

## TP 6: Windenergie

### Zweck der Versuche:

...

### 1 Versuchsaufbau

Der Aufbau des Windgenerators und des Windkanals (Abb.1) erfolgt mit Hilfe der Klemmreiter auf der Profilschiene. Dabei sind zuerst die Klemmreiter in die Profilschiene einzusetzen und danach die Stäbe der Funktionselemente senkrecht in die Öffnungen zu stecken. Es ist darauf zu achten, daß alle Stäbe vollständig bis zum Anschlag eingedrückt werden, damit Motor mit Ventilator, Windkanal und Windkraftanlage (mit Generator) fluchten.

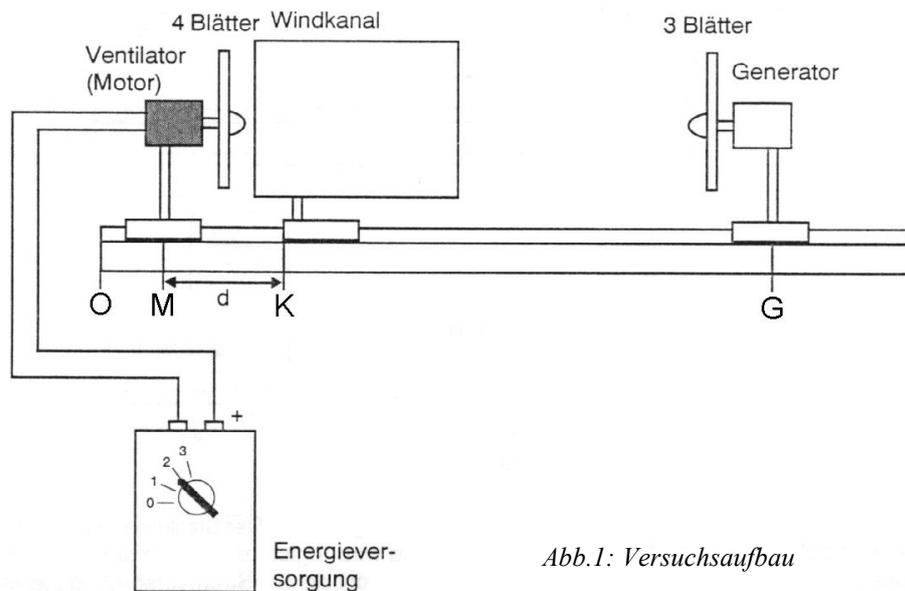


Abb.1: Versuchsaufbau

- Die Stäbe sind in die dargestellten Öffnungen der Klemmreiter einzusetzen.
- Ein 6 V-**Elektromotor** dient als **Antrieb** für den **Ventilator**. Er ist an einem Stift zu erkennen, der am Stab für die Arretierung im Klemmreiter sorgt.
- Ein 2 V-Elektromotor dient als **Generator (Windgenerator)**.
- Die **Rotoren** sind bis zum Anschlag auf die Steckachsen am Motor (Ventilator) bzw. Generator zu schieben.
- Die Betriebsdauer des 6 V-Motors sollte bei hohem Strom (über 2 A) fünf Minuten nicht überschreiten.
- **Einstellungen am Netzgerät (Energieversorgung):**
  - geringe Windstärke **W1** entsprechend ca. 3 V: die Windkraftanlage mit 2 Rotorblättern sollte langsam drehen
  - mittlere Windstärke **W2** entsprechend ca. 3,5 bis 4 V: die Windkraftanlage mit 1 Rotorblatt sollte drehen, spätestens nachdem sie angestoßen wurde.
  - hohe Windstärke **W3** entsprechend ca. 4 bis 4,5 V: die Spannung sollte ca. 0,5 V höher gewählt werden als für die mittlere Windstärke.

Hinweis zum Kapitel „TP Windenergie“:

Unterlagen zum Versuch: z.T. Abbildungen aus dem Experimentiersatz „Strom aus Windenergie“  
Cornelsen Experimenta  
Bestellnummer 54598

## 2 Einrichten des Winderzeugers

### Zweck des Versuches:

...

### Aufgabenstellung:

Die Abstände zwischen Ventilator, Windkanal und Windgenerator sind so einzustellen, daß sie für nachfolgende Versuche geeignet sind.

### Versuchsaufbau:

Ein Multimeter wird als **Spannungsmesser** (Spannungsmessgerät) den Windgenerator angeschlossen (Abb.2).

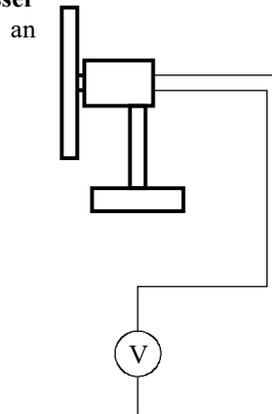


Abb.2:  
Spannungsmessung  
am Generator

Die **Rotoren** werden jeweils bis zum Anschlag auf die Steckachsen des Motors (**Ventilators**) bzw. **Generators** aufgesetzt. Der Ventilator erhält einen Rotor mit **vier** und der Generator einen mit **drei** Blättern.

**Die Rotorblätter des Ventilators müssen sich immer außerhalb des Windkanals befinden!**

### Versuchsdurchführung:

Nun stellt man den Drehknopf am Netzgerät auf ca. 3 V und beobachtet den Ventilator. Wenn am Ausgang des Windkanals mit der Hand **kein Luftstrom** spürbar ist, muß der **Anschluß des Motors umgepolt** werden.

Der Stellknopf am Netzgerät wird die Spannung für mittlere Windstärke **W2** gestellt, so dass durch den Luftstrom der Windgenerator anläuft. Die **Spannung am Netzgerät** wird mit einem Spannungsmessgerät **abgelesen**.

Durch vorsichtiges Verschieben des Klemmreiters mit dem Ventilator wird der Abstand  $d$  verändert. Die Auswirkung auf die **am Windgenerator erzeugte Spannung** wird am Spannungsmesser **abgelesen**.

Der **optimale Abstand** ist erreicht, wenn bei  $W_2$  am Netzgerät am Generator eine **Spannung von mind. 1,5 V** gemessen wird. Die eingestellten Abstände und die gemessene Spannung sind in eine Tabelle (Abb.3) einzutragen.

Nummer Windkoffer:	
Spannung am Netzgerät:	
Rotorblätter am Generator:	3
Abstand OM	
Abstand OK	
Abstand OG	
Spannung am Generator	

Abb.3: Tabelle für Meßwerte zum Einrichten des Versuchsaufbaus

### 3 Vergleich der Rotorblätter des Windgenerators

#### Aufgabenstellung:

Der Einfluss der Anzahl an Rotorblättern auf die am Windgenerator anliegende Spannung soll ermittelt werden.

#### Versuchsaufbau:

Wie beim „Einrichten des Windgenerators“ (Abschnitt 2).

#### Versuchsdurchführung:

Zuerst wird am Generator der Rotor mit drei Blättern aufgesteckt. Der Stellknopf am Netzgerät wird auf "W2" gestellt. Die mit einem Spannungsmesser angezeigte Spannung wird registriert. Der Versuchsablauf wird danach mit den Rotoren mit ein, zwei und vier Blättern wiederholt, wobei am Netzgerät stets auf "0" zurückgeschaltet werden muß. Die gemessenen Werte werden in eine Tabelle (Abb.4) eingetragen.

Beim Versuch mit dem Ein-Blatt und Zwei-Blatt-Rotor kann es erforderlich sein, diese mit der Hand anzustoßen.

Der Versuch wird bei Stufe "W3" am Netzgerät wiederholt.

Spannung U bei „W2“	am Netzgerät:	V
Spannung U bei „W3“	am Netzgerät:	V
Anzahl an Rotorblättern	Spannung U am Generator bei „W2“ in V	Spannung U am Generator bei „W3“ in V

Abb.4: Tabelle für Messwerte zum Vergleich der Anzahl an Rotorblättern

#### Versuchsauswertung:

Stelle die Ergebnisse der Messungen in einem **Diagramm (Spannung, Rotorzahl)** dar, d.h. die **Spannung soll als Funktion (Ordinate) der Rotorzahl (Abszisse)** aufgetragen werden.

#### Schlußfolgerung:

Interpretiere die Meßergebnisse (Diagramm), indem du den Einfluß der Rotorzahl auf die erzeugte Spannung beschreibst.

Berücksichtige dabei alle Einflußgrößen.

## 4 Einfluss der Windstärke

### 4.1 Einfluss der Windstärke auf die Generatorleistung

#### Zweck des Veruches:

...

Was muss hierzu - wo- gemessen werden? Verwende einen 500Ω-Widerstand und den Drei-Blatt-Rotor am Generator.

Welche „Zahlenwerte“ könnte man der Windstärke zuordnen (mit anderen Messgeräten messbare Größen)?

Zeichne einen Schaltplan für den Versuchsaufbau.

Bereite eine Tabelle vor, um die Messwerte einzutragen.

Halte Rücksprache mit dem Lehrer.

#### Versuchsauswertung:

Berechne die erzeugten Leistungen.

Stelle die Ergebnisse der Messungen in einem Diagramm (Erzeugte Leistung, Windstärke) dar. (Die erzeugte Leistung soll als Funktion (Ordinate) der Windstärke (Abszisse) aufgetragen werden.)

#### Schlußfolgerung:

Interpretiere die Meßergebnisse ( mit Diagramm ), indem du den Einfluß der Windstärke auf die erzeugte Spannung beschreibst.

### 4.2 Messung der Windstärke

#### Aufgabenstellung:

Welche „Zahlenwerte“ könnte man der Windstärke zuordnen (mit den bisher verwendeten und anderen, vorhandenen Messgeräten messbare Größen)?

#### Versuchsaufbau und -vorbereitungen:

Zeichne deinen Versuchsaufbau.

Bereite eine Tabelle vor, um die Meßwerte einzutragen.

Halte vor Beginn der Messungen Rücksprache mit dem Lehrer.

#### Versuchsdurchführung:

Führe deine Messungen durch.

Vervollständige deine Tabelle bei den Messungen.

#### Versuchsauswertung:

Berechne die erforderliche Größe(n).

Stelle die Ergebnisse der Messungen und Berechnungen zusammen mit denen aus Abschnitt 4.2 in **zwei** Diagrammen (Erzeugte Leistung, . . . ) bzw. (Erzeugte Leistung, . . . ) dar. Wähle die geeigneten Abszissen: aus den Diagrammen soll man den Zusammenhang zwischen den Größen erkennen.

Durch welche Größe (mit Zahlenwert(en)) kann man einen Zusammenhang zwischen der zugeführten „Luft“ und der erzeugten Leistung beschreiben? (Denke an dein Wissen aus dem theoretischen Teil des Kurses).

#### Schlußfolgerung:

Interpretiere die Meßergebnisse (Diagramme).



## 5 Belastung des Windgenerators

### 5.1 Einfluß eines Verbrauchers auf die Generatorspannung

#### Aufgabenstellung:

| Wie verhält die Spannung am Generator sich, wenn ein Verbraucher angeschlossen ist?

#### Versuchsaufbau und -vorbereitungen:

Wie beim „Einfluß auf die Generatorspannung“ (Abschnitt 4.1).

An Stelle des Stellwiderstandes wird eine Glühlampe mit dem Stecksocket verbunden (Abb.8).

Bereite eine Tabelle vor, um Vorgänge beim Versuchsablauf, Versuchsbedingungen, Meßwerte und Beobachtungen einzutragen.

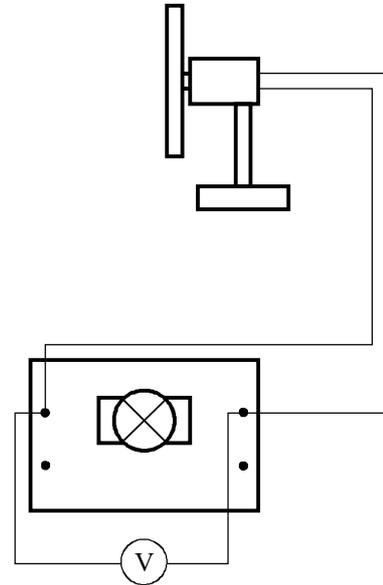


Abb.8: Spannungsmessung mit Glühlampe

#### Versuchsdurchführung:

Schraube die Glühlampe zunächst nicht fest. Stelle das Stromversorgungsgerät auf Position „W2“.

Schraube die Glühlampe dann fest.

Dreh die Glühlampe wieder heraus.

Schraube die Glühlampe nochmals fest.

Wiederhole den Versuch mit der vollen Windstärke.

#### Versuchsauswertung:

Interpretiere die Meßergebnisse. Erkläre die Vorgänge.

#### Schlußfolgerung:

...

### 5.2 Leistungsanpassung

#### Aufgabenstellung:

| Wie verhält sich die vom Generator abgegebene Leistung in Abhängigkeit der Belastung?

#### Versuchsaufbau und -vorbereitungen:

Wie beim „Einfluss auf die Generatorspannung“ (Abschnitt 4.2).

#### Versuchsdurchführung:

Der Drehknopf am Netzgerät wird auf Position "W2" gedreht. Der Drehknopf des Stellwiderstandes soll sich zunächst am linken Anschlag (ca. R=500 Ohm) befinden.

Der Stellwiderstand wird **langsam** und **sorgfältig** so verstellt, daß sich **ungefähr** die in Abb.9 angegebenen Widerstandswerte einstellen.

Der Widerstand muss also jeweils gemessen werden! Dazu muss er **ausgebaut** sein!

Trage die entsprechenden Werte für die Spannung und Stromstärke ein.

Sollwiderstand	in Ohm	500	250	100	80	50	40	30	20	10	5	2
Gemessener Widerstand	in Ohm											
Spannung	in V											
Stromstärke	in mA											

Abb.9: Messungen zur Leistungsanpassung

**Versuchsauswertung:**

Berechne für jeden Meßwert die elektrische Leistung.

Stelle die Ergebnisse der Messungen in einem Diagramm (Stromstärke, Spannung) und in einem Diagramm (Leistung, Belastungswiderstand) dar.

Interpretiere die dargestellten Meßergebnisse.

**Schlußfolgerung:**

...