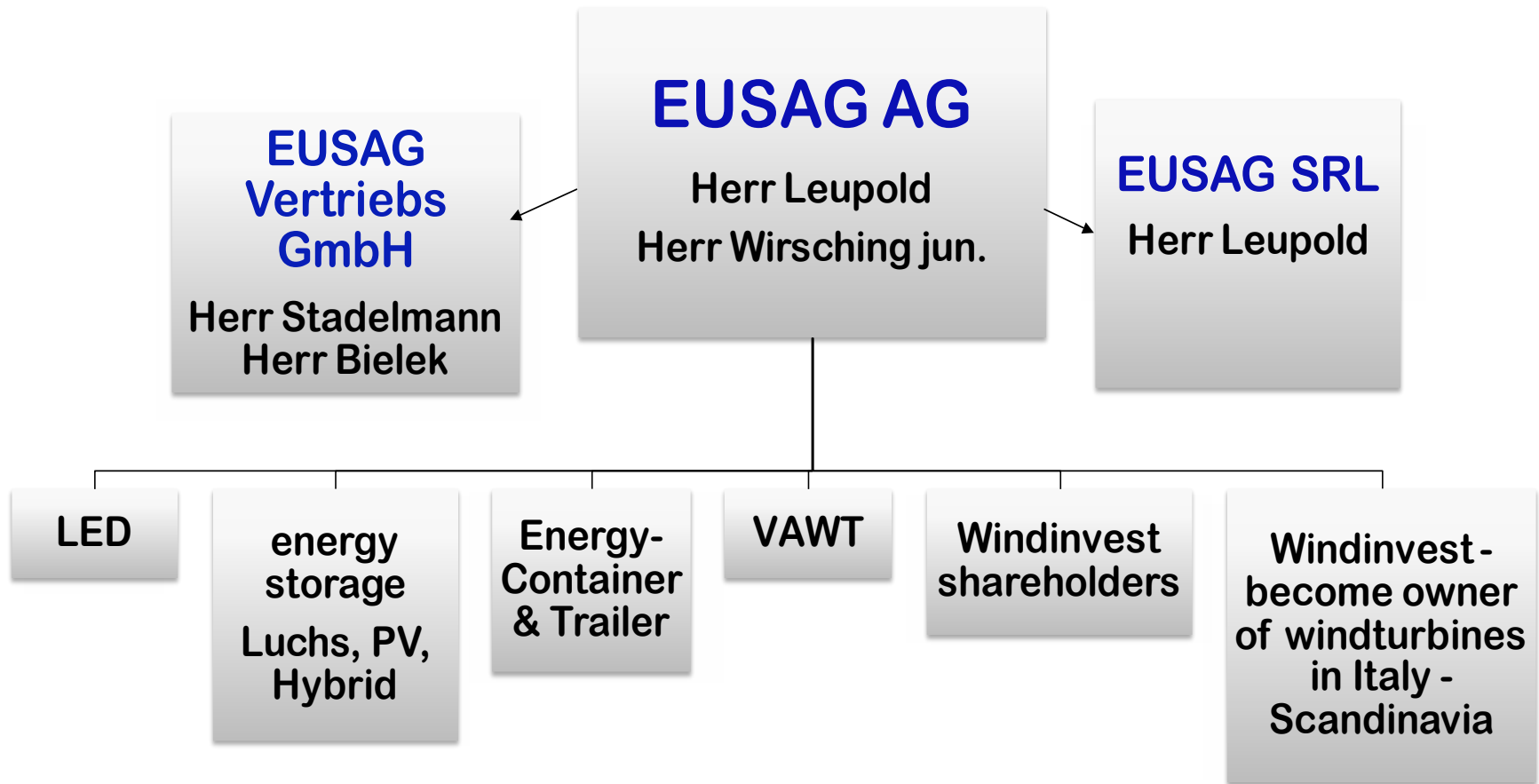




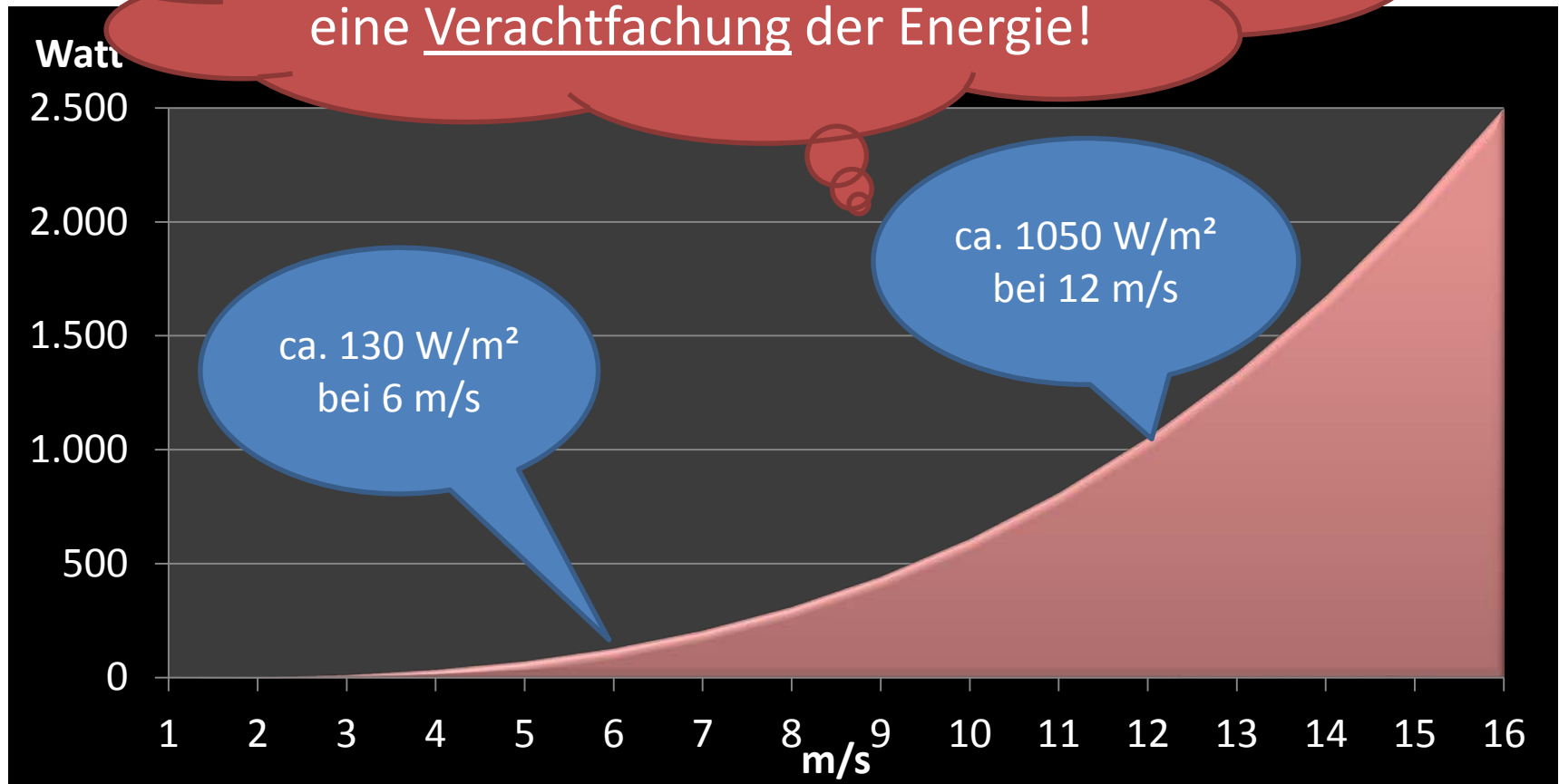
Die EUSAG Gruppe  
Fachforum "Strom aus Klein-Windkraft-Anlagen" am 16.  
Mai 2017



# Was ist Windenergie ?

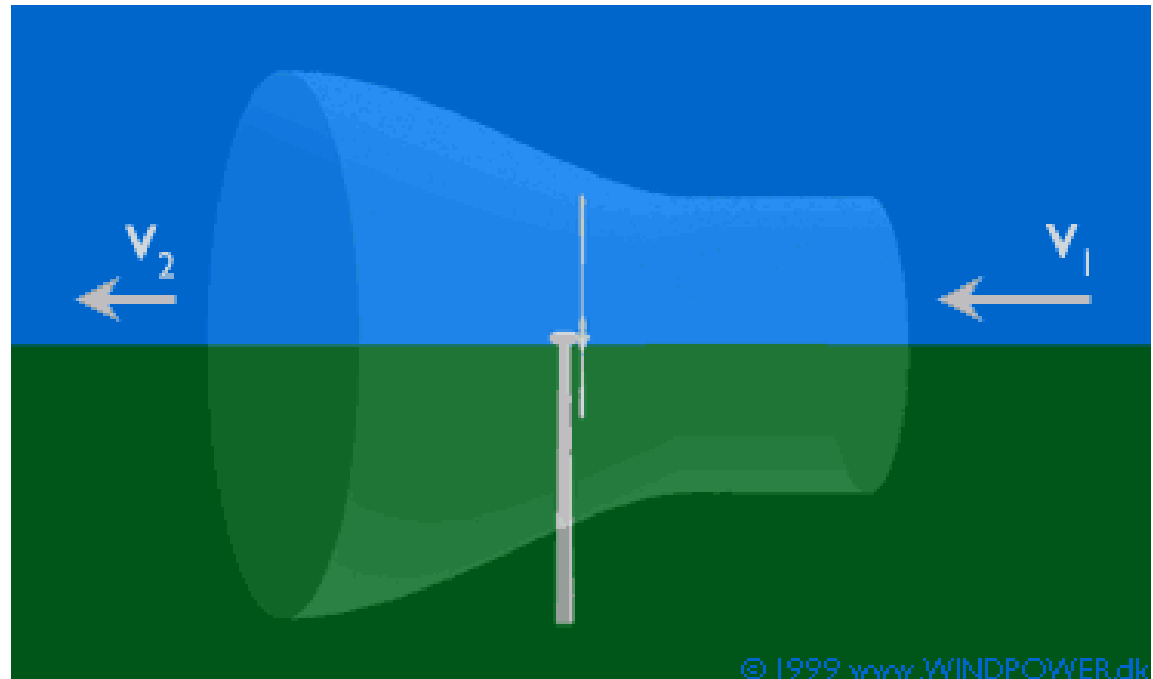
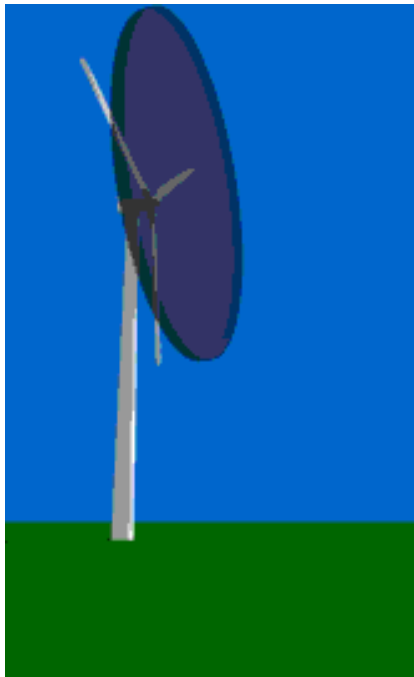
- Energie
- ... frei!
- ... 3

Merke: Eine Verdopplung der Windgeschwindigkeit bedeutet eine Verachtfachung der Energie!



# Das Betzsche Gesetz

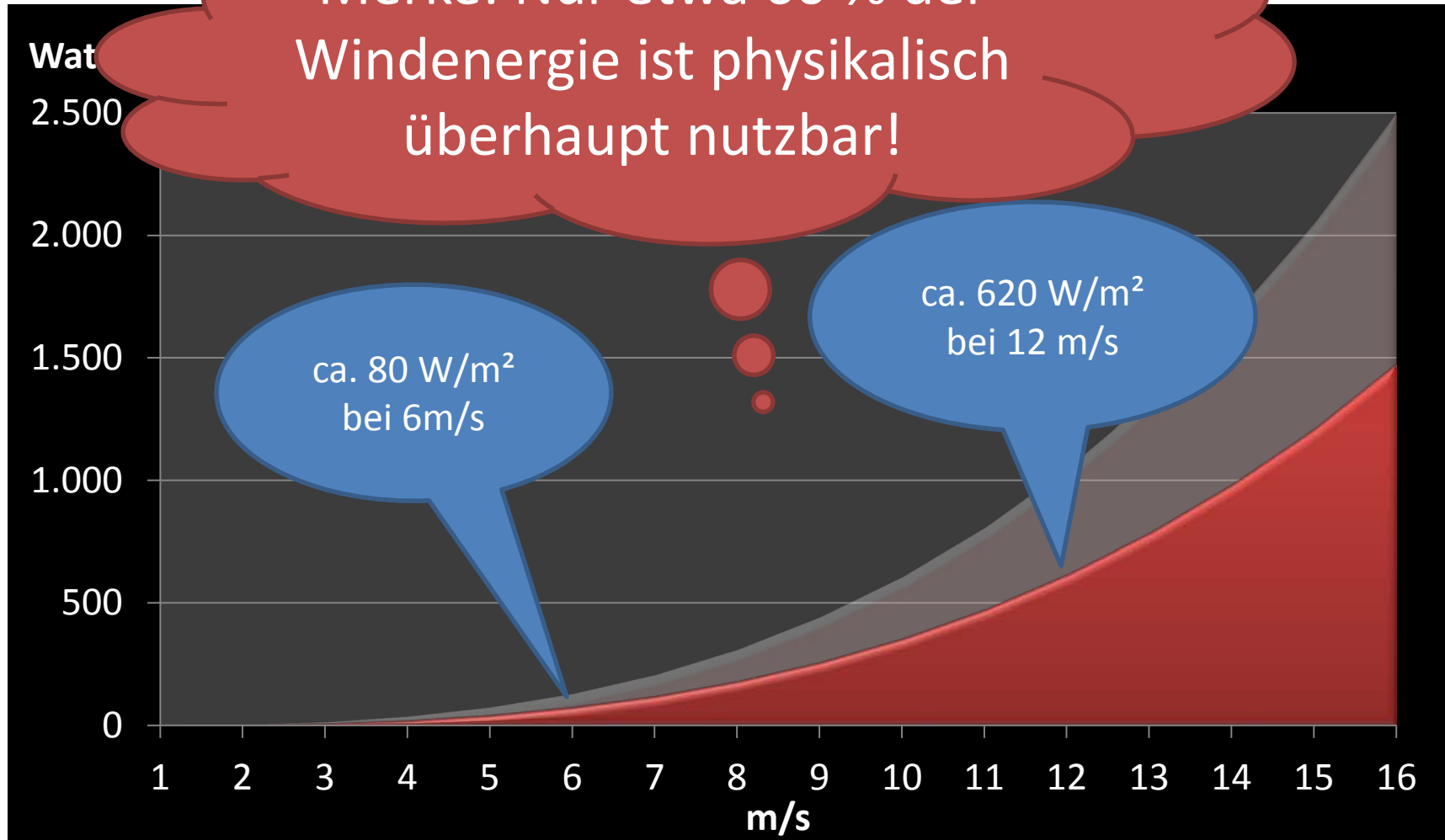
Das Gesetz besagt, dass eine Windkraftanlage maximal  $16/27$  (knapp 60 Prozent) jener mechanischen Leistung, die der Wind ohne den bremsenden Rotor durch dessen Projektionsfläche transportieren würde, in Nutzleistung umwandeln kann.



# Die nutzbare Windenergie

- Nutzbar:  $\approx 0,59$

Merke: Nur etwa 60 % der Windenergie ist physikalisch überhaupt nutzbar!

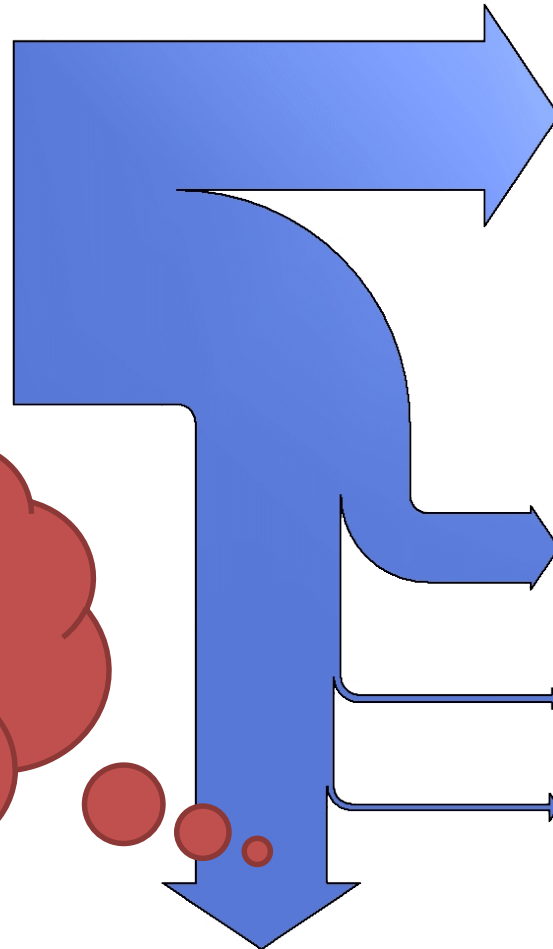


# Wirkungsgrad

Wind



Merke: In der Realität werden nur ca. 20-30 % der Windenergie in elektrische Energie umgewandelt.



41 % Physikalisch nicht entnehmbare Leistung

15-20 % Aerodynamische Verluste

5-10 % Generatorverluste

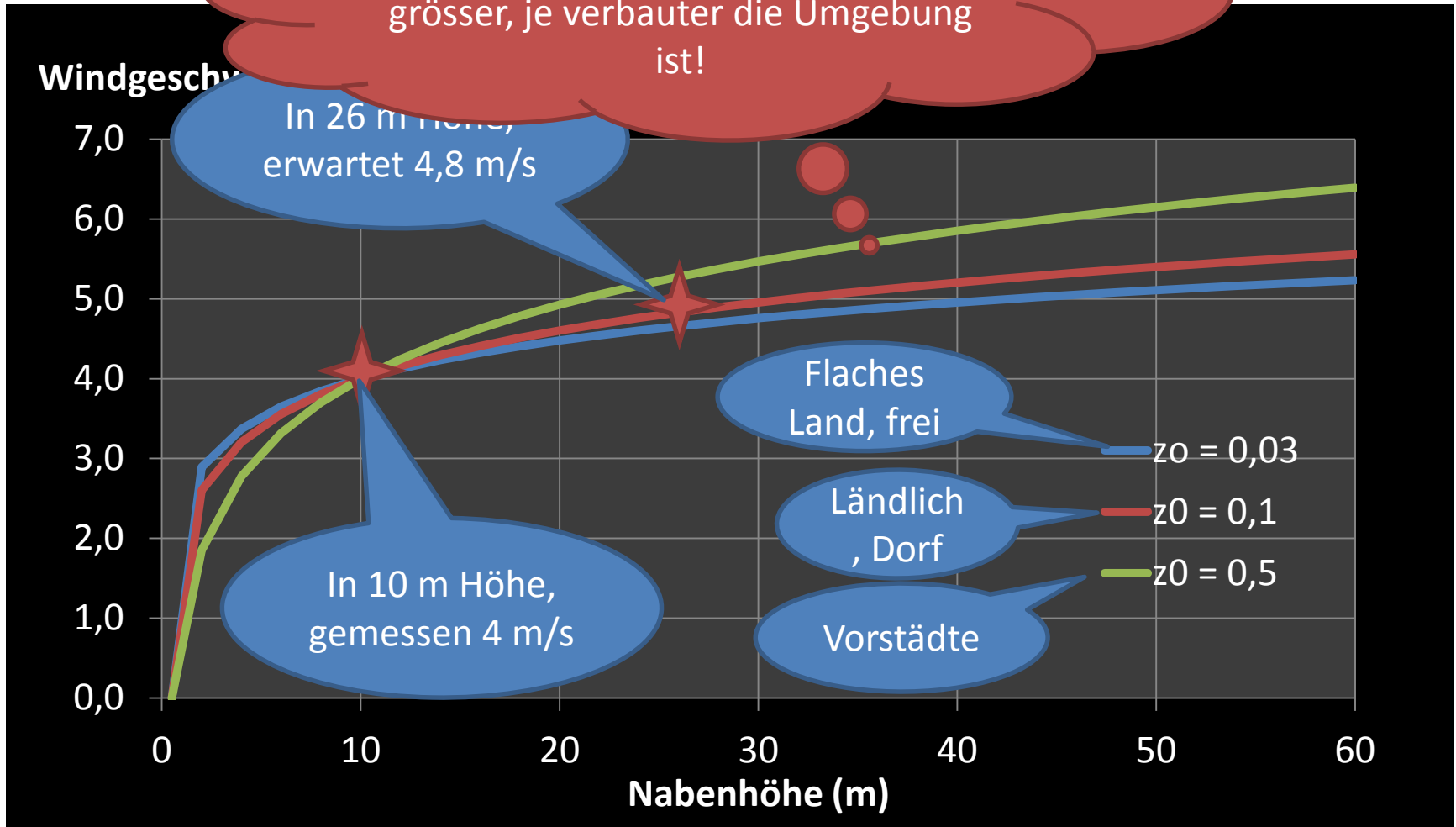
5-20 % Umrichterverluste

20-30 % Netz

# Windprofil

- In Bodennähe

Merke: Der Einfluss der Höhe auf die mittlere Windgeschwindigkeit ist umso grösser, je verbauter die Umgebung ist!



# Leistung des Windes

Häufigkeit

## Was bedeutet das für den Windmüller ?

1. Windgeschwindigkeiten kleiner 3 m/s bringen nur sehr wenig Ertrag.
2. Wingschwindigkeiten größer 13 m/s bringen auch nur sehr wenig Ertrag.
3. Zwischen 3 und 13 m/s wird geerntet!

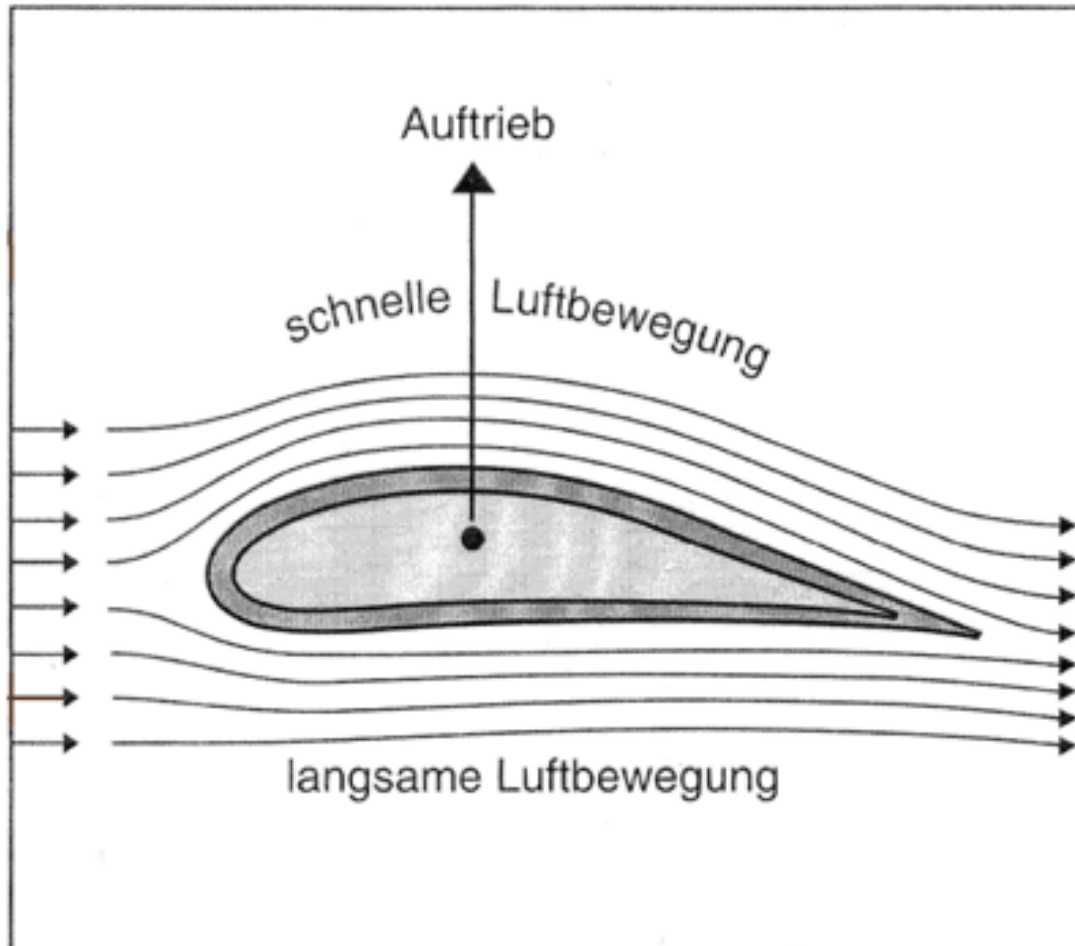




# Was ist Windkraft

**Windpower:**

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$





# Zusammenfassung

1. Wir können den Ertrag nur über die Rotorfläche nennenswert steigern!
2. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist entscheidend!
3. Die Windgeschwindigkeit steigt mit der Höhe!
4. Der Höheneinfluss ist umso grösser, je verbauter die Umgebung ist!
5. Wir können durch größere Wechselrichter nicht den Ertrag erhöhen, sondern nur die Kosten!
6. Die Nutzung von Windgeschwindigkeiten kleiner 3 m/s erhöht nicht nennenswert unseren Ertrag!

# Genehmigung



- Verfahrensfreiheit

- Unter 10 m Gesamthöhe
- Baubeginnsanzeige an Gemeinde ausreichend

- Baugenehmigung

- Über 10 m Höhe
- BImSchG/TA-Lärm erfüllt
- Genehmigung durch Landratsamt
- Landschaftsschutz und Ausgleich

Abstandsflächen bei beiden gleich (§§29-38 BauGB):

- zu Gebäuden des Nachbarn: Gesamthöhe der Anlage
- zu Straßenmitte ebenfalls Gesamthöhe der Anlage

# Montagefaktoren



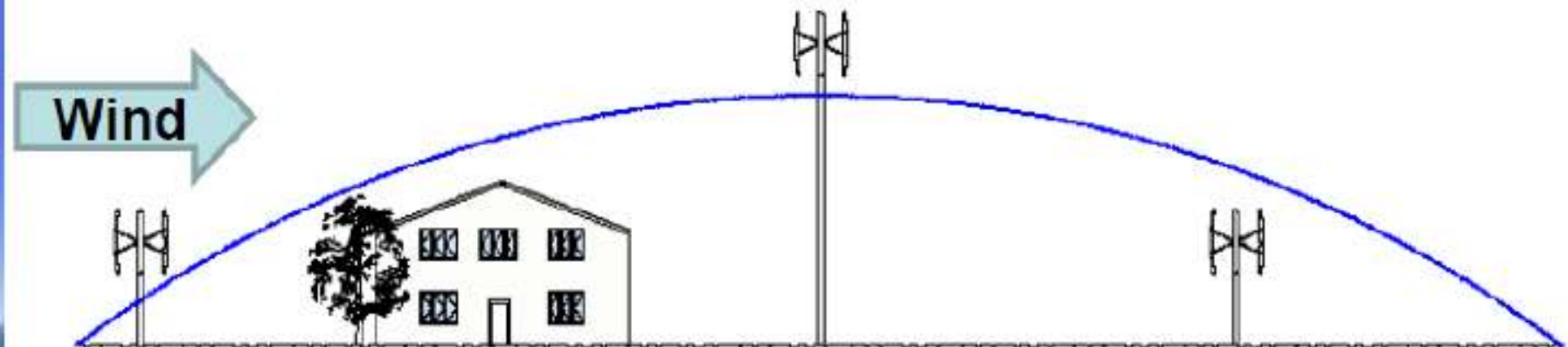
**Rauigkeit - Windgüte**

**Schall / ggf. Schatten wegen PV**

**Abstände**

**Hindernisfreiheit**

**Effizienz und Anströmung**









# Montagefaktoren



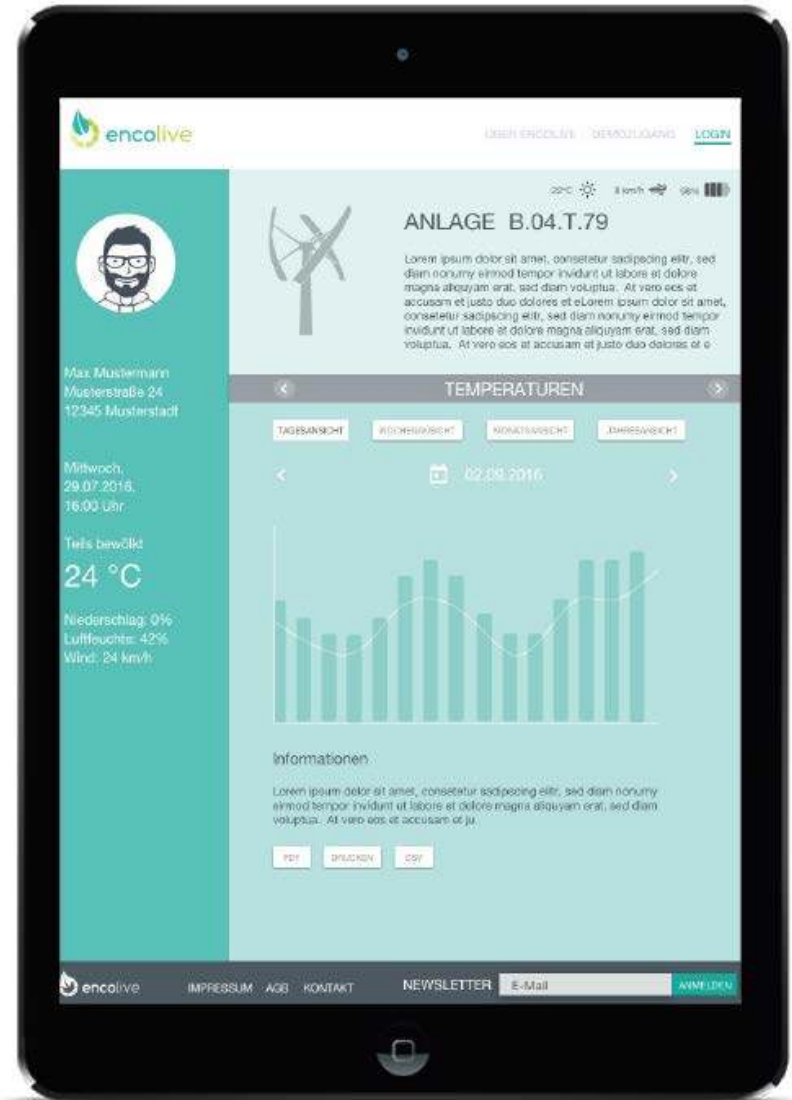
# Windvorkommen und Güte



Jahresmittelwerte aus der Umgebung von Landshut bis 20 m über Grund

-  **Ergoldsbach:** 2,6 bis 3,4 m / sec
-  **Regensburg - Landshut Stadt:** 2,2 m / sec
-  **Eggenfelden:** 3,9 m / sec
-  **Rosenheim:** < 2,0 m / sec
-  **Alpenrand:** > 5,0 m / sec
-  **Südtalien:** > 6,5 m / sec

# Windmessung ENCOLIVE



# Windkalkulation



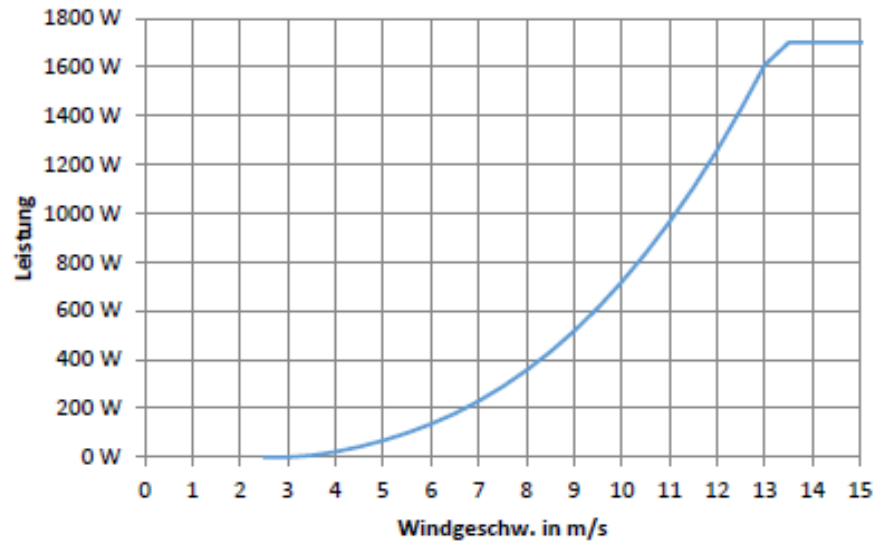
	<b>Horizontal 24</b>		<b>Horizontal 26</b>		<b>Delta</b>
	Fläche m <sup>2</sup>	452,3893421	Fläche m <sup>2</sup>	530,9291585	78,54
	Dichte	0,625	Dichte	0,625	
	Betz	0,59	Betz	0,59	
	Wirkungsgrad	0,58	Wirkungsgrad	0,58	
	Radius	12	Radius	13	
	Pi	3,141592654	Pi	3,141592654	
	Leistung bei 1 m	96,75477055	Leistung bei 1 m	113,5524738	
Windmenge (m/sec)	5,7	185,193	5,7	185,193	
	Watt	17.918,306	Watt	21.029,125	hier ändern
	Stunden pro Tag	24	Stunden pro Tag	24	
	Tage pro Jahr	365	Tage pro Jahr	365	
	Weibull	1,2	Weibull	1,2	
	Teiler	1000	Teiler	1000	
	kWh pro Jahr	188.357,24	kWh pro Jahr	221.058,14	32.700,91
	Vergütung je kWh	0,2680 €	Vergütung je kWh	0,2680 €	
	Jahresertrag in €	50.479,74 €	Jahresertrag in €	59.243,58 €	8.763,84 €



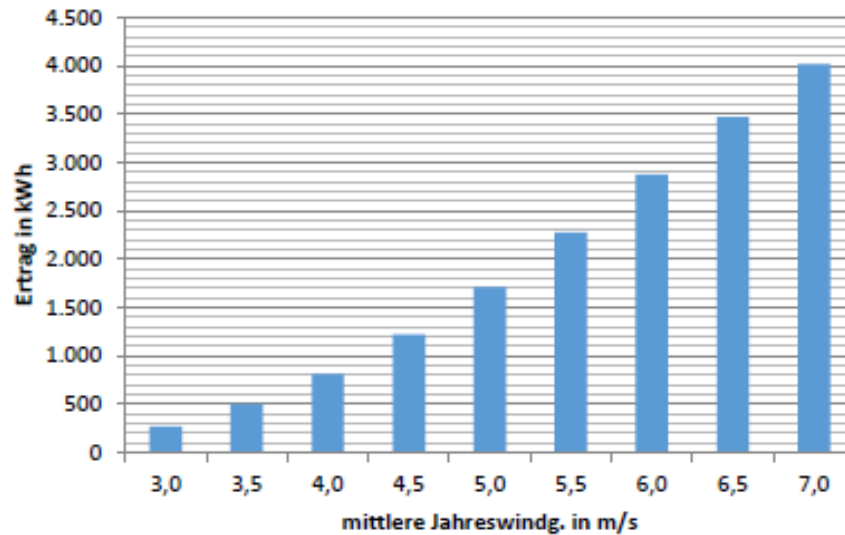
# Leistungskurve - Ertrag



Leistungskurve



Jahresertrag



# Windenergie für Ihre Werbung

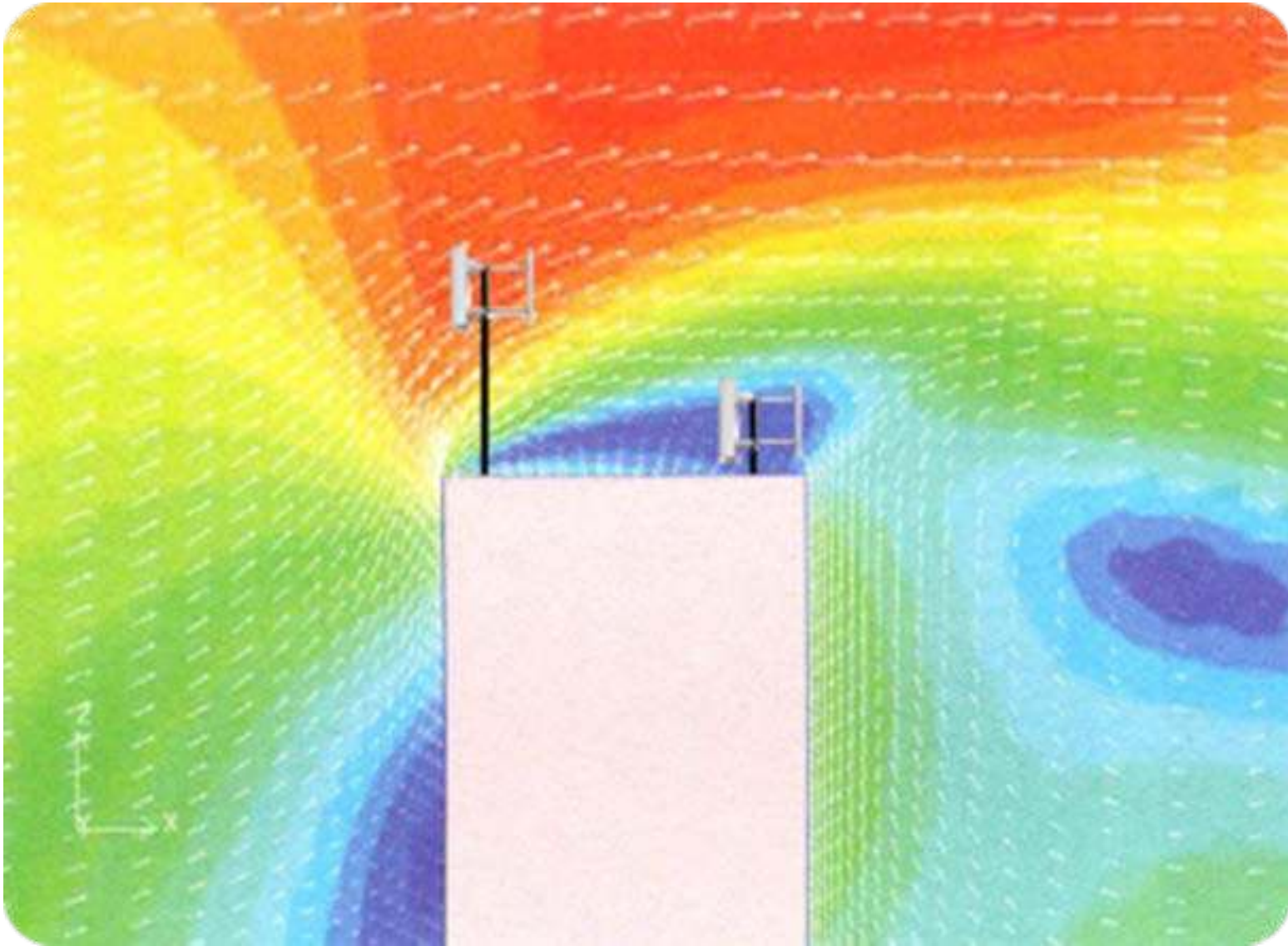


# Erste Schritte zur Projektierung einer Dachanbindung - 1



- Windmessung - Turbulenzen
- genaue geplante Positionierung
- Anbindungspunkte kalkulieren
- statische und dynamische Lasten
- welche Kräfte erwarten wir
- Genehmigungen

# Erste Schritte zur Projektierung einer Dachanbindung - 2



# Obligate Entkopplung

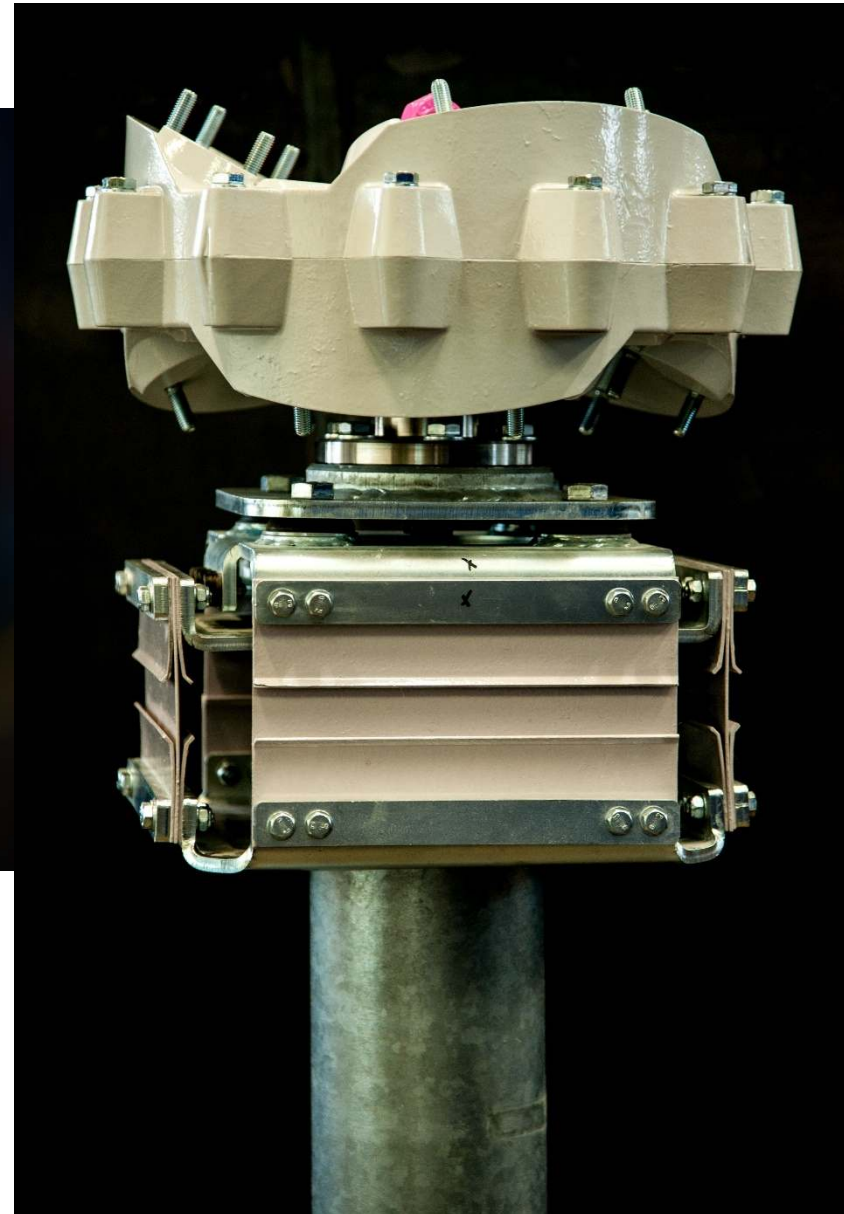


Keine Übertragung von Körperschall,  
Überkritischer Betrieb

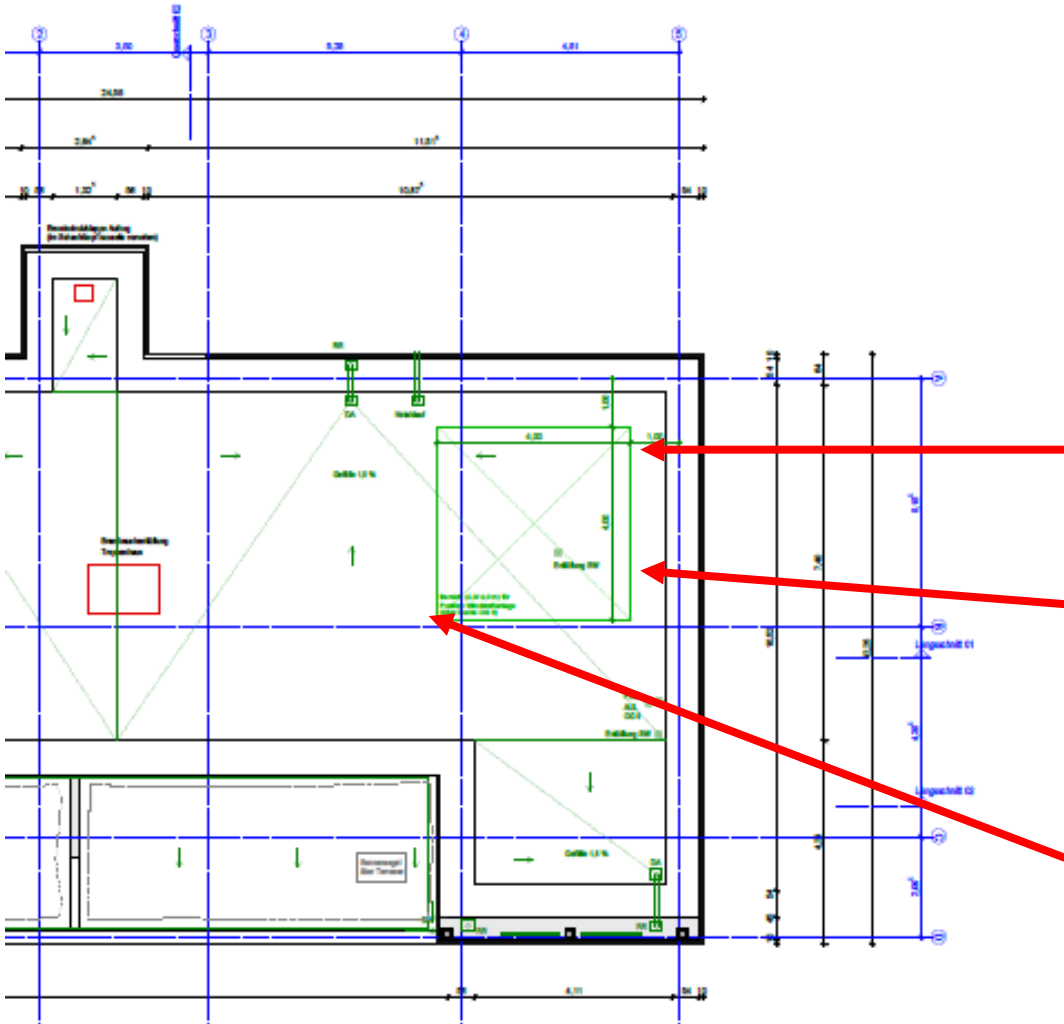
# Bautechnische «Feinheiten» 1



# Bautechnische «Feinheiten» 2

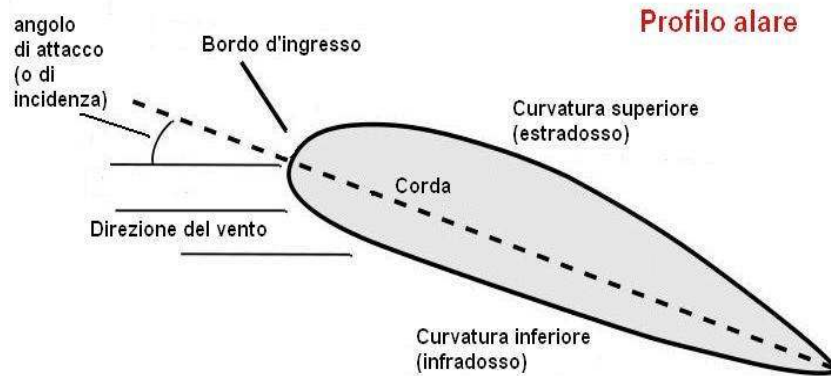


# Strukturelle Beurteilung





# Vertikale Achse, innovative Konzepte



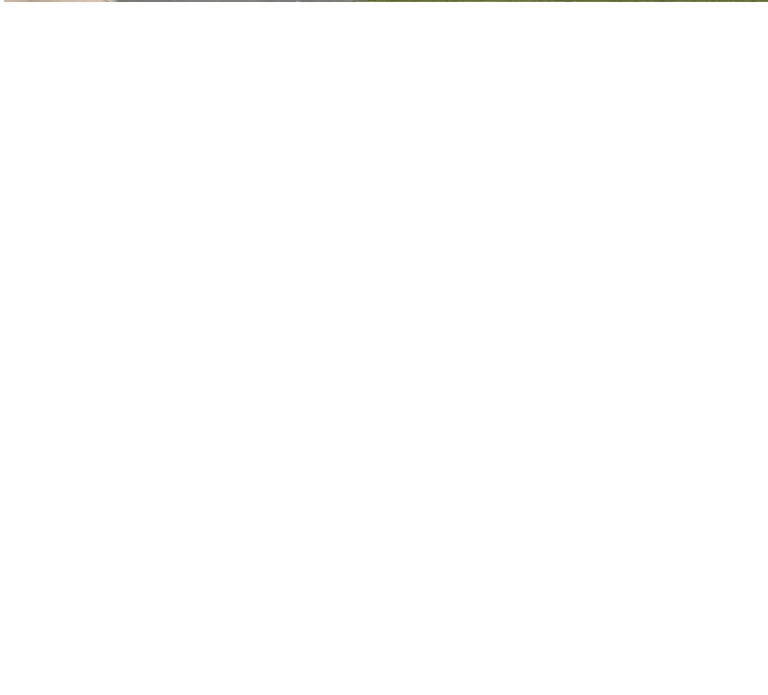
# Testfeld Österreich 1



# Testfeld Österreich 2



# LIDL NL



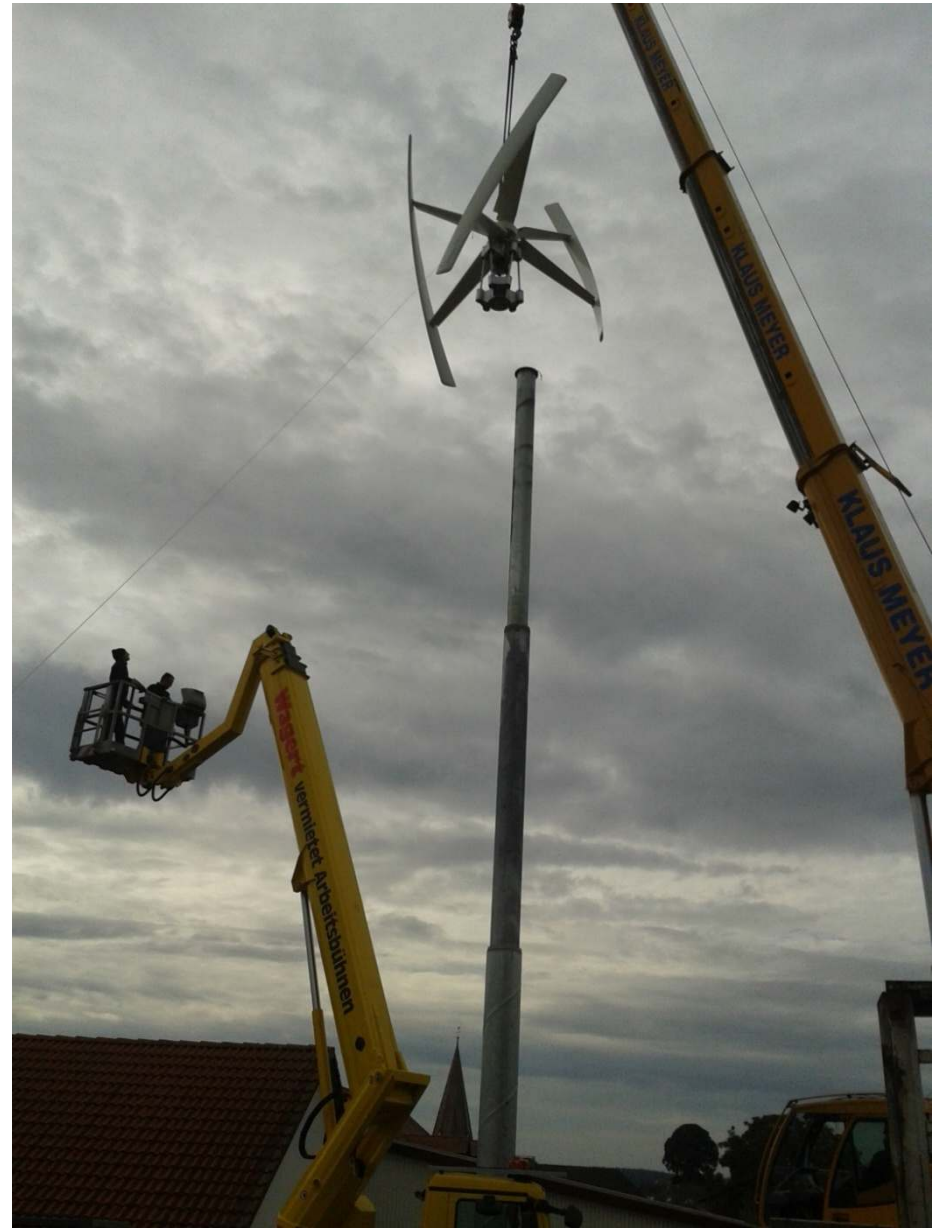
# DENA PFORZHEIM



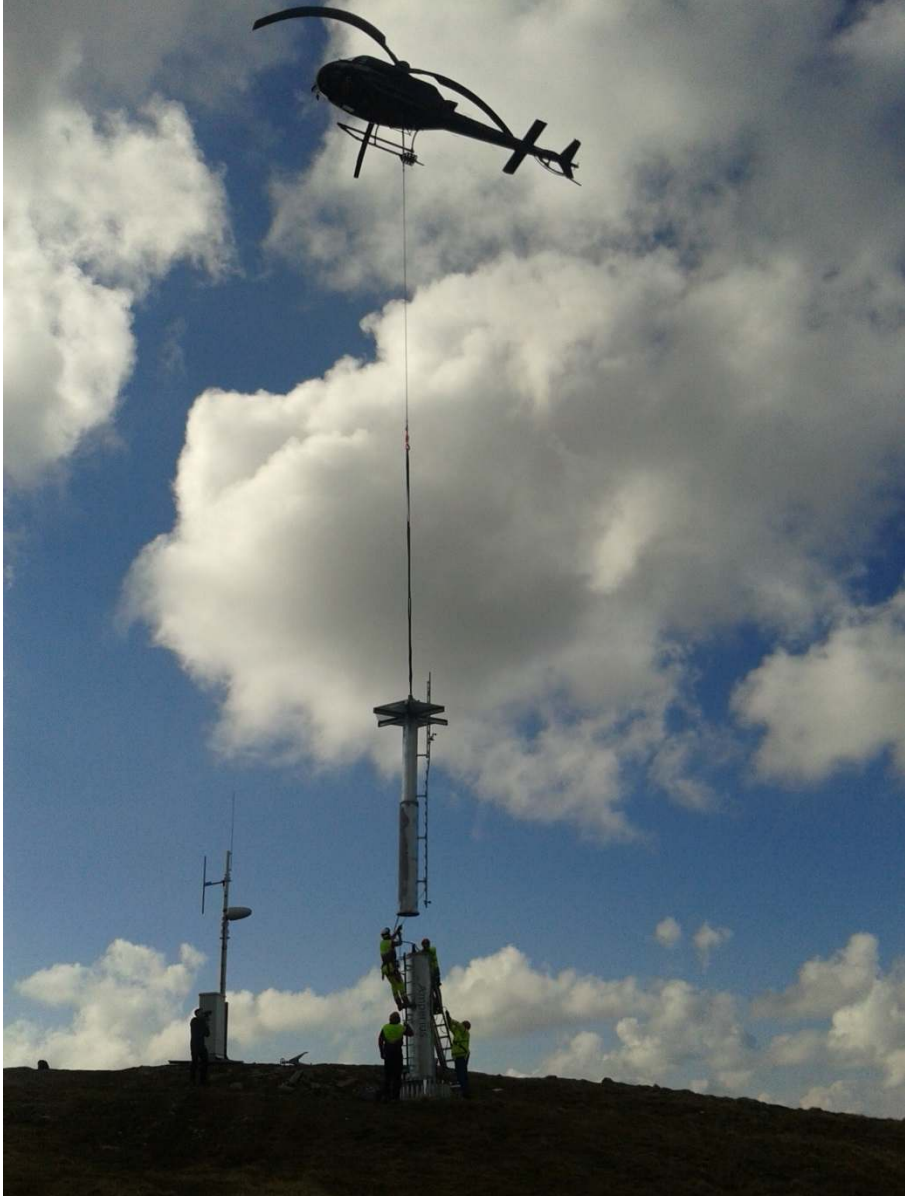
Köln



7,5 kW



# Hochgebirge





# VAWT Autobahn



# Messe HUSUM



5 kW



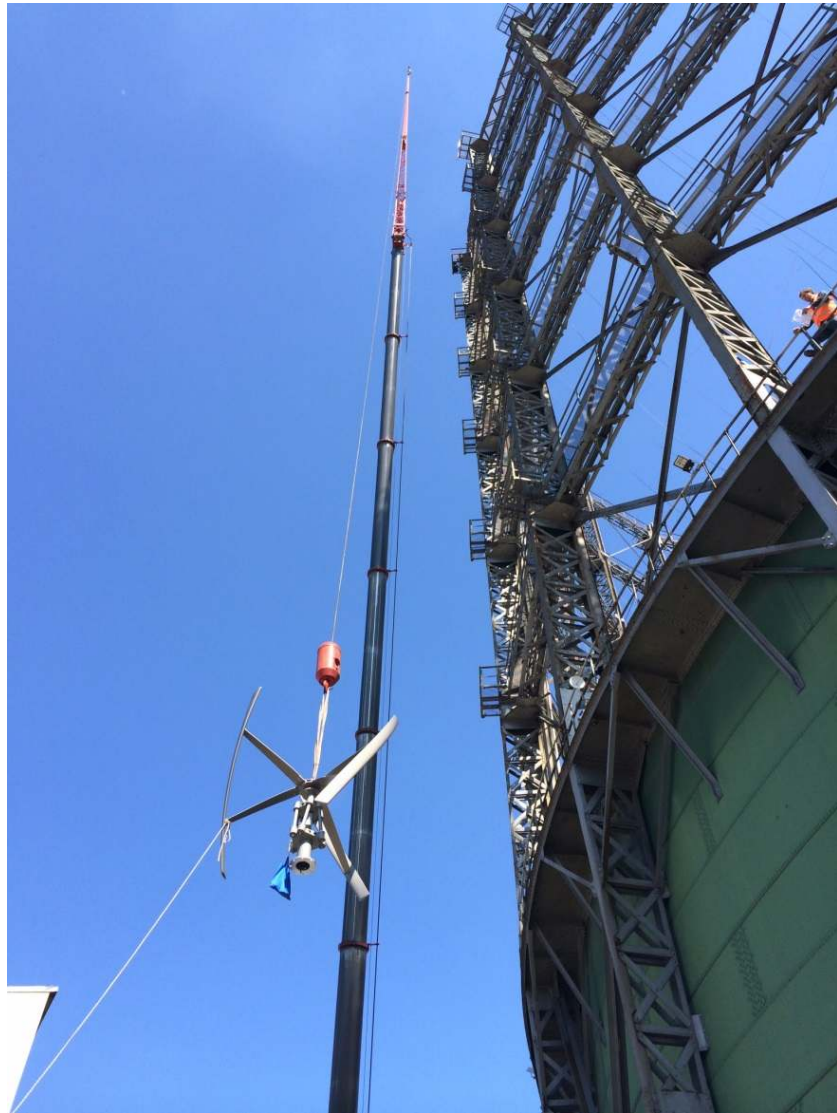
# Antarktis



# Ultramodern: 2,0 kW VERTIKON



# Berlin



# Container- 1

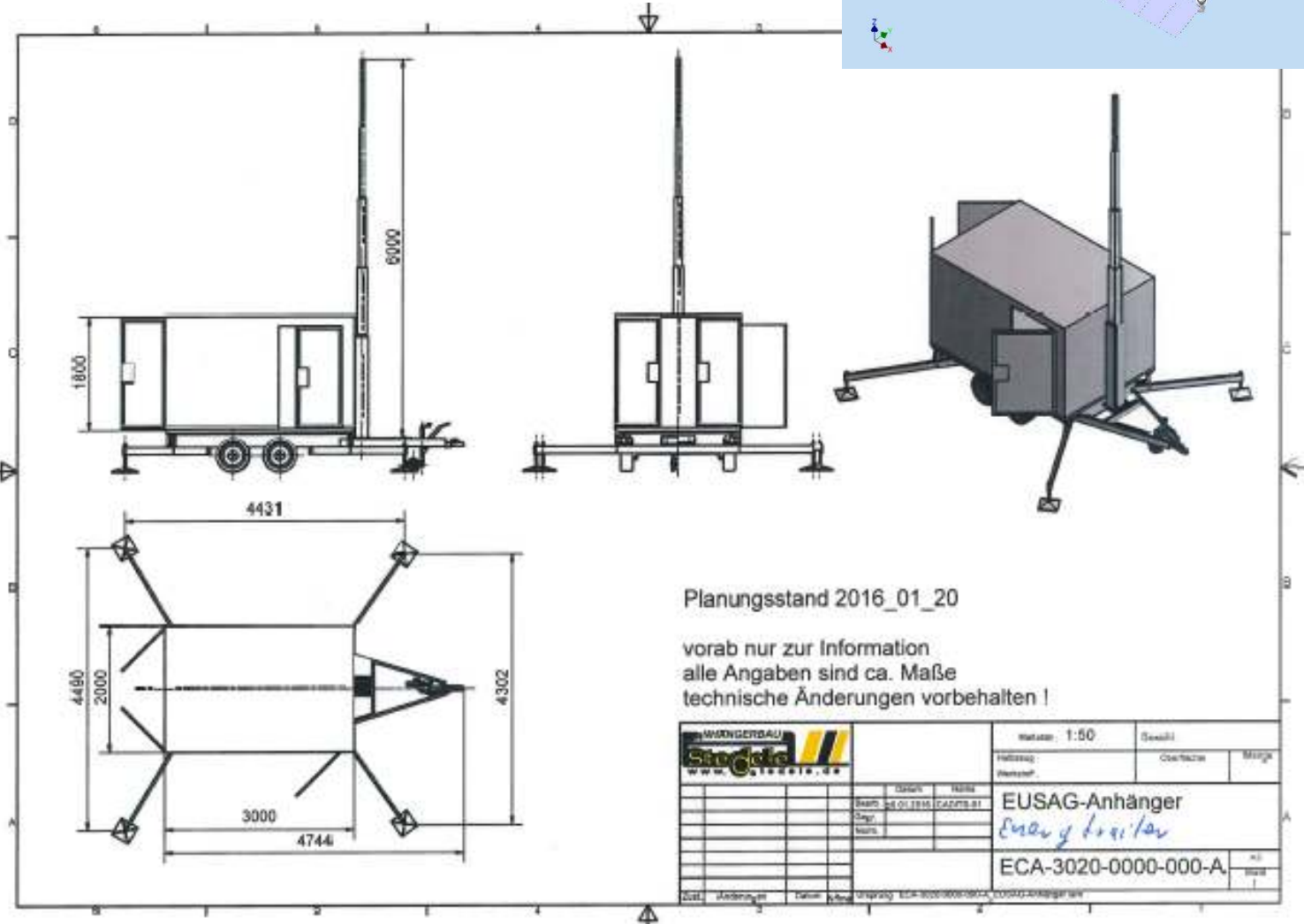
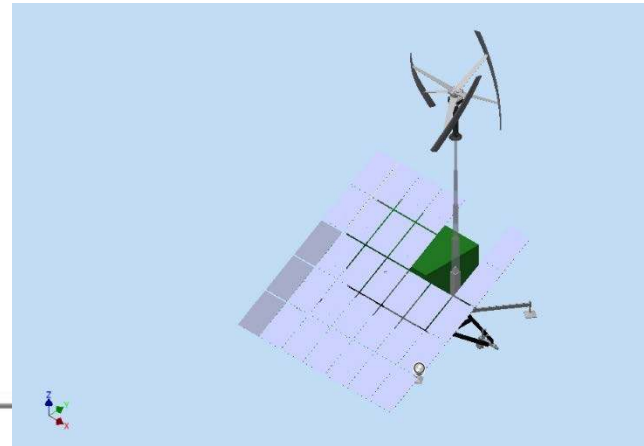


# Container - 2





# Trailer



# Höchste Ingenieurskunst: Maßarbeit



# Portfolio der Leistungen

- **Standortbewertung**
- **Bauberatung**
- **Windmessung encolive**
- **Genehmigung**
- **Projektierung**
- **Schlüsselfertige Errichtung, stets durch EUSAG Personal**
- **Überwachung**
- **Wartung**
- **Maßgeschneiderte Lösungen**



**Danke**