	Rundholzstab	Ø2xca.70
1	Dach ³	2	Pappe oder Papier	max. 145x125
1	Gehäuse	1	Papprolle ⁴	Ø50x130
Stück	Benennung	Teil	Werkstoff	Maße⁵

¹ Alte Flaschenverschlüsse

² Schaschlikstäbe kürzen.

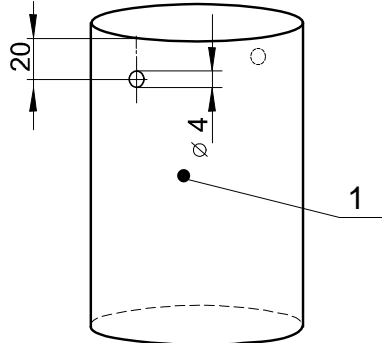
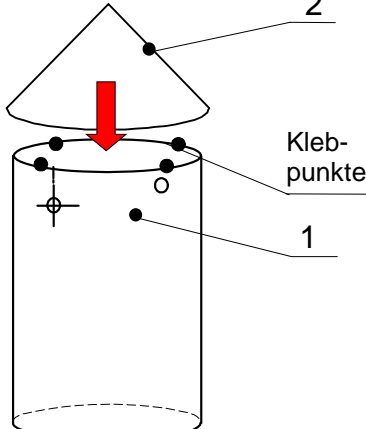
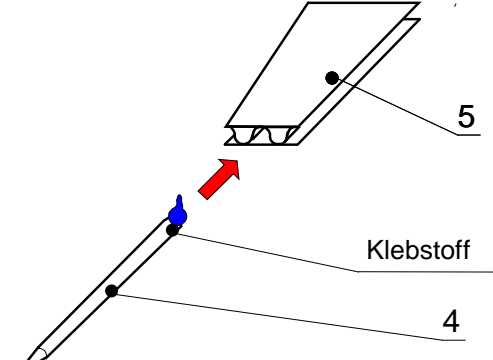
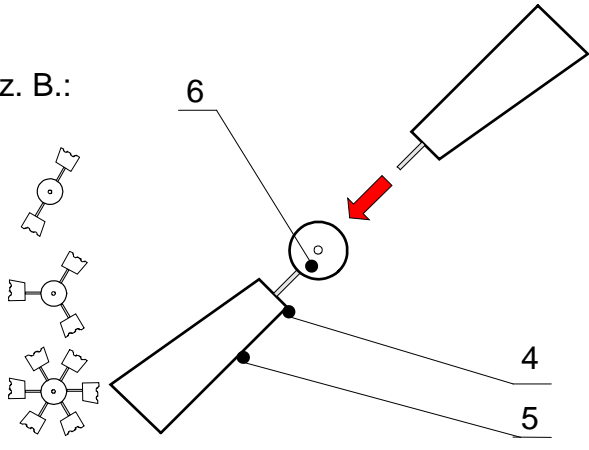
³ Die Form richtet sich nach ausgewählter Schablone.

⁴ Papprolle von Alufolie (Windkraftwerk) oder von einer Toilettenpapierrolle (Windmühle)

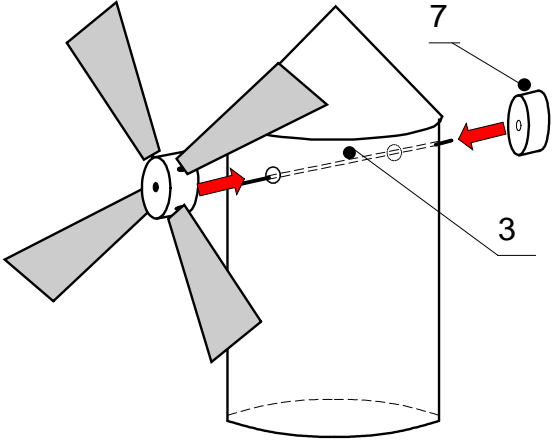
⁵ Alle Maße in "mm"

Windkraft nutzen

6.3 Allgemeiner technologischer Ablauf

Lfd. Nr.	Tätigkeiten, Arbeitsmittel	Hinweise
1	<p>In das Gehäuse (1) wird die Wellenlagerung laut Maßangabe angerissen und anschließend gelocht.</p> <p><i>Werk- und Prüfzeuge:</i> Stahlmaßstab, Bleistift, Lochzange</p>	
2	<p>Dachform (2) auswählen und herstellen. Anschließend mit dem Gehäuse (1) verkleben.</p> <p><i>Werkzeuge und Hilfsmittel:</i> Für die Dachherstellung: Schablonen, Bleistift, Schere; Für den Zusammenbau: Klebstoff, Pinsel oder Stab zum Aufbringen des Klebstoffes, feuchter Lappen zum Säubern</p>	
3	<p>Die individuell konstruierten und gefertigten Flügel bzw. Rotorblätter (5) mit der Flügelhalterung (4) durch Kleben verbinden. Die Flügelhalterung nur ca. 10 mm herauschauen lassen!</p> <p><i>Hilfsmittel:</i> Klebstoff, Pinsel oder Stab zum Aufbringen des Klebstoffes, feuchter Lappen zum Säubern</p>	
4	<p>Je nach Anzahl der gewählten Flügel/Rotorblätter sind die Einsteckpunkte an der Halterung vorn (6) anzureißen und vorzubohren. Nachdem auf die Flügelhalterung (4) etwas Klebstoff aufgebracht wurde, wird diese in die vorgebohrten Löcher der Halterung (6) gesteckt.</p> <p><i>Werk- und Prüfzeug, Hilfsmittel:</i> Stahlmaßstab, Bleistift, Nagelbohrer, Klebstoff, Pinsel oder Stab, Lappen</p>	<p>z. B.:</p> 

Windkraft nutzen

5	<p>Anschließend ist die Halterung vorn (6) mittig mit der Welle (3) zu verbinden und danach im Grundkörper zu lagern. Danach ist das Wellenende mit der Halterung hinten (7) durch Kleben und Einstecken zu verbinden.</p> <p><i>Werk- und Prüfzeug, Hilfsmittel:</i> Nagelbohrer, Holzklebstoff, Pinsel oder Stab, Lappen</p>	
6	<p>Erste Funktionsprobe -Pusteprobe - durchführen!</p>	

7 Fachübergreifende Ansätze - WIMS

Sachunterricht:

Über die Entstehung und Arten des Windes:

Infolge unterschiedlicher Erwärmung der Erdoberfläche durch die Sonneneinstrahlung entstehen Temperatur- und Druckunterschiede. Diese verursachen ständig Luftströmungen, die in ihrer Stärke und Richtung oftmals rasch wechseln.

Analoge Beispiele: Warmluftspirale, Weihnachtspyramide.

Windströmungen zu Lande bzw. am/im Wasser.

Die Windmessung in einer Wetterstation

Bestimmen von Windrichtungen und Windstärken in einer (eigenen) Wetterstation zu unterschiedlichen Tageszeiten und innerhalb einer Woche

Mit einer Windfahne und Windrose kann die Windrichtung bestimmt werden, z. B. Windfahnen auf Kirchturmspitzen oder öffentlichen Gebäuden.

Schalenkreuze werden zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit verwendet. Der Nachbau eines Schalenkreuzes kann z. B. mit Hilfe von Eierbehältern realisiert werden.

Deutschunterricht:

Eine Möglichkeit diese umfassende Problematik in einem weiteren Fach, hier Deutsch, anzusprechen, bestehen im

- **Suchen und Interpretieren von Sprichwörtern/Redensarten**, evtl. auch ergänzt durch Schülergrafiken oder zeichnerische Darstellungen, die den Inhalten Ausdruck verleihen sollen usw.

Windkraft nutzen

Beispiele:

"Wind von etwas bekommen"

"Wind machen"

Wer allzeit auf den Wind will sehen, der
wird nicht säen und nicht mähen"

"Wer auf Träume hält, der greift nach dem
Schatten und will den Wind haschen"

"Wer Wind säet, wird Sturm ernten"

"Wie der Wind"

"Gegen Windmühlen kämpfen"

"Wissen, woher der Wind weht"/vgl.
MACKENSEN u. a./

etwas (rechtzeitig) bemerken

viel von etwas hermachen

zuviel Vorsorge hindert

nach einem biblischen Prophetenwort

sehr schnell

unnütze (oder aussichtslose) Kämpfe
führen (Erinnerung an Don Quichote, vom
Dichter Cervantes ,1547-1616).⁶

die Zusammenhänge durchschauen

Bemerkungen:

⁶) Mackensen, L.: Großes Handbuch der Zitate und Redensarten. Buch und Zeitverlag, S. 312 ff.

Windkraft nutzen

Vorname Name:

Datum:

Wie entsteht Wind?

LÖSUNGSWEG: Ergänze die folgenden Sätze in den zwei Rätseln! Schreibe dann die in den fett umrandeten Feldern gefundenen zwei Begriffe in die unten stehenden Sätze ein.

Der		A									ist das Ergebnis des Anreißens auf dem Werkstoff.
Eine	S										verwendet man zum Anreißen der Form.
Durch			S								werden Werkstoffe getrennt.
Mit		K									verbindet man Teile fest und dauerhaft.
Beim		M									baut man zusammengehörende Bauteile zusammen.
Die			T								ist ein Nadelholz. Sie ist besonders zu Weihnachten gefragt.
Das			W								ist nicht nur zum Waschen da!
Der	H										muss stets fest mit dem Hammerkopf verbunden sein!
Mit der			S								trennt man Papier und Textilien.
Der			D								ist der Stromerzeuger am Fahrrad.
Das			L								wird eingeschaltet, wenn die Sonne nicht mehr scheint.
Aus				H							wurden viele ältere Windmühlen gebaut.
Im		S									werden Werkstücke fest eingespannt.
Die				L							ist ein Laubholzbaum. Die Blüten werden auch für Tee verwendet.
Mit einer	L										werden Löcher in Pappe oder Leder gelocht.

Die										E	braucht man für das Bearbeiten der Werkstücke.
Den										T	nutzt man zum Anreißen des Anrisses.
Einen										L	braucht man zum farblichen Gestalten.
Die										E	ist groß, wenn das Modell funktioniert und alles geschafft ist.

Durch die wird die Erdoberfläche unterschiedlich erwärmt. Dadurch entstehen Luftströmungen.

Wir sagen der weht.

Windkraft nutzen

Vorname Name:

Datum:

Wozu wurde und wird die Windkraft genutzt?

Verfolge die Windströmungen und finde dadurch die richtigen Sätze!

The maze puzzle contains the following text boxes:

- START** (top left, next to a windmill illustration)
- START** (top right, next to a wind turbine illustration)
- ZIEL** (bottom left, next to a box containing a lightbulb)
- ZIEL** (bottom center, next to a loaf of bread)

Text boxes within the maze:

- In einer Windmühle
- Mit einem Windkraftwerk
- wird
- zu Mehl
- elektrischer
- gemahlen,
- wurde Getreide
- Strom
- Brötchen
- verwendet
- erzeugt,
- mit dem
- von Brot,
- welches z. B.
- zur Herstellung
- In Betrieb
- wird.
- Elektrogeräte
- und Kuchen
- genommen
- werden.

In einer Windmühle

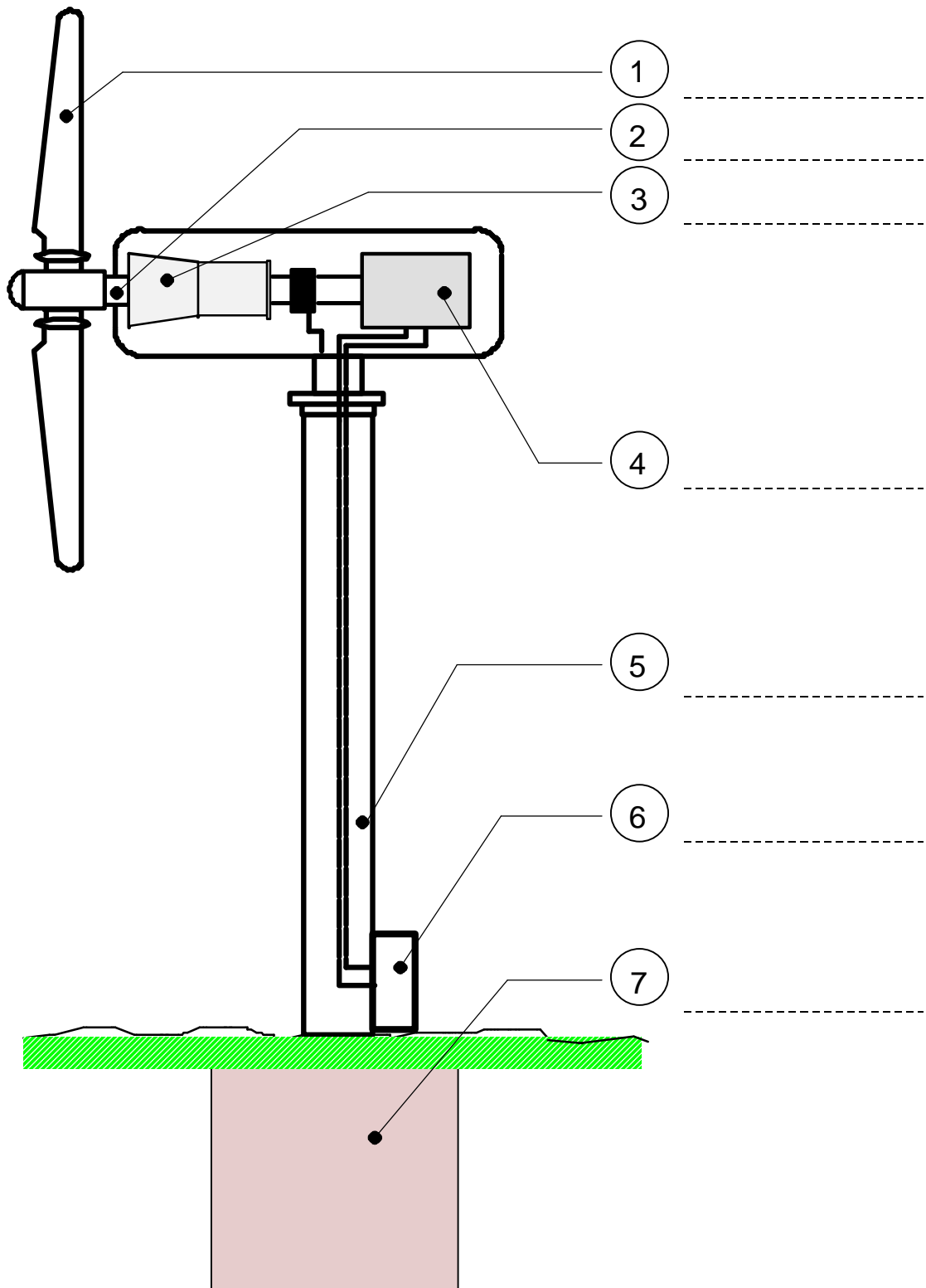
Mit einem Windkraftwerk

Windkraft nutzen

Vorname Name:

Datum:

Aufbau eines Windkraftwerkes



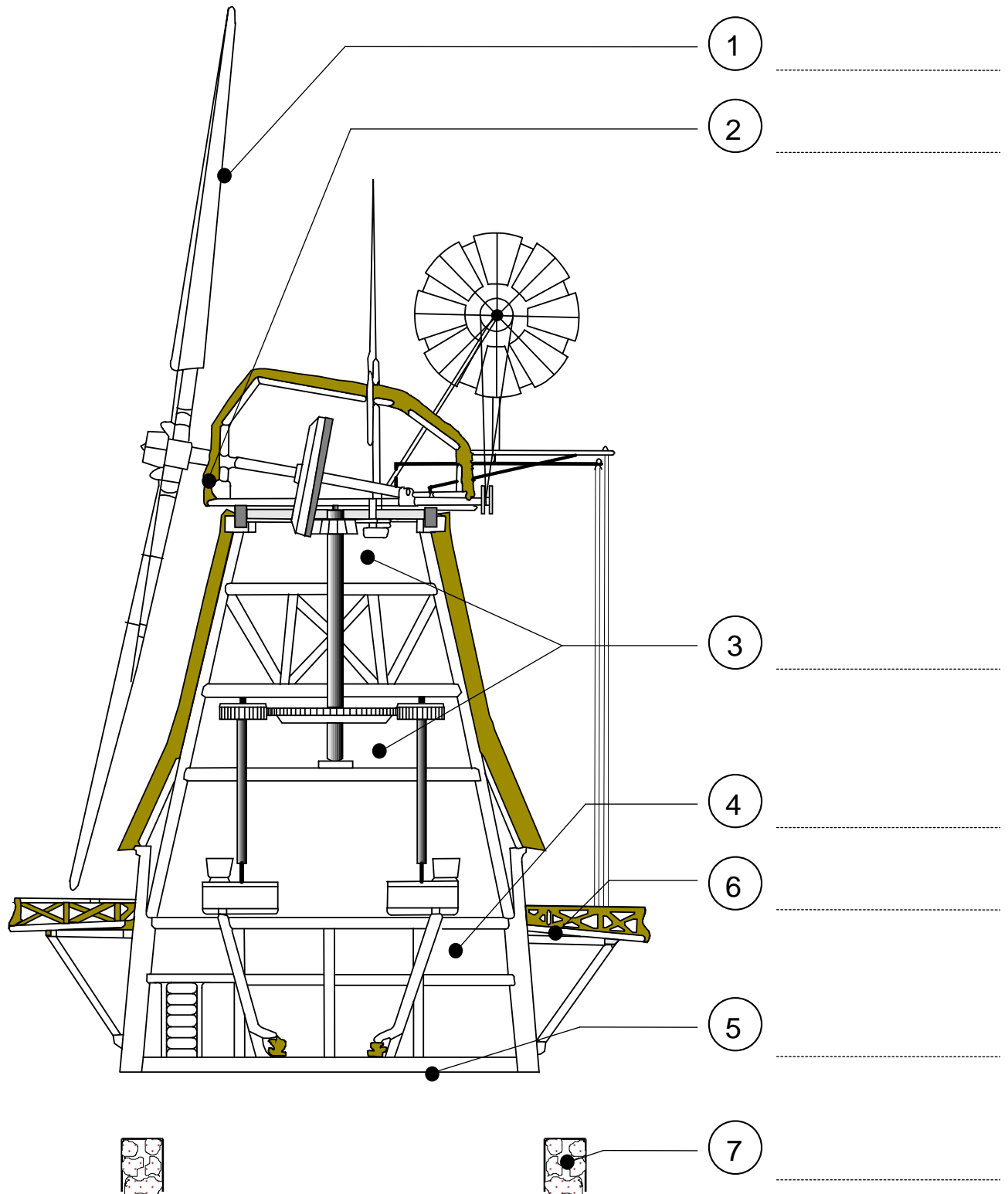
Aufgabe: Ordne die nachfolgend aufgeschriebenen Bauteile und Baugruppen dem Windkraftwerk zu!
Flügel, Flügelwelle, Fundament, Gehäuse, Generator (Dynamo), Getriebe, Mahlwerk, Mehlrohr, Mahlwerk, Mühlenhaus, Rotorblatt, Rotorwelle, Stromabnahme.

Windkraft nutzen

Vorname Name: _____

Datum: _____

Aufbau einer Windmühle



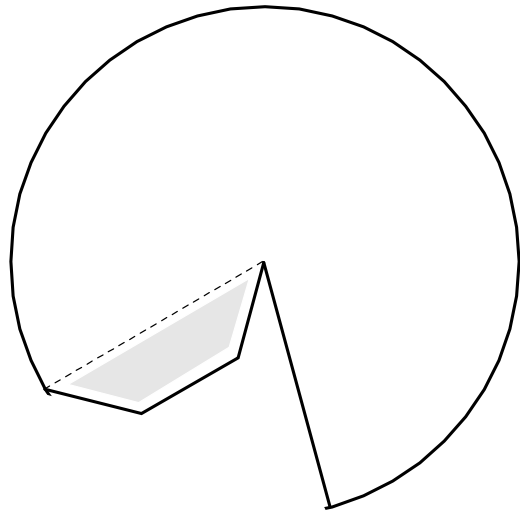
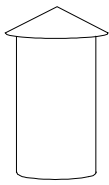
Aufgabe: Ordne die nachfolgend aufgeschriebenen Bauteile und Baugruppen der Windmühle zu!

Flügel, Flügelwelle, Fundament, Gehäuse, Generator (Dynamo), Getriebe, Mahlwerk, Mehrlrohr, Mahlwerk, Mühlenhaus, Rotorblatt, Rotorwelle, Stromabnahme.

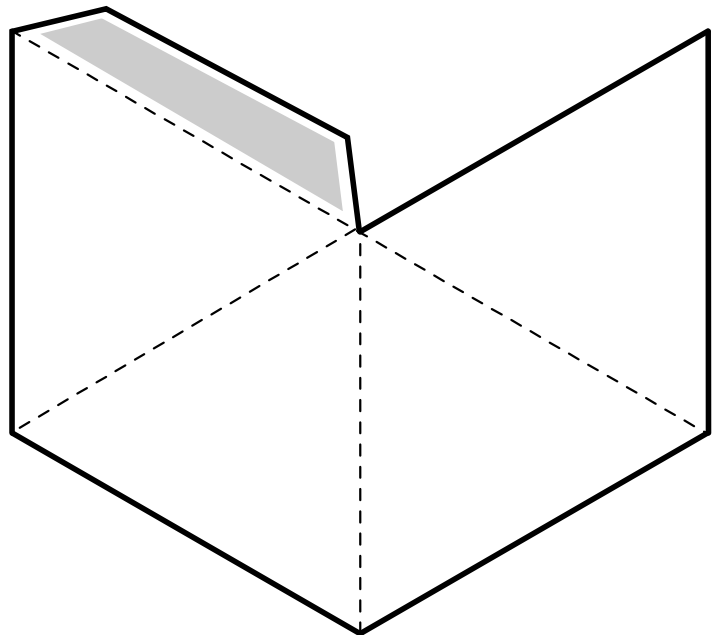
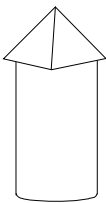
Windkraft nutzen

Schablonen für die Dachgestaltung

Dachvariante A: Kegelform

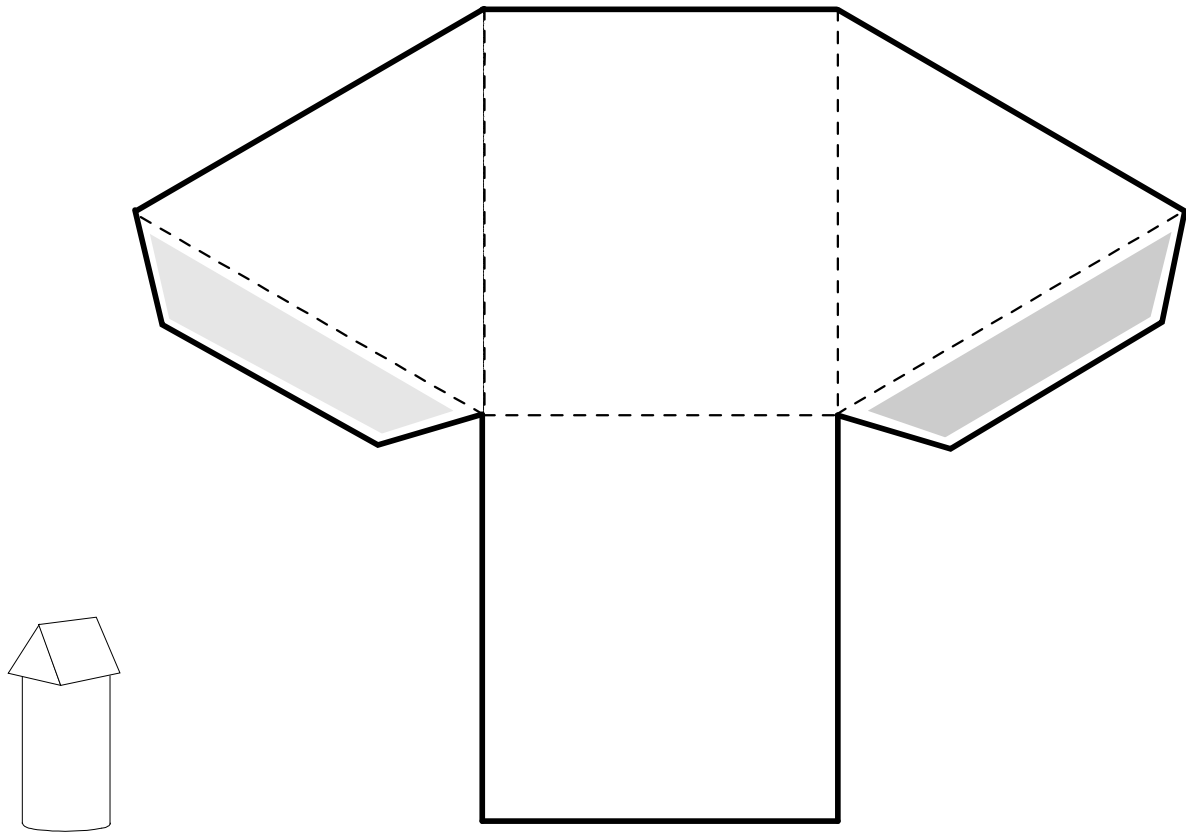


Dachvariante B: Pyramidenform



Windkraft nutzen

Dachvariante C: Satteldach

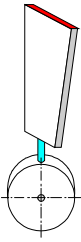


Windkraft nutzen

Vorname Name:

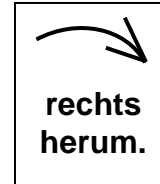
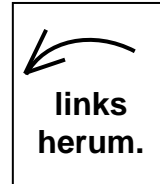
Datum:

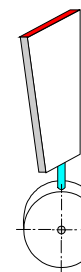
Experimente zur Drehrichtung eines Windrades In welche Richtung dreht sich das Windrad?

Wenn die Flügel so  eingestellt sind,

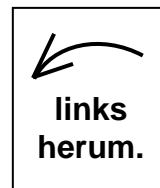
dann dreht sich das Windrad

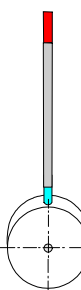
Kreuze hier deine Lösung an!



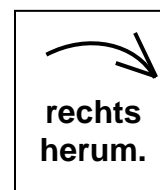
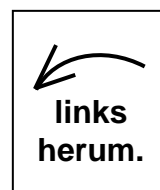
Wenn die Flügel so  eingestellt sind,

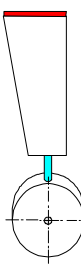
dann dreht sich das Windrad



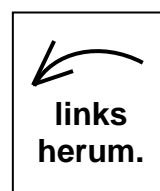
Wenn die Flügel so  eingestellt sind,

dann dreht sich das Windrad



Wenn die Flügel so  eingestellt sind,

dann dreht sich das Windrad



Windkraft nutzen

8 Lösungen

Arbeitsblatt 1, S. 16

1. Rätsel:

ANRISS
SCHABLONE
SCHNEIDEN
KLEBEN oder NAGELN
MONTIEREN
TANNE
WASSER
HAMMERSTIEL
SCHERE
DYNAMO
LICHT
HOLZ
SCHRAUBSTOCK
LINDE
LOCHZANGE
SONNENSTRAHLUNG

2. Rätsel:

WERKZEUGE
BLEISTIFT
PINSEL
FREUDE
WIND

Arbeitsblatt 2, S. 17

In einer Windmühle wurde Getreide zu Mehl gemahlen, welches z. B. zur Herstellung von Brot, Brötchen und Kuchen verwendet wird.

Mit einem Windkraftwerk wird elektrischer Strom erzeugt, mit dem Elektrogeräte in Betrieb genommen werden.

Arbeitsblatt 3 und Arbeitsblatt 4, S. 18 und S. 19:

Lfd. Nr.:	Aufbau Windkraftwerk, S. 18	Aufbau Windmühle, S. 19
1	Rotorblatt	Flügel
2	Rotorwelle	Flügelwelle
3	Getriebe	Getriebe
4	Generator (Dynamo)	Mahlwerk
5	Gehäuse	Mühlenhaus
6	Stromabnahme	Mehlrohr
7	Fundament	Fundament

Arbeitsblatt 6, S. 22

rechts herum, links herum, gar nicht, gar nicht.

Windkraft nutzen

9 Literaturhinweise und Quellenverzeichnis

Bade, P.: Windkraftanlagen: Grundlagen und Entwurf. B. G. Teubner Stuttgart 1991

Gleisberg, H.: Das kleine Mühlenbuch. Dresden, Deutsche Heimatbücherei 1956

Mackensen, L.: Großes Handbuch der Zitate und Redensarten. Buch und Zeitverlag, S. 312ff.

Neumann, F.: Die Windmühlen, ihr Bau und ihre Berechnung. Weimar, B. F.Voigt Verlag 1964

Nitsch, J., Luther, J.: Energieversorgung der Zukunft. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1990

Staeger, T.: Klima als soziales Ergebnis. In: opensource. 2001, Heft 4-5, S. 14.