

## Eine Energiequelle seit über 3000 Jahren





#### Funktionsweise Windkraftanlagen

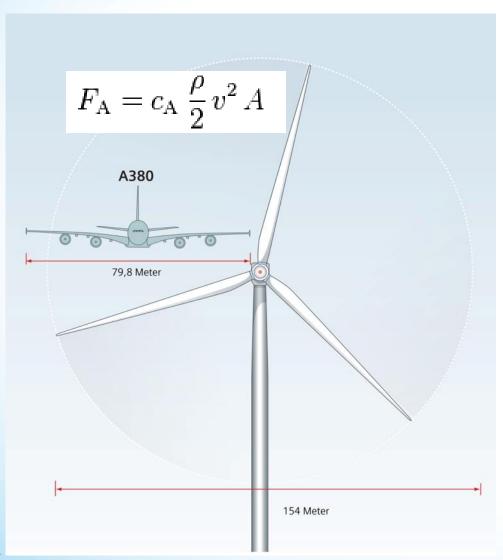




Windkraftanlagen nutzen dieselben Kräfte, die auch die Flugzeuge in der Luft halten. Die Auftriebskraft!

Hier z. B. eine Anlage mit einer Nennleistung von 6 MW mit einer Rotorfläche von ca. 18.600 m², einem Kapazitätsfaktor von 10-40% und einer Energielieferung von ca. 5,2 – 21 GWh/a je nach Standort.



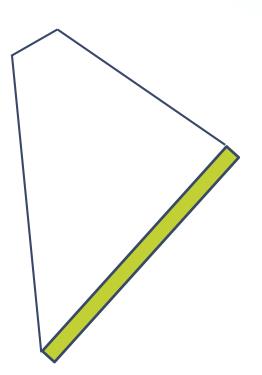


Woher kommt die Kraft um Strom zu erzeugen?



Ein Brett im Wind erzeugt eine Kraft











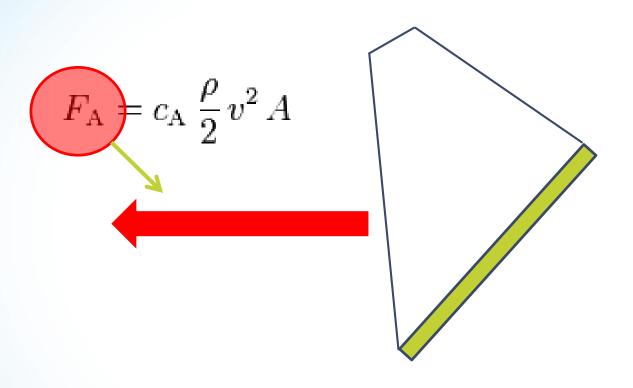












Diese Kraft (Fa)
= Auftriebskraft,
berechnet sich aus
verschiedenen
Faktoren







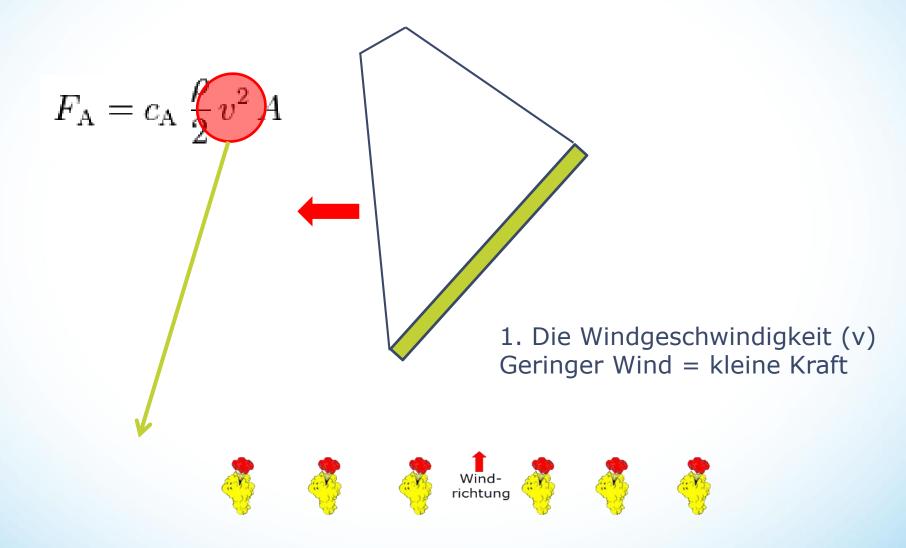




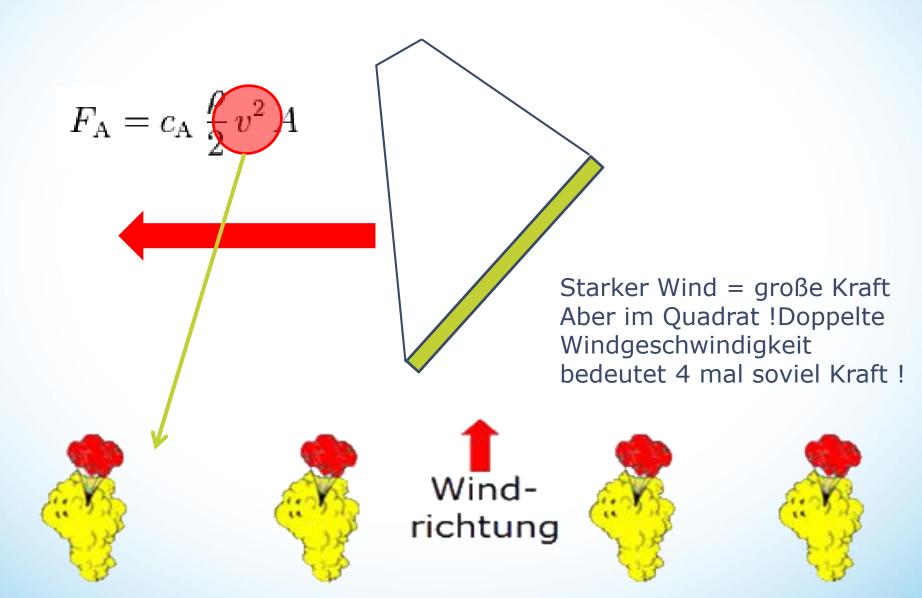




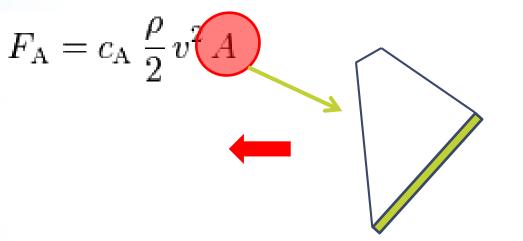












2. Die Fläche (A) Kleine Fläche = kleine Kraft







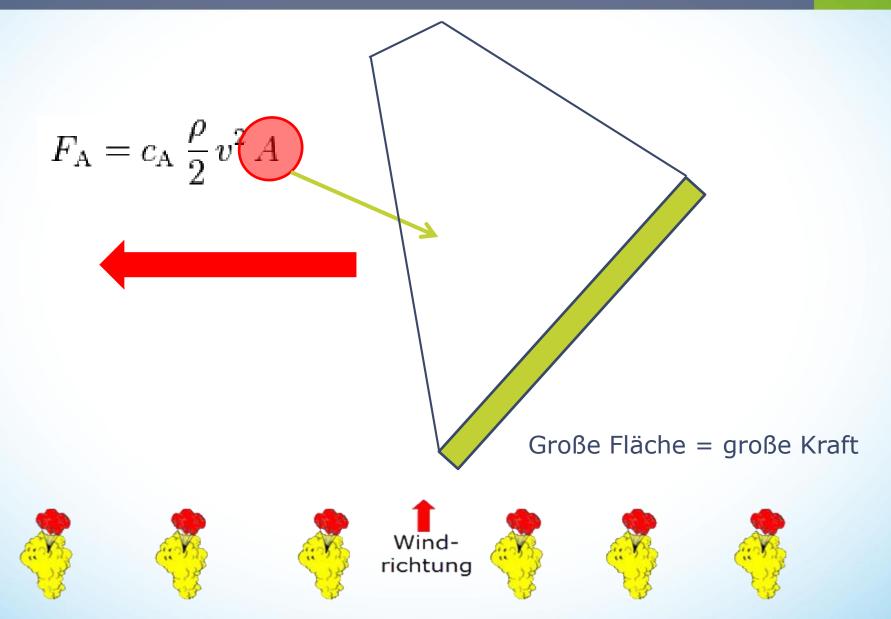




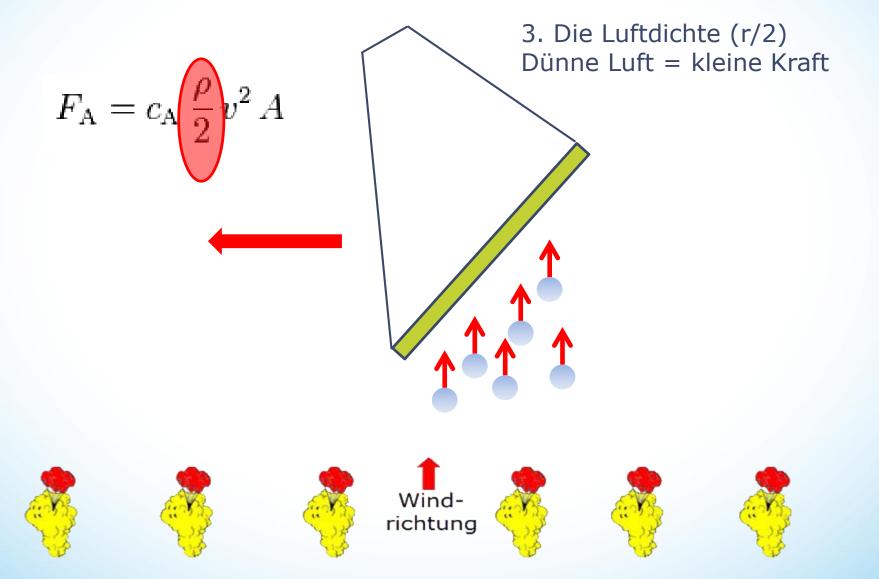




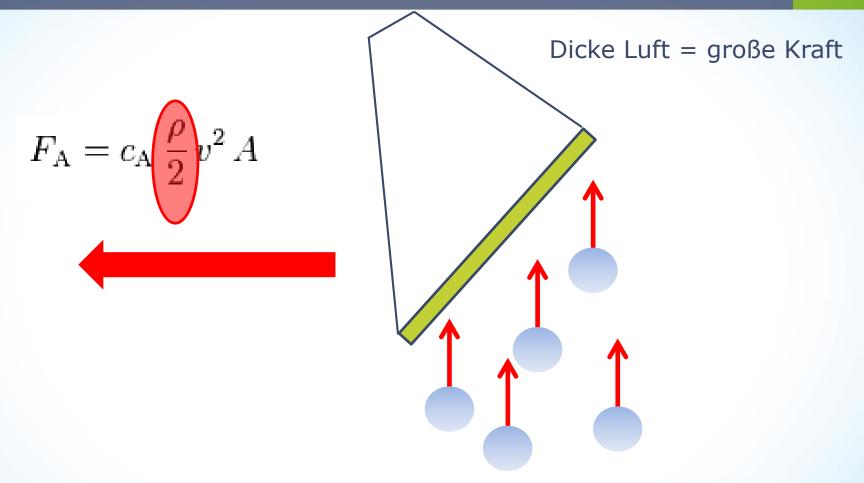












Anmerkung: Die Luftdichteveränderung in Bodennähe (< 1000m) kann man vernachlässigen!







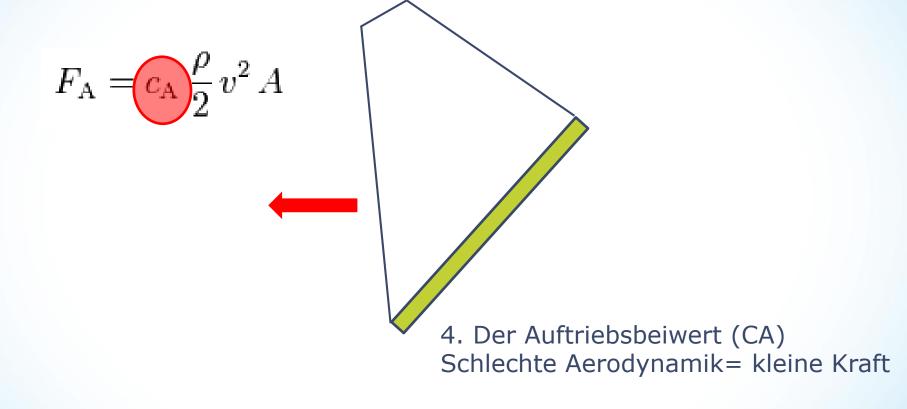






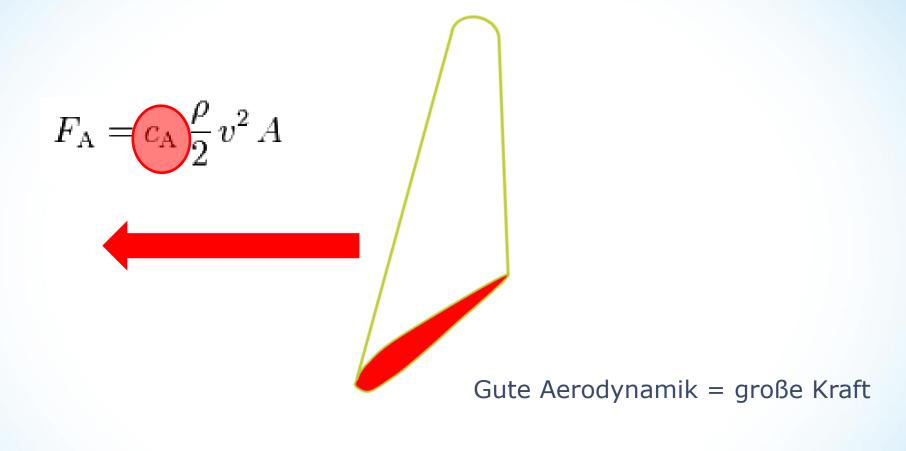






Windrichtung



















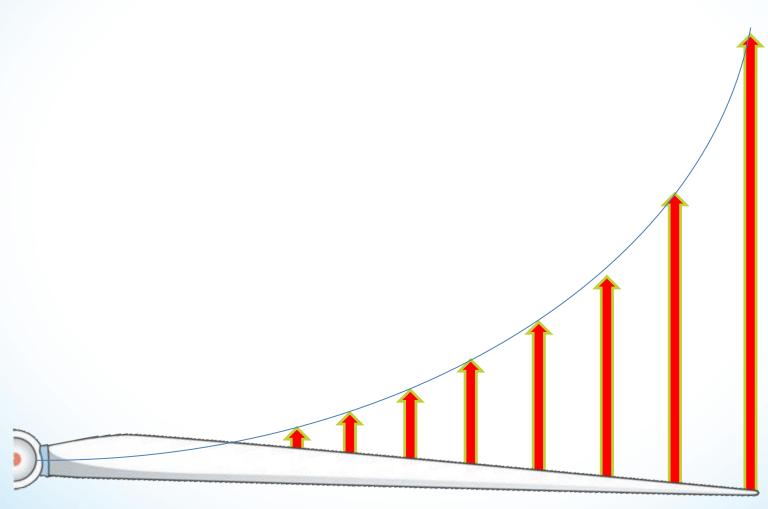
# Und was hat das mit Höhenwind-Energie zu tun?





## Auftriebsverteilung Rotorblatt





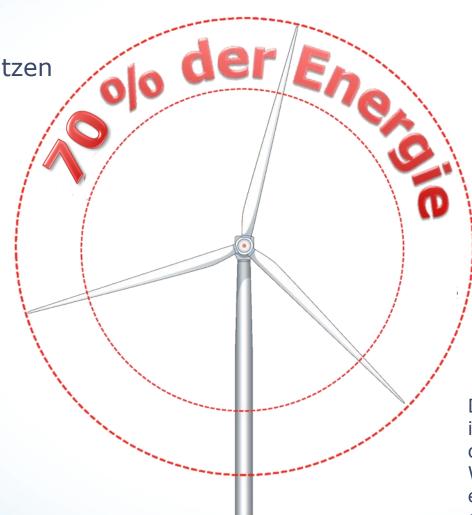
V Rotor = 0 km/h

V Rotor = 300 km/h

#### Wo wird die meiste Energie erzeugt?



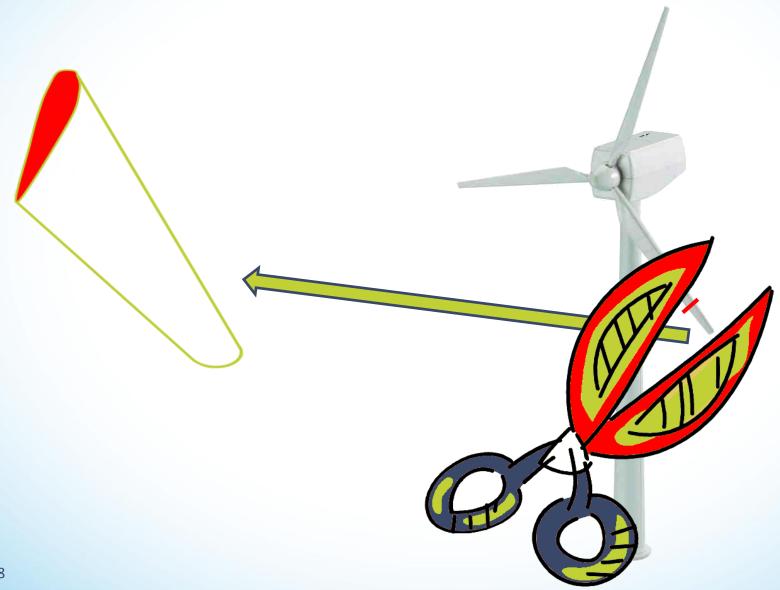
Die Blattspitzen erzeugen:



Die Geschwindigkeit der Blätter ist im Drehzentrum 0. Und da die Kraft quadratisch mit der Windgeschwindigkeit steigt, erzeugen die Blattspitzen den Großteil der Energie.

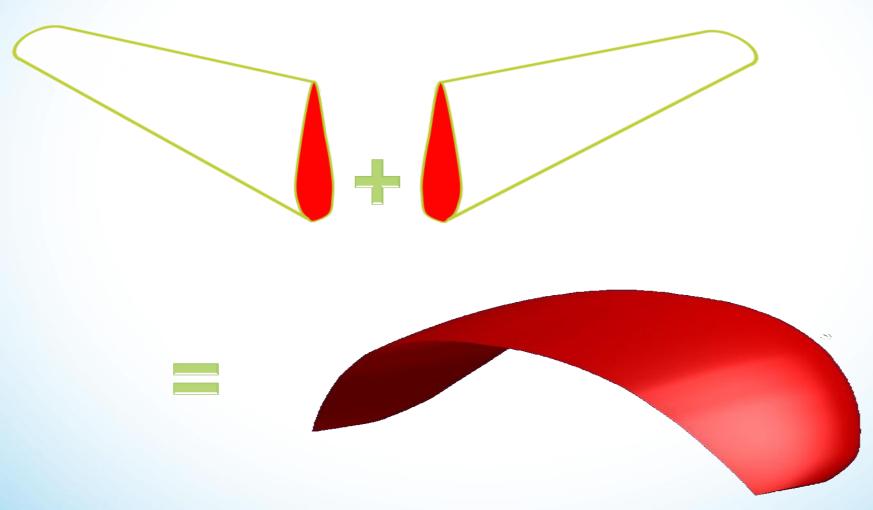
### Schnitt durch die Fläche einer Windturbine





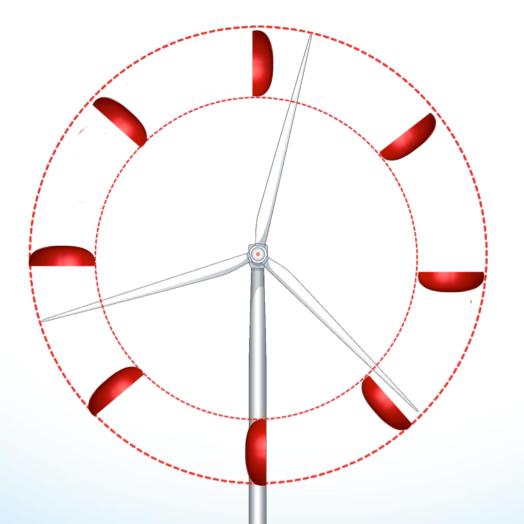
## Zwei Blattspitzen ergeben einen Drachen





### Die Drachen sind "fliegende Blattspitzen"



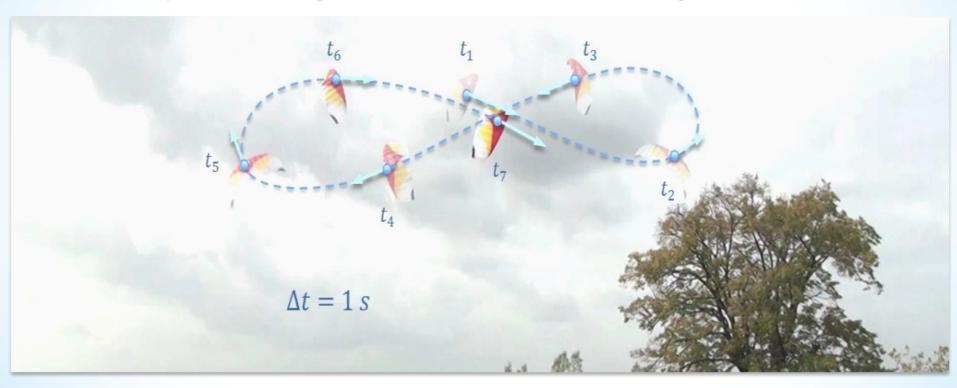


Energiedrachen fliegen ebenfalls dort, wo die meiste Energie herkommt. Allerdings können sie nicht ständig im Kreis fliegen. Sie hängen zur Sicherheit an 4 Seilen. Diese würden sich aufdrehen. Deshalb...

## Wie bewegen sich die Drachen?



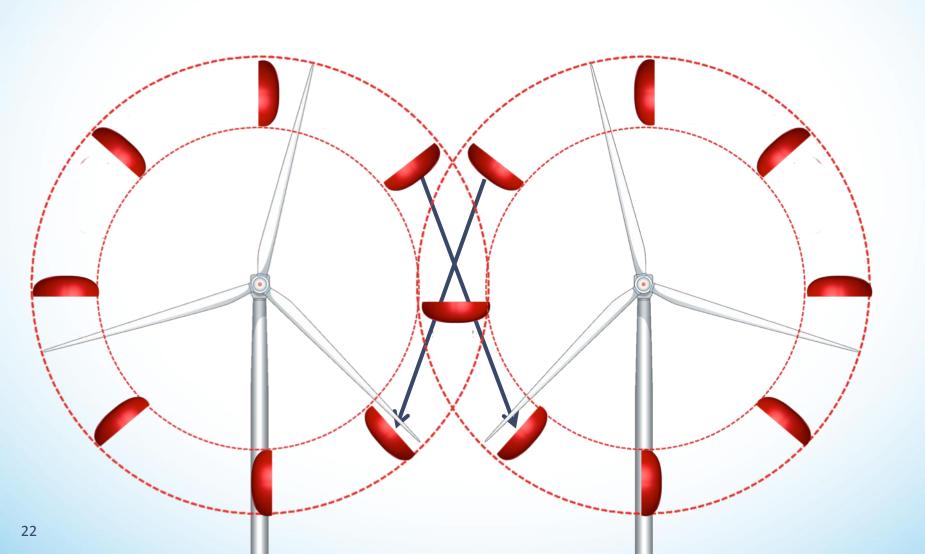
...ist die optimale Flugbahn der Drachen eine liegende 8.



Energiedrachen können immer in der optimalen Höhe fliegen!
21 Bei schwachem Wind hoch, bei zu starkem Wind niedrig!

# Die liegende 8 – schematische Darstellung





## Grundidee: Erprobte Technologien verwenden





Höhenwind-Drachen





Generator / Motor Erzeugen im ICE Strom beim Bremsen



Schienensystem

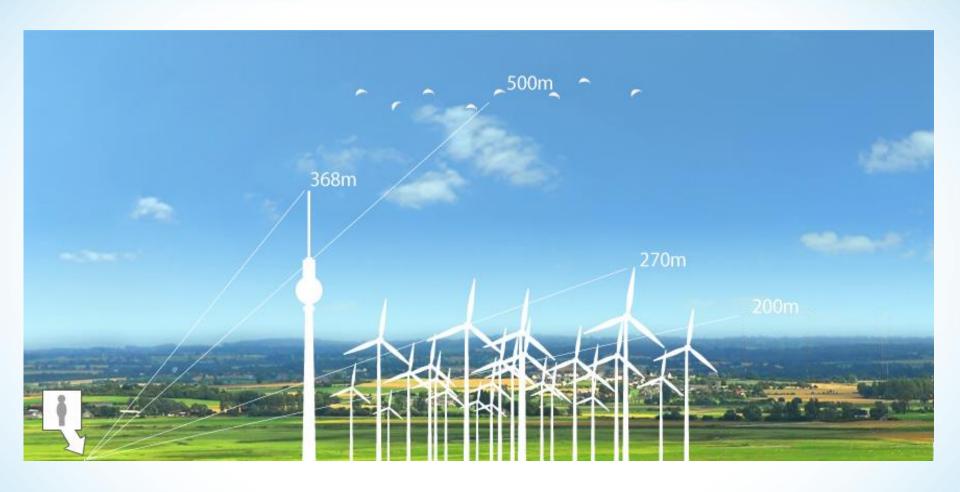
## So wird aus Höhenwind (X-Wind) Strom





### Leistungs- und Größenvergleich

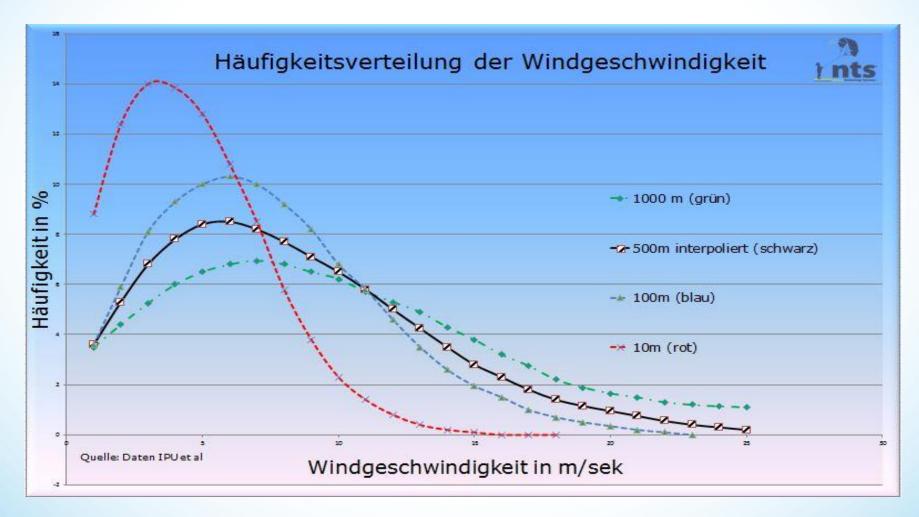




Acht Kites entsprechen 24 konventionellen 1 MW Windkraftanlagen => 40GWh/a

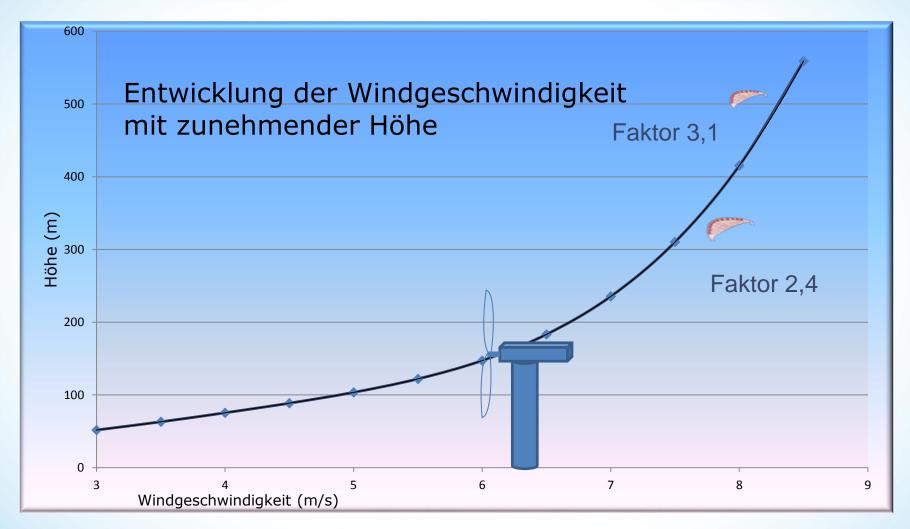
#### Mehr Höhe = mehr Windstärke und -verfügbarkeit





#### Die Energieausbeute steigt überproportional





Die Energieentwicklung im Wind steigt mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit.

2-fache Geschwindigkeit = 8 mal soviel Energie!

#### Energie



Die Berechnungen von Miles L. Loyd:

J. ENERGY

#### **Crosswind Kite Power**

Miles L. Loyd\*

Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, Calif.

Theoretisch erreichbar:

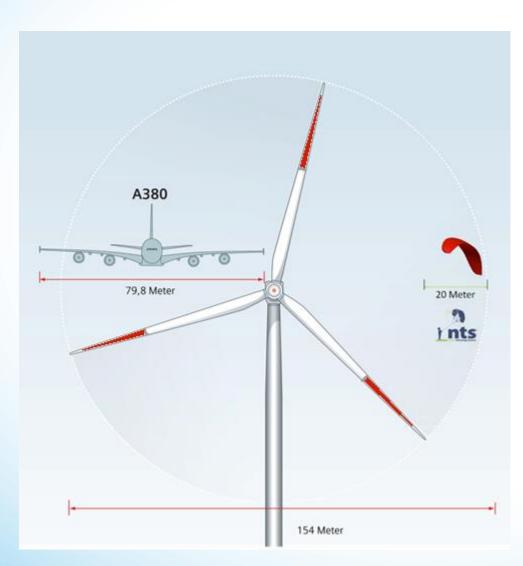
38 kW/m<sup>2</sup> Drachenfläche (bei z.B. Wind Geschwindigkeit 10m/Sek.)

Zum Vergleich:

1 kW/m² pro Photovoltaikfläche

### Rohstoff-Verbrauch im Vergleich





#### Windkraftanlage:

Nennleistung 6 MW Rotorfläche ca. 18.600 m² Kapazitätsfaktor 10-40% Energie ca. 5,2-21 GWh/a Ressourcenverbrauch: 1.800 t Stahl

#### **X-Wind Energie:**

200 t GfK

Nennleistung 1 MW
Drachenfläche 320-400 m²
Kapazitätsfaktor 30-70%
Energie ca. 2,6-6,1 GWh/a
Ressourcenverbrauch:
40 t Stahl

20 t Kunststoff

## Es entsteht eine innovative Höhenwind-Anlage

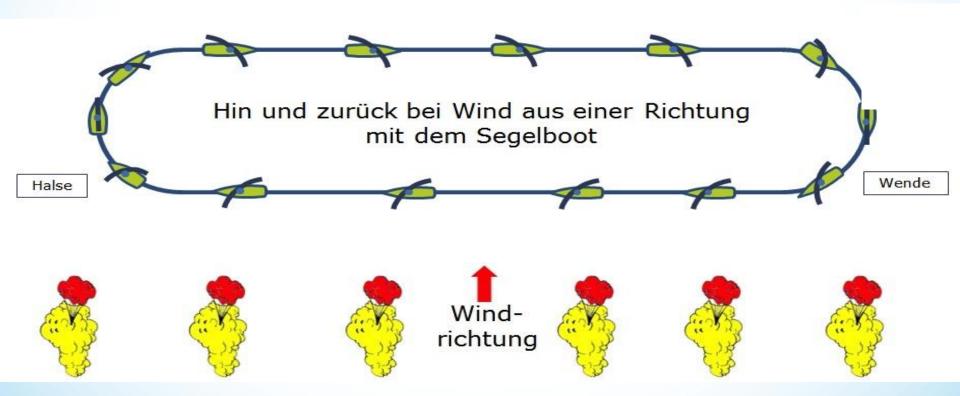




Schematisch Darstellung Erzeugung von 120 GWh/Jahr (reicht für ein Automobilwerk)

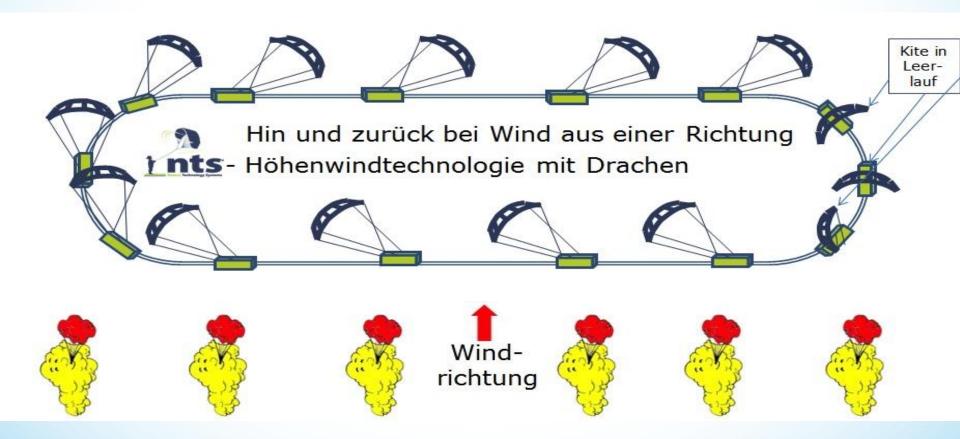
## Ausrichtung der Drachen





## Ausrichtung der Drachen



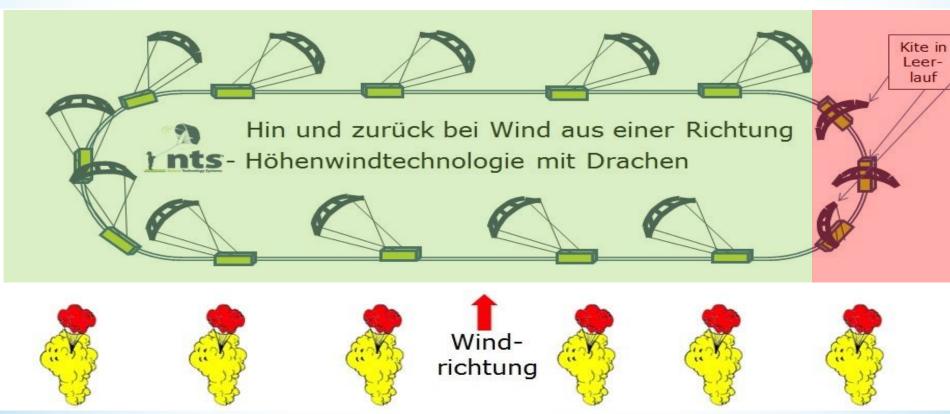


## Energieerzeugung



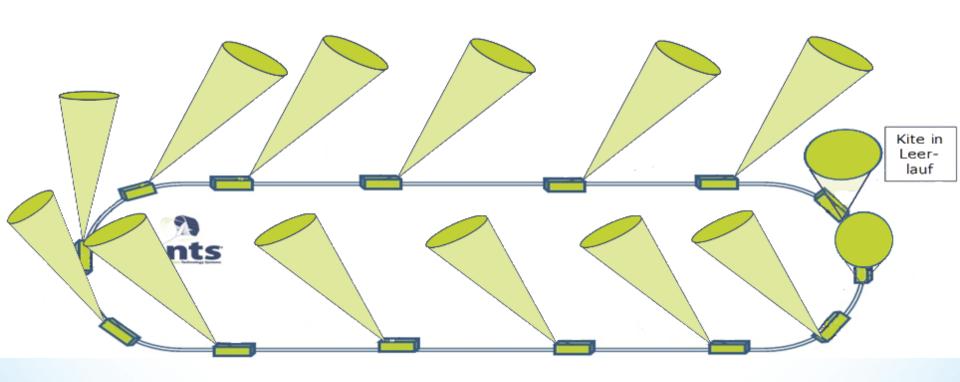
#### Energieerzeugung

#### Energieverbrauch



# Kollisionssicherung





#### Erteilte Patente



- USA
- China
- Russland
- Europa
- Indonesien
- Türkei
- Australien
- Süd Afrika
- Marokko



















#### Auszeichnungen



- KIS-Forum Brussels: "Most Successful company", 2009
- EVC SF, Lisbon: "Best Cleantech Company", 2009
- 2. Münchner Cleantech-Konferenz: Best Presenting Company, 2009
- EVC Barcelona: Finalist "Top 25" of the best European Venture Opportunities, 2009
- ecolink+, Vienna: Best Presenting Company, 2010
- European Venture Contest SF, Luxembourg: Best Cleantech Company, 2010
- European Venture Contest SF, Pamplona: Best Cleantech Company, 201
- Eureka Venture Forum Istanbul, Best presenting Company, 2012







#### Erfahrenes Team





#### **Uwe Ahrens, Gründer NTS / aap:**

- Gelernter Werkzeugmacher
- F&E, Qualitätsmanagement bei Volkswagen und BMW
- Dipl.-Ing. für Luft- und Raumfahrttechnik, TU Berlin
- Konstruktions- und Produktionsleiter, Johnson & Johnson
- Gründer und langjähriger
   Vorstandsvorsitzender der aap Implantate
   AG. IPO in 1999, ab 2005 Aufsichtsrat
- Vorsitzender des Ausschusses für Innovation, Technologie und Industrie der IHK, Berlin seit 2001

## Zusammenfassung



- Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten bei gleicher Energielieferung niedriger als bei konventionellen Energieerzeugern
- Stromgestehungskosten geringer als bei fossilen Energieträgern
- Grundlastfähigkeit weitgehend gegeben
- Kombinierbar mit Photovoltaik
- Sehr gute Regelfähigkeit
- Vogel- und fledermausfreundlich
- Mit Lärmschutzwall leiser als konventionelle Kraftwerke
- Technologie weltweit (80%) patentrechtlich geschützt
- Enorme Ressourceneinsparung (<10% von konventioneller Windkraft)</li>
- Geringe Rückbaukosten
- Nur seit Jahrzehnten TÜV geprüfte und recyclingfähige Komponenten
- Magnet für Touristen
- Nahezu unsichtbar in der Landschaft





#### Literatur:



Green Energy and Technology

Uwe Ahrens - Roland Schmehl - Moritz Diehl Airborne Wind Energy

This reference offers an overview of the field of airborne wind energy. As the first compendium of current research and development activities as well as economic and regulatory aspects. In five parts, the book demonstrates the relevance of Airborne Wind Energy and the role that this emerging field of technology can play for the transition towards a renewable energy economy. Part I on "Fundamentals" contains seven general chapters explaining the principles of airborne wind energy and its different variants, of meteorology, the history of kites, and financing strategies. Part II on "System Modeling, Optimization and Control\* contains eight contributions that develop and use detailed systems, while Part III on "Analysis of Flexible Kite Dynamics" collects four chapters that focus on the particularly challenging simulation problems related to flexible kites Part IV "Implemented Concepts" contains eleven contributions each of which presents developed prototypes together with real-world experimental results obtained with the different concepts. Finally, in Part V on "Component Design", five papers are collected that address in detail the technical challenges for some of the components of airborne

Airborne Wind Energy presents all basics in a single source to someone starting to explore wind power in the upper atmosphere and serves as a valuable reference for researchers, scientists, professionals and students active in the innovative field of Airborne Wind Energy.

Climate change, environmental impact and declining natural resources are driving scientific research and novel technical solutions. Green Energy and Technologyerves as a publishing platform for scientific and technological approaches to "green"—i.e., environmentally friendly and sustainable—technologies. While the main focus lies on energy and power supply, the series also covers green solutions in industrial engineering and engineering design. Green Energy and Technology is a monograph series addressing researchers, advanced students and technical consultants, as well as decision makers in industry and politics. The level of presentation ranges from instructional to highly technical.

Green Energy and Technology **Uwe Ahrens** Roland Schmehl Moritz Diehl Editors





Wissenschaft liches Buch zum Thema Höhenwinde nergie erschienen: Uwe Ahrens, Roland Schmehl, Moritz Diehl: Airborne Wind Energy (ISSN 1865-3529) 611 Seiten