



DEUTSCHE  
GESELLSCHAFT FÜR  
ZERSTÖRUNGSFREIE  
PRÜFUNG E.V.

ZfP-Sonderpreis der DGZfP beim Regionalwettbewerb Jugend forscht

## NEUENHAGEN



### **Effizienzmessung von Windkraftanordnung im Windkanal**

Conrad Winkler  
Maria Jahnke  
Max Hermann

#### **Schule:**

Städtischen Gymnasium IV Carl Friedrich Gauß  
Frankfurt Oder

IHP

# **Effizienzmessung von Windkraftanordnungen im Windkanal**

**Ein Projekt von**

**Louis Conrad Winkler  
Maria Jahnke  
und  
Max Herrmann**

# **Inhalt**

1. Einleitung
2. Motivation
3. Projektplanung und Arbeitsstand
4. Ergebnisse und Diskussion
5. Zusammenfassung

## **Einleitung**

Ein leidenschaftlicher Segler aus unserem Team sprach sehr viel über die Stromerzeugung durch Wind, welche Möglichkeiten es gibt und wie man diese weiterentwickeln kann.

So kam uns, einer Schülerin und einem Schüler des Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasiums sowie einem Azubi vom Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (kurz: IHP), die Idee, die Nutzung des Windes in unser Projekt „Stadt der Zukunft“ als Teilprojekt einzubringen. In dem Projekt „Stadt der Zukunft“ wollen wir eine Stadt als Modell so modellieren, wie wir sie uns in 50 Jahren vorstellen. Genau zu diesem Projekt wurden mehrere Teilaufgaben gemeinsam mit anderen Teammitgliedern besprochen, da jedes dieser Teilprojekte zur Verbesserung unserer Stadt etwas beitragen kann.

An diesem Projekt arbeiten wir bereits ein Jahr.

Wir wollen die Windenergie ohne negative Erscheinungen, wie zum Beispiel Lärm oder Schatten, in Gebäude unserer Stadt integrieren, um damit die oben genannten negativen Erscheinungen vermeiden zu können.

## **Motivation**

Die Nutzung von Windkraftanlagen und damit auch die Nutzung von erneuerbaren Energien entwickeln sich ständig weiter. Der Übergang zu erneuerbaren Energien bietet erhebliche Vorteile. Es gibt allerdings auch Nachteile.

Nachteile der Windenergie sind zum Beispiel, dass sie sehr viel Platz in Anspruch nehmen und ziemlich laut sind.

Wenn es uns gelingen würde, Windräder effizienter und leiser zu machen, könnten mehr Windkraftanlagen gebaut werden und somit Kohle- und Kernkraftwerken entlasten.

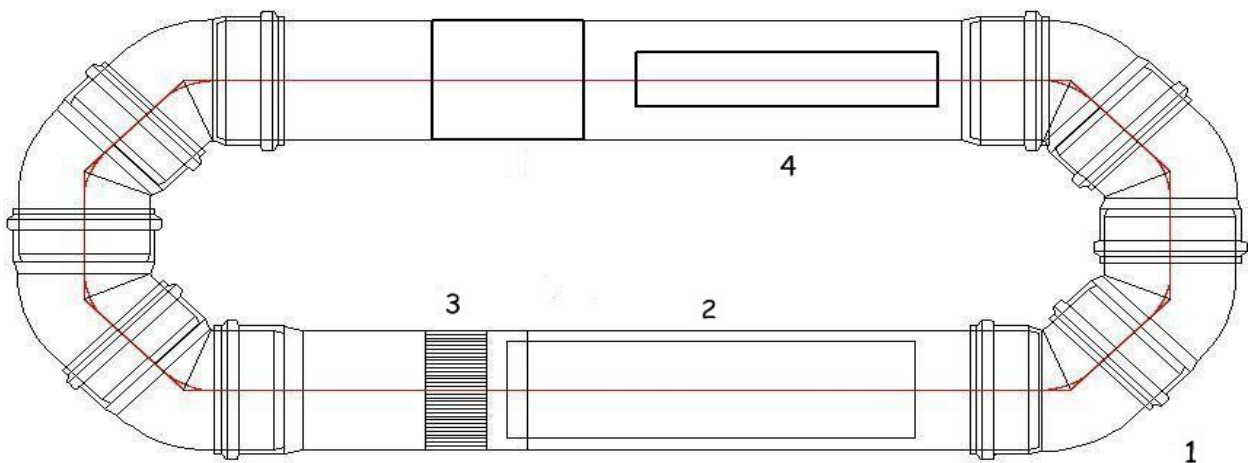
Wir haben uns vorgenommen, neue Flügelformen für unsere Windräder zu konstruieren und diese in unserem selbst entwickelten Windkanal zu testen. Damit wollen wir einen höheren Wirkungsgrad als bisher erreichen.

Mit dem Einbau unserer Windräder in ein Gebäude wollen wir modellhaft demonstrieren, dass die oben genannten negativen Erscheinungen deutlich reduziert werden können. Als Modellvorlage dient uns die oberste Etage eines bisher höher gebauten Turms des IHP. Für dieses Gebäudeteil wird die Versuchsanordnung konstruiert und vermessen.

## Arbeitsstand

Mit dem Bau eines selbstkonstruierten Windkanals (Nr. 1) begann unser Projekt im November 2011. Der Windkanal wurde ringförmig als Endlosschleife aufgebaut. Er hat ein Sichtfenster, in dem wir alle unsere Experimente und Messungen durchführen können, den sogenannten Experimentierbereich (Nr. 2). Dieser ist durch eine Plexiglasscheibe verschließbar und sorgt dafür, dass unsere Versuche unverfälscht ablaufen können. Kurz vor dem Experimentierbereich wurden Strohhalme angebracht, um eine laminare Strömung zu bekommen. Damit ist gemeint, dass die Luft ohne Verwirbelungen und ganz gerade zu den Windrädern strömt. Mit dem Ventilator (Nr. 4) wird im oberen, blickdichten Bereich der nötige Wind mit noch all seinen Strömungen erzeugt. (siehe Abb. 1)

Abb. 1 : Aufbau des Windkanals



- 1) Windkanal
- 2) Experimentierbereich
- 3) Strohhalme
- 4) Ventilatoren

Die Generatoren wandeln die Drehbewegungen unserer Windräder in elektrischen Strom um.

Wir messen die Spannung, die Stromstärke und ermitteln die Leistung indem wir von den Generatoren eine Reihen- und eine Parallelschaltung aufbauen. In der Parallelschaltung messen wir die Spannung und in der Reihenschaltung messen wir die Stromstärke. Die Leistung unserer Windräder kann mithilfe dieser Messungen errechnet werden.

Durch die Windkraftanlagen wird umweltfreundlich elektrischer Strom erzeugt. Der Wirkungsgrad von den jetzigen konventionellen Windkraftanlagen ist nicht sehr hoch. Daher werden wir an verschiedenen Punkten ansetzen, um dieses Problem zu verringern. Einerseits wollen wir durch den Einsatz von Rotoren den Wirkungsgrad in unserem Windkanal erhöhen. Dabei greifen wir auf den Typ der Vertikalrotoren zurück. Das bedeutet, dass sich unsere Windräder von anderen unterscheiden. Außerdem werden wir die Windräder platzsparend in Gebäuden unterbringen.

Mit vorerst zwei verschiedenen Modellen haben wir Vergleichswerte gemessen, um zu sehen, welches der Windräder am effizientesten ist. Mit diesen Ergebnissen werden wir die Konstruktion der Windräder weiter verbessern.

Auf der Abbildung 2 sieht man zwei unserer Projektteilnehmer und den Windkanal. Die Kennzeichnung des Bildes ist die Gleiche, wie bei Abbildung 1.



Abb. 2: Projektteilnehmer und der Windkanal

Anhand von Nebel aus einer Nebelmaschine und einer im Windkanal angebrachten LED-Leiste werden Verwirbelungen sichtbar.

Durch spezielle Anordnung der Windräder im Windkanal werden die auftretenden Verwirbelungen analysiert und mit den daraus resultierenden Ergebnissen die auftretenden Strömungen besser genutzt.

Das führt zu einer umweltfreundlichen Lösung, die unser Ökosystem ein wenig von Schadstoffen befreit und die viel mehr Energie erzeugen wird.

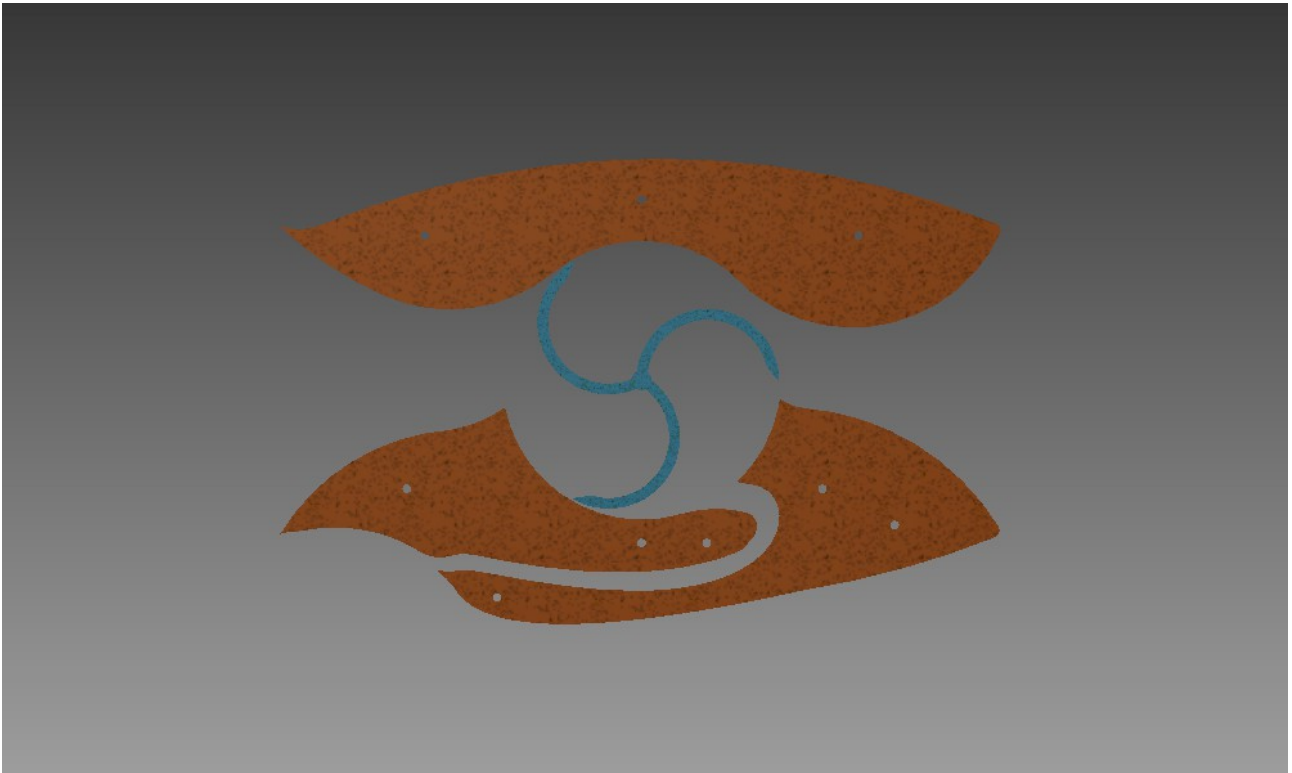
An dem ersten Windrad soll ein Bernoulli-Kasten angebracht werden.

Der Bernoulli-Kasten war bisher aus Blech, unser Modell jedoch, soll darstellen wie ein Windrad in einem Haus aus Beton besteht.

Der Bernoulli-Kasten beinhaltet ein Windrad, das durch den entstehenden Bernoulli-Effekt angetrieben wird. Der Wind weht in eine kleine Öffnung und der Druck steigt. Die Menge an Wind, die hinein geströmt ist,

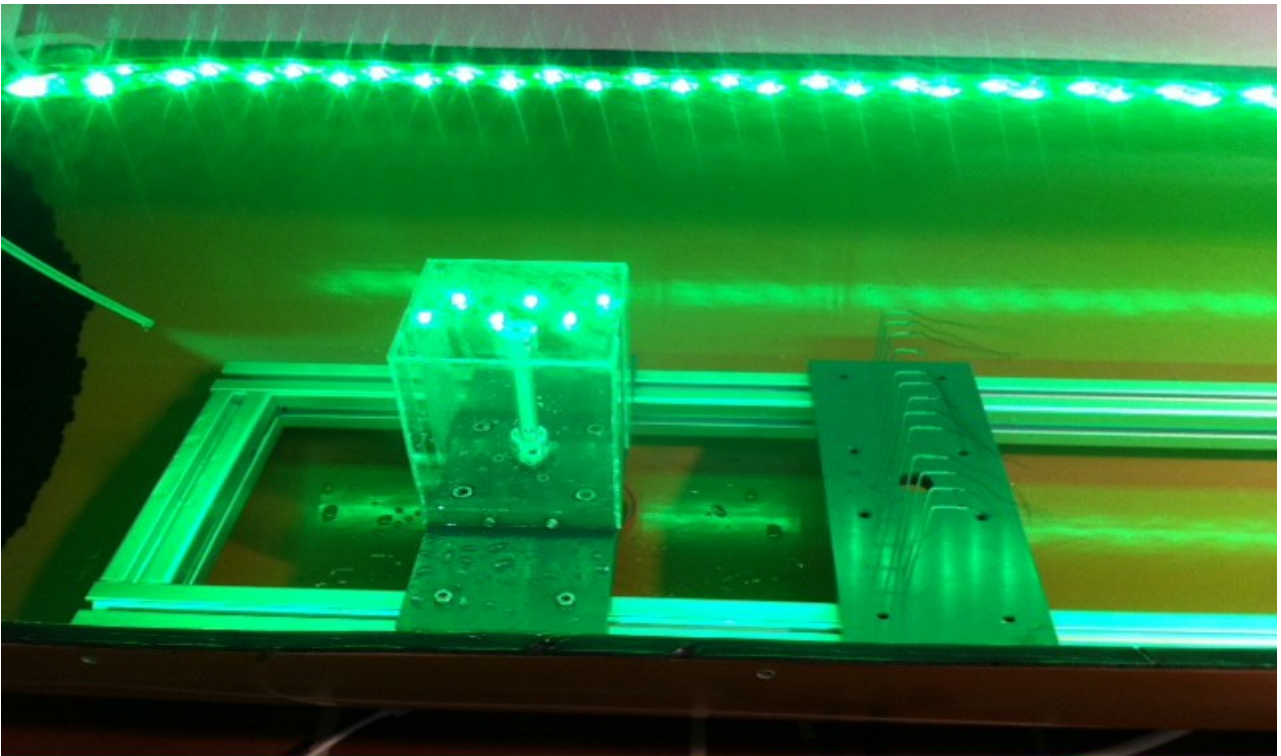
muss nun durch eine größere, am Ende des Kastens platzierte, Öffnung hinaus. Doch bevor die Luft entweichen kann, geht sie an dem Windrad vorbei und dann erst hinaus. Durch den Druck entweicht die Luft schneller als sie am Eingang hinein kam.

Dieses Bernoulli-Gesetz stellt fest, dass bei einem strömenden Gas oder einer Flüssigkeit, die Geschwindigkeit vom Druck abhängt.



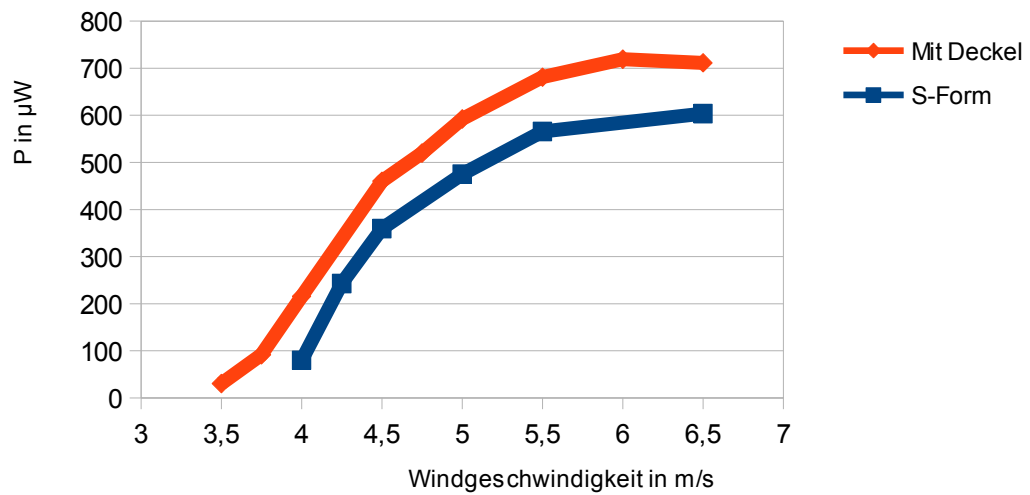
Wir werden versuchen, die Flächen effizient für unsere Windräder zu nutzen und die Windräder in Gebäude einzubringen.

Außerdem sind wir gerade dabei, die im Windkanal angeordneten Windräder zu testen. Zum einen sollen sie hintereinander bestehen können, ohne dass ein Windrad dem anderen Windrad die Effizienz nimmt. Zum Zweiten werden wir an das erste Windrad einen Bernoulli-Kasten bauen, um zu sehen, ob er dem zweiten Windrad noch schneller Luft zukommen lässt, ob er somit effizienter ist und ob er von uns genutzt werden kann. Die Windräder werden auf Schienen angebracht, auf denen sie beliebig verstellbar sind. Die Abstände zwischen den Windrädern werden jeweils getestet und es wird für uns leicht sein, herauszufinden, welcher Abstand für unsere Zwecke am effizientesten ist.



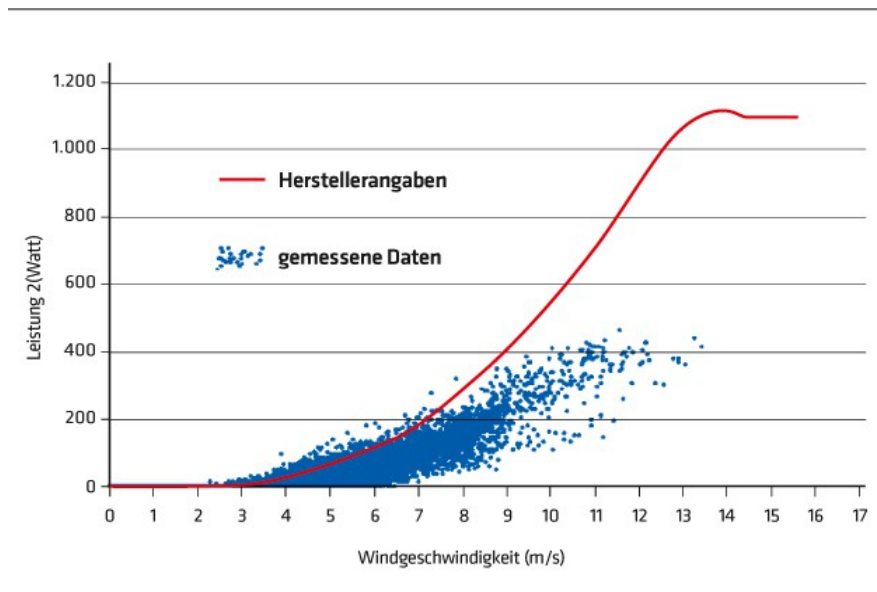
## Ergebnisse und Diskussion

Messung der Leistung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit





## Vergleich der Messergebnisse in Kennlinie „reales Windrad“



## Verwirbelungen im Windkanal



# Projektplanung

Vom 18.-31. Januar 2013 fand ein zweiwöchiges Schülerbetriebspraktikum statt, bei dem wir die Möglichkeit hatten, unsere Vorhaben für das Projekt zu klären und intensiv zu bearbeiten.

Unser Projekt teilt sich in zwei Bereiche:

Der 1. Bereich befasst sich mit der Anordnung der Windräder im Windkanal und den darauffolgenden Messungen.

Der 2. Bereich befasst sich mit der Integration eines Windrades in ein Gebäude.

Beide Bereiche laufen parallel zueinander ab.

Im 1. Bereich haben wir das Gestell für die Windräder schon gebaut, in dem wir auch die Generatoren unterbringen mussten.

Gleichzeitig haben wir neue Flügelformen konstruiert, die wir in 3D drucken lassen werden.

Durchführung:

<b>1. Bereich</b>	<b>2. Bereich</b>
1. Die Flügelformen werden 3D gedruckt.	1. Die Architektur des Gebäudes wird konstruiert und festgelegt.
2. Die einzelnen Teile werden zu den vorgesehenen Modellen zusammengebaut.	2. Das Gebäude wird modelliert.
3. Es werden Löcher für elektrische Installationen im Windkanal angebracht.	3. Windräder werden zum Test eingesetzt und überprüft.
4. Die Modelle werden getestet und es werden Messungen durchgeführt.	4. Die erreichten Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert und visualisiert.
5. Der Bernoulli-Kasten wird an das erste Windrad der Reihenanzahl angebracht und getestet.	5. Wir werden unsere eigenen Schlussfolgerungen ziehen.
6. Die erreichten Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert und visualisiert.	
7. Wir werden unsere eigenen Schlussfolgerungen ziehen.	
Beide Bereiche sollen in das Projekt „Stadt der Zukunft“ einfließen.	

## **Zusammenfassung**

Wir befassen uns in unserem Projekt mit der Effizienzmessung von Windkraftanlagen in einem von uns selbstkonstruierten Windkanal.

Wir testen Flügelformen von Vertikalrotoren um die effizienteste Flügelform zu finden und in einer Reihemessungen anzubringen. Die Windräder können auf einer selbstkonstruierten Schiene in verschiedene Abstände angebracht werden.

Unsere Messergebnisse werden dazu beitragen, dass wir ein Windrad in ein Gebäude modellieren können und dessen Eigenschaften und Effizienz verbessern können.