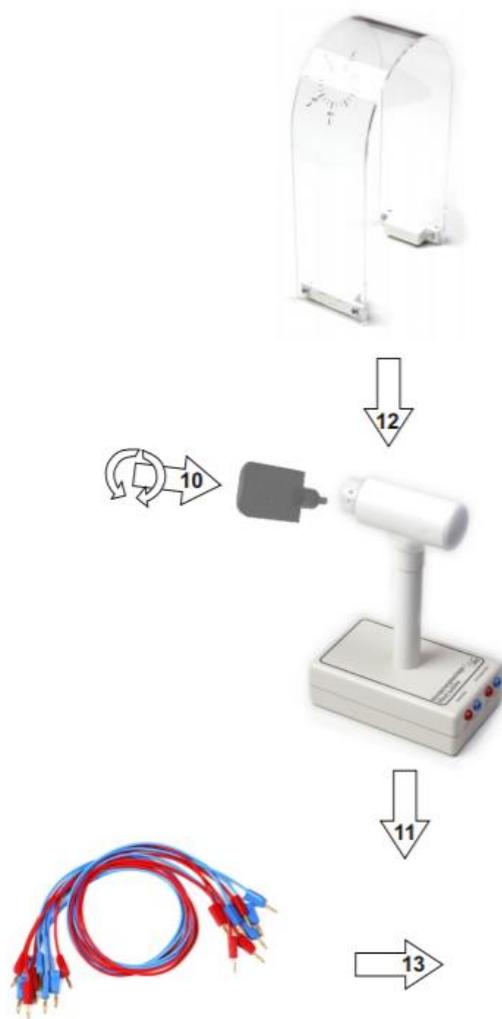


Aufbau des Systems



Aufbau des Systems



1 Gummischnur aushängen und Hefte herausnehmen.

2 Grundplatte anheben, herausnehmen und aufstellen. Rechts von der Grundplatte dürfen sich keine Hindernisse befinden, die den Luftstrom behindern könnten.

3,4,5 Windmaschine, Windenergieanlage und Steckernetzteil entnehmen.

6 DC Kabel so in die Windmaschine stecken, dass die Aussparung der Buchse mit der Nase des Steckers fluchtet.

7 Die Windmaschine in die Aussparung der Grundplatte stellen.

8 Steckernetzteil an Steckdose mit FI-Schalter anschließen.

9 Das Verbrauchermodule (Last 2) und beide Multimeter in der Ablage der Grundplatte anordnen.

10 Flügel entsprechend der Anleitung in die Nabe der Windenergieanlage einstecken und mit dem Schraubendreher die Stiftschrauben leicht anziehen, so dass die Flügel gesichert sind, sich aber noch bewegen lassen.

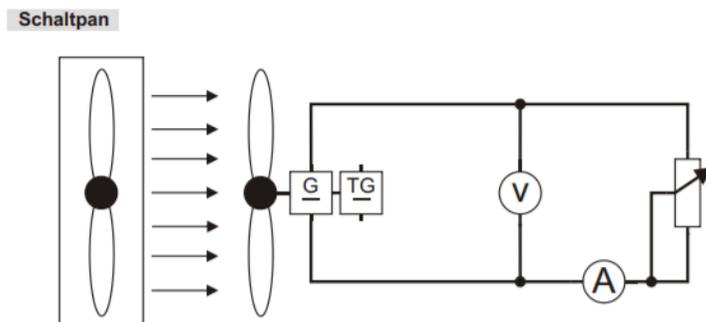
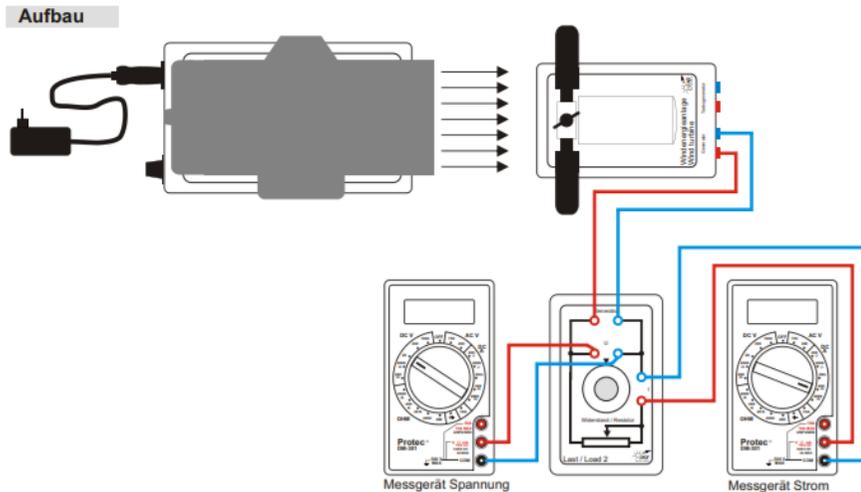
11 Die Windenergieanlage mit den unteren Bohrungen auf die Positionsstifte (Windenergieanlage) der Grundplatte stellen.

12 Schutzhaube entsprechend der Abbildung in die Positionierschlitze der Grundplatte einführen, so dass die Magnete anliegen. Flügel zunächst auf 60° stellen und Position der Schutzhaube ggf. korrigieren. Flügel auf angegebenen Winkel einstellen, die Stiftschrauben mit dem Schraubendreher vorsichtig anziehen.

13 Aufbau nach Anleitung mit Messkabeln verbinden.

14 Die Windmaschine wird später am Drehknopf durch Rechtsdrehung eingeschaltet, Windgeschwindigkeitsregelung von 1-10.

Experiment 1 – Der Einfluss der Flügelform



Aufgabe

Baut das Experiment entsprechend der nebenan gezeigten Darstellung auf.

Der Bereichswahlschalter des Multimeters Spannung ist auf die Position DC V 20 einzustellen, der des Multimeters Strom auf die Position DC A 200 m. Für die Belastung wird der Widerstand der Last 2 auf einen Wert von 50Ω eingestellt. Montiert zunächst die ebenen Flügel mit einem Einstellwinkel von 60° . Es werden insgesamt drei Messungen mit zwei Flügelformen durchgeführt.

Stellt am Potentiometer der Windmaschine eine Windgeschwindigkeit von 8 m/s ein. Benutzt dazu das Anemometer. Misst die Spannung und die Stromstärke der Windenergieanlage und berechnet die Leistung.

Führt die gleiche Messung mit den gewölbten Flügeln durch. Die Wölbung soll dabei mit den auf der Winkelrosette der Schutzhaube angegebenen Symbolen übereinstimmen (normal).

Zuletzt wird die Messung wiederholt, wobei einer der gewölbten Flügel um 180° gedreht wird - so, dass die Wölbung entgegengesetzt zu den angegebenen Symbolen ist (gegensinnig).

Alle Messungen werden in einer Tabelle festgehalten. Die Leistung P errechnet sich aus dem Produkt aus Spannung und Stromstärke.

Einstellungen

Flügelanzahl:	2
Flügelform:	eben / gewölbt
Einstellwinkel:	60°
Windgeschwindigkeit:	8 m/s
Lastwiderstand:	50Ω
Multimeter Strom	DC A 200 m
Multimeter Spannung	DC V 20

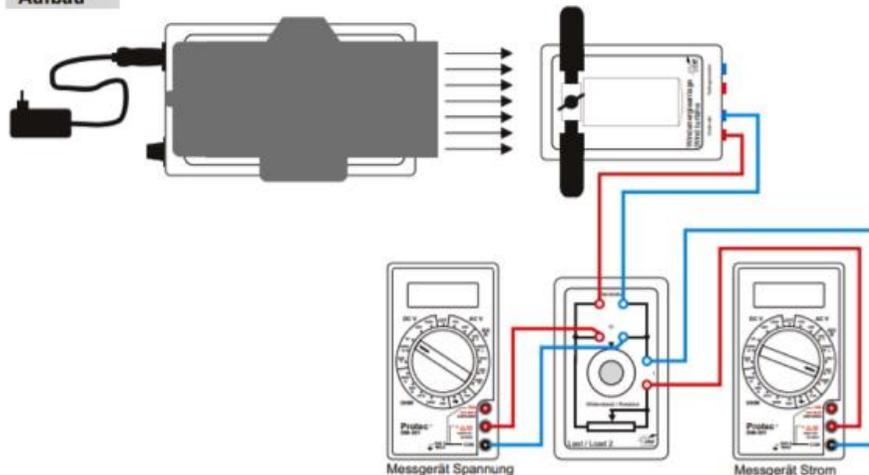
Experiment 1 – Der Einfluss der Flügelform

Flügelform	Erster Flügel	Zweiter Flügel	U (V)	I (mA)	P (mW)
Ebener Flügel			1,05	17,3	18,17
Gewölbter Flügel (normal)			1,78	29,6	52,69
Gewölbter Flügel (gegensinnig)			0,85	13,8	11,73

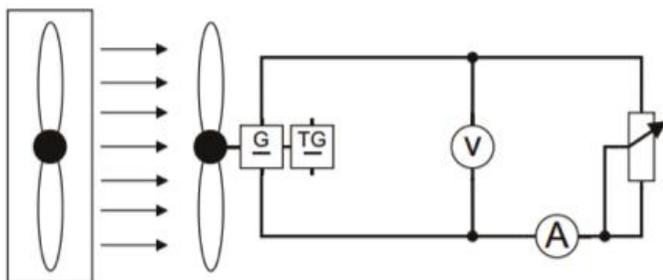
1. Tragt eure Messungen in der nachfolgenden Tabelle ein.
2. Vergleicht die erste und die zweite Messung. Bei welcher Flügelform wird eine höhere Leistung erreicht? Begründung?
Die höhere Leistung wird mit den gewölbten Flügeln erreicht, da diese auf Grund ihrer gebogenen Form einen größeren Auftrieb haben.
3. Vergleicht die dritte Messung mit den beiden vorangegangenen Messungen. Begründet das Ergebnis.
Die Leistung der dritten Messung entspricht in etwa der ersten. Die zusätzliche Auftriebskraft an einem Flügel wird durch die gegensinnige Stellung am anderen aufgehoben.

Experiment 2 – Der Einfluss der Flügelanzahl

Aufbau



Schaltplan



Aufgabe

Baut das Experiment entsprechend der nebenan gezeigten Darstellung auf.

Der Bereichswahlschalter des Multimeters Spannung ist auf die Position DC V 20 einzustellen, der des Multimeters Strom auf die Position DC A 200 m. Für die Belastung wird der Widerstand der Last 2 auf einen Wert von 20Ω eingestellt. Für jede Flügelanzahl (zwei, drei und vier) wird eine Messreihe durchgeführt. Achtet darauf, dass bei allen Messreihen Windgeschwindigkeit, Flügelform und Einstellwinkel beibehalten werden.

Misst jeweils die Spannung und die Stromstärke der Windenergieanlage und tragt diese in die jeweilige Tabelle ein.

Berechnet die jeweils abgegebene Leistung.

Einstellungen:

Flügelanzahl:	2 / 3 / 4
Flügelform:	gewölbt
Einstellwinkel:	75°
Windgeschwindigkeit:	8 m/s
Lastwiderstand:	20Ω
Multimeter Strom	DC A 200 m
Multimeter Spannung	DC V 20

Experiment 2 – Der Einfluss der Flügelanzahl

Flügelanzahl	U (v)	I (mA)	P (mW)
2	0,4	20	8,0
3	0,64	33,8	21,6
4	1,39	73,1	101,6

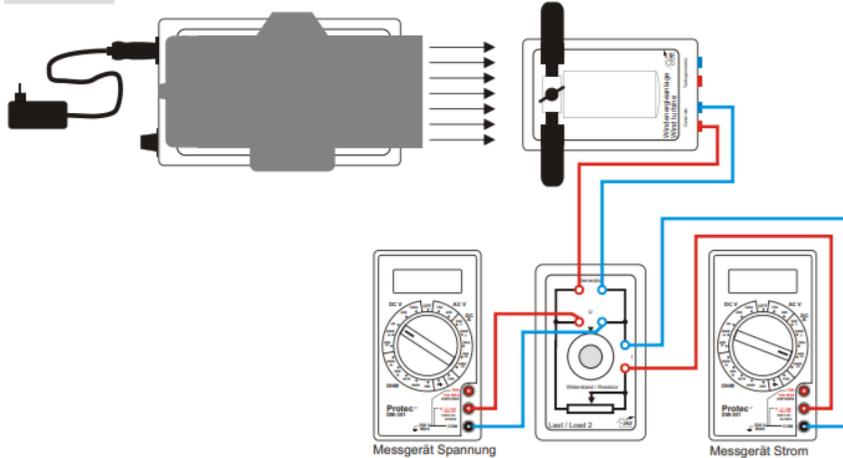
1. Tragt eure Messwerte in die folgende Tabelle ein.

2. Vergleicht die Messungen. Bei welcher Flügelanzahl wird eine höhere Leistung erreicht? Begründung?

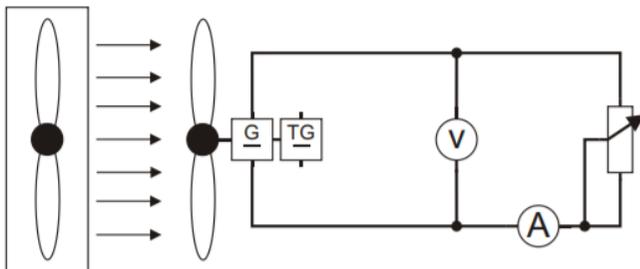
Die höhere Leistung wird bei 4 Flügeln erreicht. Mehr Flügel bedeuten größere Angriffsfläche für den Wind, aber gleichzeitig auch höhere technischen Aufwand. (Bei höheren Widerstand würde man merken, dass die Leistungssteigerung zwischen zwei und drei Flügeln größer ist als zwischen drei und vier.)

Experiment 3 – Der Einfluss des Einstellwinkels

Aufbau



Schaltplan



Aufgabe

Baut den Versuch entsprechend der Darstellung auf.

Der Bereichswahlschalter des Multimeters Spannung ist auf die Position DC V 20 einzustellen, der des Multimeters Strom auf die Position DC A 200 m.

Misst die Stromstärke und die Spannung bei unterschiedlichen Einstellwinkeln für zwei verschiedene Windgeschwindigkeiten.

Stellt die Abhängigkeit der Ausgangsleistung vom Einstellwinkel für beide Windgeschwindigkeiten in einem gemeinsamen Diagramm dar.

Einstellungen

Flügelanzahl:	3
Flügelform:	eben
Einstellwinkel:	0-90° in 15°-Schritten
Windgeschwindigkeit:	7 m/s und 10 m/s
Lastwiderstand:	50 Ω
Multimeter Strom	DC A 200 m
Multimeter Spannung	DC V 20

Experiment 3 – Der Einfluss des Einstellwinkels

Windgeschwindigkeit 7 m/sek

Einstellwinkel	U (v)	I (mA)	P (mW)
45°	0,88	14,2	12,49
60°	1,05	17,2	18,06
75°	0,54	9	4,86
90°	0	0	0

Windgeschwindigkeit 10 m/sek

Einstellwinkel	U (v)	I (mA)	P (mW)
45°	1,45	23,5	34,07
60°	1,96	31,8	62,32
75°	2,55	41,7	106,33
90°	0	0	0

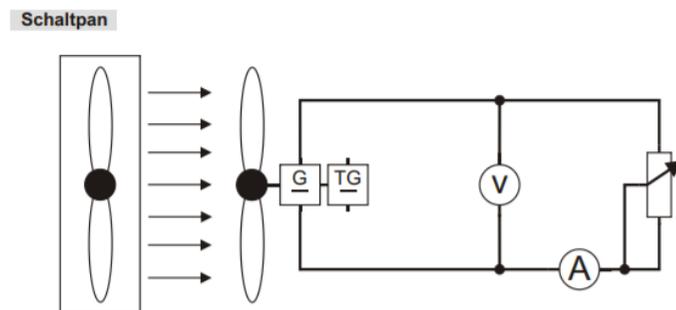
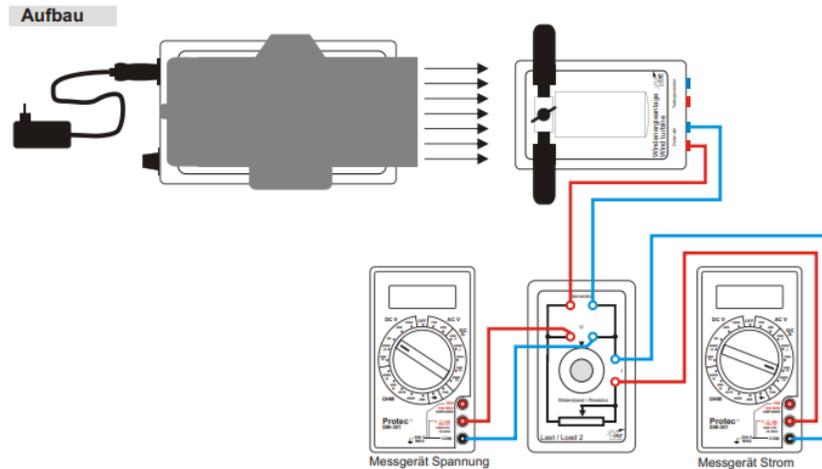
1. Tragt eure Messwerte in die folgenden Tabelle ein.
2. Welchen Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Einstellwinkel vermutet ihr?

Je größer die Windgeschwindigkeit, desto größer der optimale Einstellwinkel.

3. Schlussfolgert, welche technischen Anforderungen deshalb an modern Windkraftanlagen gestellt werden.

Moderne Windenergieanlagen können die Rotorblätter abhängig von der Windgeschwindigkeit einstellen. Sie verfügen über eine automatische Rotorblattverstellung und einen Windmesser. Hiermit kann die Leistung in gewissen Grenzen geregelt werden.

Experiment 4 – Der Einfluss der Windgeschwindigkeit



Aufgabe

Baut das Experiment entsprechend der nebenan gezeigten Darstellung auf.

Der Bereichswahlschalter des Multimeters Spannung ist auf die Position DC V 20 einzustellen, der des Multimeters Strom auf die Position DC A 200 m.

Die Windgeschwindigkeit wird variiert, indem der Drehknopf der Windmaschine zwischen 0 und 10 im Abstand von einem Skalenteil eingestellt wird. Überprüft die Windgeschwindigkeit mit dem Anemometer. Tragt die jeweils gemessenen Spannungen und Stromstärken in die Messtabelle ein. Berechnet die abgegebenen Leistungen.

Einstellungen

Flügelzahl:	3 Flügelform: eben
Einstellwinkel:	45°
Windgeschwindigkeit:	0-10
Lastwiderstand:	40 Ω
Multimeter Strom	DC A 200 m
Multimeter Spannung	DC V 20

Experiment 4 – Der Einfluss der Windgeschwindigkeit

Skalen- teilung	Wind- geschwindigkeit	U (V)	I (mA)	P (mW)
0	0	0	0	0
1	3,2	0,06	1,6	0,1
2	3,9	0,15	4,8	0,72
3	5,5	0,47	11,7	5,5
4	7,0	0,66	16,8	11,1
5	8,3	0,85	21,0	17,8
6	9,1	1,0	25,0	25,0
7	9,8	1,13	28,0	31,64
8	10,4	1,21	30,2	36,54
9	10,8	1,28	32,2	41,22
10	11	1,32	33,1	43,69

1. Tragt eure Messwerte in die folgenden Tabelle ein

2. Welche Bedeutung besitzen die Höhe der Windgeschwindigkeit und deren Schwankungen für den Ertrag einer Windenergieanlage?

Der Ertrag einer Windenergieanlage ist annähernd proportional zur dritten Potenz der Windgeschwindigkeit. Schwankungen der Windgeschwindigkeit wirken sich deshalb gravierend auf die verfügbare elektrische Leistung der Anlage aus. Je konstanter und stärker der Wind, desto besser.