

Kleinwindkraftanlagen

mit Horizontal- und Vertikalachsenwindrotoren

-
Dipl.-Ing. Franz Zotlöterer



.... dezentral und beinahe überall verfügbar

Übersicht – Energieautarkie/Kleinwindkraft

- Wie viel Energie benötigt ein durchschnittlicher österreichischer Haushalt?
- Welche Möglichkeiten bietet eine Kleinwindkraftanlage in der praktischen Umsetzung?
- Wie kommt man zu einer Kleinwindkraftanlage?
- Aktuelle Entwicklung
- Typen von Kleinwindkraftwerken
- Wirtschaftlichkeit – Amortisation

Wie viel Energie benötigt ein durchschnittlicher österreichischer Haushalt?

- 1h Betrieb einer Kochplatte mit 1kW elektrischer Leistung benötigt wie viel elektrische Energie?

Leistung (1kW) mal Zeit (1h) ergibt Energie

1kWh

- **Elektrische Energie** für ein durchschnittliches österreichisches Einfamilienhaus pro Jahr 3.500kWh/a
 - **Wärmeenergie** in Form von 2000l Heizöl (oder 2000m³ Erdgas oder 10m³ Holz) für einen durchschnittlichen österreichischen Haushalt pro Jahr 25.000kWh/a
 - **20.000km mit dem PKW** pro Jahr ergeben pro Jahr einen Benzinverbrauch von 1200l (1l Benzin enthält 12,7kWh) 15.000kWh/a
-
- **Durchschnittlicher Energieverbrauch für einen 4 Personenhaushalt ergibt in Summe pro Jahr** 43.500kWh/a

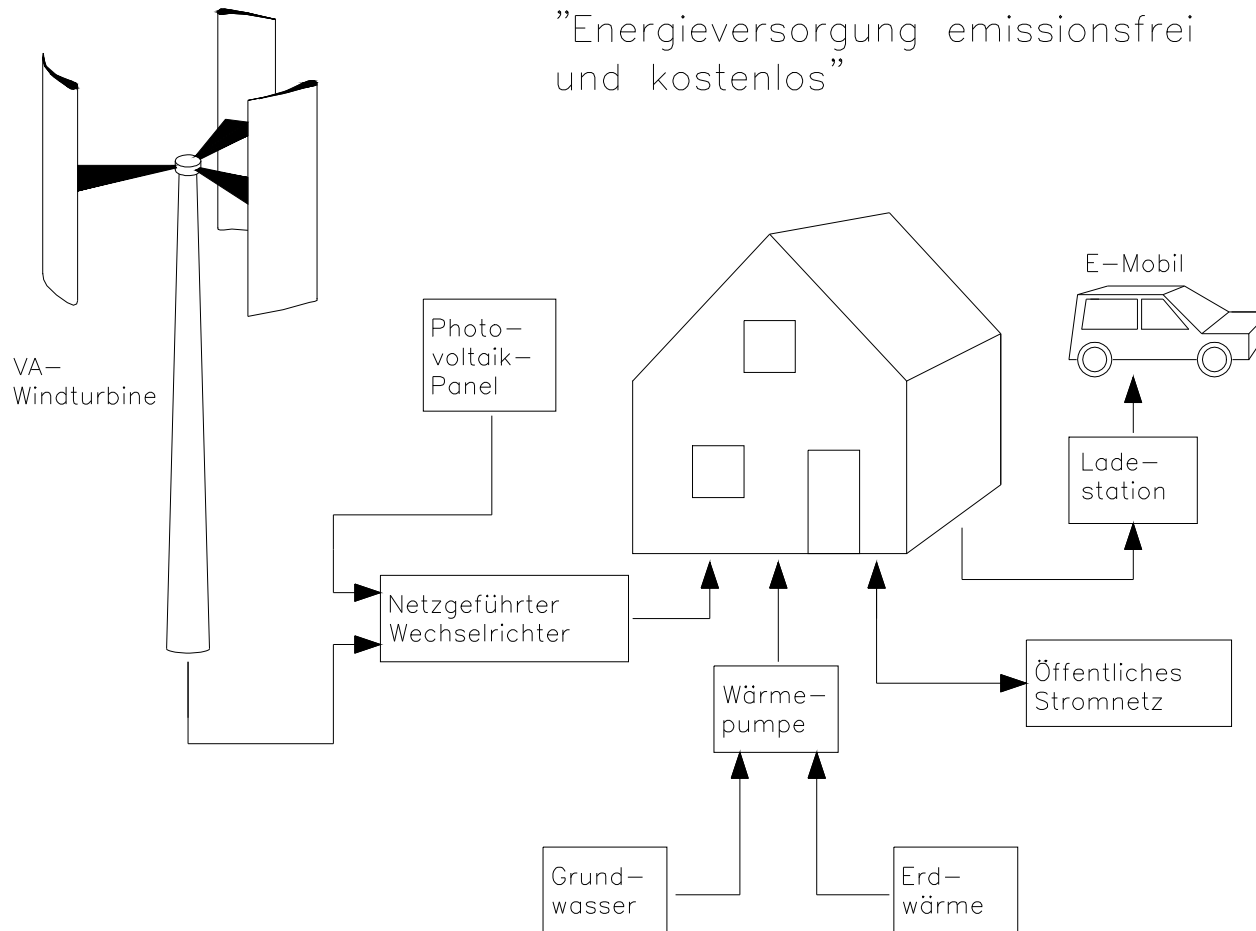
Welche Möglichkeiten bietet eine Kleinwindkraftanlage in der praktischen Umsetzung?

- Durchschnittlicher Energieverbrauch für einen 4 Personenhaushalt pro Jahr 43.500kWh/a
- Variante 1 (Heizung mit Erdwärme und Elektroauto):
 - Erdwärme (Wärmepumpe) 20.000kWh/a
 - **Kleinwindkraftwerk mit 20kW** (1175h/a) 23.500kWh/a
- Variante 2 (Hausisolierung, Erdwärme und Benzinauto):
 - Hausisolierung ergibt Einsparung von rund (-12.500kWh/a)
 - Erdwärme (Wärmepumpe) 10.000kWh/a
 - 1200l Benzin für 20.000km mit PKW 15.000kWh/a
 - **Kleinwindkraftwerk mit 6kW** (1000h/a) 6.000kWh/a
- Variante 3 (Hausisolierung, Ölheizung und Benzinauto):
 - Hausisolierung ergibt Einsparung von rund (-12.500kWh/a)
 - 1000l für Ölheizung 12.500kWh
 - 1200l Benzin für 20.000km mit PKW 15.000kWh/a
 - **Kleinwindkraftwerk mit 3,5kW** (1000h/a) 3.500kWh/a

Energieautarkie je nach Windangebot vor Ort – gute
Kombinationsmöglichkeit mit Erdwärme

Typisches Anwendungsbeispiel – die Überschusseinspeisung

„Energieversorgung emissionsfrei und kostenlos“



- Nutzung mehrere kostenloser und emissionsfreier Energiequellen
 - Sonne
 - Wind
 - Erdwärme
- Öffentliches Stromnetz als Energiepuffer

Wie kommt man zu einem Kleinwindkraftwerk (<20kW)?

- Standort
 - Windexponierte Standorte sind bevorzugt geeignet (auf einem Hügel, am Ortsrand ...)
 - Der Standort sollte zumindest in Hauptwindrichtung keine Abschattung (durch Bäume, Gebäude,) erfahren!
- Arbeitsvermögen pro Jahr (1000Betriebsstunden/a) bei niedriger Masthöhe von 6 bis 18m und einer Nennleistung bei 8m/s Windgeschwindigkeit
 - 1kW-Anlage: 10m² (= 3,6m Rotordurchmesser) 1.000kWh
 - 5kW-Anlage: 50m² (= 8m Rotordurchmesser) 5.000kWh
 - 20kW-Anlage: 200m² (= 16m Rotordurchmesser) 20.000kWh
- Genehmigung:
 - Bauanzeige bei Kleinwindkraftanlagen (< 1kW)
 - Baurecht bei der Gemeinde beantragen (Dauer 3 bis 6 Monate)

Standort auswählen – genehmigen lassen – errichten und betreiben!

Aktuelle Entwicklung

- Aktuell werden auf Grund geringerer Investitionskosten vorwiegend Windkraftanlagen mit horizontaler Drehachse im MW-Bereich errichtet (u.a. Offshore-Anlagen, ...)
 - Energieausbeute (bzw. Auslegung) 300 bis 450Watt/m²
 - 2000 bis 2500 Volllast-Betriebsstunden pro Jahr
- Kleinwindkraftanlagen wurden bisher eher weniger betrachtet – Grund ist die geringe mittlere Windgeschwindigkeit in niedriger Masthöhe und die dadurch geringere Energieausbeute bei gleicher Rotorfläche – auf Grund einer neuer Generatorengeneration werden auch Schwachwindgebiete zunehmend interessant:
 - Energieausbeute (bzw. Auslegung) 50 bis 200Watt/m²
 - 300 bis 1300 Volllast-Betriebsstunden pro Jahr
 - Hier gibt es zwei Turbinenkonzepte
 - Horizontalachsenwindturbine (HAWT)
 - Vertikalachsenwindturbine (VAWT)

Großes Potential für die Kleinwindkraft - unzählige Standorte weltweit - noch sehr teuer

Vertikalachsenwindturbine



- Betonmast mit einer Höhe von: 6m
- Rotorfläche: 3,2m²
- Rotordrehzahl: 142rpm bei einer Windgeschwindigkeit von 13m/s
- ab einer Windgeschwindigkeit von 2m/s selbstanlaufend
- Elektrische Leistung: 900W bei 13m/s
- Ausgangsspannung des Generators: 0-360Vdc
- Netzeinspeisung über netzgeführten Wechselrichter
- Keine hörbare Geräusentwicklung
- Auch bei hohen Windgeschwindigkeiten kann durch Kurzschließen des Generators ("NOT-Aus-Taste") die Windturbine abgestellt werden
- Jahresarbeitsvermögen 370kWh/a
- Rotor samt Generator kosten etwa 7000€

Horizontalachsenwindturbine

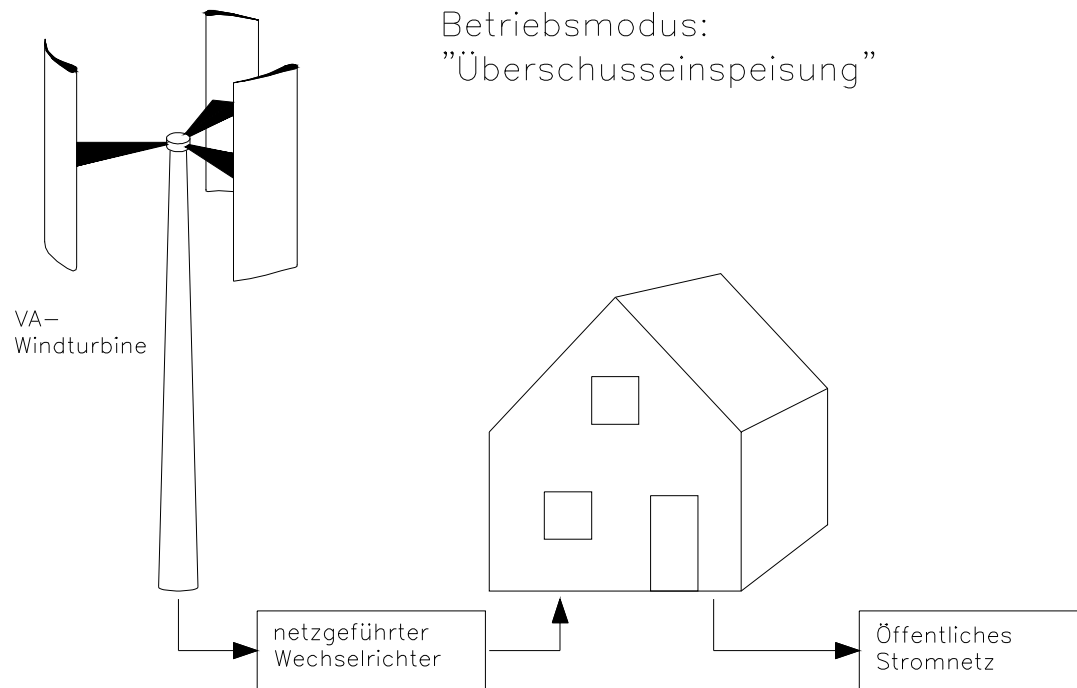


- Masthöhe: 6m
- Rotorfläche: 3,2m²
- Rotordrehzahl: 470rpm bei einer Windgeschwindigkeit von 13m/s
- ab einer Windgeschwindigkeit von 2,5m/s selbstanlaufend
- Elektrische Leistung: 900W ab 11,5m/s
- Eklipsenregelung (geringere Windangriffsfläche durch seitliches Wegdrehen des Rotors)
- Ausgangsspannung des Generators: 0-360Vdc
- Netzeinspeisung über netzgeführten Wechselrichter
- Geringe Geräusentwicklung
- Auch bei hohen Windgeschwindigkeiten kann durch Kurzschließen des Generators ("NOT-Aus-Taste") die Windturbine abgestellt werden
- Jahresarbeitsvermögen 680kWh
- Rotor und Generator kosten etwa 3500€

Vergleich von Kleinwindkrafttypen

	HAWT	VAWT
Windnachführung	aktiv/passiv	entfällt
Energieausbeute (Auslegung)	50-200W/m ²	50-100W/m ²
Rotorgewicht	leicht	schwer (das 5- bis 10-fache des HAWT)
Generatordrehzahl	variabel	variabel
Leistungsregelung	ja (Pitch, Stall, Eklipsenregelung)	nein
Einspeisung über netzgeführten Wechselrichter	einfach	sehr einfach
Sturmsicherung	ja	nein/nicht notwendig
Wirkungsgrad (max. 59% nach Betz)	30 bis 40%	15 bis 25%
Geräuschentwicklung	je nach Blattprofil	gering
Selbstanlauf	ja	je nach Blattprofil
Volllast-Betriebsstunden	800-1300h	300-800h
Errichtungskosten	hoch	sehr hoch

Überschusseinspeisung



- Netzeinspeisung über netzgeführte Wechselrichter
 - Wechselspannung des Generators wird gleichgerichtet
 - Die durch die variable Drehzahl des Generators schwankende Gleichspannung wird in eine stabile Wechselspannung mit 230V und 50Hz umgewandelt
 - Die im Haus nicht verbrauchte Energie wird in das öffentliche Stromnetz eingespeist
 - Der bestehende einfache Stromzähler wird durch einen Stromzähler mit zwei Zählstellen ersetzt – dieser gibt Auskunft über die eingespeiste als auch über die aus dem öffentlichen Stromnetz bezogene Energie

Errichtungskosten einer 1kW Kleinwindkraftanlage für 1000kWh/a

- | | |
|--------------------------------|---------|
| • Fundament | 1.500€ |
| • Mast | 2.500€ |
| • Generator | 2.500€ |
| • Rotor | 2.000€ |
| • Netzgeführter Wechselrichter | 1.500€ |
| • Installation vor Ort | 2.500€ |
| | ----- |
| • Errichtungskosten gesamt | 12.500€ |
- Geringer Wartungsaufwand
 - Bei größeren Kleinwindkraftanlagen (50kW) sinken die Kosten auf etwa 4.500€/kW - im Vergleich dazu kommen große Windkraftanlagen mit 2MW auf etwa 1700€/kW

Wirtschaftlichkeit – Amortisation?

- Kleinkraftwerk mit 10kW-Leistung
 - Kleinwindkraftanlage
 - Errichtungskosten 68.000€
 - Erlös bei neuen Anlagen
 - 10.000kWh (7.54Cent/kWh) 770€/a
 - 10.000kWh bei Eigenverbrauch (17Cent/kWh) 1.700€/a
 - Photovoltaikanlage
 - Errichtungskosten 68.000€
 - Erlös bei neuen Anlagen
 - 10.000kWh/a (45,99Cent/kWh) 4.599€/a
 - Kleinstwasserkraftanlage
 - Errichtungskosten 62.000€
 - Betriebskosten und Wartungskosten über 25 Jahre 8.000€ bis 25.000€
 - Erlös bei neuen Anlagen
 - 50.000kWh/a (6.24Cent/kWh) 3.120€/a
 - 50.000kWh/a bei Eigenverbrauch (17Cent/kWh) 8.500€/a

Die Kleinwindkraft benötigt ähnlich hohe Einspeisetarife wie die Photovoltaik um konkurrenzfähig zu sein! – In Kombination mit einer Wärmepumpe macht eine Kleinwindkraftanlage deswegen Sinn, weil ein Gebäude genau bei viel Wind stark abkühlt und dann geheizt werden muss.

Beratung - Planung - Projektdurchführung



www.zotloeterer.com

WINDENERGIETECHNIK

GF: Dipl.-Ing. Franz Zotlöterer

Wildgansstraße 5

A-3200 Obergrafendorf

Tel.: 0043-(0)2747-3106

Mobil: 0043-(0)699-88807708

E-mail: office@zotloeterer.com

„Windenergie

-

*eine schadstofffreie, dezentrale und mit
Erdwärme bestens kombinierbare
Energiequelle“*