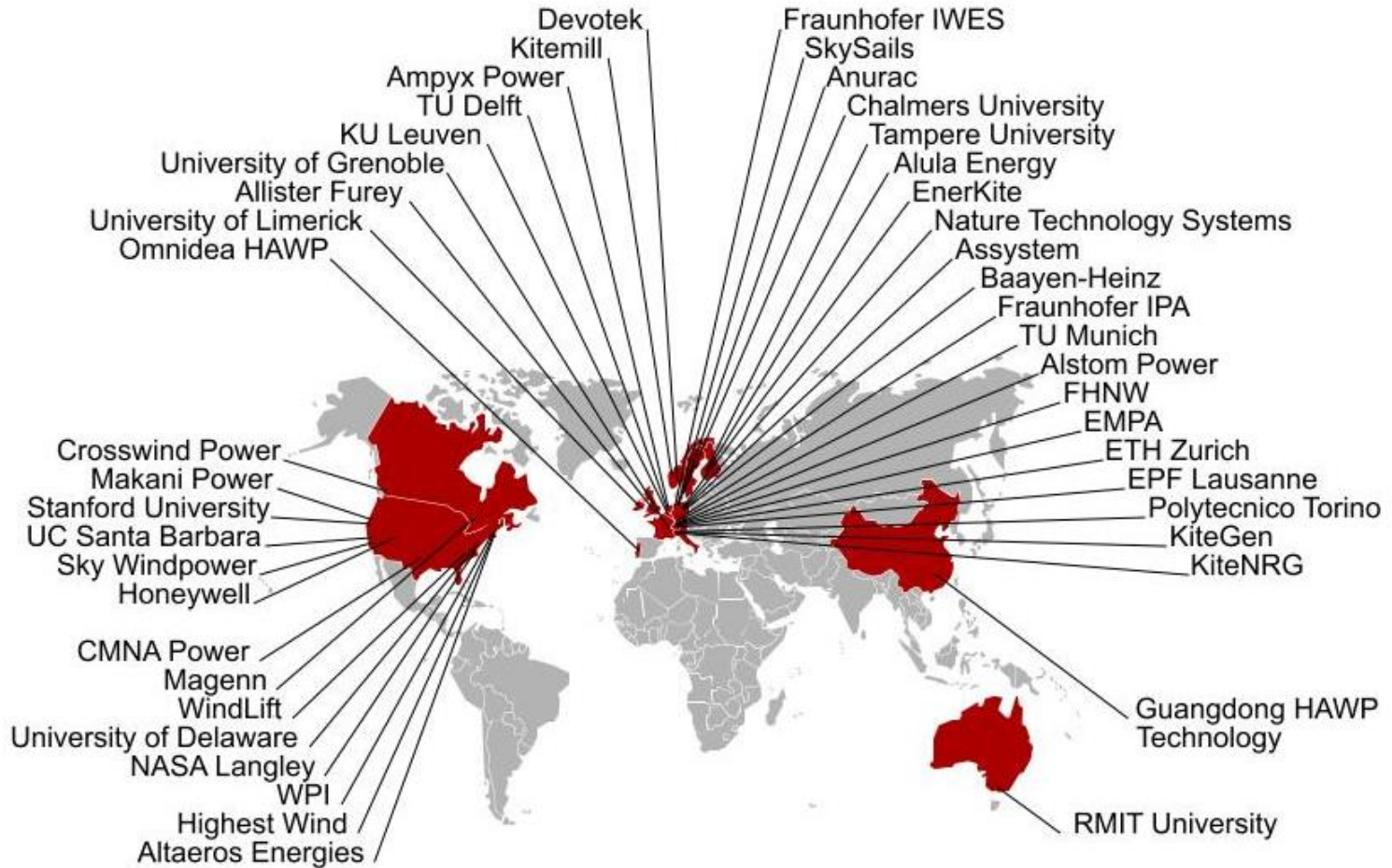


# X-Wind-Technologie

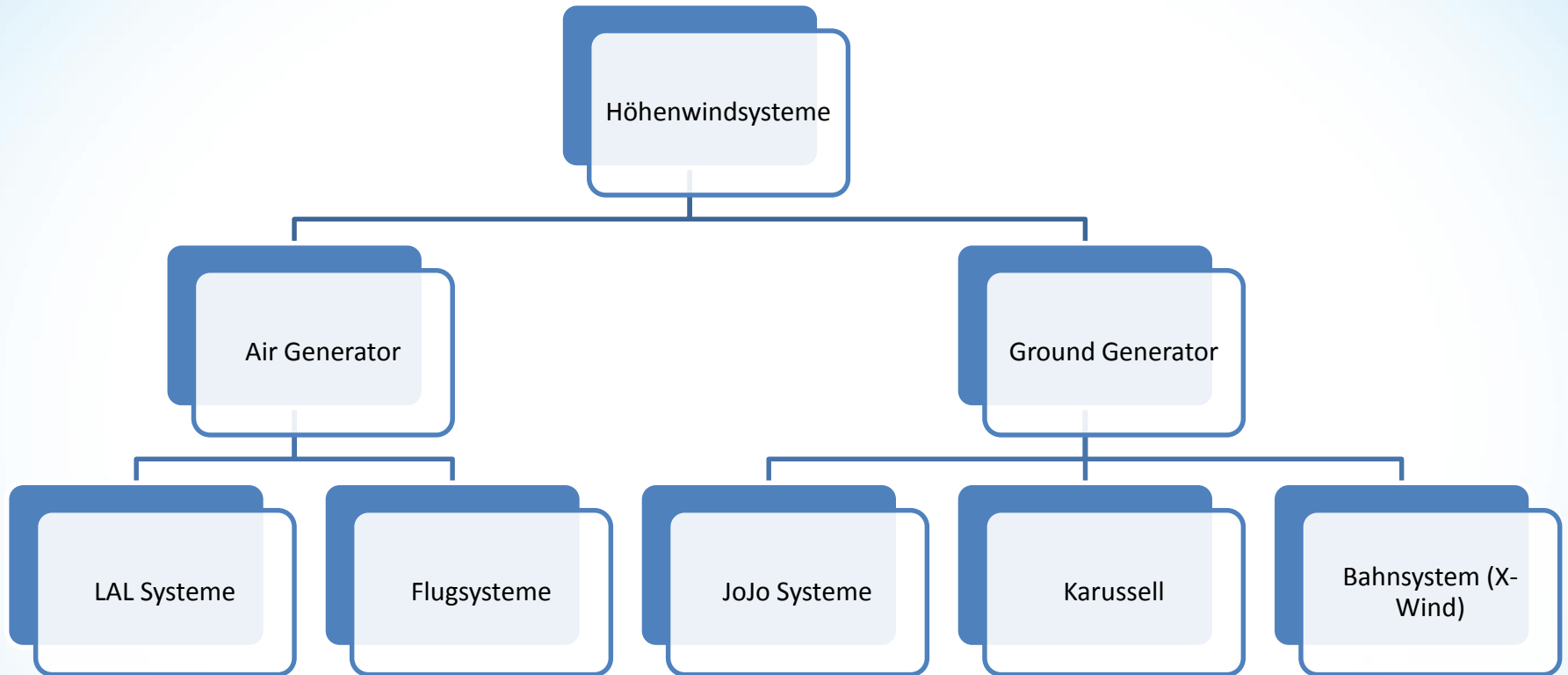
## Wettbewerbsvergleich



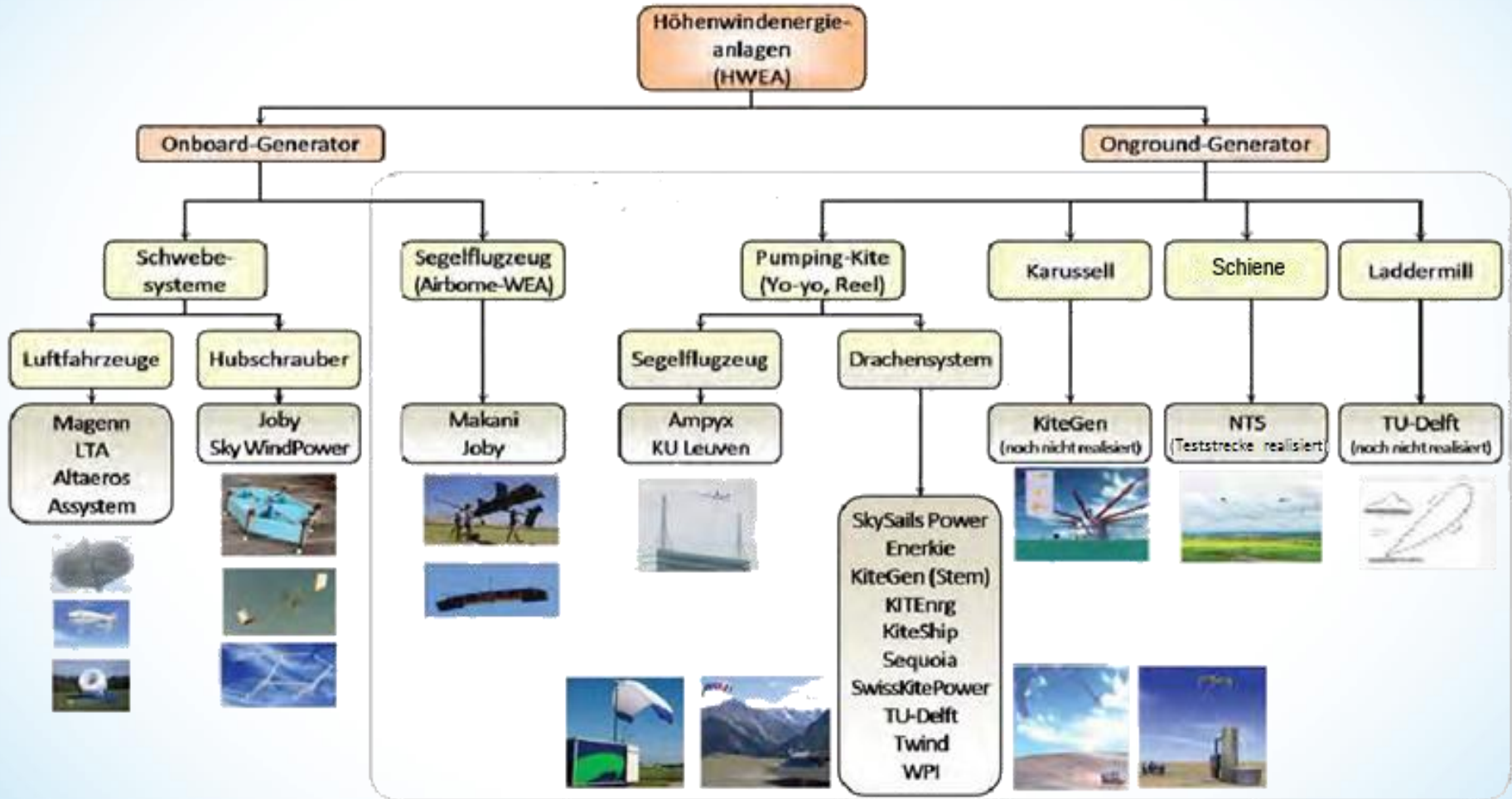
# Netzwerk der Höhenwindssysteme (AWE)



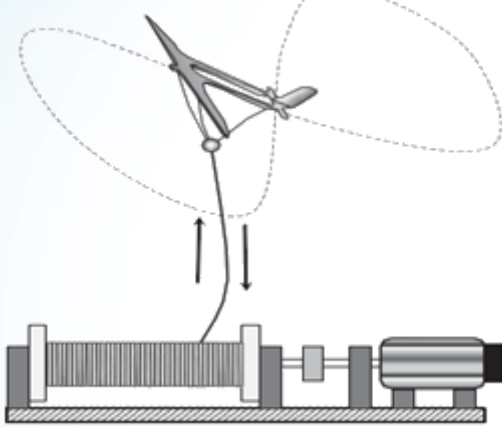
Quelle: TU Delft, <http://www.kitepower.eu/technology/61-context/52-airborne-wind-energy.html>



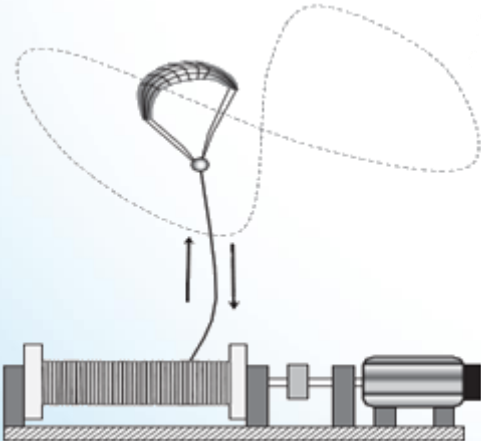
# Grobstruktur der Höhenwindtechnologien



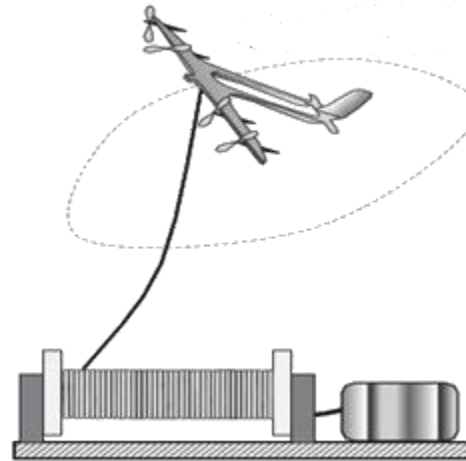
JoJo mit Segelflugzeug



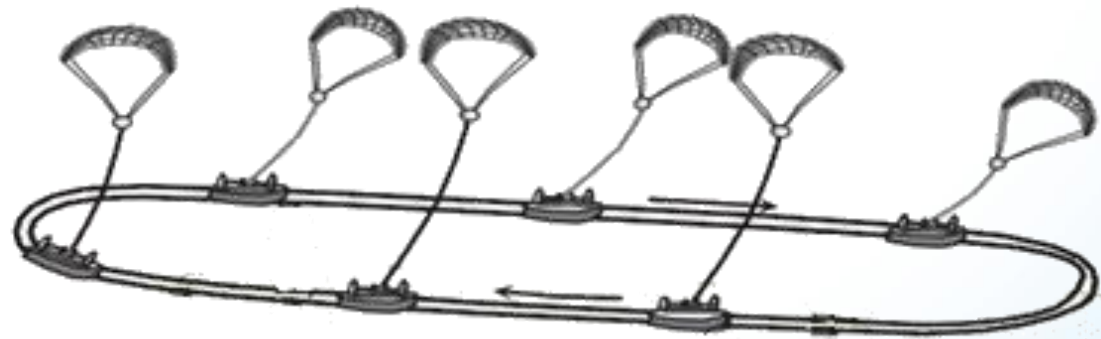
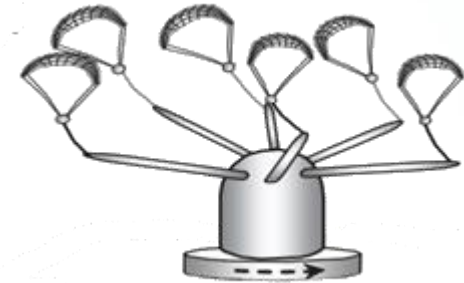
JoJo mit Kite



Segelflugzeug mit Onboard Generator



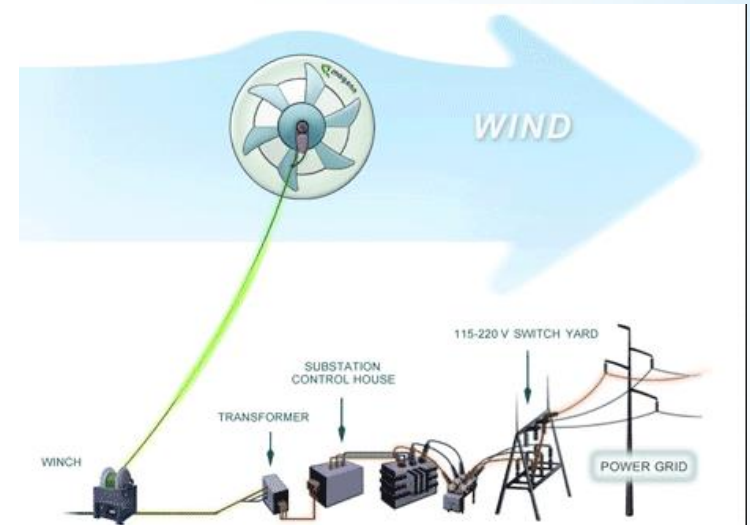
Karussell mit Ground Generator



X-Wind mit Energiedrachen und Ground Generator

## Magenn

- Leichter als Luft Konzept in Form eines Savonius Rotors mit Generatoren an beiden Enden
- Schlechtes Volumen zu power output Verhältnis
- Sehr teuer in Wartung und Instandhaltung



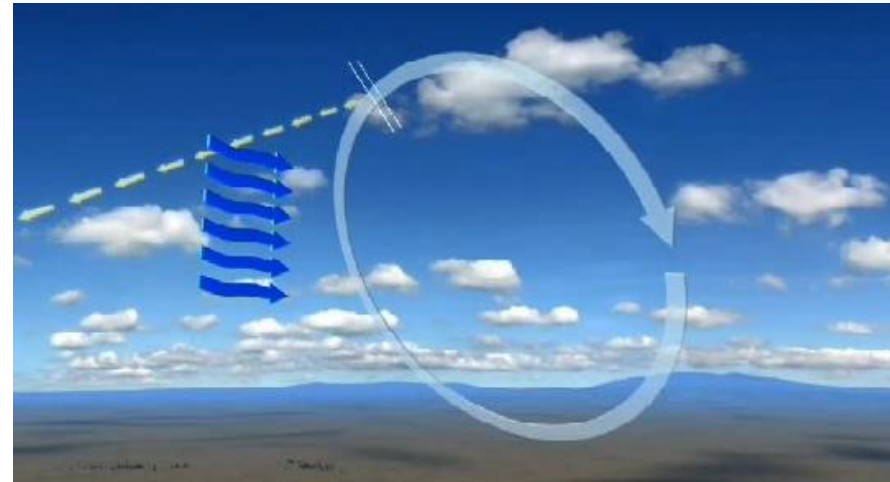
## Altaeros

- ↪ Leichter als Luft (LAL)  
Konzept in Form eines  
Hohlkörpers mit  
konventionellem Generator
- ↪ Schlechtes Volumen zu  
power output Verhältnis  
(Prototyp erzeugt 2,5 kW)
- ↪ Sehr teuer in Wartung und  
Instandhaltung



## Joby Energy

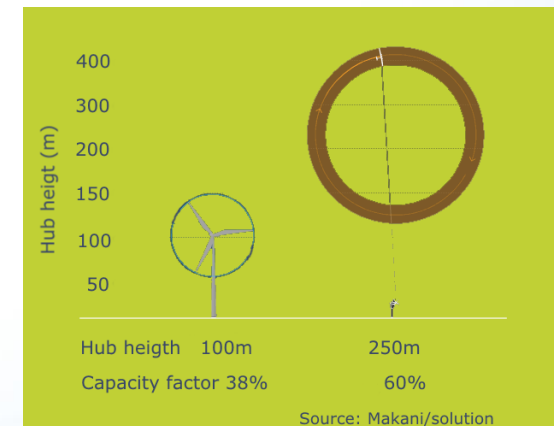
- ↪ Konzept eines Doppeldecker Nurflüglers. Auf den Flügeln sind verstellbare Zug- und Druckpropeller angebracht. Diese treiben eine Motor-Generator Kombination
- ↪ Automatisches take off und landing System
- ↪ Energie wird während eines Kreisfluges erzeugt
- ↪ Ursprünglich entwickelt als statisches Konzept





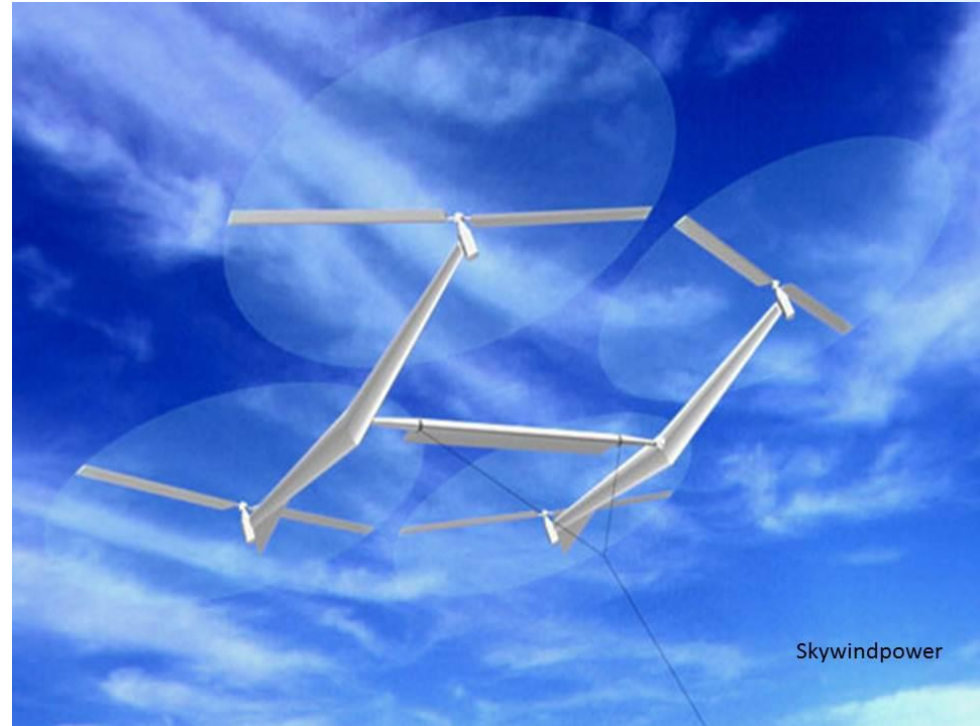
## Makani

- ↪ Konzept eines Nurflüglers. Auf den Flügeln sind verstellbare Zug- und Druckpropeller angebracht. Diese treiben eine Motor-Generator Kombination. Energie wird während eines Kreisfluges erzeugt.
- ↪ Automatisches take off und landing System
- ↪ Teuer, starke Geräuschemission
- ↪ Makani produziert eigener Aussage bei 11,5 m/s Windgeschwindigkeit ca. 6 kW/m<sup>2</sup>
- ↪ **Von Google 2013 übernommen**



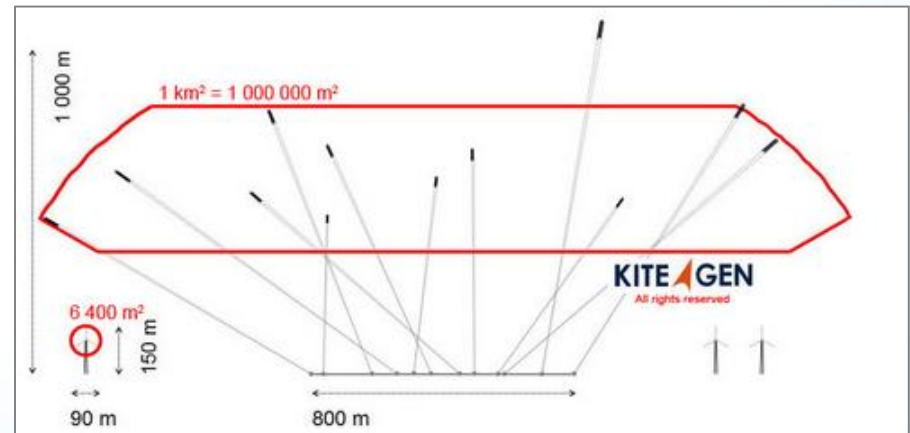
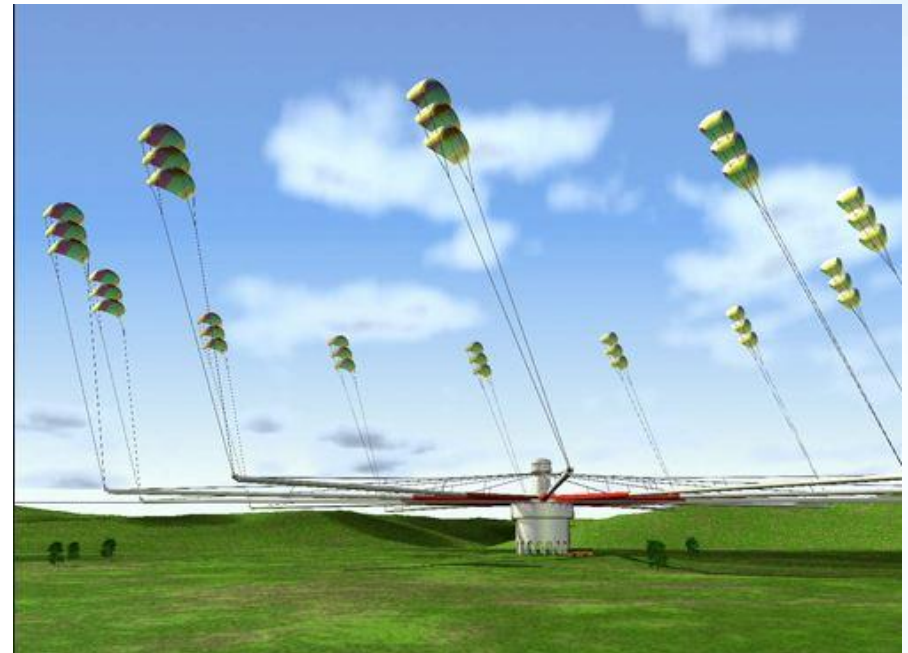
## Sky wind power

- ↪ Automatisches Start- und Landesystem
- ↪ Konzept eines Helikopters
- ↪ Nur Nutzung des statischen Windenergiepotenzials
- ↪ Technisch sehr komplexes Konzept
- ↪ Enormer Wartungsaufwand
- ↪ Hohe Investitionskosten



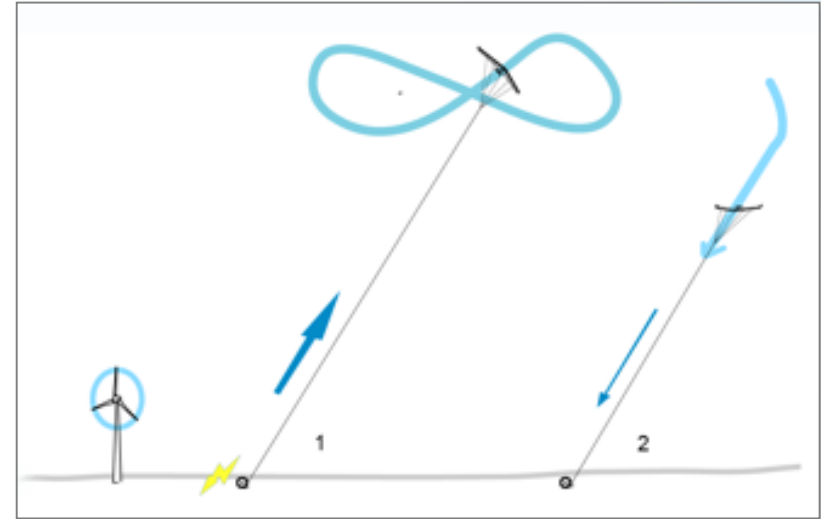
## Kitegen

- ↪ Karussell Konzept mit Kiteantrieb
- ↪ Im Prinzip eine sehr große Windmühle um 90 Grad gedreht
- ↪ Departure- and landing automatisierbar
- ↪ Kites können auch bei Schwachwind in der Luft gehalten werden
- ↪ Technisch sehr anspruchsvoll und teuer



## Enerkite

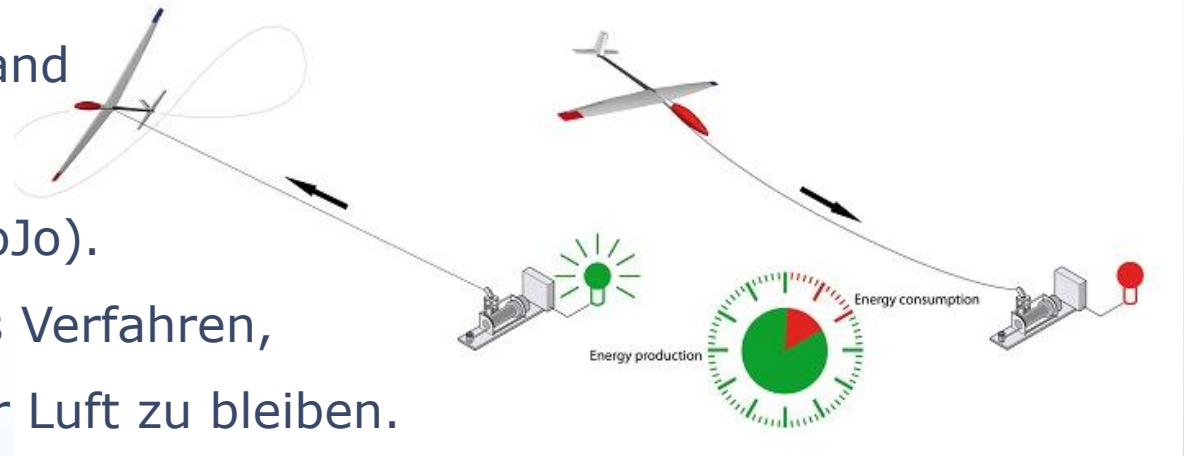
- Während der Aufstiegsphase wird Strom durch einen an der Seiltrommel angebrachten Generator erzeugt. Am oberen Totpunkt wird der Kite mit geringem Energie-aufwand eingeholt und die Prozedur wiederholt (JoJo)
- Bisher keine bekanntes Verfahren, bei Schwachwind in der Luft zu bleiben
- Kite wird manuell gestartet, automatischer Start nach Herstellerangaben in Vorbereitung



# Beschreibung eines JoJo Konzeptes mit Segelflugzeug

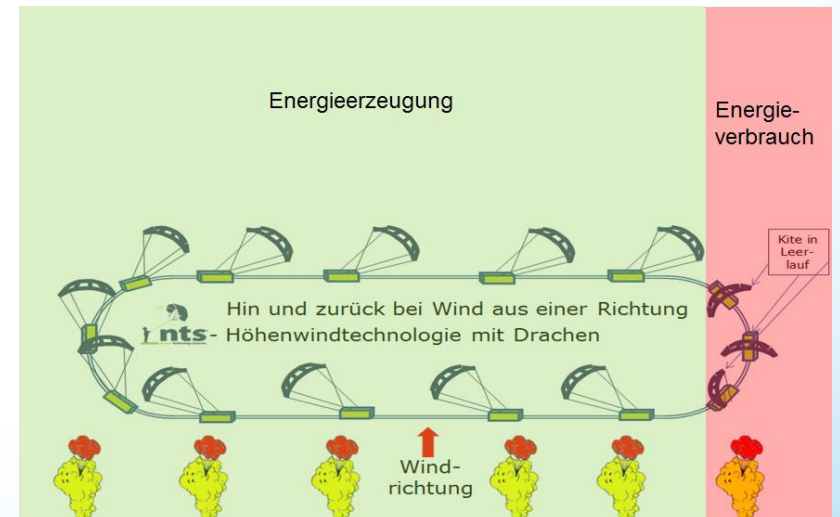
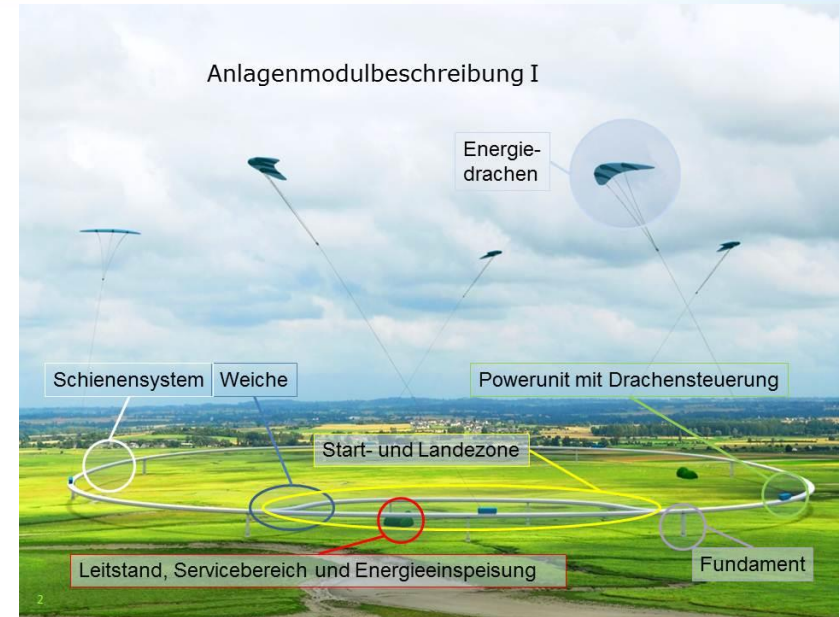
## Ampyx

- Segelflugzeug mit halbautomatischer Startvorrichtung. Während der Aufstiegsphase wird Strom durch einen an der Seiltrommel angebrachten Generator erzeugt. Am oberen Totpunkt wird das Flugzeug mit geringem Energieaufwand eingeholt und die Prozedur wiederholt (JoJo).
- Bisher keine bekanntes Verfahren, bei Schwachwind in der Luft zu bleiben.



## NTS X-Wind

- Schienensystem mit Kitepower. Jeder Kite zieht auf Standardschienen erprobte Elektroloks.
- Niedrige Investmentkosten
- Kontinuierliche Energieerzeugung
- Geringe Stromerzeugungskosten
- Geringe Beeinflussung des Landschaftsbildes
- Geringer Ressourcenverbrauch
- Geringe Geräuschemission
- Vogel- und Fledermaus freundlich



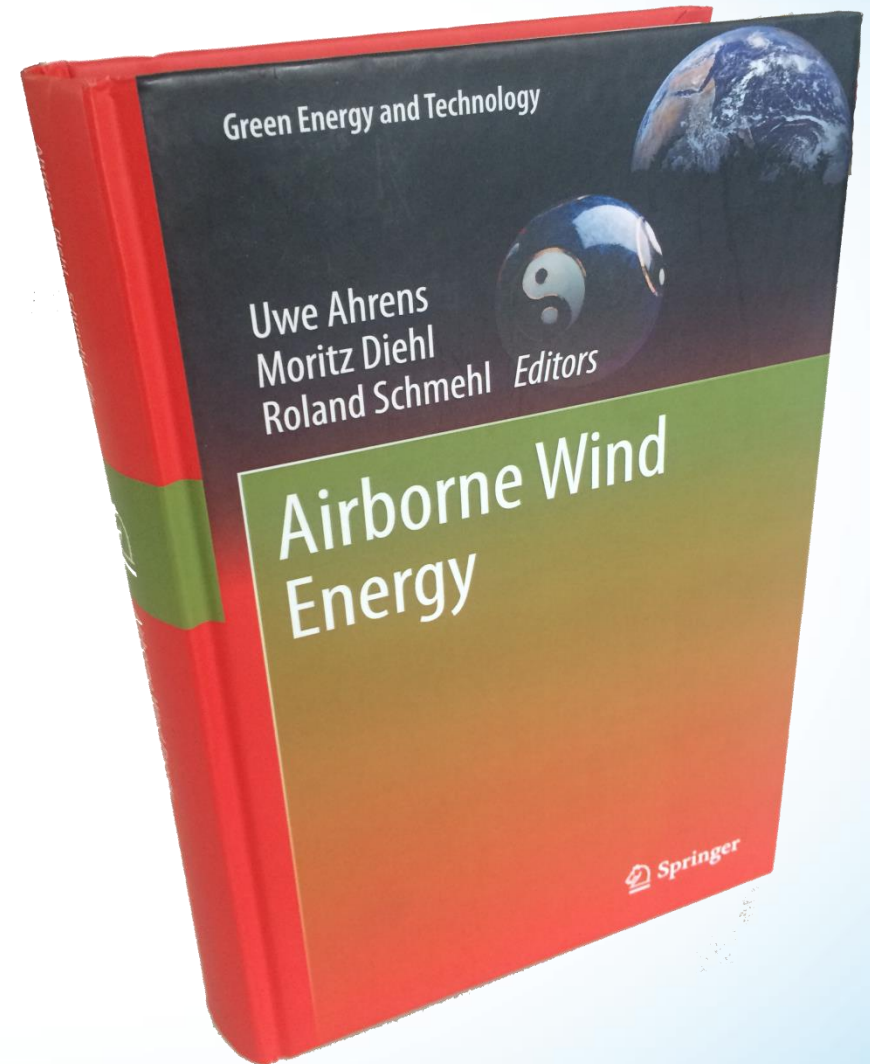
# Vor- und Nachteile der Systeme im Überblick

	Onshore Wind- kraft	Offshore Wind- kraft	Makani/ Joby (Airgen Wing)	Enerkite (JoJo mit Kite)	Ampyx (JoJo mit Wing)	KitGen (Karussell)	Magenn/ Altaeros LAL- Konzepte	X-Wind (Ihre Bewertung)
Energieerzeugung	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Skalierbar, je 1000m <sup>2</sup> ca. 5 GWh/a
Installierbare Leistung	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green	Red	Skalierbar, je 1000m <sup>2</sup> ca. 3 MW
Netzabhängigkeit	Yellow	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Gering
Ressourcenverbrauch	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Sehr gering
Energiekosten	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	2 – 4 €Cent/kWh
Tierschutz	Red	Red	Red	Green	Red	Green	Green	Geringe Bewegungs- geschwindigkeit
Landschaftsschutz (Sichtbarkeit)	Red	Red	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Nahezu unsichtbar
Flächenverbrauch	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Gering
Geräuschemission	Yellow	Yellow	Red	Green	Green	Green	Green	Gering, Lärmschutzwall möglich
Automatische Start- und Landefähigkeit	Green	Green	Green	Red	Yellow	Green	Green	Ja
Wartungsaufwand	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Gering
Stroboskopeffekt	Red	Yellow	Red	Green	Green	Yellow	Green	Nein
Flugfähigkeit bei Windstille	n.a.	n.a.	Green	Red	Red	Green	Green	Ja
Skalierbarkeit	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Ja
Patentierbarkeit	Red	Red	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Ja (In 80% des Marktes bereits erteilt)
Rückbaukosten	Red	Yellow	Green	Green	Green	Red	Green	Gering

Quelle: NTS

## Airborne Wind Energy

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







Mehr unter: [www.x-wind.de](http://www.x-wind.de)



© 2015 aap Ahrens, Ahrens & Partner GmbH  
Tel.: +49-172-7266233  
[Uwe.ahrens@x-wind.de](mailto:Uwe.ahrens@x-wind.de) | Duisburger Str. 2a, 10707 Berlin

Berlin, 19.07.2015