

Höhenwind-Energie

Wie wird aus Windkraft Strom?



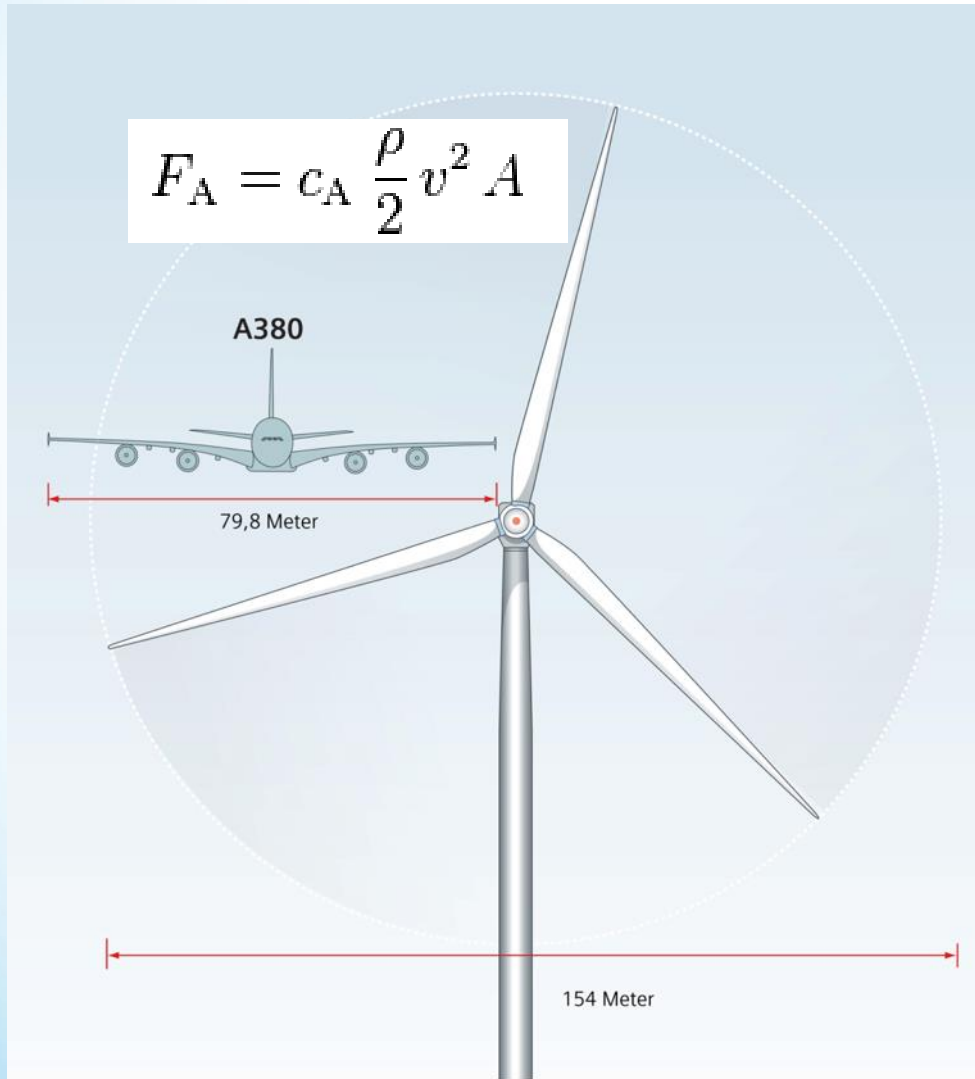
Eine Energiequelle seit über 3000 Jahren





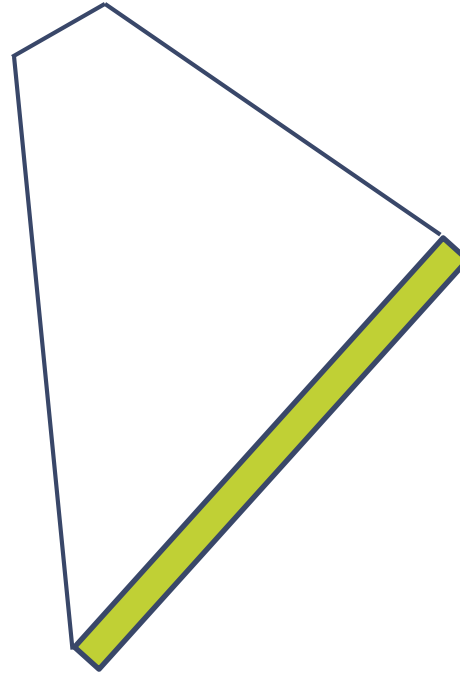
Windkraftanlagen nutzen dieselben Kräfte, die auch die Flugzeuge in der Luft halten. Die Auftriebskraft!

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?

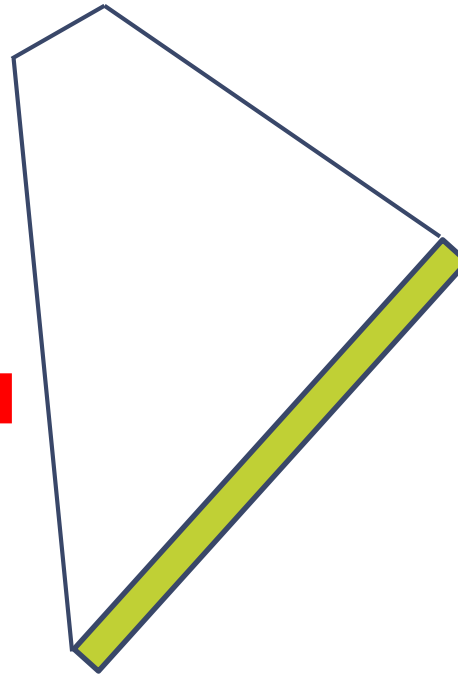
Ein Brett im Wind
erzeugt eine Kraft



↑
Wind-
richtung



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



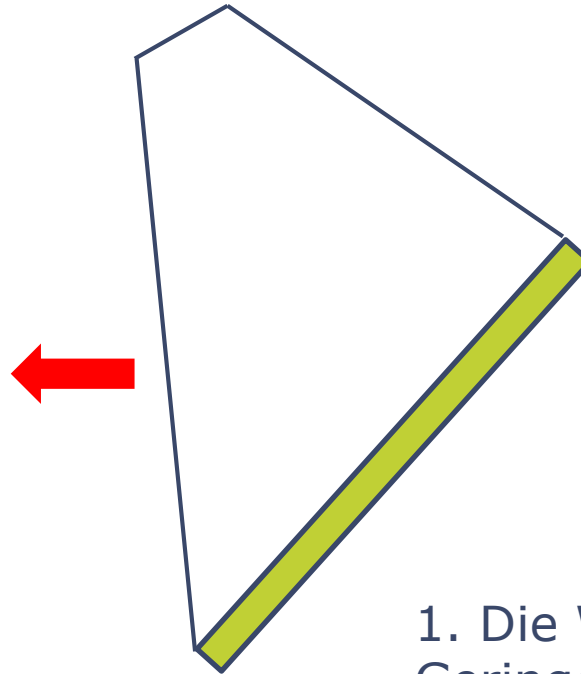
Diese Kraft (F_A)
= Auftriebskraft,
berechnet sich aus
verschiedenen
Faktoren



↑
Wind-
richtung



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



1. Die Windgeschwindigkeit (v)
Geringer Wind = kleine Kraft



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



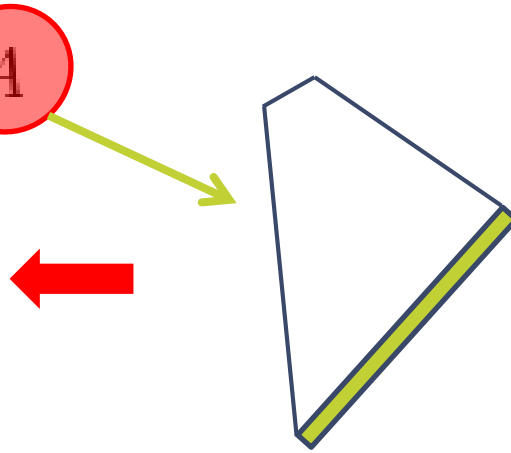
Starker Wind = große Kraft
Aber im Quadrat ! Doppelte
Windgeschwindigkeit
bedeutet 4 mal soviel Kraft !



↑
Wind-
richtung



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



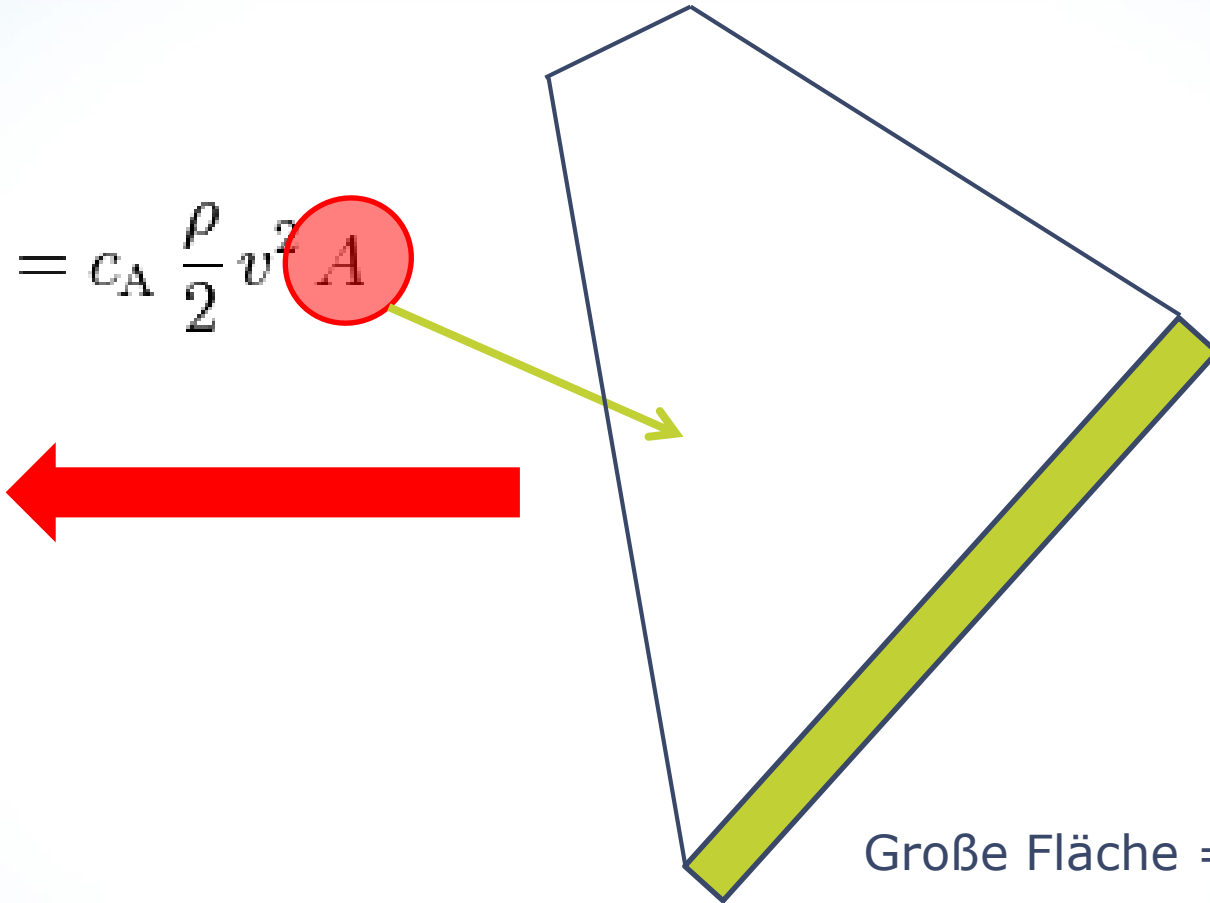
2. Die Fläche (A)
Kleine Fläche = kleine Kraft



↑
Wind-
richtung



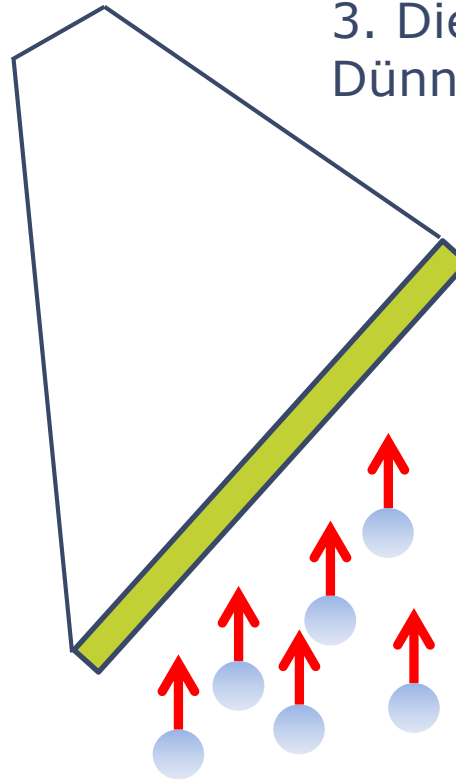
$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



↑
Wind-
richtung



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



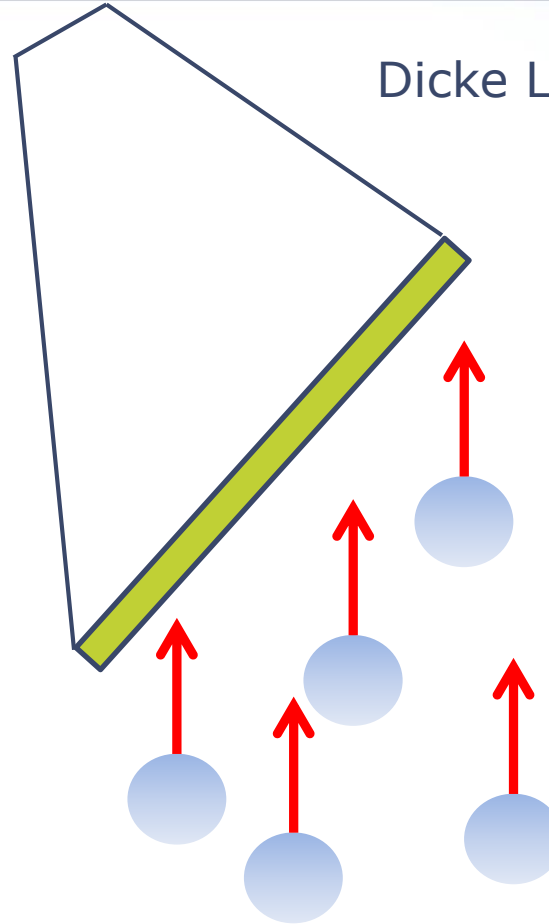
3. Die Luftdichte ($\rho/2$)
Dünne Luft = kleine Kraft



↑
Wind-
richtung



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



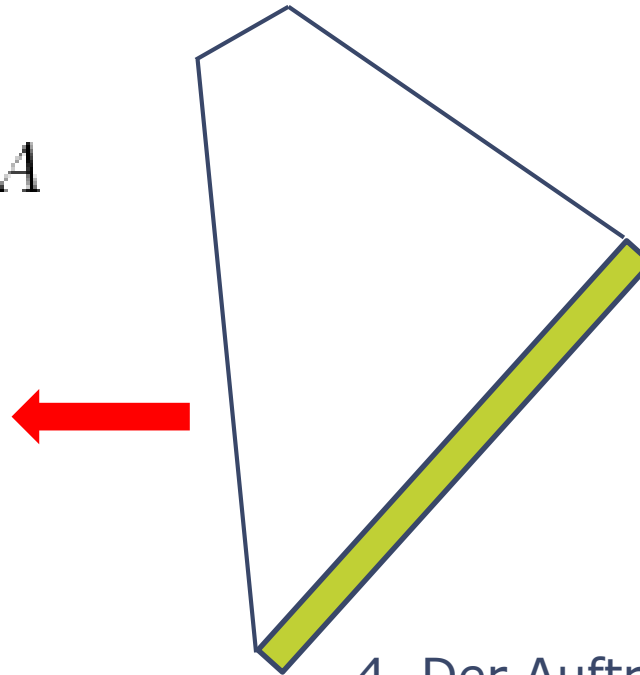
Anmerkung: Die Luftdichteveränderung in Bodennähe (< 1000m) kann man vernachlässigen!



↑
Wind-
richtung



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



4. Der Auftriebsbeiwert (CA)
Schlechte Aerodynamik= kleine Kraft



↑
Wind-
richtung



$$F_A = c_A \frac{\rho}{2} v^2 A$$



Gute Aerodynamik = große Kraft



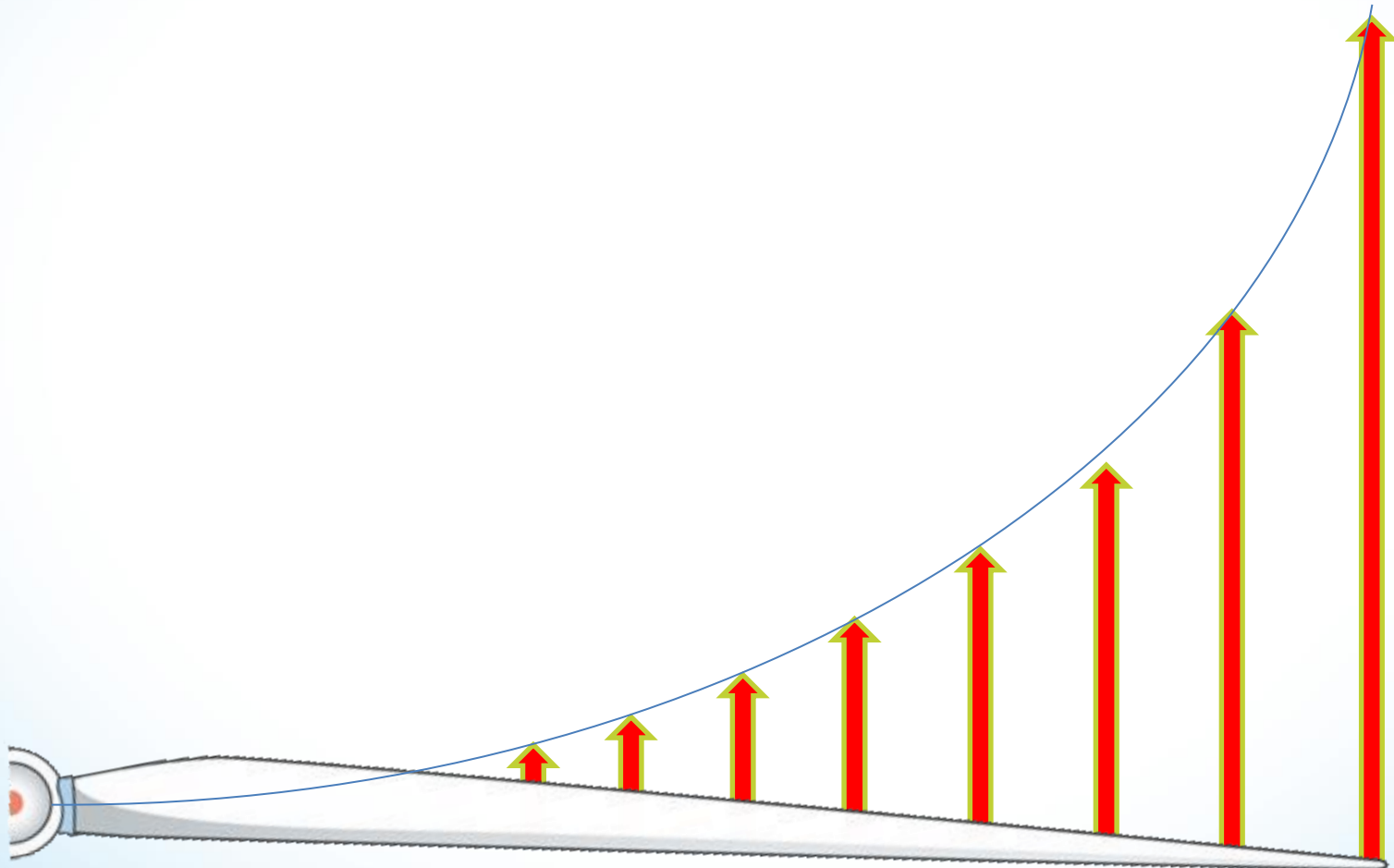
↑
Wind-
richtung



Und was hat das mit Höhenwind-Energie zu tun?



Auftriebsverteilung Rotorblatt

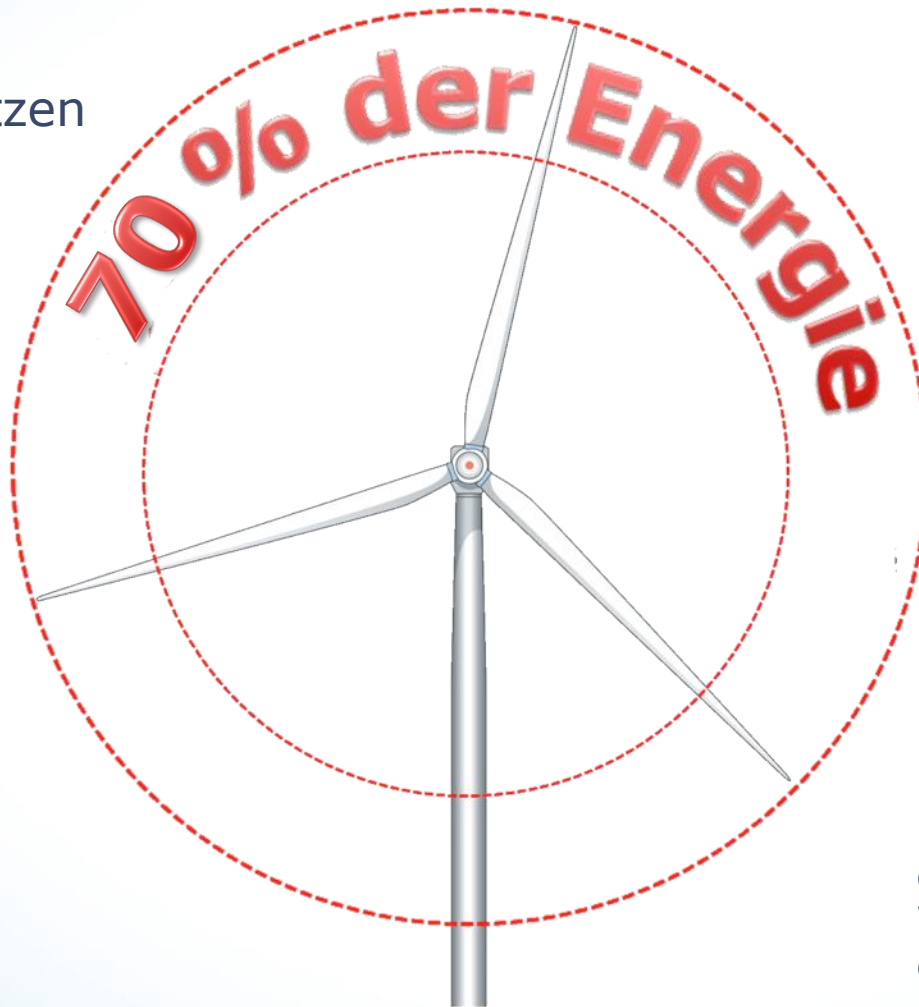


$V_{\text{Rotor}} = 0 \text{ km/h}$

$V_{\text{Rotor}} = 300 \text{ km/h}$

Wo wird die meiste Energie erzeugt?

Die Blattspitzen erzeugen:

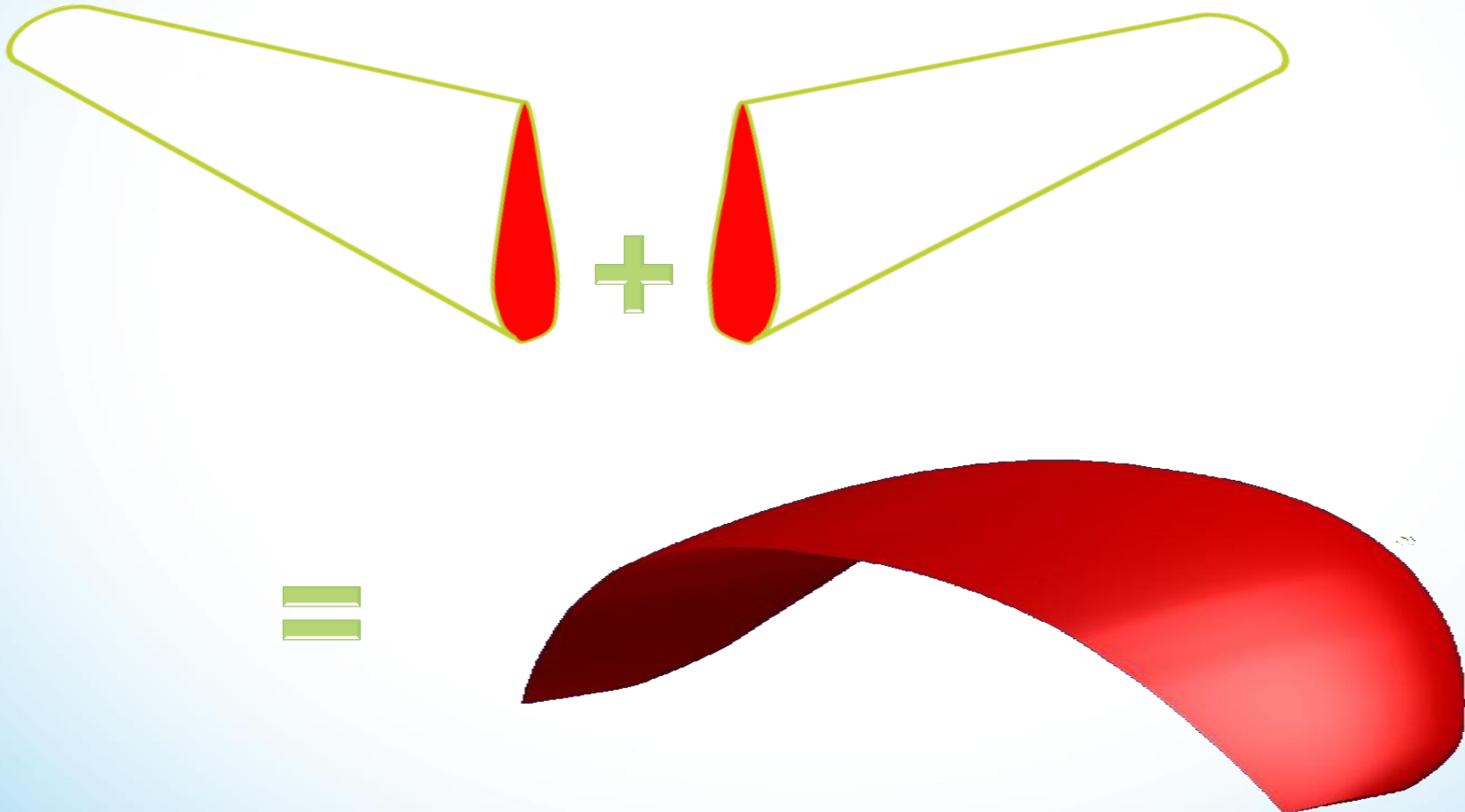


Die Geschwindigkeit der Blätter ist im Drehzentrum 0. Und da die Kraft quadratisch mit der Windgeschwindigkeit steigt, erzeugen die Blattspitzen den Großteil der Energie.

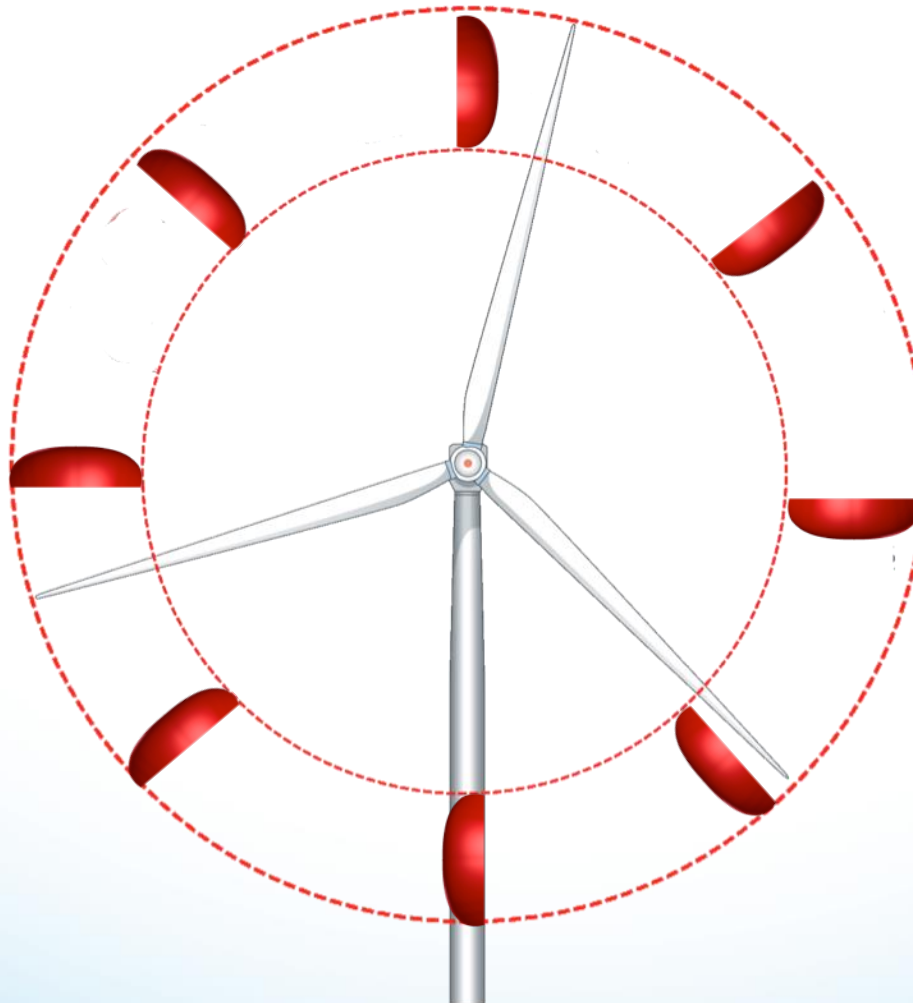
Schnitt durch die Fläche einer Windturbine



Zwei Blattspitzen ergeben einen Drachen



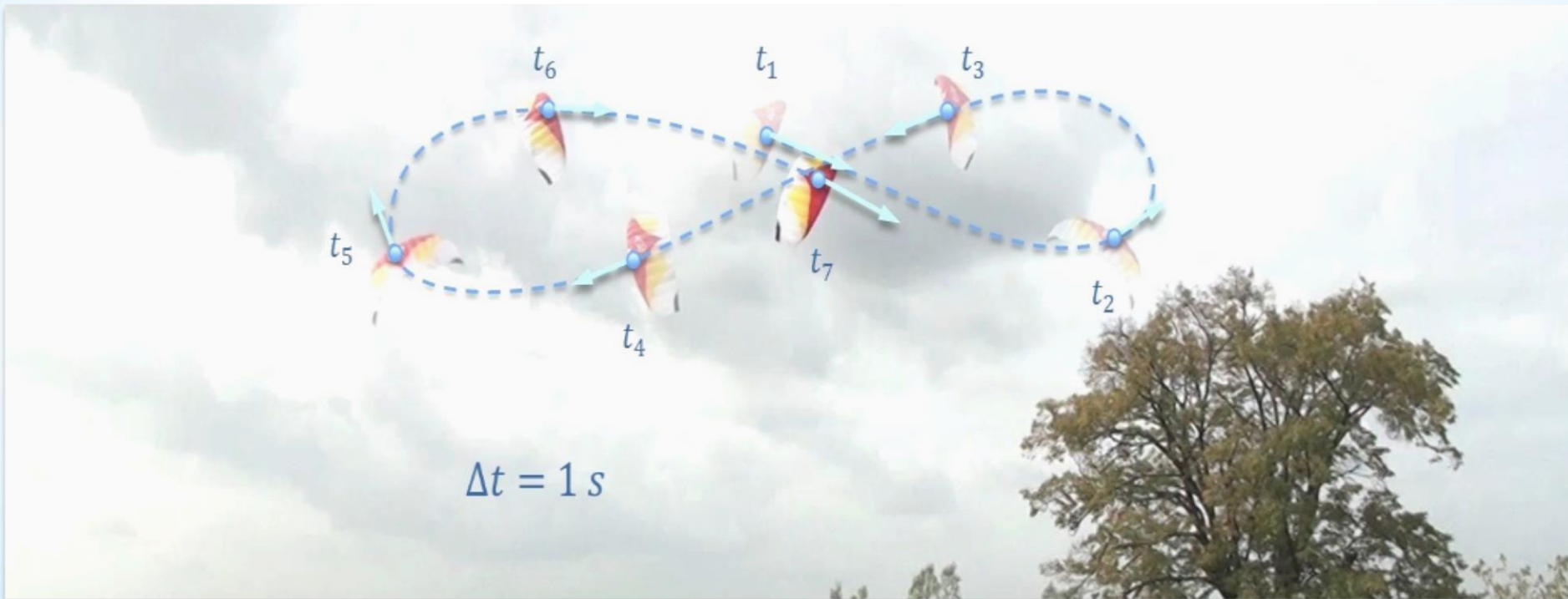
Die Drachen sind „fliegende Blattspitzen“



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...

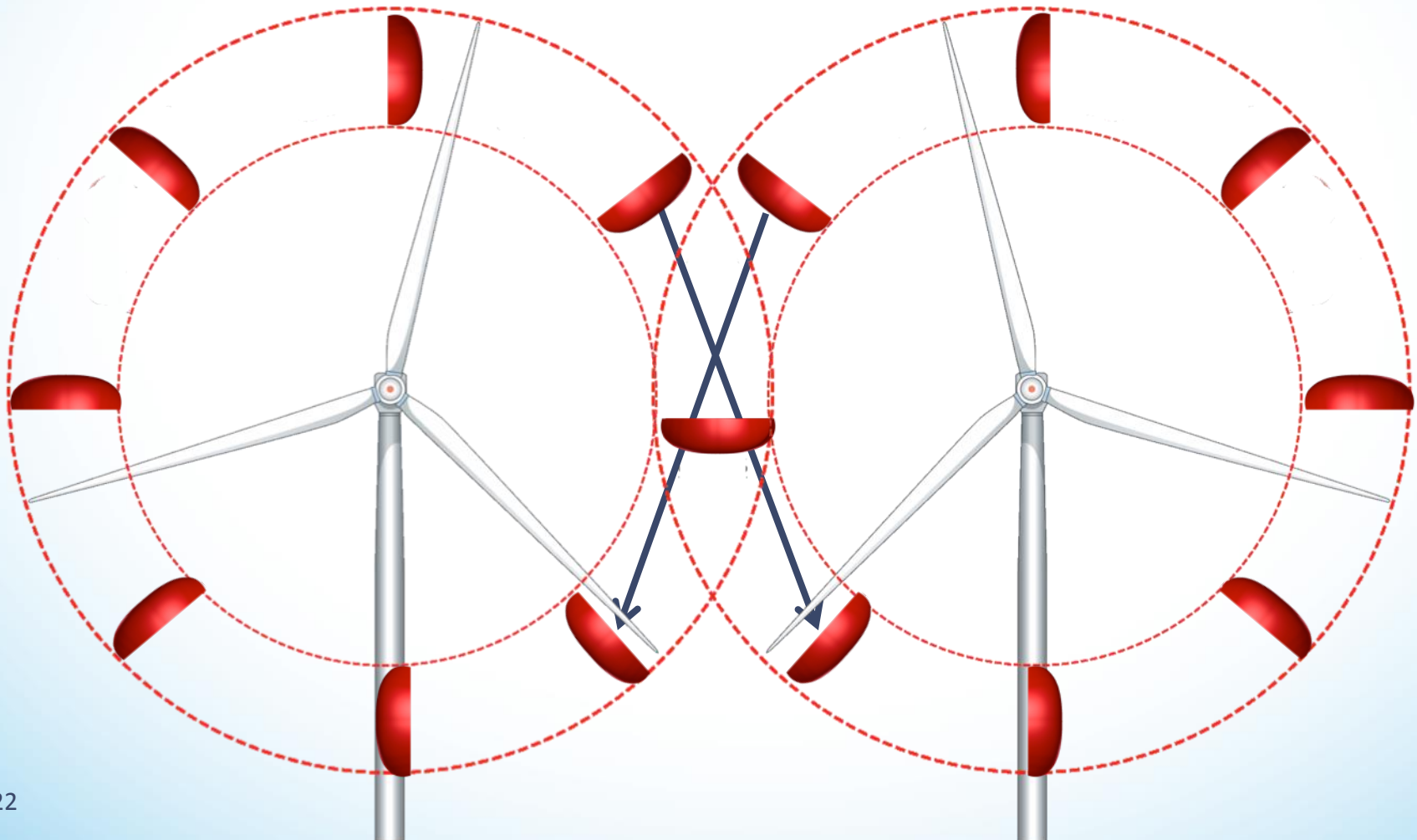
Wie bewegen sich die Drachen?

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



Energiedrachen können immer in der optimalen Höhe fliegen !
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

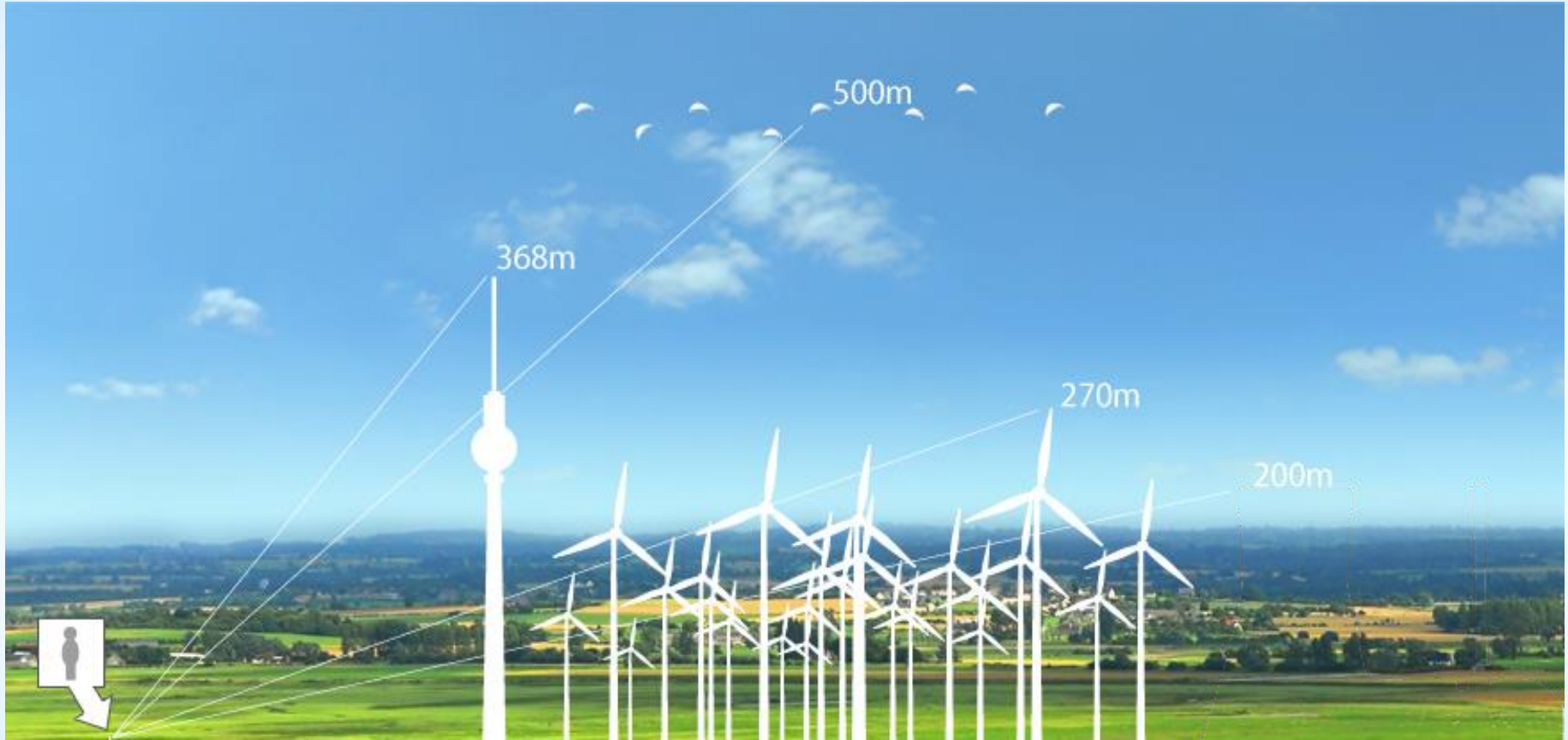


Schienensystem

So wird aus Höhenwind (X-Wind) Strom

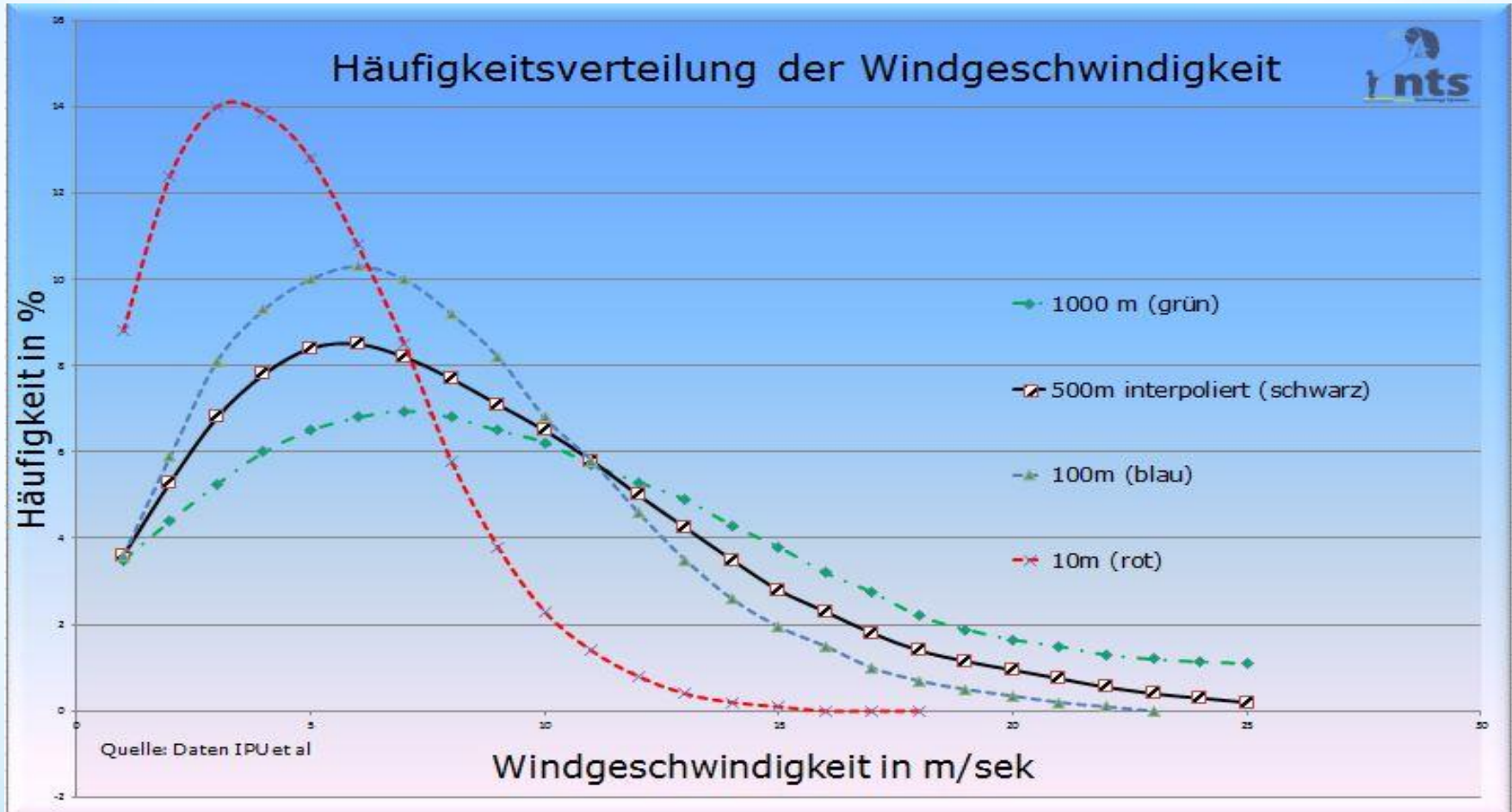


Leistungs- und Größenvergleich

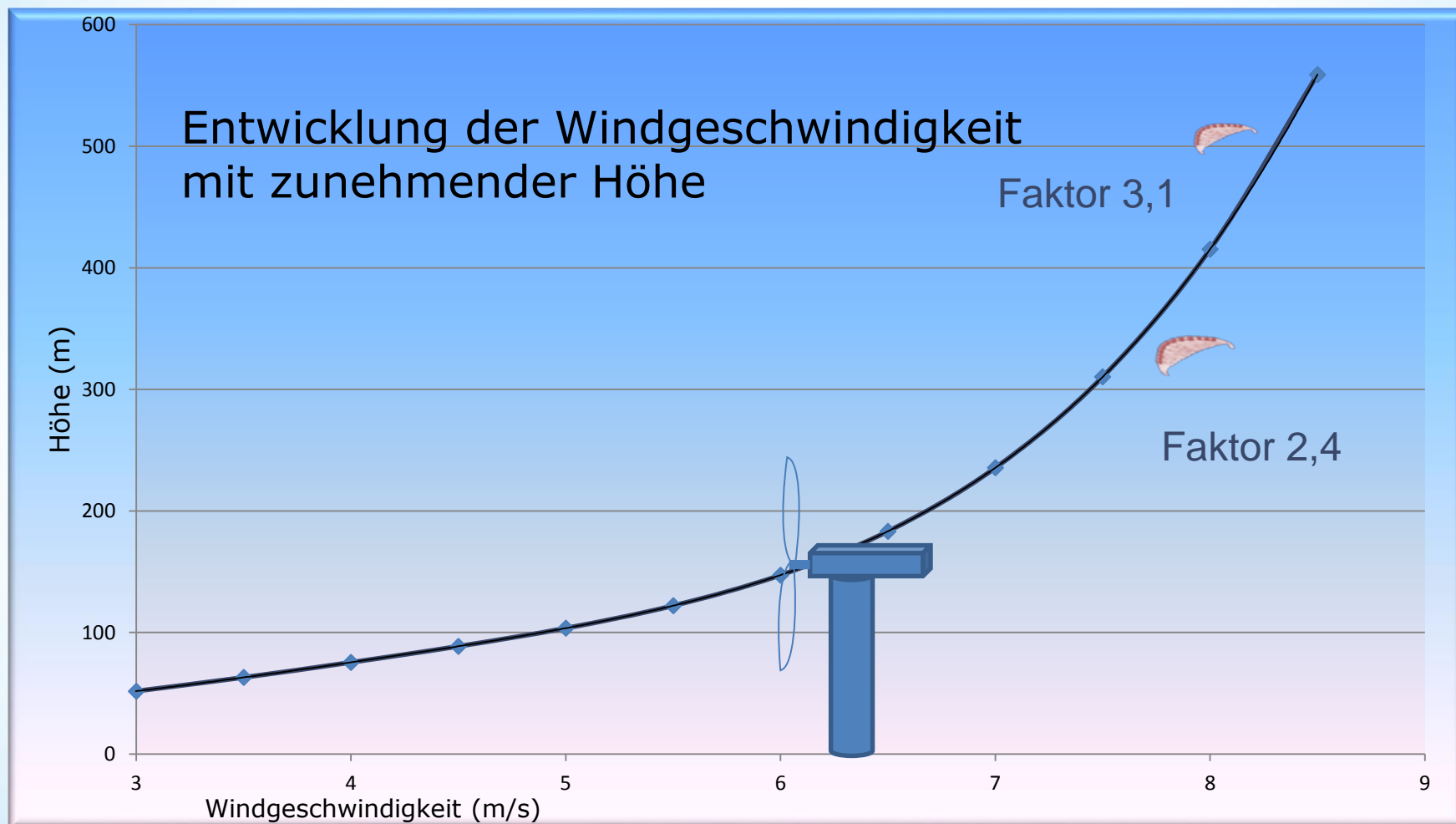


Acht Kites entsprechen 24 konventionellen 1 MW Windkraftanlagen => 40GWh/a

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 !

Die Berechnungen von
Miles L. Loyd:

Theoretisch erreichbar:
38 kW/m² Drachenfläche
(bei z.B. Wind Geschwindigkeit 10m/Sek.)

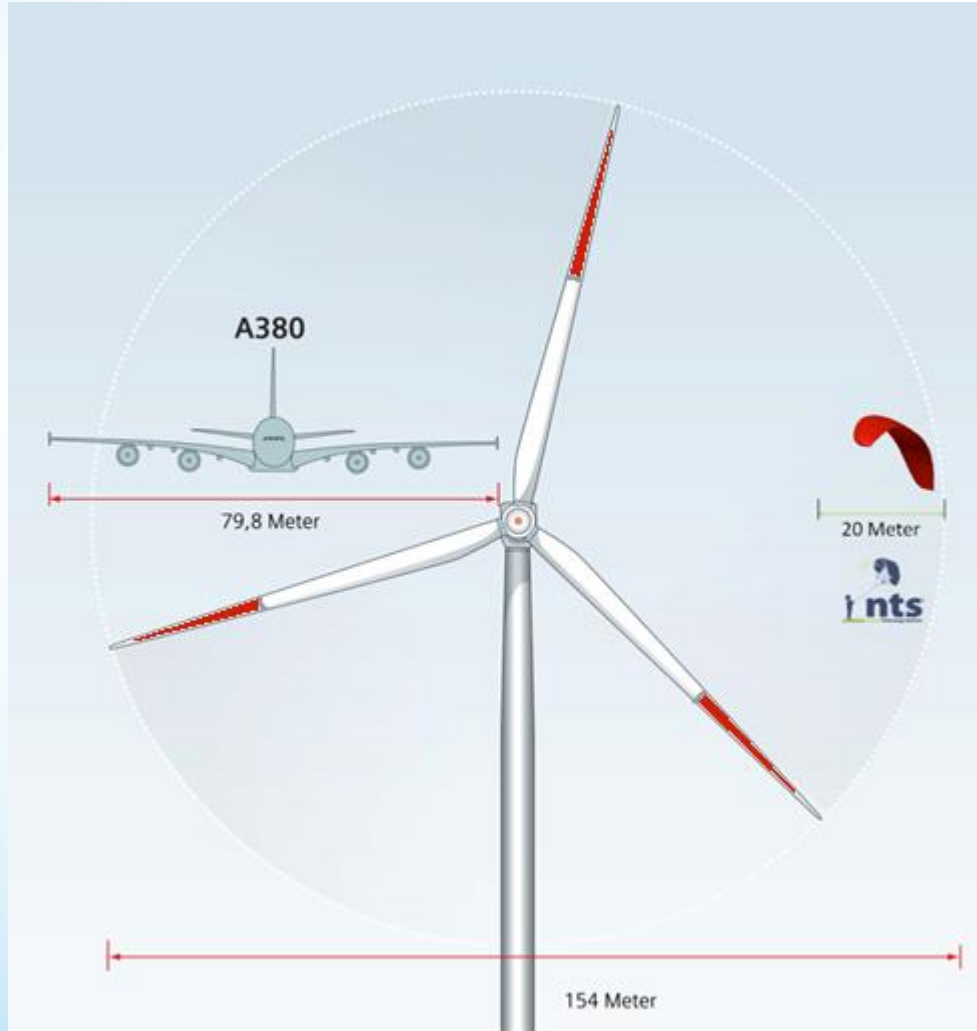
Zum Vergleich:
1 kW/m² pro Photovoltaikfläche

J. ENERGY

Crosswind Kite Power

Miles L. Loyd*

Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, Calif.



Windkraftanlage:

Nennleistung 6 MW

Rotorfläche ca. 18.600 m²

Kapazitätsfaktor 10-40%

Energie ca. 5,2–21 GWh/a

Ressourcenverbrauch:

1.800 t Stahl

200 t GfK

X-Wind Energie:

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)



↑
Wind-
richtung



Ausrichtung der Drachen



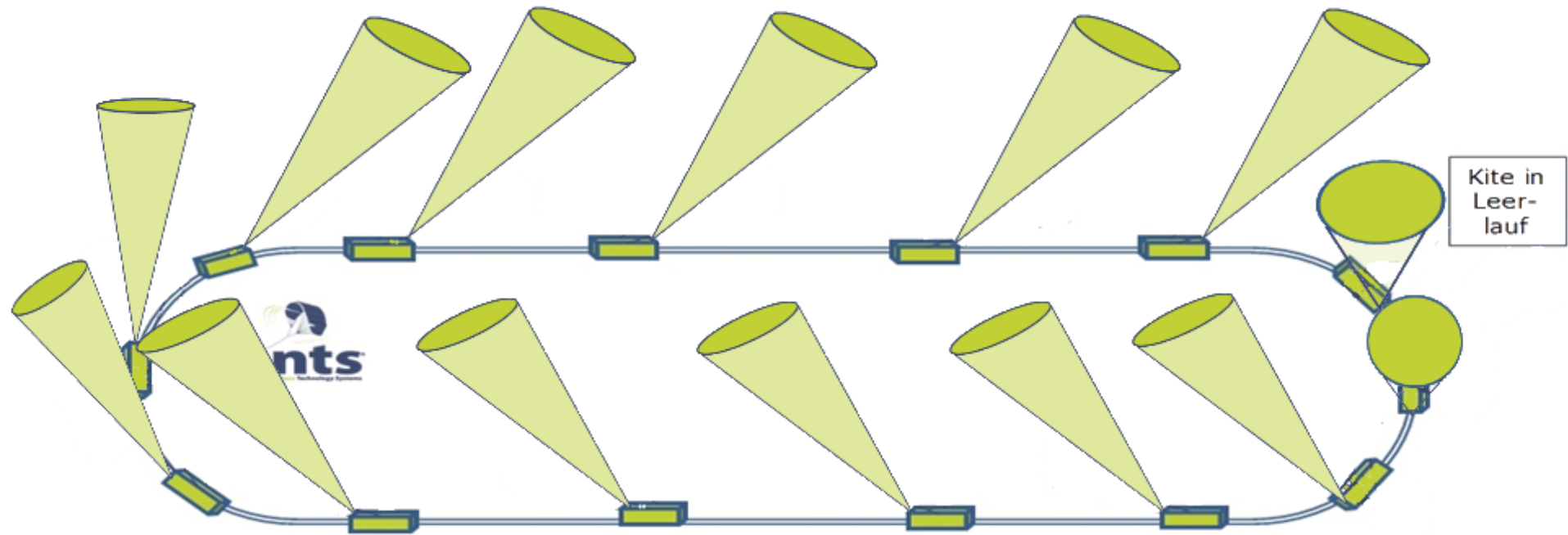
Energieerzeugung

Energie-
verbrauch



↑
Wind-
richtung





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, 2011
- Eureka Venture Forum Istanbul, Best presenting Company, 2012





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

- 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)
- Geringe Rückbaukosten
- Nur seit Jahrzehnten TÜV geprüfte und recyclingfähige Komponenten
- Magnet für Touristen
- Nahezu unsichtbar in der Landschaft



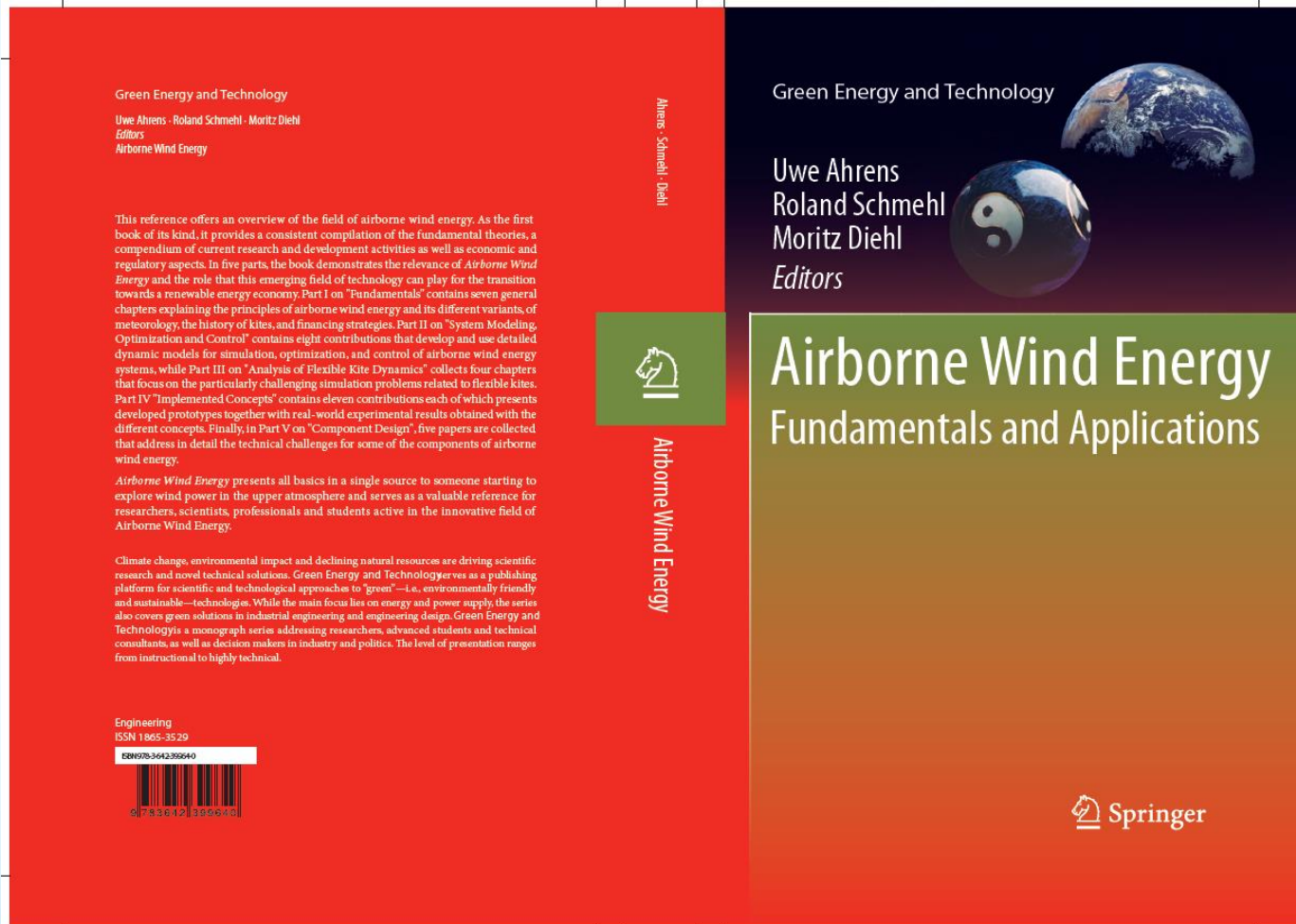
Die Zukunft der erneuerbaren Energie!



Mehr unter: www.x-wind.de



© 2015 aap Ahrens, Ahrens & Partner GmbH
Mobil: +49 172 7266233
info@x-wind.de | Duisburger Str. 2a, 10707 Berlin



Wissenschaftliches Buch zum Thema Höhenwindenergie erschienen:
Uwe Ahrens, Roland Schmehl, Moritz Diehl: *Airborne Wind Energy* (ISSN 1865-3529) 611 Seiten