Klein**W**ind**E**nergie**A**nlagen – ein Fall für Profis!

Themenübersicht

1. Situationsanalyse und Vorgehensweise
2. Den Wind verstehen
3. Standortbeurteilung
4. Vergleich der Bauformen und Konzepte
5. Netzparallelbetrieb
6. Genehmigungsrecht
7. Gute Gründe für KEWA

von: Alex Haas-Guder

Geschäftsführer
Conaha Consulting GmbH

stellv. BWE-Regionalvorstand

Herausforderung

Wie schaffen wir es bei diesem komplexen Thema und dem schwierigen Marktumfeld voranzukommen?

Situation

Wir freuen uns über die große Aufmerksamkeit und die große Nachfrage die uns erreicht

aber:

Ernüchterung bei der Anzahl der Verkäufe / Installationen

Lösung

Konzentration auf die Interessenten die sich tatsächlich eine Anlage zulegen wollen und über einen akzeptablen Standort verfügen !

= Selektion

Selektion

die 2 ersten wesentliche Fragen

- ist der Standort grundsätzlich geeignet? (unsinnige Installationen vermeiden, sinnvolle forcieren!)
- wie stehen die Chancen die Anlage dort genehmigt zu bekommen?

Selektion über den Standort

Schnellprüfung: Eignung des Standortes

1. Blick auf Google Earth o.ä. Seiten die die Lage und Bebauung zeigen – Abstände, Geländeverlauf in Hauptwindrichtung W+SW
   Bsp: Google-Maps
   Mindestabstand zur Wohnbebauung ca. 50m (Schallemissionen – siehe TA Lärm) Grenzabstand 0,4 – 1H Vorlage TA-Lärm

2. Abfrage der Windwerte auf 10 m Höhe der Region über kostenfreie Windkarten, z.B. RheinlanPfalzSaarland_10m.pdf
   Der jährliche Durchschnittswert solle über 3 m/s betragen

Selektion über den Standort

Weitere Prüfung: Eignung des Standortes

3. Abfrage der Situation Vorort

- sind Bäume und/oder Gebäude in Windrichtung vor der Anlage und wenn ja wie hoch sind diese?
- Wie groß ist das Grundstück? – Welche Standorte wären möglich?
- Wie hoch ist der jährliche Stromverbrauch im Einspeisenetz? – Wie stark die Schwankungen?

Die Positionierung am Markt

Wir sind bzw. wir werden die die es wirklich können!

1. den Standort beurteilen
2. die Anlage genehmigt bekommen
3. die Anlage verkaufen/installieren die langfristig vernünftige Erträge erwirtschaftet

Den Wind „verstehen“

Berechnung der Windleistung

Formel für die Leistung in: $\frac{Watt}{m^2} = \frac{P}{A}$

dabei gilt:

$P = 0{,}5 * 1{,}225 * v^3$ abgeleitet von der pysik. Formel für kinetische Energie

$1{,}225\ kg/m^3$ = durchschnittliche Dichte trockener Luft auf Meereshöhe bei 15 °C

v = Windgeschwindigkeit in m/s

vereinfacht gilt also:

$P = 0{,}61 * v^3$

Beispielrechnung bei v = 6 m/s:

$P = 0{,}61 * 6^3 = 0{,}61 * 6 * 6 * 6 = 131{,}76\ W/m^2$

Berechnung der Windleistung

wichtig:

die 3er Potenz der Windgeschwindigkeit v resultiert in einer

Verachtfachung der Leistung bei Verdoppelung der Wind-geschwindigkeit

bei v = 3 m/s	→	16 W
bei v = 6 m/s	→	132 W
bei v = 12 m/s	→	1058 W

Berechnung der Windleistung

überstrichene Rotorfläche $A = r^2 * \pi = ¼ * d^2 * \pi$

dabei gilt die Maßeinheit m^2

Leistungsberechnung

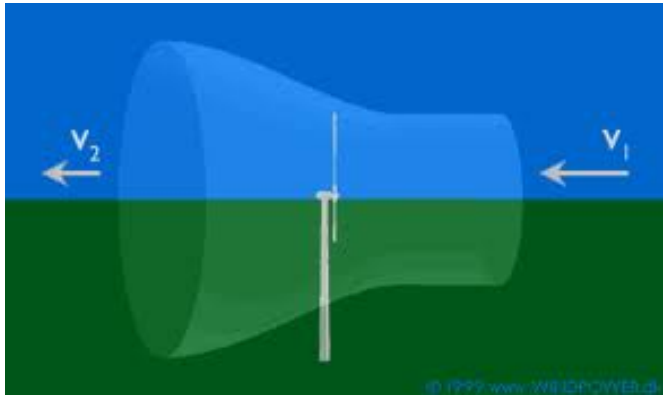
Berechnung der nutzbaren Leistung

- bei einem Windrad mit 5,10m Rotordurchmesser (Antaris 6.5) ergibt das eine überstrichene Rotorfläche von 20,41 m² ($A= r^2 * \pi$)

- wären bei 6 m/s:

  20,41 m² * 131,76 W/m² = 2.689,22 W Leistung im Wind

Das Betz'sche Gesetz



- gemäß Betz'schen Gesetz wären theoretisch maximal

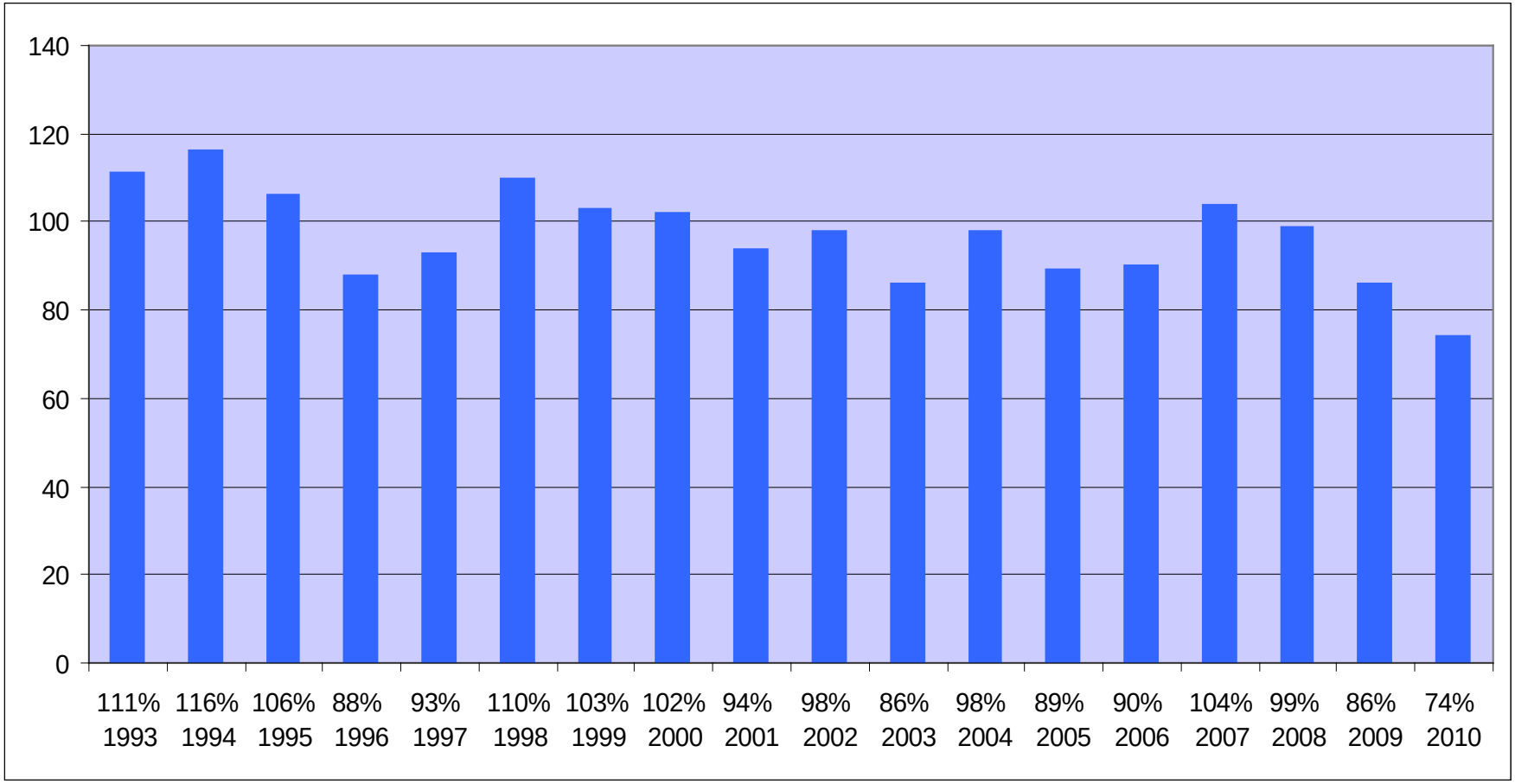
  2.689,22 W x 0,59 = 1.586,64W nutzbar

- gute KWEA liegen bei einem Leistungsbeiwert von 30 – gut 40%.

- die Antaris-Anlagen liegen hier bei 43% was bei der 6.5 kW Anlage

  1150W entspricht

Windjahr in Prozent zum langjährigen Mittel



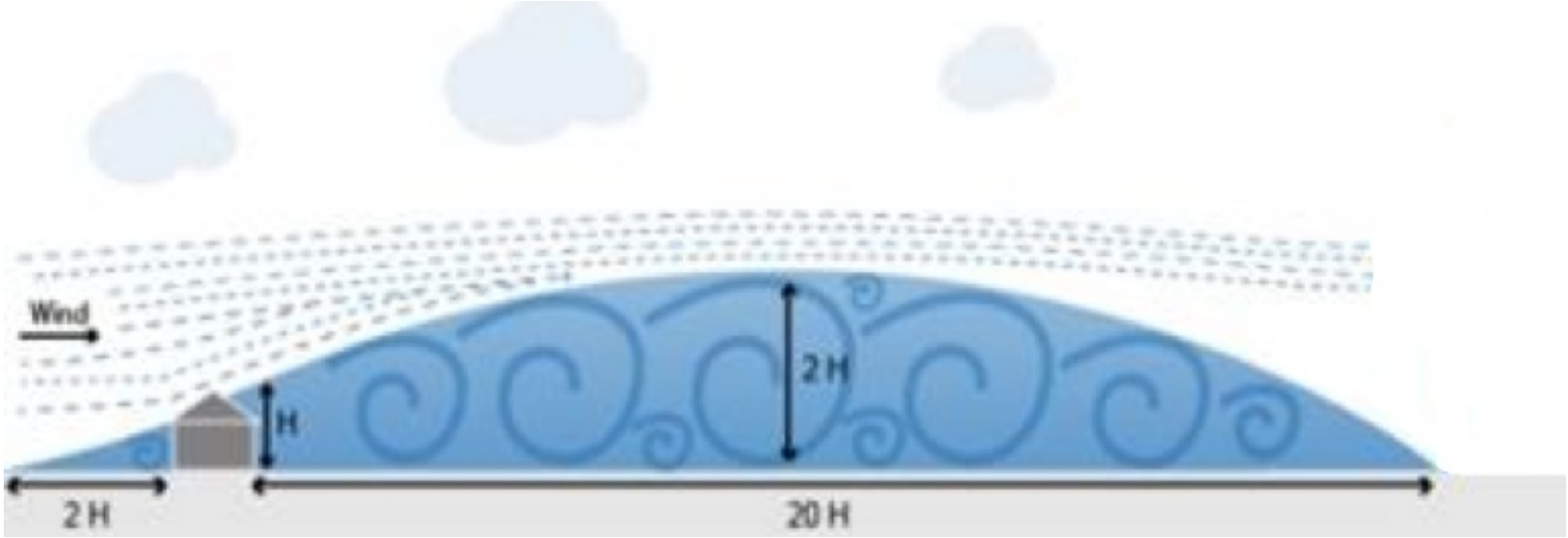
Warum hohe Masten?

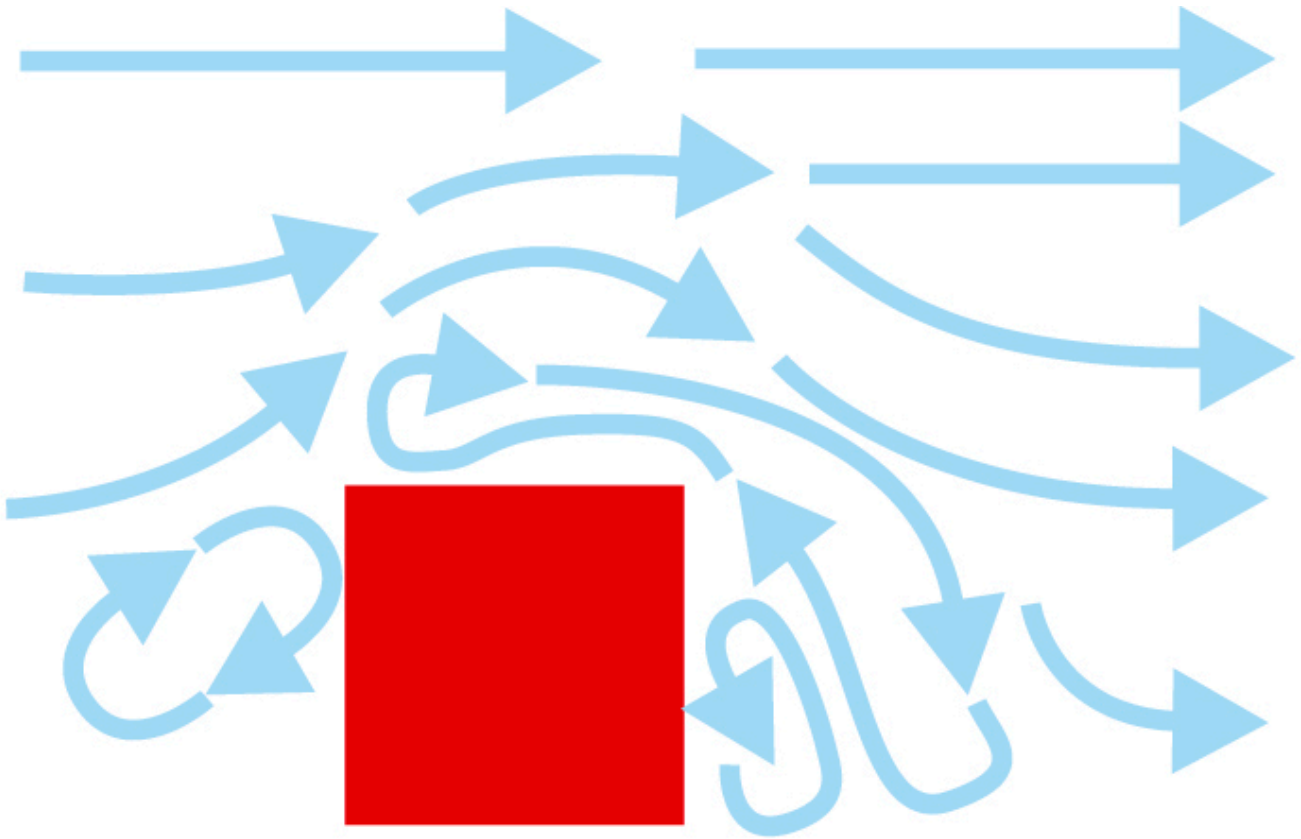
Höhenbedingte Zunahme der Windgeschwindigkeit

Das Gelände

Rauhigkeitsklassen und Rauhigkeitslängen (Tabelle)			
Rauhigkeits-klassen	Rauhigkeits-längen m	Energie-index (Prozent)	Typen von Geländeoberflächen
0	0.0002	100	Wasserflächen
0.5	0.0024	73	Offenes Terrain mit glatter Oberfläche, z.B. Beton, Landebahnen auf Flughäfen, gemähtes Gras etc.
1	0.03	52	Offenes landwirtschaftliches Gelände ohne Zäune und Hecken, evtl. mit weitläufig verstreuten Gebäuden. Sehr sanfte Hügel.
1.5	0.055	45	Landwirtschaftliches Gelände mit einigen Häusern und 8 Meter hohen Hecken im Abstand von ca. 1250 Meter
2	0.1	39	Landwirtschaftliches Gelände mit einigen Häusern und 8 Meter hohen Hecken im Abstand von ca. 500 Meter
2.5	0.2	31	Landwirtschaftliches Gelände mit vielen Häusern, Büschen und Pflanzen, oder 8 Meter hohe Hecken im Abstand von ca. 250 Meter
3	0.4	24	Dörfer, Kleinstädte, landwirtschaftliches Gelände mit vielen oder hohen Hecken, Wäldern und sehr rauhes und unebenes Terrain.
3.5	0.8	18	Größere Städte mit hohen Gebäuden.
4	1.6	13	Großstädte mit hohen Gebäuden und Wolkenkratzern.

Hindernisse in Windrichtung





Seitenansicht eines vom Wind umströmten Hindernisses. Zu Beachten sind die starken Wirbel auf der Wind abgewendeten Seite.

Macht eine Windmessung Sinn?

- Meist langwierig, teuer und ungenau
- Turbulenzgrad kaum messbar
- Windkarten + logische Beurteilung der Situation Vorort die bessere Variante
- Zusätzlich Windbänder und Drachen einsetzen
- nur zusätzliche Information

Definition Kleinwindanlagen

Unterschiedliche Definitionen (NORM, Baurecht, EEG)

sinnvolle Kriterien sind:

- maximale Leistung: 30 kW.
- maximale Gesamthöhe: 30 Meter.
- die meisten Anlagen am Markt bieten bis 10 kW Leistung und sind auf bis zu 24m hohen Masten montiert

Arten von Windkraftanlagen

Horizontalläufer

Vorteile:

- geringe Anlaufgeschwindigkeit
- hohe Leistungsausbeute
- gutes Preis-/Leistungsverhältnis
- ausgereifte Modelle am Markt erhältlich

Nachteile:

- empfindlich gegenüber Turbulenzen
- dadurch höhere Masten nötig (abhängig vom Standort)

Arten von Windkraftanlagen

H-Darrieus-Rotor

Vorteile:

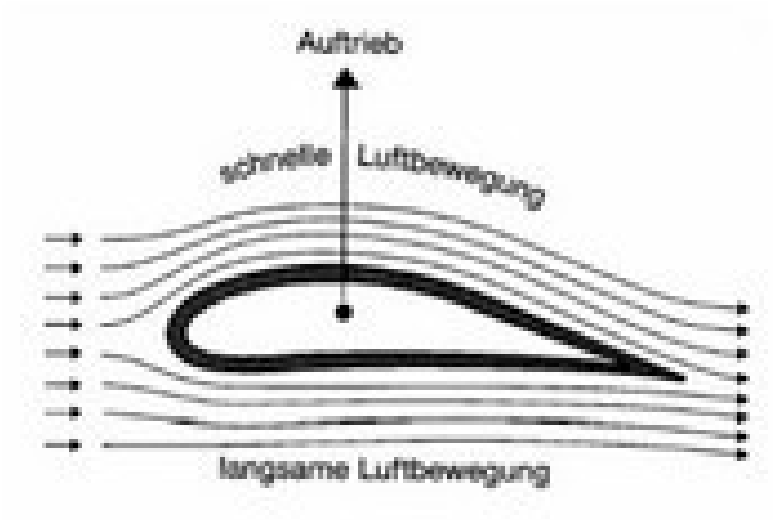
- kaum Schattenschlag
- keine Windnachführung nötig

Nachteile:

- meist hohe Anlaufgeschwindigkeit nötig
- geringere Effizienz
- hohe Belastung am Mastzopf
- kaum ausgereifte Modelle am Markt erhältlich

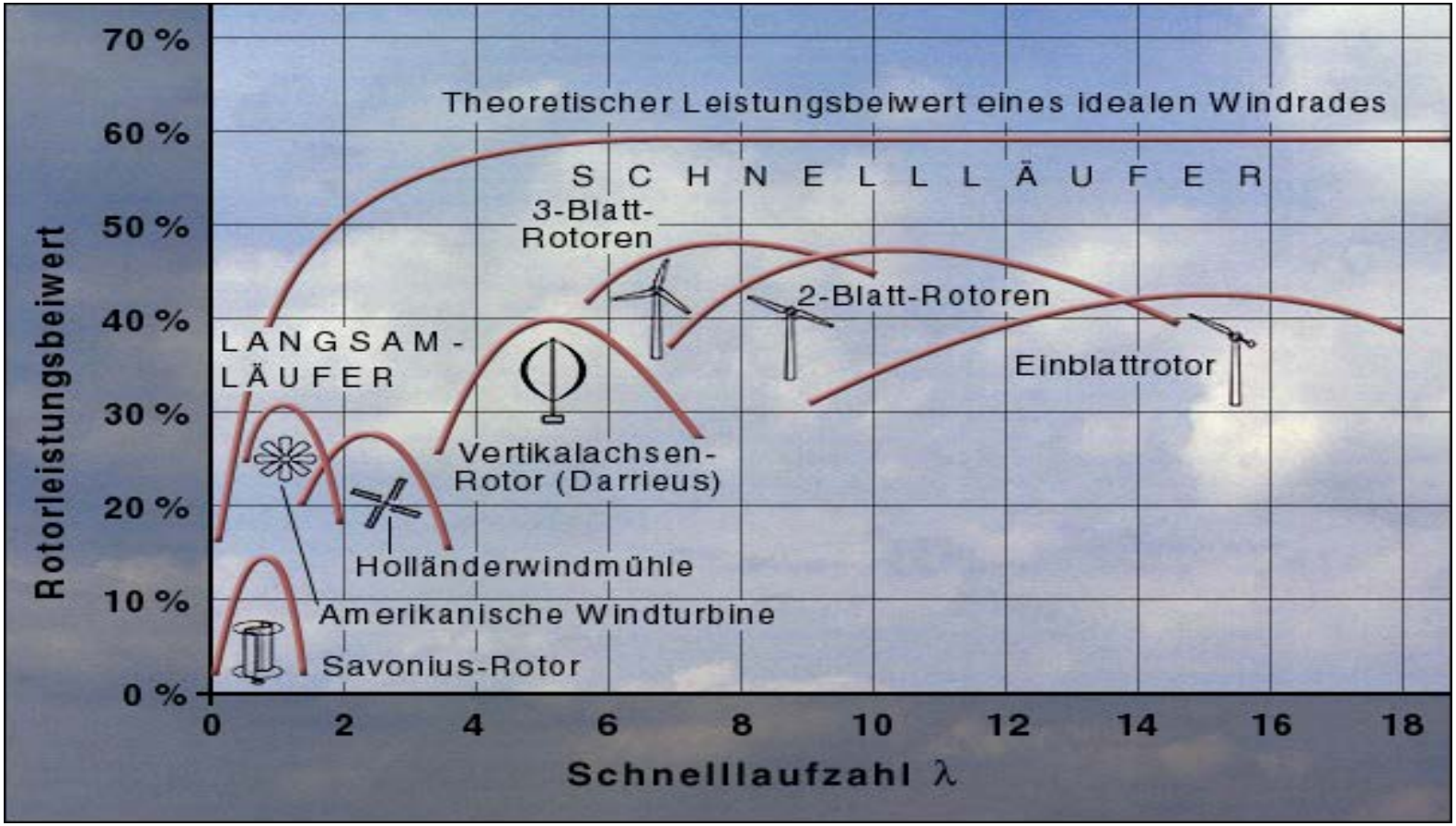
Auftriebsprinzip

beide Arten nutzen das Auftriebsprinzip, das 2-3 mal effektiver als das Widerstandsprinzip ist

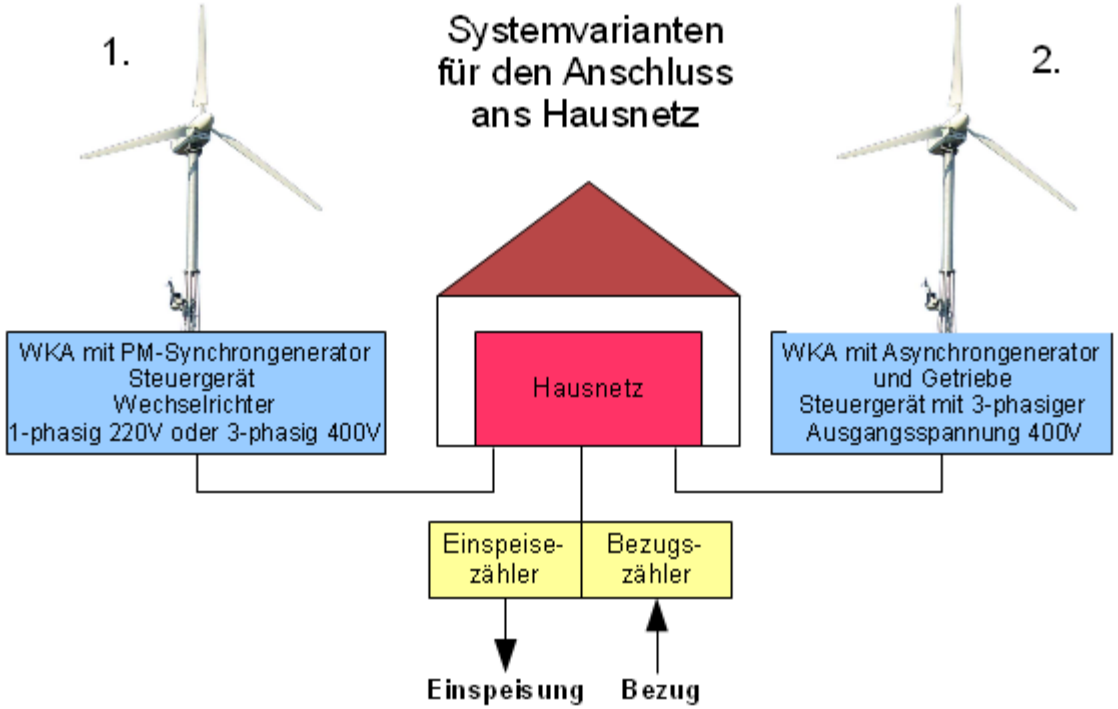


Prinzipvergleich

Arten von Windkraftanlagen: Rotorleistungsbeiwerte



Prinzipvergleich



Grundsätze

Die Gesamtkonstruktion einer KWEA sollte ein Ergebnis folgender Anforderungen sein:

- Sichere und dauerhafte Funktionalität der Anlage und der einzelnen Komponenten
- der technische Aufwand sollte in Relation zu den möglichen Erträgen stehen
- zu hoher technischer Aufwand führt zu hohen Kosten und Anfälligkeit – genauso wie mindere Qualität!

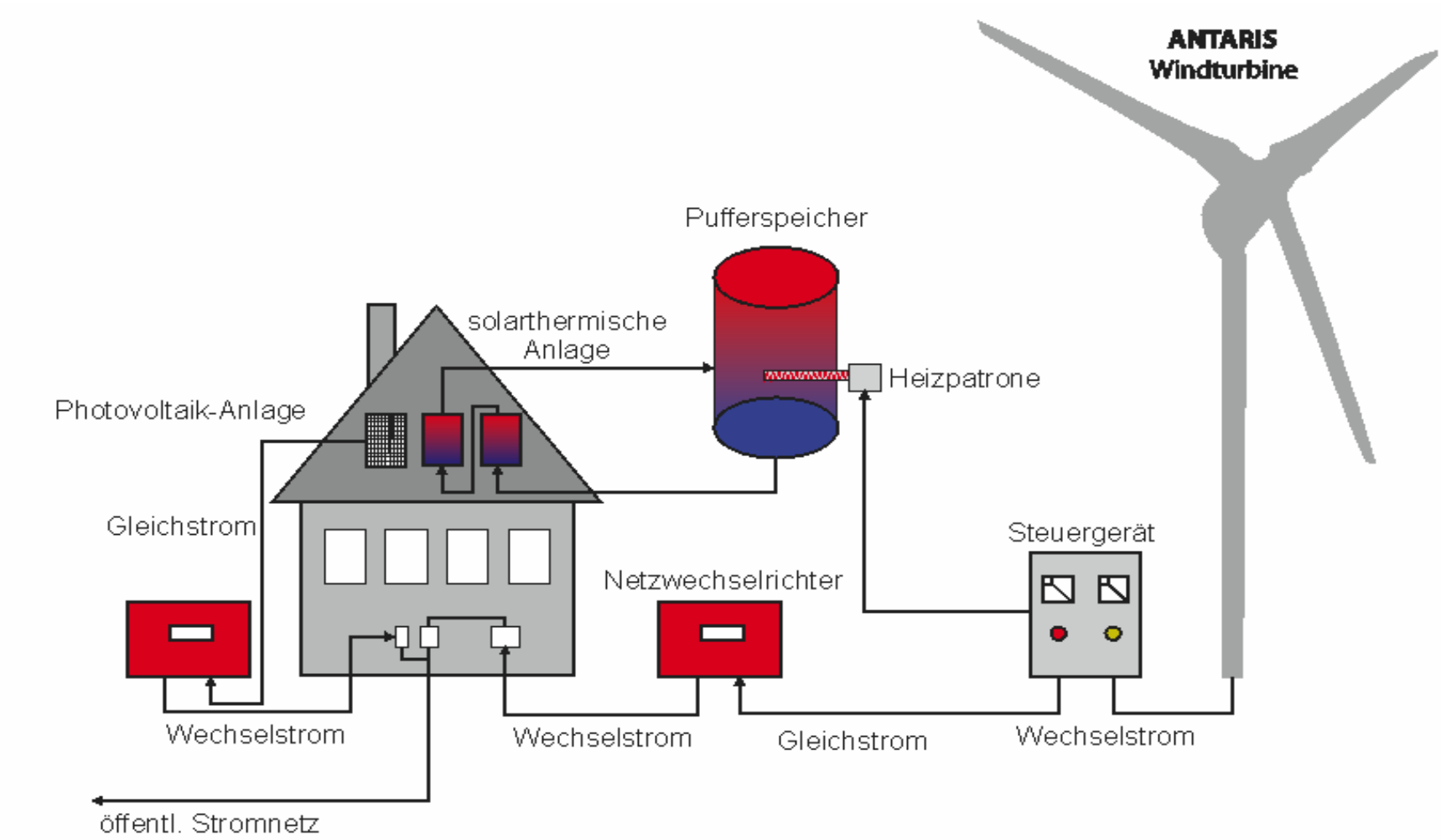
Worauf achten beim Windradkauf?

1. Werden stimmige Daten vom Anbieter zur Verfügung gestellt? Wird zur Nennleistung auch ein vernünftiger Nennwind (max. 12 m/s)genannt
2. Ist der Anbieter selbst Hersteller? Was ist der wirkliche Ursprung der Anlage?
3. Kann der Anbieter wirklich langfristig funktionierende Anlagen nachweisen? Merke: ohne Langlebigkeit gibt es bei KWEA nicht den Hauch einer Wirtschaftlichkeit
4. Bietet der Anbieter zugelassene Wechselrichter und ausreichend lange Masten und Unterbau mit prüfbarer Statik an.
5. Kann der Anbieter die für die Genehmigung nötigen Unterlagen beibringen
6. Steht der Anbieter während der Genehmigungsphase und auch nach dem Kauf zur Verfügung

Achtung!

- 100te verschiedene Anbieter, die allermeisten Anlagen werden in China gefertigt.
- Nur die wenigsten können nachweisen, dass sie funktionierende Anlagen bauen
- Unbedingt belegte Nachweise fordern
- Vorsicht vor Fantasten und schnellen Geschäftemachern
- Windradkauf ist Vertrauenssache!

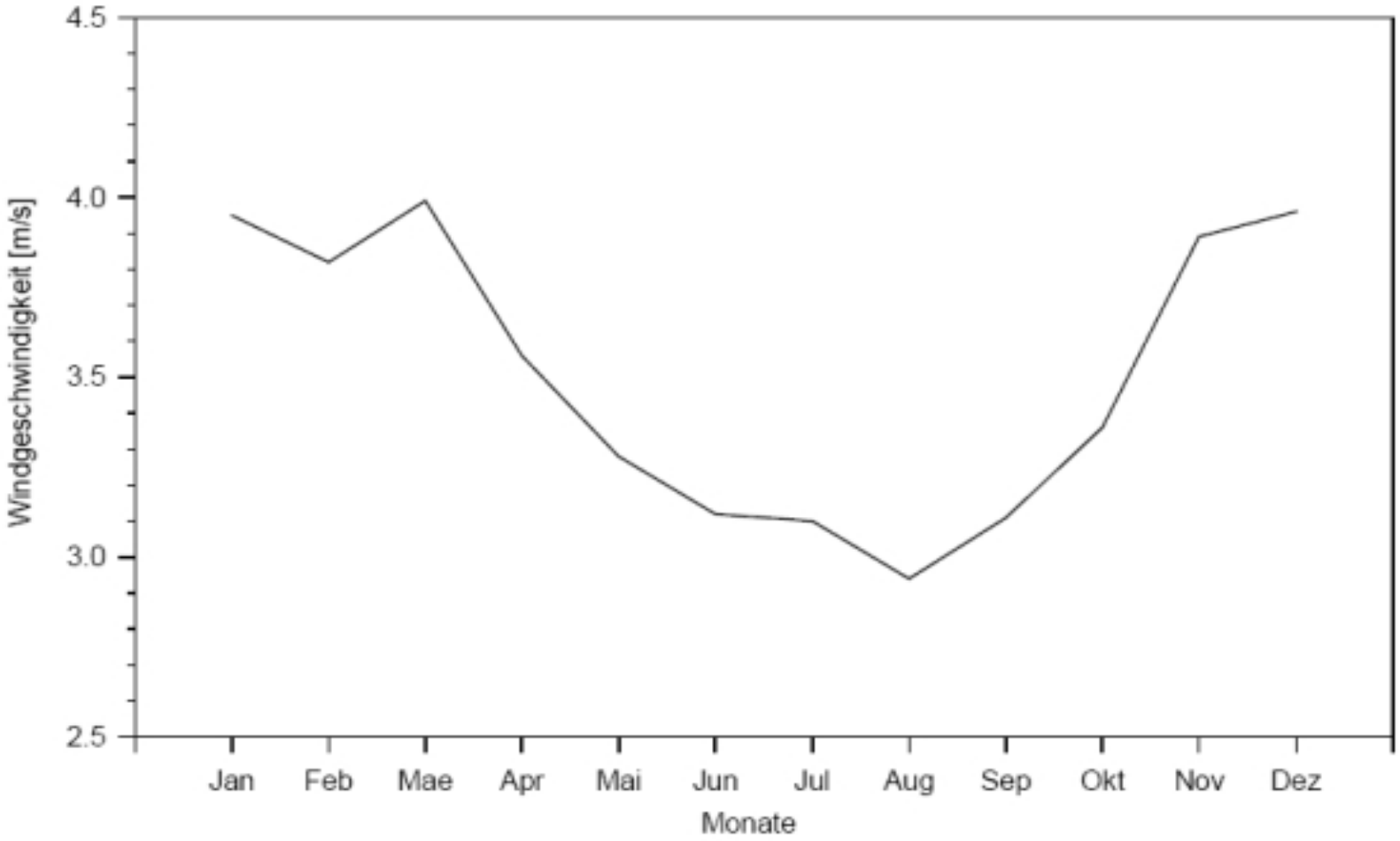
Anwendung /Kombinationsmöglichkeiten



Netzparallelbetrieb

- direkte Einspeisung in das Hausnetz → Windstrom ist für alle Verbraucher im Haus nutzbar
- überschüssige Energie kann in das öffentliche Netz eingespeist, gezählt und gemäß EEG vergütet werden. Aufgrund der niedrigen Vergütung empfiehlt sich jedoch die überschüssige Energie z.B. über Heizstäbe zur Wassererwärmung (Unterstützung einer solarthermischen Anlage) zu nutzen.
- die voranschreitende Entwicklung bei den Speichermedien kommt auch der KWEA-Nutzung entgegen.
- Vorteil gegenüber PV – die besten Wind-Monate sind von Oktober bis April, also dann wenn auch am Meisten Energie benötigt wird – und der Wind weht auch Nachts!

Starke Windmonate



§ Das baurechtliche Genehmigungsverfahren §

- KWEA > 10m sind im gesamten Bundesgebiet genehmigungspflichtig < 30m gilt das vereinfachte Verfahren
- Ideal – die örtliche Behörde bereits im Vorfeld informieren und einbinden. Argumente: deutscher Qualitätshersteller mit zugelassenen Anlagen und statischen Nachweisen. Verhinderung sinnloser Installationen bereits im Vorfeld (Wohngebiet)
- Besuchstermin mit möglichst „dicker Mappe“
- Trifft man auf Ablehnung beim Bauamt Versuch der Aufklärung – wenn das nicht geht Zitieren von § sowie Hinwendung zur Presse

§ Das baurechtliche Genehmigungsverfahren §

Die Rolle der Kommunen

- ihr Einvernehmen ist meist erforderlich, eine Verweigerung muss aber rechtlich begründet sein
- im Außenbereich: Berufung auf **§ 35 I Nr. 6 BauGB** - Privilegierung von WEA bzw. **§ 35 I Nr. 1 BauGB -** Energieversorgung eines landwirt. Betriebes
- im Innenbereich: Berufung auf § 14 BauNVO – Versorgung einer Hauptanlage durch eine Nebenanlage

§ Das baurechtliche Genehmigungsverfahren §

Die kritischen Punkte bei der Genehmigung:

- Immissionen (Schall/Schatten)
- Standfestigkeitsnachweis Mast/Fundament
- Optik
- Raumordnungsrechtliche Steuerung
- Naturschutz (Fledermäuse)
- Ausgleichszahlungen/Maßnahmen

§ Das baurechtliche Genehmigungsverfahren §

Ziele:

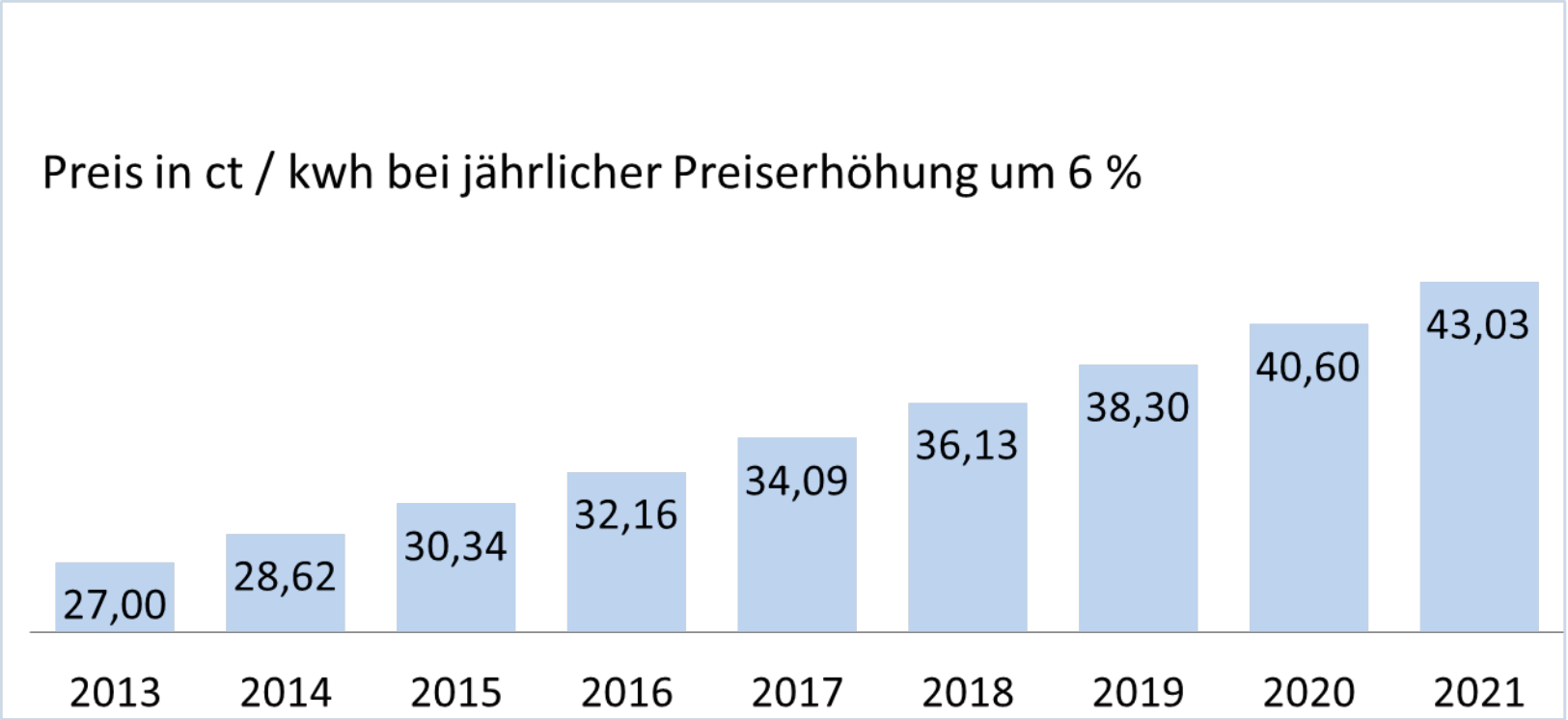
- Stärkung der Verbände/Kooperation
- Kommunikation zwischen den „Aktivisten“
- Einheitliches Baurecht – vereinfacht bis 30m Bauhöhe
- Zugriff auf bezahlbare Rechtsberatung
- Optimierung der Herstellerunterlagen

Gute Gründe für ein KWEA!

- Reduzierung der Strombezugsmenge vom EVU
- ein Stück Unabhängigkeit von rapide steigenden Strompreisen
- Beitrag zur dezentralen Energieversorgung
- Ökologie – CO2 Einsparung
- technische Begeisterung
- Kombinationsmöglichkeiten mit PV, Wasserkraft etc.
- Werbewirksamkeit - Imagegewinn

Die Strompreise explodieren und kein Ende ist in Sicht!

Dadurch steigt der Wunsch der Verbraucher Strom zu sparen sowie sich zumindest zum Teil selbst zu versorgen.



Gute Gründe KWEA ins Programm aufzunehmen

- insgesamt große Nachfrage
- Ergänzung zu anderen erneuerbaren Energiekonzepten
- Vorteil gegenüber Wettbewerbern
- Elektriker wird ohnehin zum Anschluss benötigt
- attraktives Produkt – hohe Anziehungskraft bei Messen etc.
- Möglichkeit Kompetenz zu beweisen
- als „Testobjekt“ für größere Anlagen

Lohnt sich die Anschaffung einer KWEA?

Amortisationsgraphik

Ja – die Anschaffung lohnt sich…

- wenn der Strompreis weiterhin kräftig steigt
- wenn der Standort geeignet ist
- wenn eine langlebige und funktionierende Anlage mit vernünftigem Preis-Leistungsverhältnis montiert ist

Warum Kleinwindanlagen + Landwirtschaft?

- in der Landwirtschaft werden die nötigen Abstände zur nächsten Bebauung oft ohne Probleme erreicht.
- Landwirtschaftliche Betriebe sind oft im Außenbereich angesiedelt – WEA sind dort baurechtlich privilegiert.
- kleine WEA benötigen sehr wenig Bodenfläche – vor allem wenn freistehende Masten verwendet werden.
- kleine WEA fügen sich auch optisch meist gut zum Gesamtbild des Hofes. Silos sind oft ähnlich hoch.
- Landwirtschaftliche Betriebe haben einen höheren Energiebedarf als EFH – bei der kleinen Windkraft sollte ein möglichst großer Teil der erzeugten Energie selbst verbraucht werden.

Forderungen an die Politik

- es werden dringend einheitliche Genehmigungs-vorschriften benötigt – Wildwuchs bei den Behörden da die Vorgaben nicht klar definiert sind!
- Streichung unsinniger Ausgleichszahlungen!
- Möglichkeit der direkten Verrechnung Bezug – Erzeugung oder rückwärts laufender Zähler !
- Einführung einer leistungsbezogenen Förderung!

Viel Erfolg!

Bft	m/s	km/h	knoten	Bezeichnung	Auswirkung im Binnenland	Energie pro m²
0	0 - 0,2	0 - 0,8	0 - 0,5	Stille	Rauch steigt gerade empor	bei 0 m/s 0 Watt
1	0,3 - 1,5	0,9 - 5,5	0,6 - 3,0	Leiser Zug	Rauch zeigt Wind an, Windfahne noch nicht	bei 1 m/s 0,6 Watt
2	1,6 - 3,3	5,6 - 12,1	3,1 - 6,5	Leichte Brise	Wind im Gesicht fühlbar, Windfahne bewegt sich	bei 2 m/s 4,9 Watt
3	**3,4 - 5,4**	12,2 - 19,6	6,6 - 10,5	**Schwache Brise**	**Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wind streckt Wimpel**	bei 4 m/s 39,2 Watt
4	**5,5 - 7,9**	19,7 - 28,5	10,6 - 15,5	**Mäßige Brise**	**Dünne Äste bewegen sich, Staub und Papier werden gehoben**	bei 6 m/s 132,3 Watt
5	**8,0 - 10,7**	28,6 - 38,8	15,6 - 20,9	**Frische Brise**	**Kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, auf Seen bilden sich Schaumköpfe**	bei 8 m/s 313,6 Watt
6	**10,8 - 13,8**	38,9 - 49,8	24,1 - 31,0	**Starker Wind**	**Starke Äste bewegen sich, Telegraphenleitungen pfeifen**	bei 12 m/s 1058Watt
7	13,9 - 17,1	49,9 - 61,7	31,1 - 38,3	Steifer Wind	Ganze Bäume in Bewegung, Hemmung beim Gehen	bei 14 m/s 1881 Watt
8	17,2 - 20,7	61,8 - 74,3	38,4 - 46,4	Stürmischer Wind	Wind bricht Zweige von Bäumen	bei 18 m/s 3572 Watt
9	20,8 - 24,4	74,4 - 88,0	46,5 - 54,7	Sturm	Kleiner Schäden an Häusern (Dachziegel)	bei 22 m/s 6522 Watt
10	24,5 - 28,4	88,1 - 102,4	54,8 - 63,6	Schwerer Sturm	Bäume werden entwurzelt	bei 28 m/s 13446 W
11	28,5 - 32,6	102,5 - 117	63,7 - 73,0	Orkanartiger Sturm	(im Binnenland sehr selten) Sturmschäden	bei 32 m/s 20070 W
12 bis 17	32,7 - 56	118 +	73,1 +	Orkan	Schwerste Verwüstung	

Google Earth

Datei Bearbeiten Ansicht Tools Hinzufügen Hilfe

veilchenweg 5 landau

Anmelden

Veilchenweg 5, 94405 Landau, Niederbayern, Bayern Veilchenweg 5, 94405 Landau, Deutschland

© 2009 GeoBasis-DE/BKG
Image © 2013 GeoBasis-DE/BKG

Google earth

Reiseführer

Bildaufnahmedatum: 1/1/2010 48°38'16.93" N 12°39'20.73" O Höhe 461 m sichthöhe 710 m

Start | Posteingang - ... | geplante Wind... | Vortrag 20.04.... | Dokument9 - ... | 3 Windows E... | Microsoft Pow... | TA Lärm - Inte... | Google Earth | DE | 16:42

Höhenbedingte Zunahme der Windgeschwindigkeit – vertikale Windscherung/logarithmisches Windprofil

Basis Rauhigkeitsklasse 2 – ohne spezielle Hindernisse

Höhe über Grund	**Windgeschwindigkeit**
150 m	7.94 m/s
140 m	7.87 m/s
130 m	7.78 m/s
120 m	7.70 m/s
110 m	7.60 m/s
100 m	7.50 m/s
90 m	7.39 m/s
80 m	7.26 m/s
70 m	7.11 m/s
60 m	6.95 m/s
50 m	6.75 m/s
40 m	6.51 m/s
30 m	6.19 m/s
20 m	5.75 m/s
10 m	5.00 m/s

Merke:

durch die 3er Potenz bei der Berechnung der Leistung im Wind steht bei 30m fast doppelt so viel Leistung zur Verfügung als bei 10m!

Antaris 6.5 Netzparallel - ROI (100% Eigenverbrauch)

Datum	16.05.2013

Anlagengröße:	18m Mast
Anlagenkosten in (€):	20.000,00 €
Nebenkosten in (€):	5.000,00 €
Anlagenkosten incl. Nebenkosten in (€):	25.000,00 €
Energieertrag in (kWh/a):	7.000
Stromkosten in (€/kWh):	0,27
Strompreiserhöhung in (%):	6,00%
finanziertes Kapital in (%):	0,00%
Eigenkapital in (€):	25.000,00 €
Darlehensbetrag in (€):	0,00 €
Zinssatz in (%):	0
Darlehenslaufzeit in (Jahren):	0
Monate bis zur Inbetriebnahme:	0
Instandhaltungskosten in (€/a):	200
Haben Zinsen in (%):	0,00%
Soll Zinsen in (%):	0,00%

Amortisation Antaris 6.5 - 7000 kWh/a

Amort

Jahr	Ertrag Einspeisung	Instandh. Kosten	Kredit Kosten	jährlicher Ertrag
0	1.890,00 €	0,00 €	0 €	1.890,00 €
1	2.003,40 €	0,00 €	0 €	2.003,40 €
2	2.123,60 €	-200,00 €	0 €	1.923,60 €
3	2.251,02 €	-200,00 €	0 €	2.051,02 €
4	2.386,08 €	-200,00 €	0 €	2.186,08 €
5	2.529,25 €	-200,00 €	0 €	2.329,25 €
6	2.681,00 €	-200,00 €	0 €	2.481,00 €
7	2.841,86 €	-200,00 €	0 €	2.641,86 €
8	3.012,37 €	-200,00 €	0 €	2.812,37 €
9	3.193,12 €	-200,00 €	0 €	2.993,12 €
10	3.384,70 €	-200,00 €	0 €	3.184,70 €
11	3.587,78 €	-200,00 €	0 €	3.387,78 €
12	3.803,05 €	-200,00 €	0 €	3.603,05 €
13	4.031,23 €	-200,00 €	0 €	3.831,23 €
14	4.273,11 €	-200,00 €	0 €	4.073,11 €
15	4.529,49 €	-200,00 €	0 €	4.329,49 €
16	4.801,26 €	-200,00 €	0 €	4.601,26 €
17	5.089,34 €	-200,00 €	0 €	4.889,34 €
18	5.394,70 €	-200,00 €	0 €	5.194,70 €
19	5.718,38 €	-200,00 €	0 €	5.518,38 €
20	6.061,49 €	-200,00 €	0 €	5.861,49 €
21	6.425,18 €	-200,00 €	0 €	6.225,18 €
22	6.810,69 €	-200,00 €	0 €	6.610,69 €
23	7.219,33 €	-200,00 €	0 €	7.019,33 €
24	7.652,49 €	-200,00 €	0 €	7.452,49 €
25	8.111,64 €	-200,00 €	0 €	7.911,64 €

alle Werte vor Steuer

	Tags	Nachts
Gewerbegebiet	69 dB(A)	59 dB(A)
Kern-, Dorf- und Mischgebiet	64 dB(A)	54 dB(A)
Reine und allg. Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	59 dB(A)	49 dB(A)
Kurgebiete, Schulen, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	57 dB(A)	47 dB(A)