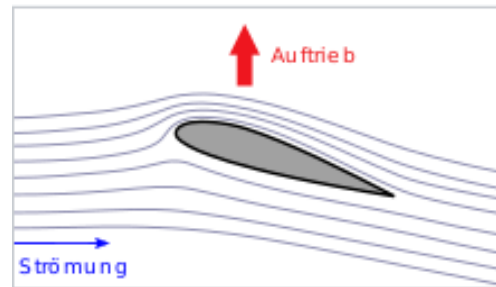


Windkraft neu gedacht

Eine Windkraftanlage ohne Rotorblätter

-
auf Basis der Bernoulli-Gleichung

$$p + \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 = \text{konstant}$$



Quelle Bild:  Wikipedia

Vorwort

Die Klimaziele der Bundesrepublik Deutschland sind sehr ambitioniert. Der Gasboykott durch Russland hat die Notwendigkeit zum Umstieg auf regenerative Energieerzeugung noch einmal drastisch verschärft. Im Jahr 2023 wurden in Deutschland nur 745 Onshore-Windenergieanlagen mit 3.567 MW Megawatt (MW) installiert .

(Quelle: Deutsche WindGuard GmbH, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland Jahr 2023)

Das reicht leider bei weitem nicht aus, um die Klimaziele zu erreichen.

Der Ausbau der Windkraft scheitert oft an Genehmigungsverfahren oder Einsprüchen seitens der Naturschutzverbände oder von Bürgern.

.

Gründe dafür sind z.B.

- Heulton bzw. Rauschen durch Rotorblätter
- Stroboskopähnlicher Schattenwurf. Sowohl die Geräusche als auch der Schattenwurf wird von Menschen als unangenehm empfunden
- Daraus resultieren ein Mindestabstand zu Wohngebieten und somit eine Einschränkung der verfügbaren Aufstellflächen
- Gefahr für heimische Vögel/Fledermäuse und Zugvögel durch die hohe Geschwindigkeit der Rotorblätter
- Tourismus / Landschaftsbild

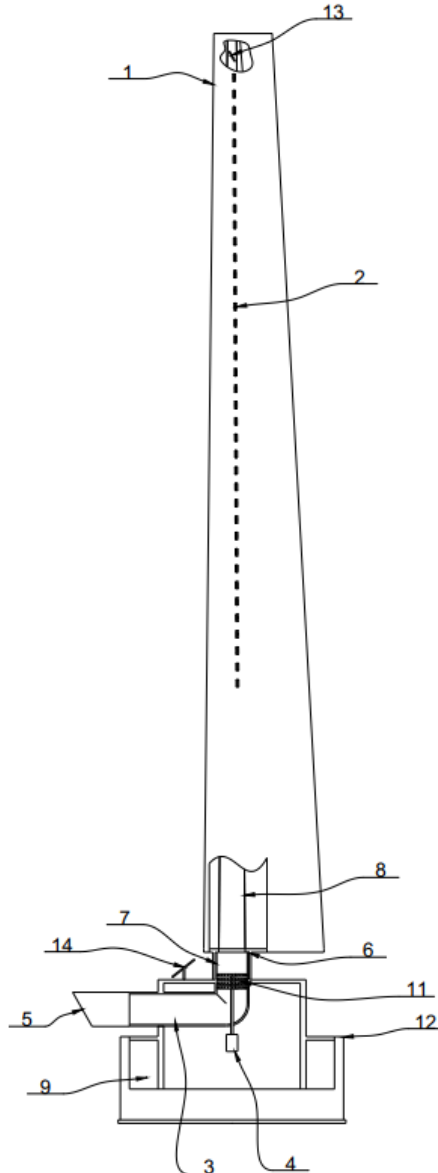
Ich habe am 22.04.2023 einen Antrag auf Erteilung eines Patents eingereicht mit dem Namen „Windkraftanlage auf Basis Unterdruck nach Bernoulli“. Mit dieser Technik könnten die oben genannten Probleme in bestimmten Bereichen der Vergangenheit angehören.

Das Entscheidende daran ist, dass diese neuartige Windkraftanlage ohne Rotorblätter auskommt und durch die Kombination verschiedener Techniken bei Wind (Unterdruck), Sonne (Fotovoltaik) und bei Windstille oder in der Nacht (Kamineffekt) Strom produzieren kann.

Die Vorteile und die Funktionsweise dieser neuartigen Windkraftanlage sind nachfolgend beschrieben.

(Die in Klammer gesetzten Zahlen im Text beziehen sich auf die Bauteile der Zeichnungen)

Neue Technik



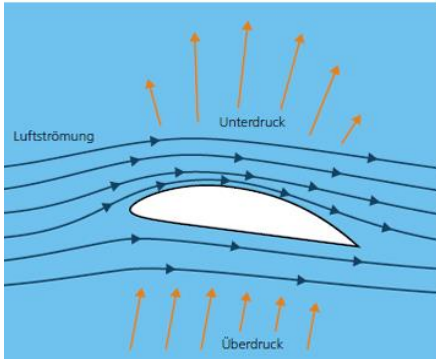
Windkraftanlagen ohne Rotorblätter

Vorteile der neuen Windkraftanlage:

- Keine Gefahr für heimische Vögel/Fledermäuse und Zugvögel
- Kein Heulton bzw. Rauschen durch Rotorblätter
- Kein Stroboskopähnlicher Schattenwurf
- Mindestabstand zu Wohngebieten deutlich geringer, dadurch keine Einschränkung der verfügbaren Aufstellflächen
- Tourismus / Landschaftsbild
- Größere Akzeptanz durch Umwelt- und Naturschutz-verbände
- Durch kürzere Genehmigungsverfahren und mehr verfügbaren Aufstellflächen ist ein schneller Ausbau und somit eine Beschleunigung der Energiewende möglich
- Wesentlich einfacherer Transport auf Schiene und Straße
- Es müssen keine Generatoren oder Rotoren mit einem Kran oder Helikopter aufwendig montiert werden.
- Durch verschiedene Ausbaustufen Energieerzeugung auch bei wenig Wind oder Windstille

Funktionsprinzip

Quelle Bild: DLR Schülerinformation



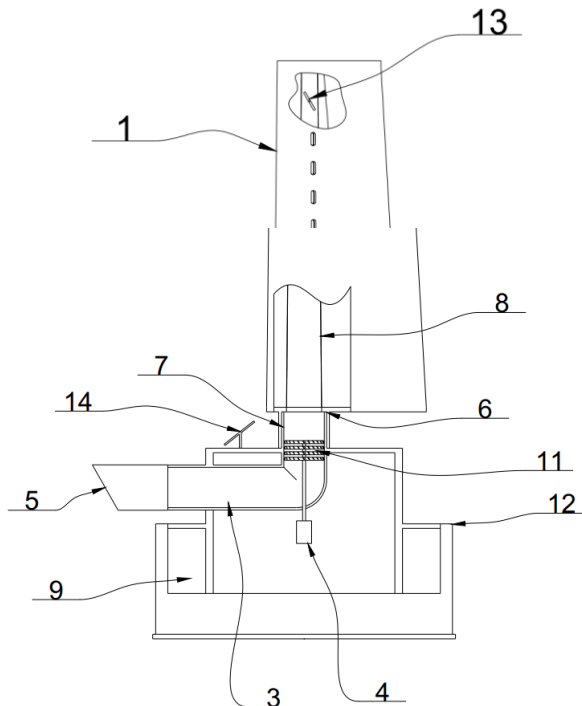
Unterdruck

Beschreibung Windkraftanlage auf Basis Unterdruck

Wenn man ein flügelähnliches Profil, das an der stärksten/ dicksten Wölbung, d.h., dort wo der größte Unterdruck entsteht, mit Öffnungen versieht, senkrecht stellt und entsprechend der Windrichtung ausrichtet, entsteht durch die vorbeiströmende Luft an dieser Stelle ein Unterdruck.

Durch diesen Unterdruck wird Luft über Öffnungen im Turm und ein damit verbundenes Kanalsystem (3) angesaugt.

In dem Ansaugkanal befindet sich eine Turbine (11), die von der vorbeiströmenden Luft angetrieben wird und mit einem oder zwei Generatoren (4) verbunden ist



Ausbaustufe I

Erste Ausbaustufe, Unterdruckbetrieb

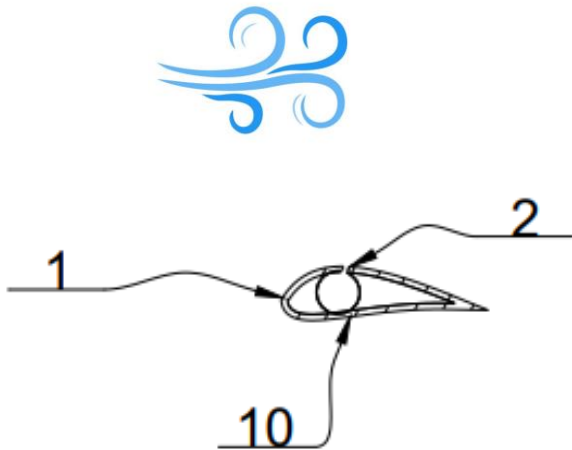
Die Leistungsausbeute ist auf Grund der wirksamen Fläche geringer als bei einer Windkraftanlage mit Rotorblättern.

Dies resultiert aus der Formel zur Berechnung der kinetischen Energie $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ wobei m für die Masse der Luft und v für die Windgeschwindigkeit steht.

Eine Windkraftanlage mit Rotorblättern (Rotorblattlänge 75 m) bezieht seine Energie aus einem Durchmesser von 150 m und einer Fläche von 17.670 m².

Ein Turm mit der gleichen Höhe und einer durchschnittlichen Breite von 30 m kommt auf 4.500 m², wobei nur ein Teil der Fläche genutzt werden kann. Dadurch beträgt die Leistungsausbeute dieser Anlage nur einen Teil einer konventionellen Windkraftanlage.

Wenn sie aber dafür an mehreren Standorten aufgestellt werden kann, wo es vorher aus oben angeführten Gründen nicht möglich war, wäre das ein weiterer Baustein für den Ausbau der Windkraft.



Ausbaustufe II

Kamineffekt

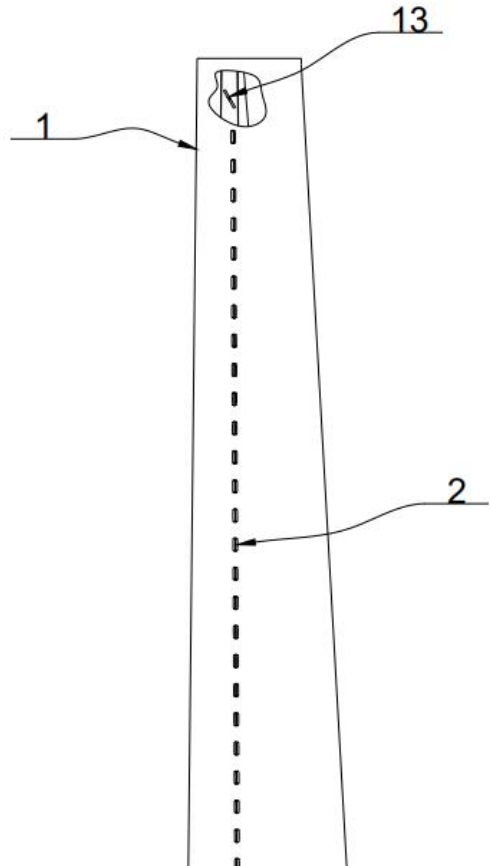
Zweite Ausbaustufe, Kamineffekt

Ist die Temperatur im Inneren des Turms wärmer als die Außentemperatur, entsteht ein Kamineffekt. Dieser besagt, dass warme Luft eine geringere Dichte hat als kalte Luft, wodurch eine thermische Konvektion entsteht.

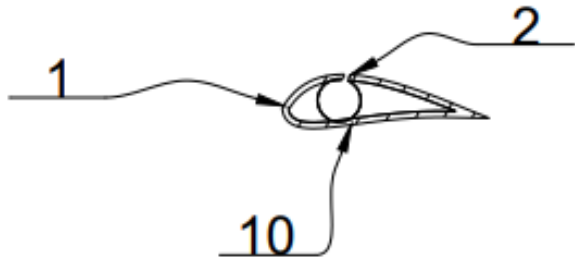
Dieser Kamineffekt wurde schon im persischen Windturm (genannt Bagdir) zur Kühlung von Häusern genutzt.

Bei wenig Wind oder Windstille wird der Kamineffekt, der bei diesem Turm entsteht, zusätzlich zur Energieerzeugung genutzt. Dafür befindet sich am oberen Ende des Turms eine Klappe (13). Diese ist im Unterdruckbetrieb geschlossen. Diese Klappe kann ggfs. entfallen, wenn die oberen Öffnungen für den Kamineffekt genutzt werden.

Um diesen Effekt zu initiieren und zu verstärken, kann der Turm dunkel lackiert werden und es können im Inneren des Turms Heizelemente angebracht werden, die aus wiederaufladbaren elektrischen Speichern, Fotovoltaik oder aus der laufenden Stromproduktion versorgt werden. Hier wird eine Leistung von ca. 60 kW erwartet.



Ausbaustufe III



Fotovoltaik

Dritte Ausbaustufe, Fotovoltaik

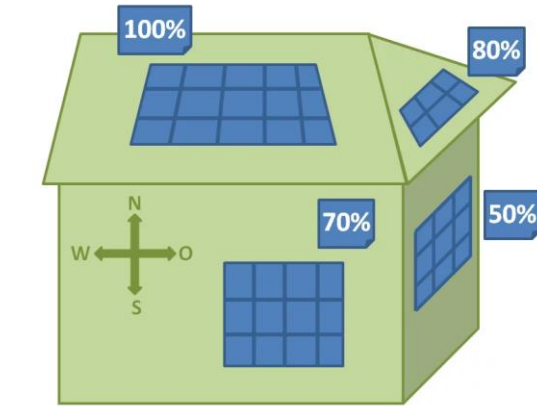
Weiterhin lässt sich die Windkraftanlage mit einer Fotovoltaik Anlage kombinieren. Dabei wird die der gewölbten Seite gegenüberliegende Fläche des Profils mit Solarzellen bestückt.

Da üblicherweise in großen Teilen Europas häufig ein West-Ost Wind weht, und somit der Turm mit der gewölbten Seite des Profils Richtung Norden zeigt, ist die mit Solarzellen bestückte Seite automatisch nach Süden ausgerichtet.

Abhängig davon, wo der größte Wirkungsgrad erzielt wird, Wind oder Solar, ließe sich das Profil über den Drehkranz (6) der Sonne nachführen und die Anlage immer mit dem optimalen Wirkungsgrad betreiben.

Ausbaustufe III

Quelle: Eignung, Montage und Vergütung eines Solardaches (energie-experten.org)



Je nach der Ausrichtung der Module nach Himmelsrichtung und Neigungswinkel variiert die Leistung der Solarmodule. (Graf)



Fotovoltaik

Annahmen zur Leistungsberechnung

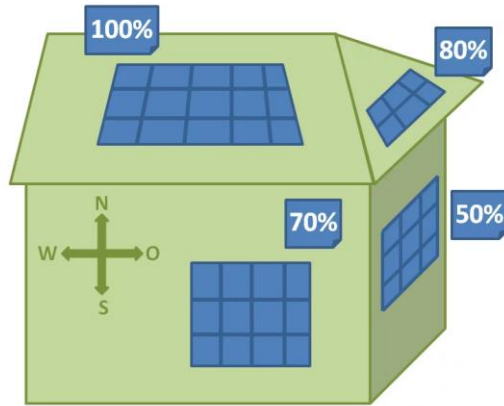
Bei einer senkrechten Hauswand geht man von 70% Leistungsausbeute aus. Da die Solarzellen am Turm ab ca. 25m Höhe angebracht werden, ist die Dauer der Sonnen-einstrahlung wesentlich höher als an einer Hauswand. Zudem ist der Turm freistehend, so dass kein Schattenwurf durch andere Gebäude besteht.

1 m² Solarfläche auf dem Dach bringt im Schnitt 200 kWh im Jahr. Für die Berechnung wird die Ausbeute einer senkrechten Hauswand verwendet (150kWh).

Im reinen Solarbetrieb (Windstille) erhöht sich der Wirkungsgrad noch einmal enorm, da der Turm über den Drehkranz der Sonne nachgeführt wird.

Ausbaustufe III

Quelle: Eignung, Montage und Vergütung eines Solardaches (energie-experten.org)



Je nach der Ausrichtung der Module nach Himmelsrichtung und Neigungswinkel variiert die Leistung der Solarmodule. (Graf)



Fotovoltaik

Leistungsberechnung

Bei einer nutzbaren Turmhöhe von 150 m und einer durchschnittlichen Breite von 30 m ergibt sich eine Fläche von

$$A_{\text{Turm}} = 150\text{m} \times 30\text{m} = 4.500 \text{ m}^2, \text{ genutzt } 80\% \text{ (Annahme)}$$

$$\begin{aligned} \text{Energieausbeute} &= 3.600 \text{ m}^2 \times 150 \text{ KWh/Jahr} = 540.000 \text{ KWh} \\ &= 540 \text{ MWh/Jahr} \quad (720 \text{ MWh/Jahr bei } 200 \text{ KWh/Jahr}) \end{aligned}$$

Da sich durch die Drehung und Höhe eine bessere Ausbeute als an einer Hauswand ergibt, werden 600.000 kWh (600 MWh) angenommen.

Die Energie, die moderne Onshore Windkraftanlagen liefern liegt zwischen 4.000 und 7.000 MWh im Jahr

Gesamtleistung I + II + III

➤ Unterdruckbetrieb, Ausbaustufe I

Für den Unterdruckbetrieb gibt es noch keine genauen Zahlen zur Leistung, da solche Anlagen noch nicht existieren, wird eine Leistung von ca. 15 kW erwartet. Geht man von 8 Std/Tag aus und das an 200 Tagen im Jahr, ergibt das eine Energieausbeute von $15 \text{ kW} * 8 \text{ h} * 200 = 24.000 \text{ kWh} = 24 \text{ MWh}$.

➤ Fotovoltaik, Ausbaustufe II

Die Fotovoltaik bringt es auf 600 MWh, d.h., bei der Kombination Unterdruck + Fotovoltaik (600 + 24) ergibt das eine Jahresleistung von 624 MWh/Jahr.

➤ Kamineffekt, Ausbaustufe III

Auch hier gibt es noch keine genauen Zahlen zur Leistung, da solche Anlagen noch nicht existieren. Auf Basis einer Hochrechnung aus dem Unterdruckbetrieb mit höherer Strömungsgeschwindigkeit, wird eine Leistung von ca. 60 kW erwartet.

Mit der Annahme, dass der Kamineffekt hauptsächlich in der Nacht genutzt wird, ergibt sich folgende Abschätzung:

Ausgehend von 10 Std/Nacht (Tag) an 300 Tagen im Jahr, ergibt das eine Energieausbeute von $60 \text{ kW} * 10 \text{ h} * 300 = 180.000 \text{ kWh} = 180 \text{ MWh}$.

Fazit

Gesamtleistung I + II + III

Kombiniert man alle Ausbaustufen Fotovoltaik, Unterdruck und Kamineffekt ergibt sich eine Jahresleistung von $600 \text{ MWh} + 24 \text{ MWh} + 180 \text{ MWh} = 804 \text{ MWh/Jahr}$.

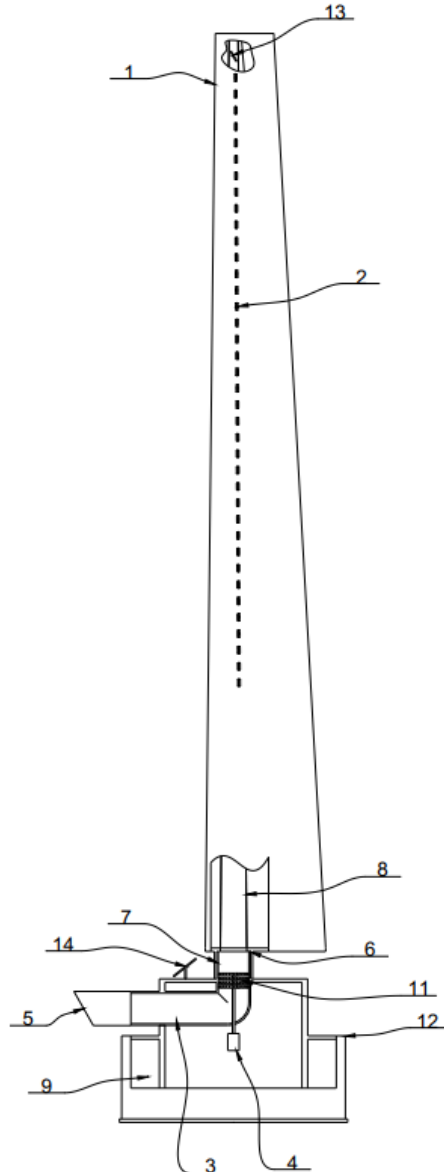
Durch verschiedene Ausbaustufen ist eine Energieerzeugung auch bei wenig Wind oder Windstille möglich. Durch Batteriepuffer ließen sich Schwankungen in der Erzeugung ausgleichen und die Versorgungssicherheit herstellen.

Der Jahresverbrauch eines 4 Personenhaushaltes beträgt ca. 4 MWh pro Jahr, d.h. es lassen sich ca. 200 Haushalte damit versorgen.

Eine echte Alternative für kleine Ortsteile, Aussiedlerhöfe, Inseln oder Länder mit großen Flächen, wo die Kosten für die Übertragungsnetze nicht unerheblich sind.

Auch wenn die Jahresleistung dieser Anlage nur 20 % einer konventionellen Windkraftanlage mit Rotorblättern beträgt, dafür aber an 5 Standorten eine Anlage aufgestellt wird, wo es vorher aus oben angeführten Gründen nicht möglich war, würde das den Ausbau der Windkraft und die Energiewende beschleunigen.

Durch die Vorteile dieser Anlage würde ein weiterer Beitrag zur Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern geleistet. Außerdem ist ein schneller Ausbau möglich, da eine große Akzeptanz durch Bürger, Umwelt- und Naturschützer zu erwarten ist und somit auch Flächen genutzt werden können, die vorher nicht berücksichtigt wurden.



Welche Nachteile hat eine konventionelle Anlage mit Rotorblättern?

- Heulton bzw. Rauschen durch Rotorblätter
- Stroboskopähnlicher Schattenwurf
- Rotorblätter stellen mit ihrer hohen Geschwindigkeit eine Gefahr für heimische Vögel/Fledermäuse und Zugvögel dar
- Genehmigungsverfahren dauern bis zu 7 Jahren

Welche Vorteile hat die neue Technik ohne Rotorblätter?

- Weniger Flächenverbrauch, geringerer Mindestabstand zu Wohngebieten und somit mehr Aufstellflächen
- Durch kürzere Genehmigungsverfahren größere Akzeptanz durch Umwelt- und Naturschutzverbände
- Wesentlich einfacherer Transport auf Schiene und Straße
- Durch verschiedene Ausbaustufen Energieerzeugung auch bei wenig Wind oder Windstille
- Das Landschaftsbild wird nicht in gleichem Maße gestört wie bei konventionellen Anlagen

Was sind die nächsten Schritte?

- Veröffentlichung des Patents im 2. Quartal 2024
- Suche nach Interessenten aus der Wind- und Luftfahrtindustrie sowie der Luftsport-Branche

Kontakt: Wolfgang Dewenter, wdewenter@onlinehome.de, www.linkedin.com/in/wolfgangdewenter