# Aufgaben Modell 3/4/5 – Windkraftanlagen / Windenergie

## Konstruktionsaufgabe Modell 3

Baue das Modell 3 laut Anleitung auf. Achte beim Aufbau auf folgende Punkte:

* Die Welle des Windrades soll leichtgängig funktionieren, damit der Keilriemen (O-Ring) auf dem Transmissionsrad ohne zu spannen die Drehbewegung auf das Antriebsrad des Solarmotors übertragen kann.
* Das schwarze Kabel des Solarmotor-Generators wird mit der mit + (Pluspol) gekennzeichneten Eingangsbuchse der Leuchtdiode verbunden.
* Die Leuchtdiode ist ausschließlich dafür gedacht zu zeigen, wie mit dem Solarmotor Strom erzeugt werden kann. Sie darf maximal mit 2 V Gleichspannung betrieben werden. Bei höheren Spannungen geht sie sofort kaputt.

Bei einer Windkraftanlage wird die kinetische Energie der Luft (Windenergie) in elektrische Energie umgewandelt.

Die Flügel von modernen Windkraftanlagenwerden Rotorblätter genannt und an der Rotornabe zusammen gehalten. Rotornabe und Rotorblätter bilden den Rotor. Der Rotor steht am Anfang der Wirkungskette einer Windkraftanlage. Er sitzt auf einer Welle dessen Drehung zum Antrieb eines Generators dient, welcher die Rotationsenergie in elektrischen Strom umwandelt.

Man unterscheidet Windkraftanlagen nach ihrer Drehachse. Es wird zwischen horizontaler oder vertikaler Drehachse unterschieden.

Bei unserem Modell mit horizontaler Drehachse überträgt der vom Wind angeregte Rotor seine Rotationsenergie auf das Transmissionsrad. Die Drehbewegung des Transmissionsrades wird durch einen Rundriemen (O-Ring) auf das Antriebsrad des Solarmotors weiter übertragen. Diese Antriebsart wird Riemenantrieb (Riemengetriebe) genannt. In modernen Windkraftanlagen (siehe Modell 5 – Windturbine) kommt diese Antriebsart nicht zum Einsatz.

Das Konstruktionsprinzip erinnert an ein typisches Windrad einer alten Windmühle oder Sägemühle. Tatsächlich basierten nach der Entdeckung der Elektrizität und der Erfindung des Generators die ersten Versuche, mit Windkraft Strom zu erzeugen, auf den Konzepten von Windmühlen. Statt der Umsetzung der Bewegungsenergie des Windes in mechanische Energie wurde mit einem Generator elektrische Energie erzeugt. Mit der Weiterentwicklung der Strömungsmechanik wurden auch die Aufbauten und Flügelformen spezialisierter. Moderne Windräder sind viel größer und verfügen über einen Rotordurchmesser von ca. 90 bis 126 Metern.

Der Solarmotor dient uns als Generator und wandelt die Drehenergie in elektrische Energie um und bringt die Leuchtdiode (LED) zum Leuchten.

## Thematische Aufgabe

1. Eine Windkraftanlage beginnt sich erst ab einer genügend großen Windgeschwindigkeit zu drehen. Man nennt sie Anlaufwindgeschwindigkeit. Modell 3 ist im Gegensatz zu Modell 4 und 5 für starke Windverhältnisse ausgelegt. Halte einen Tischventilator oder starken Fön zunächst mit großem Abstand frontal vor den Rotor und verringere diesen Abstand so weit, bis sich die Rotorblätter (in unserem Fall Flügel) erstmals zu drehen beginnen. Notiere dir den Abstand damit du ihn später mit Modell 4 vergleichen kannst. Alternativ kannst du auch den Abstand gleich halten. Dann würdest du die entsprechende Einstellstufe notieren, ab der die Windflügel zu drehen beginnen. Welche weiteren Faktoren neben der Windgeschwindigkeit können den Wirkungsgrad unseres Windrades (mit ebenen Rotorblättern) beeinflussen? Ein kleiner Tipp: Die Experimentieraufgabe 1 und 2 helfen dir bei der Beantwortung der Frage.
2. Um die Wirtschaftlichkeit einer Windkraftanlage abschätzen zu können, muss die Leistung berechnet werden. Wie wird die Leistung einer Windkraftanlage berechnet?
3. Wieviel Haushalte kann eine 3 Megawatt Windkraftanlage versorgen, die im Jahr 2000 Vollaststunden erreicht? Ein 4-Personen-Haushalt verbraucht im Jahr durchschnittlich 3.500 Kilowattstunden.
4. Die Energie, die eine Windkraftanlage erzeugen kann, ist abhängig von der Windstärke. Was kann uns bei der Entscheidung für die Aufstellung einer Windkraftanlage unterstützen?
5. Auch bei der Windenergie gibt es Vor- und Nachteile. Welche kannst du benennen?

## Experimentieraufgabe 1

1. Bei den Versuchen zu Modell 1 Handgenerator hast du bereits herausgefunden, dass eine Leuchtdiode eine Mindestspannung benötigt, um leuchten zu können. Dafür muss unser Windrad sehr schnell drehen. Unsere Windkraftanlage erzeugt jedoch auch bei langsamer Drehung kontinuierlich Energie. Messe dafür die Spannung am Generator bei unterschiedlichen Abständen zum Ventilator und notiere Dir die Ergebnisse zum späteren Vergleich mit Modell 4. Welche Schlüsse kannst du bereits jetzt ziehen?
2. Verkürze die Windflügel/Rotorblätter indem du die grünen Bauplatten entfernst und vergleiche deine Spannungsmesswerte mit denen aus dem vorhergehenden Versuch. Bestätigt das Ergebnis deine Annahmen zur Thematischen Aufgabe 1?

## Konstruktionsaufgabe Modell 4

Baue das Modell 4 laut Anleitung auf. Achte beim Aufbau auf folgende Punkte:

* Die Welle des Windrades soll leichtgängig funktionieren, damit der Keilriemen (O-Ring) auf dem Transmissionsrad ohne zu spannen die Drehbewegung auf das Antriebsrad des Solarmotors übertragen kann.
* Das schwarze Kabel (mit grünem Flachstecker) des Solarmotor-Generators wird mit der mit + (Pluspol) gekennzeichneten Eingangsbuchse der Leuchtdiode verbunden.
* Die Leuchtdiode ist ausschließlich dafür gedacht zu zeigen, wie mit dem Solarmotor Strom erzeugt werden kann. Sie darf maximal mit 2 V Gleichspannung betrieben werden. Bei höheren Spannungen geht sie sofort kaputt.

Windkraftanlagen gibt es in zwei grundsätzlich unterschiedlichen Bauarten. Mit horizontaler Drehachse (Modell 3) oder mit vertikaler (senkrechter) Drehachse.

Die ältesten, bekannten Windenergieanlagen der Welt sind seit 1700 vor Christus gebaute vertikale Windenergieanlagen. Herausragender Unterschied ist Ihre Unabhängigkeit von der Windrichtung.

Über die Jahrhunderte haben Tüftler und Ingenieure immer wieder daran gearbeitet, den Wirkungsgrad von Windkraftmaschinen zu verbessern Während die ersten Modelle noch mit ebenen Flügel konstruiert waren, bewirkten die fortschreitenden Erkenntnisse in der Wissenschaft zur Strömungslehre (die Lehre von den Bewegungen flüssiger und gasförmiger Medien) auch neue Bauformen von Rotoren (Savonius-Rotor, Darrieus-Rotor).

## Experimentieraufgabe 2

1. Auch bei unserem Modell kannst du grundsätzliche Phänomene zum Strömungsverhalten von Luft herausfinden. Halte einen Fön oder Ventilator einmal direkt und einmal seitlich versetzt zu den Rotorblättern. Welche Schlüsse kannst du aus deinen Beobachtungen ziehen und warum ist das so?
2. Vergleiche deine Ergebnisse zur Anlaufgeschwindigkeit von Modell 3 nun mit diesem Modell und messe die Spannung bei unterschiedlichen Abständen. Was kannst Du feststellen?

## Konstruktionsaufgabe Modell 5

Baue das Modell 5 laut Anleitung auf. Achte beim Aufbau auf folgende Punkte:

* Das rote Kabel des Solarmotor-Generators wird mit der mit + (Pluspol) gekennzeichneten Eingangsbuchse der Leuchtdiode verbunden.
* Die Leuchtdiode ist ausschließlich dafür gedacht zu zeigen, wie mit dem Solarmotor Strom erzeugt werden kann. Sie darf maximal mit 2 V Gleichspannung betrieben werden. Bei höheren Spannungen geht sie sofort kaputt.

Bei diesem Modell kommen wird einer modernen Windturbine in der Konstruktion am nächsten. Die aerodynamischen Eigenschaften des Rotors wirken sich unmittelbar darauf aus, wieviel Windenergie in mechanische Arbeit umgesetzt werden kann.

## Experimentieraufgabe 3

1. Vergleiche deine Ergebnisse zur Anlaufgeschwindigkeit von Modell 3 und 4 nun mit diesem Modell 5 und messe die Spannung bei unterschiedlichen Abständen deiner Windquelle. Was kannst Du feststellen?