

# 1 Baue einen Gitterturm

## Für einen Gitterwürfel brauchst du:

16 Blätter A4-Papier  
8 Schrauben (5 mm x 20 mm), Unterlegscheiben und Muttern (5 mm)  
1 Holzstab zum Rollen der Papierstäbe (30-40 cm lang, 5-6 mm Durchmesser)

## Für einen Gitterturm (3 Würfel) brauchst du:

40 Blätter A4-Papier  
16 Schrauben (5 mm x 20 mm), Unterlegscheiben und Muttern (5 mm)  
1 Holzstab zum Rollen der Papierstäbe (30-40 cm lang, 5-6 mm Durchmesser)

## Außerdem benötigst du:

Papierlocher  
Klebestift  
Schraubenzieher  
Schraubenschlüssel

## Bemerkung zum A4-Papier

A4-Papier misst 297 x 210 mm. Das Besondere daran ist, dass das Verhältnis von Länge zu Breite gleich der Quadratwurzel aus 2 ist (1,4142).



1. Falte ein Blatt Papier im Hochformat so, dass der hintere Teil noch ungefähr 3 cm übersteht. Rolle jetzt das Blatt mit Hilfe des Holzstabes zu einem hohlen Stab. Beginne dabei auf der Seite mit dem Bug.



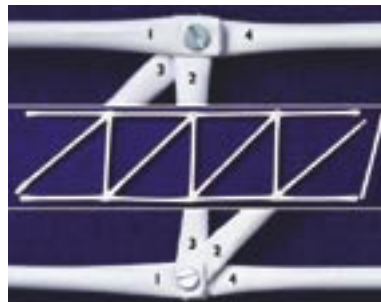
2. Klebe das letzte Stück fest. Am besten ist es, wenn du dazu einen Klebestift verwendest. Jetzt hast du einen schlanken, stabilen Stab.



3. Drücke beide Enden des Stabes flach und loche sie. Versuche dabei, das Loch möglichst in die Mitte der Stabbreite zu bekommen. (Du kannst das vorher bei einem Blatt Papier probieren.) Am oberen und unteren Rand sollte noch mindestens 0,5 cm Papier stehen bleiben.



4. So sollte der fertige Stab aussehen. Für einen ganzen Würfel benötigst du insgesamt 16 solcher Stäbe: 12 kurze und 4 lange. Kurze Stäbe erhältst du, wenn du ein Blatt im Hochformat rollst. Für lange Stäbe musst du das Papier im Querformat rollen.



5. Setze die Stäbe zu einem Gitter zusammen (mittleres Bild): 12 kurze Stäbe bilden die Kanten, 4 lange Stäbe die Diagonalen. Für die Knoten nimmst du eine Schraube und steckst Stab Nr. 1 darauf, dann weiter bis Nr. 4. (Achtung: Die Stabreihenfolge bei den oberen und unteren Knoten ist nicht gleich!) Zuletzt kommen eine Unterlegscheibe und eine Mutter auf die Schraube, die mit dem Schraubenzieher festgezogen wird.



6. Biege das flache Gitter zu einem Würfel. Am besten suchst du dir dazu eine scharfe (Tisch-) Kante. Das Gitter muss so liegen, dass du die Schraubenköpfe sehen kannst.



7. Schraube jetzt dieses Gitter zu einem Würfel zusammen. Die Schraubenköpfe müssen nach außen zeigen. Schraube den letzten freien senkrechten Stab ein, genau so wie alle anderen Stäbe.



8. So sieht der fertige Würfel aus. Du kannst jetzt den Würfel testen. Leg eine Holzplatte auf den Würfel. (Achtung: Die Platte muss größer sein als der Würfel, damit nur die Eckpunkte belastet werden!) Auf die Platte kannst du ein schweres Gewicht legen. Wenn du ihn gut gebaut hast, sollte er mindestens 20 kg tragen können.



9. Wenn du mehrere Würfel machst, kannst du daraus einen Turm bauen. Wir haben hier drei Würfel verwendet. Beim Zusammenbauen der Würfel musst du vier waagrechte Stäbe pro Würfel entfernen und die Stäbe in der richtigen Reihenfolge zusammenschrauben. Im rechten Teil des Bildes siehst du die richtige Reihenfolge für die Knoten.

# 2 Baue ein kleines Windrad

## Für einen Segelrotor brauchst du:

- 14 Blätter A4 Papier (12 für den Rotor, 2 für die Wellenlagerung)
- 6 Blätter Papier für die Segel, sehr dünn (max. 50 g/m<sup>2</sup>) (A4 für großen Rotor, A5 für kleinen Rotor)
- 7 Schrauben (5 mm x 20 mm)
- 14 Muttern (5 mm)
- 8 kleine Unterlegscheiben (5 mm)
- 2 große Unterlegscheiben (5 mm)
- 1 Gewindestange (die Welle, 5 mm, 40-50 cm lang)
- 8 Kabelbinder (6 für den Rotor, 2 zur Montage)
- 1 Holzstab zum Rollen der Papierstäbe (30-40 cm lang, 5-6 mm Durchmesser)
- 1 Korken oder runder Plastikknopf (als Sicherheitsmaßnahme)
- Dünne Schnur
- Klebeband

## Für eine Gondel brauchst du:

- 7 Blätter A4 Papier, 2 Schrauben (5 mm x 20 mm), Scheiben und Muttern (5 mm)

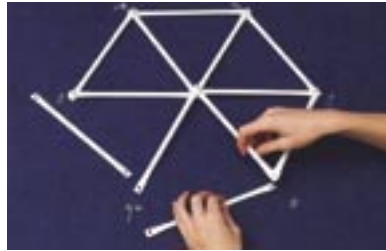
## Für einen Starrrotor brauchst du:

- 1 starkes Blatt Papier (mind. 250 g/m<sup>2</sup>) (A4 oder A3)
- 1 Papier-Pinne
- 1 Korken (trägt den Rotor)
- 1 weiterer Korken oder runder Plastikknopf (als Sicherheitsmaßnahme)
- 1 Gewindestange (die Welle, 5 mm, 40-50 cm lang)
- 2 Blätter A4 Papier (für die Wellenlagerung)
- 6 Muttern (5 mm)
- 2 kleine Unterlegscheiben (5 mm)
- 2 Kabelbinder (zur Montage der Welle)

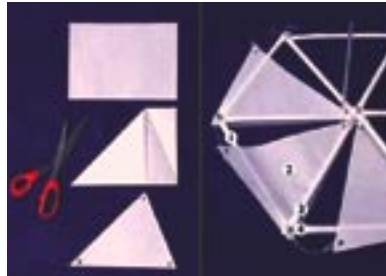
## Außerdem benötigst du:

- Schere, Klebstoff, 4 mm-Bohrer, Klebstift, 2 Schraubenschlüssel und Schraubenzieher, Papierlocher

## SEGELROTOR



1. Hier wird ein Segelrotor gebaut. Du benötigst dazu die gleichen Stäbe, wie wir sie auch beim Turm einsetzen. Insgesamt sind entweder 12 lange Stäbe notwendig (großer Rotor) oder 12 kurze (kleiner Rotor) notwendig. Fürs Zusammenbauen ist es gut, wenn du in die Mitte eine Schraube steckst.



2. Die Segel bestehen aus 6 sehr dünnen Blättern A4 Papier für einen großen Rotor oder A5 für einen kleinen (A5 erhältst du, wenn du ein A4 Papier halbiert). Im linken Teil des Bildes siehst du, wie du ein solches Blatt falten, schneiden und lochen musst. Bevor du die Segel lochst, kannst du noch jeweils ein Stück Klebeband um die Papierkante herumkleben, dort, wo die Löcher hinkommen sollen. Damit verstärkt du das Papier. Im rechten Teil des Bildes siehst du die richtige Reihenfolge des Zusammenbauens.

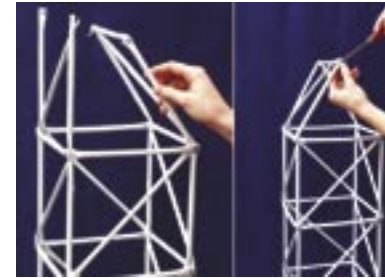


3. Stecke den Rotor auf eine Gewindestange und befestige ihn mit einer Mutter und einer großen Unterlegscheibe auf beiden Seiten. Verwende einen Schraubenschlüssel zum Festziehen. Die Segel sind in der Rotormitte mit Kabelbindern an den Stäben fixiert, am Außenrand mit einer Schraube und einem Stück Schnur. Die Schnur kannst du einfach an die Schraube anknöten.

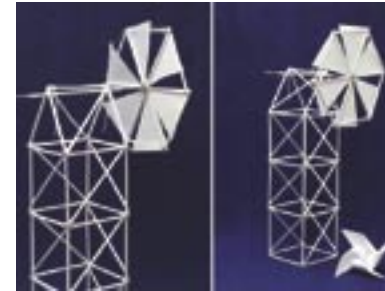


4. Die Antriebswelle muss gelagert werden. Dazu rollst du mit dem Holzstab 2 Lagen A4 Papier im Querformat zu einem festen Rohr und steckst die Antriebswelle hindurch (oben). Am linken Ende (Mitte) wird der Segelrotor befestigt, zwischen den beiden Muttern am rechten Ende (unten) kannst du eine Schnur einklemmen, um damit später Gegenstände zu heben. Stecke zur Sicherheit noch einen Korken/Plastikknopf auf das Ende der Gewindestange.

## GONDEL



5. Wenn du schon einen Turm gebaut hast, kannst du ihn mit einer Gondel vervollständigen, die den Rotor tragen wird. Dazu brauchst du noch 5 kurze und 2 lange Stäbe, die du an der Turmspitze - wie in den Bildern gezeigt - zu einer dreieckigen Gondel verschraubst.



6. Zum Schluss kannst du einen Rotor in der Gondel befestigen. Stecke die Antriebswelle unterhalb des obersten Querstabes durch und fixiere ihn an den Eckpunkten mit zwei Kabelbindern. Fertig! Du kannst jetzt versuchen, wie viel Gewicht das Windrad am hinteren Ende der Welle durch Aufspulen heben kann. Probiere die verschiedenen Rortypen und -größen aus und vergleiche sie!

## STARRROTOR



7. Verwende für einen Starrrotor ein starkes Blatt A4 (kleiner Rotor) oder A3 (großer Rotor) und schneide mit der Schere - wie angegeben - vier Schlitz hinein.



8. Bohre ein Loch (4 mm Durchmesser) in die flache Seite des Korkens - aber nicht ganz durch, sondern nur bis in die Mitte! Das ist für die Welle (Gewindestange). Gib etwas Klebstoff auf die gegenüberliegende flache Seite des Korkens. Mit die Pinne kannst du jetzt die vier Ecken des Papiers auffädeln und durch die Papiermitte in den Korken stecken (auf der Seite mit dem Klebstoff).



9. Stecke die Gewindestange in das Loch des Korkens. Zur Sicherheit solltest du auch auf andere Ende der Gewindestange einen Korken oder ein Plastikknopf stecken.

# 3 Baue ein Getriebe für das Windrad

## Für das Getriebe brauchst du:

- 26 Blätter A4 Papier
- 1 Holzstab (30-40 cm lang, 5-6 mm Durchmesser)
- 2 Gummi- oder Lederriemen (Durchmesser 7-10 cm, 2 cm breit)
- 1 lange Gewindestange (5 mm, 40-50 cm lang)
- 2 kurze Gewindestangen (5 mm, 30-35 cm lang)
- 6 Korken oder runde Plastikknöpfe (als Sicherheitsmaßnahme für das Ende der Gewindestangen)
- 44 Muttern\* (5 mm)
- 14 große Unterlegscheiben\* (5 mm)
- 2 kleine Unterlegscheiben (5 mm)
- 2 Haken
- 1 Schlüsselring
- 17 Kabelbinder
- 2 Stück Schnur (2 x 60 cm)

## Außerdem benötigst du:

- Klebestift, Klebstoff, 2 Schraubenschlüssel, Schere

*\*) 2 große Unterlegscheiben und 2 Muttern für einen Segelrotor sind hier mitgerechnet*



1. Hier siehst du die Antriebswelle (Mitte) und zwei Riemen (unten). Der Balken (oben) wird später die Antriebswelle tragen. Er besteht aus fünf Papierrollen, drei langen Rollen und zwei kurzen. Die kurzen Rollen werden mit einer Schere gedrittelt. Die langen Rollen erhältst du, wenn

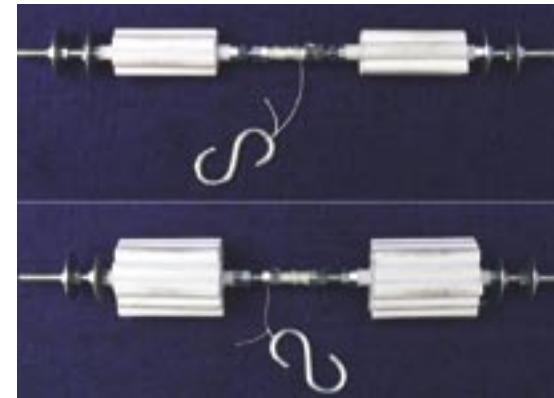


du je 2 Lagen Papier im Querformat um den Holzstab rollst und das Ende festklebst. Für die kurzen Rollen verwendest du je 2 Lagen Papier im Hochformat. Auch die Antriebswelle (eine lange Gewindestange) trägt drei Rollen, die wieder aus einer gedrittelt Papierrolle (2 Lagen Papier im Hochformat) entstanden sind. Diese Rollen dienen als Lager und müssen sich frei drehen lassen, also nicht festschrauben!

2. Oben siehst du den fertigen Balken. Die Papierrollen werden zusammengeklebt und mit 7 Kabelbindern fixiert. Beachte, dass der mittlere Kabelbinder einen Schlüsselring trägt. Vergiss nicht, vor dem Kleben die Riemen auf die Antriebswelle aufzufädeln. Das untere Bild zeigt, wie



3. Für die Getriebe- welle benötigst du diese 4 Riemenräder. Mache zuerst 9 Papierrollen, indem du je ein Blatt Papier im Querformat fest um eine Gewindestange rollst. Die Rolle soll sehr eng sein, weil sonst das Rad später auf der Gewindestange durchrutscht. Schneide 8 Rollen in je 6 gleich lange Stücke und die letzte Rolle in 4 gleich lange Stücke. Dann kannst du die Räder zusammenkleben, wie im Bild gezeigt. Verwende die 4 längeren Stücke für die Radmitten.



4. So sollten die beiden Getriebe- wellen aussehen, für welche die beiden kurzen Gewindestangen verwendet werden. Die zwei großen Unterleg- scheiben an den beiden Enden jeder Welle verhindern ein seitliches Ver- rutschen. Diese Scheiben werden mit je zwei Muttern

festgehalten. Auch die Riemenräder werden mit Muttern festgeschraubt. Ein Ende der Schnur wird zwischen zwei Muttern eingeklemmt, an das andere Ende wird der Haken geknotet. In Verbindung mit der Antriebswelle hat die obere Welle ein Übersetzungsverhältnis von 1:3, die untere 1:5.





4

## Windrad

Mit Schrauben und Muttern, ein paar Werkzeugen und dem Inhalt deines Papierkorbes kannst du

- einen Gitterturm bauen (du benötigst dazu 40 Blatt gebrauchtes A4-Papier)
- darauf ein Windrad mit einem Segelrotor setzen (weitere 21 Blatt Papier)
- und die Anlage mit einem Getriebe zum Heben schwerer Gegenstände vervollständigen (weitere 26 Blatt Papier)

## Experimente mit dem Windrad

Umseitig findest du die Anleitung

Bausatz entwickelt von Norbert Pöcksteiner

Fotos: Norbert Pöcksteiner

Diese Anleitung, die Experimente und weitere Experimente sind auch am Internet verfügbar:

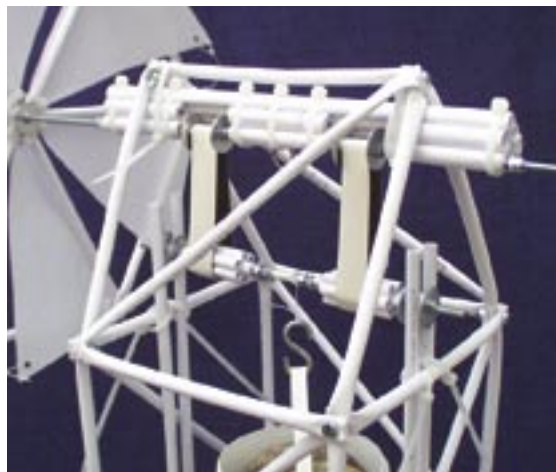
<http://www.windpower.org/de/kids/assign/index.htm>



5. Damit du das Getriebe montieren kannst, brauchst du einen Turm. Die Getriebewelle muss sich senkrecht verschieben lassen, damit die Riemen immer schön gespannt sind. Deshalb musst du senkrechte Führungen in den Turm einbauen. Mach einfach vier lange Papierrollen (Querformat) und montiere sie, wie gezeigt, mit Hilfe von je zwei Kabelbindern pro Rolle im oberen Teil des Turms.



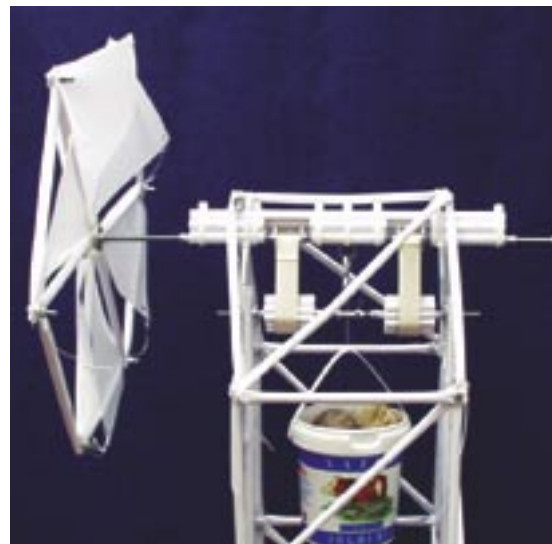
6. Hier siehst du, wie der Balken mit der Antriebswelle unterhalb des oberen Querstabes der Gondel montiert wird. Mit zwei Kabelbindern kannst du den Balken an den beiden Eckpunkten der Gondel fixieren.



7. Eine Ansicht des fertigen Getriebes: die Getriebewelle mit den kleinen Rädern (Übersetzungsverhältnis 1:3) hängt in den Riemen. Ein kleines Gefäß mit Steinen ist als Last am Haken aufgehängt. Wie viel Gewicht kannst du mit diesem Windrad heben? Wie du noch höhere Lasten heben kannst, zeigt dir das nächste Bild.



8. Mit dieser Technik kannst du wirklich schwere Lasten heben. Verwende dazu die Getriebewelle mit den großen Rädern (Übersetzungsverhältnis 1:5). Hänge die Last aber nicht direkt an den Haken, sondern ziehe die Schnur durch den Bügel des Gefäßes und hänge den Haken am Ring unterhalb des Querbalkens ein. Mit dieser Flaschenzugtechnik kannst du das Übersetzungsverhältnis auf 1:10 verdoppeln. Du hast damit eine sehr starke Maschine, aber es dauert eine ganze Weile, bis die Last gehoben ist...



9. Das ist die Seitenansicht des Windrades. Du kannst wieder die Getriebewelle mit den großen Rädern erkennen. Versuche, verschieden schwere Lasten zu heben und messe die Zeit, die das Windrad dazu braucht. Du kannst auch verschiedene Rotoren verwenden und vergleichen: Segelrotor, Starrrotor, großes Modell, kleines Modell. Welcher Rotor ist der stärkste?