

**AuWiPot**

Windatlas und Windpotentialstudie Österreich



## Workshop ‚Wirtschaftlichkeit‘



Andreas Krenn, Energiewerkstatt



St Pölten, 22. Jänner 2010

**energiewerkstatt**<sup>o</sup>

## AGENDA

- 9:00 Begrüßung und Einleitung [A. Krenn, Energiewerkstatt]
- 9:30 Technischer Ansatz der Potentialmodellierung [M. Biberacher, iSpace]
- 9:45 Fragen und Diskussion
- 10:00 Kostensituation der Windenergie in Deutschland [K. Rehfeldt, Windguard]
- 10:30 *Kaffeepause*
- 10:45 Gesteherungskosten für Windenergieanlagen in Österreich [S.Hantsch, IGW]
- 11:00 Ertrags- und Wirtschaftlichkeitsberechnung [H. Winkelmeier, Energiewerkstatt]
- 11:30 Diskussion zur Kostensituation und Festlegung der Wirtschaftlichkeitsparameter
- 13:00 Gemeinsames Mittagessen
- 14:00 *Ende des Workshops*



St Pölten, 22. Jänner 2010

**energiewerkstatt**<sup>o</sup>

## Eckdaten des Projektes

- Laufzeit: März 2009 bis Februar 2011
- Gefördert aus Mitteln des Klima und Energiefonds
- Zweiteiliges Forschungsprojekt mit zwei Hauptzielen:
  - Hochaufgelöste Windkarte vom gesamten Bundesgebiet
    - Häufigkeitsklassen der Windgeschwindigkeiten in einem Raster von 100x100m
  - Räumlich verortete und dynamische GIS-Modellierungen des österreichischen Windkraftpotentials [GWh]
    - Simulationstool für Interessierte und Entscheidungsträger
- Partner:
  - Energiewerkstatt Friedburg
  - Meteotest Schweiz
  - Wegener Center, Uni Graz
  - iSpace – Research Studios, Salzburg

energiewerkstatt<sup>o</sup>



r|s|a Research Studios Austria  
Forschungsgesellschaft mbH

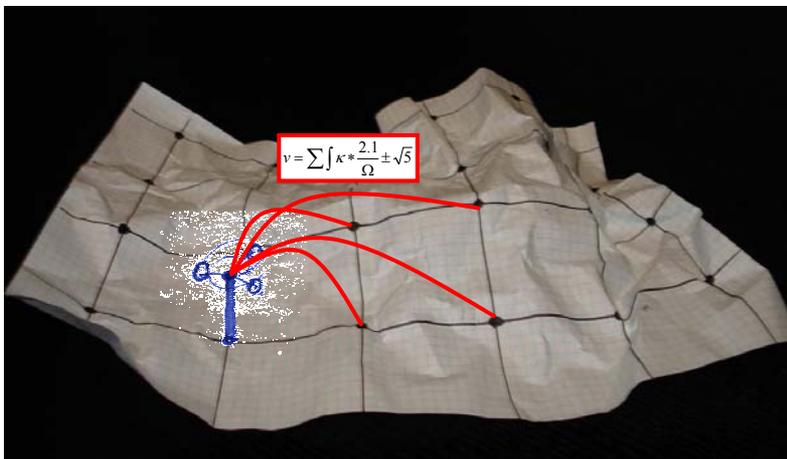
## 1. Teil - Windfeldmodellierung



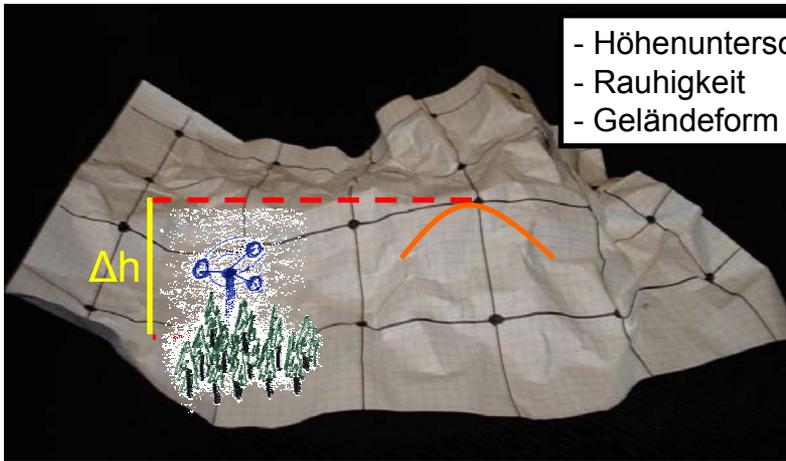
## Welches ist die geeignete Methodik?

- Statistische Verfahren
- Numerische Verfahren
- Kombinierte Verfahren

## Statistische Verfahren

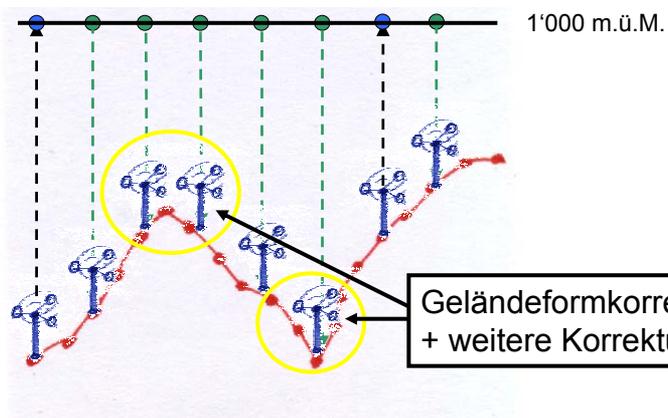


## Verwendete Parameter



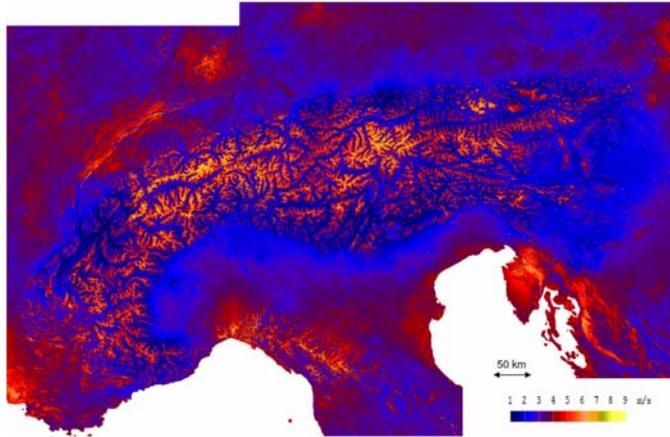
- Höhenunterschied
- Rauigkeit
- Geländeform

## Methodik (vereinfacht)



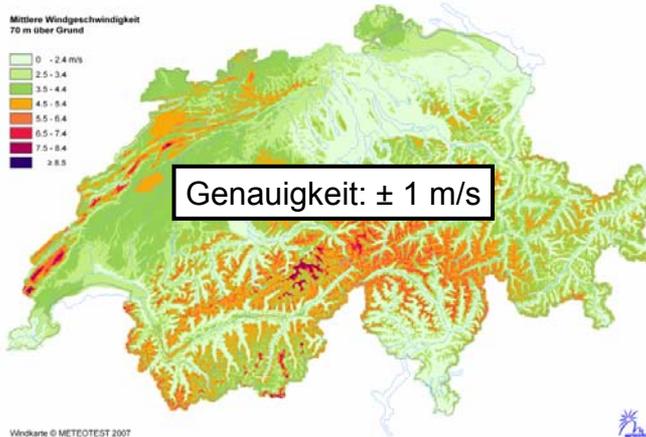
## Beispiele

### Windkarte Alpenraum (Alpine Windharvest)



## Beispiele

### Windkarte der Schweiz



## Vor- und Nachteile

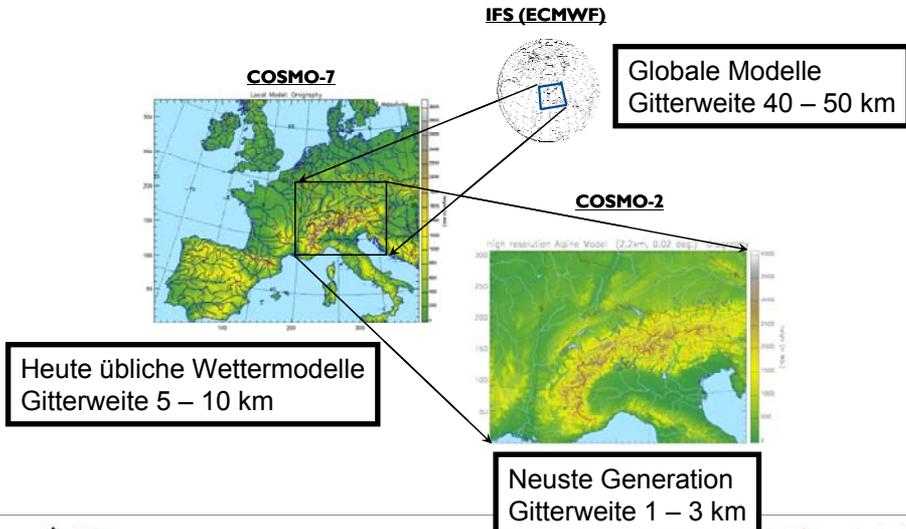
- + Hohe Auflösung (CH Windkarte: 100 m)  
→ komplexes Gelände
- + Kurze Rechenzeit (< 1 Tag, herkömmlicher PC)
- + Kann jederzeit aufdatiert werden
- + Nebenprodukt: Übersicht über Windmessungen
  
- Abhängigkeit von Dichte des Messnetzes und Qualität der Messdaten (Aufbereitung der Messdaten)
- Korrekturterme müssen empirisch bestimmt werden
- Nur Mittelwerte, keine Windstatistiken

## Numerische Modellierung

Basierend auf Wettervorhersagemodell

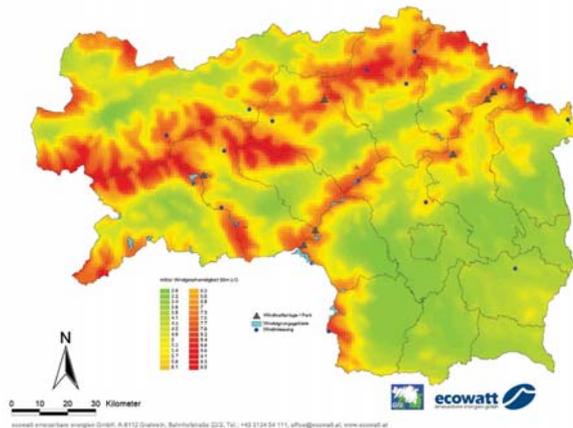
„Nachhersage“ statt „Vorhersage“

## Numerische Modellierung



## Beispiele

Windkarte Steiermark (MM5)



## Vor- und Nachteile

- + „unabhängig“ von Messdaten
- + Windstatistik für jeden Punkt (Zeitreihe)
  - langjähriger Abgleich von Windmessungen
- Sehr zeitaufwändige Methode (mehrere Monate auf PC-Cluster)
- Auflösung 3 bis 5 km
  - eher niedrig v.a. für komplexes Gelände (Alpen)

Steigende Computerressourcen eröffnen neue Möglichkeiten

- höhere Auflösung
- sinkende Rechenzeit

Setup kann unter Umständen auch für Windprognose verwendet werden

## Kombinierter Ansatz im AuWiPot

- Assimilation
  - Startbedingungen an Messungen angepasst
- „Statistisches Downscaling“ des Wettermodells
  - höhere Auflösung
- [ - CFD-Modelle / WAsP
  - Berechnung von Windfeldern und Gewichtung mit Messdaten oder Modelldaten]

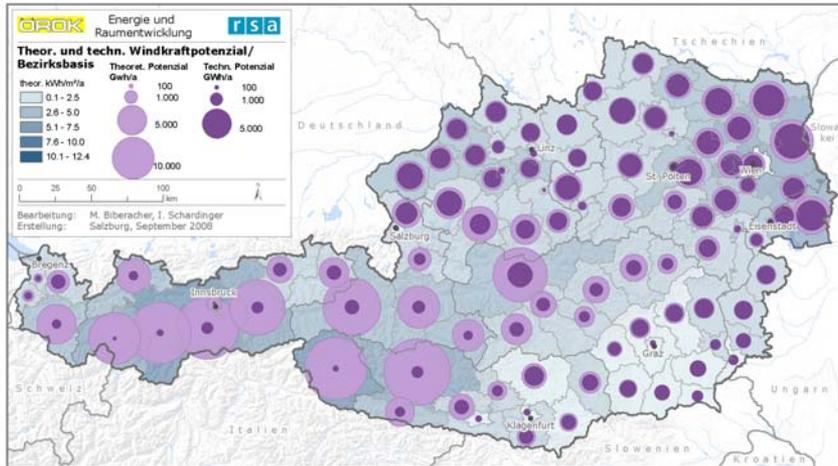
## Verwendete Windmessdaten

- Windmessungen der ZAMG
  - Windmessungen der Landesstationen
  - Windmessungen aus den Nachbarländern
  - Windmessungen aus Windenergieprojekten
  - Ertragsdaten von Windkraftanlagen
- + Ergebnisse der numerischen Modellierung in einem Raster von 2 x 2 km

## 2. Teil - Potentialmodellierungen

- Ergebnisse der Windfeldberechnungen sind Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeiten in einem 100 x 100m Raster in beliebiger Höhe über Grund
- Vom **theoretischen** zum **realisierbaren** Windenergiepotential
  - 1. Modellierungsschritt: Wo kann infolge der technischen Kriterien gebaut werden?
    - Ausschlusszonen infolge Seehöhe, Hangneigung, Lärm, Naturschutz, Sicherheitsabstände ... in Abhängigkeit von der gewählten Anlagengröße
  - 2. Modellierungsschritt: Wo kann unter den gegebenen Parametern wirtschaftlich gebaut werden?
    - Vergleich der standortspez. Erzeugungskosten [€/kWh] mit dem gewählten Tarif
- Berücksichtigung des bestehenden Potentials
  - Definition als Ausschlusszonen oder Möglichkeit zum Repowering
  - Ertrags(nach)berechnung und Modellkalibrierung
- **Keine Ausweisung von konkreten Eignungsflächen**
- Darstellung des realisierbaren Energieertrages **als Zahl** auf Bezirksebene

## Gewählte Darstellungsform der Ergebnisse



Quelle: ÖROK Studie

## Parameterfestlegung

- Kriterien der Potentialmodellierung sind nicht starr vorgegeben, sondern können innerhalb einer realistischen Bandbreite vom Benutzer frei gewählt werden
- Objektivierung im Zuge von zwei Workshops
  - Raum und Technik:
    - Teilnehmer: P-Team, IGW, Experten aus dem Ausland, Ländervertreter
  - Wirtschaft:
    - Teilnehmer: P-Team, IGW, Experten aus dem Ausland, Betreiber
- Ergebnis der Workshops ist eine Szenarienmatrix mit detaillierten Variationsmöglichkeiten im Hintergrund
- Beachte: Genauigkeit der Datengrundlage vs. Definition einzelner Parameter

## Parameter zu ‚Raum & Technik‘

Anlagengröße

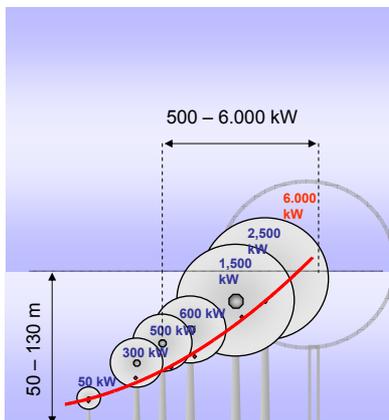
Gelände

Bauabstände

Naturschutz

WKA-Bestand

## Anlagengröße und -entwicklung



- Wählbarer Leistungsbereich:  $500 \text{ kW} < P < 6 \text{ MW}$
- Optimierungsbetrachtung möglich
- Int. Verwendung einer spez. Leistungskurve:  $500 \text{ W/m}^2$ 
  - Über die Leistungskurve wird der Zusammenhang Leistung/Durchmesser hergestellt
  - Die spezifische Leistungskurve ist für alle Anlagengrößen und Windregionen verwendbar
- Automatisch errechnet:
  - Rotordurchmesser
  - Nabenhöhe ( $D \cdot \text{Faktor}_{\text{Standort}}$ )

Installierte Leistung [kW]	Übliche Nabenhöhe [m]	Rotordurchmesser bei spez. Leistung von $500 \text{ W/m}^2$ [m]
500	40-50	35,7
1.000	60-80	50,5
2.000	80 - 110	71,4
4.000	100-130	101,0
6.000	100-130	123,6

## Standortklassifizierung und Anlagenpositionierung

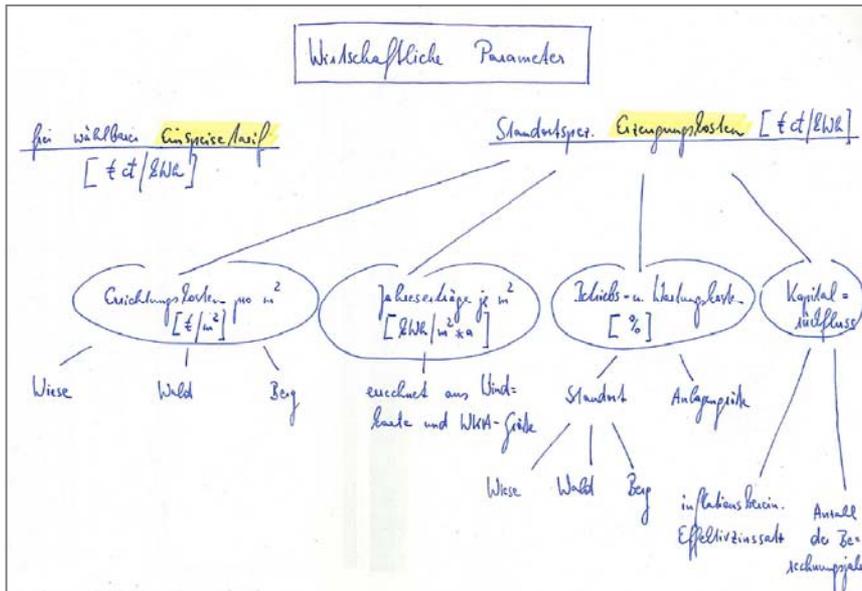
- Definition der wählbaren Leistungsklassen in Abhängigkeit von Flächenklassen:
  - **Wiese** →  $500 \text{ kW} < P < 6 \text{ MW}$  → Nabenhöhe =  $d \cdot 1,2$  (max. 130)
  - **Wald** →  $2 \text{ MW} < P < 6 \text{ MW}$  → Nabenhöhe =  $d \cdot 1,2$  (max. 130m)
  - **Berg** →  $1,5 \text{ MW} < P < 2,5 \text{ MW}$  → Nabenhöhe =  $d \cdot 1,0$   
Als Berg gilt alles über der Waldgrenze (1.700m)
- Windfarmraster (interner Anlagenabstand):
  - Interner Abstand  $5 \times d$
- Windfarmraster bei Mischbebauung mit unterschiedlich großen Anlagen:
  - Interner Abstand  $5 \times (d_1 + d_2) / 2$
- Abstand zu bestehenden Anlagen:
  - Puffer von  $5 \times d$

## Ergebnisse des Workshops ‚Raum und Technik‘

- Anlagengröße
  - Wählbar: Leistungsklasse für Wiese/Acker, Wald, Berg
  - Fixiert (in Abhängigkeit vom Standort und/oder Rotordurchmesser):
    - Interne Abstände, Parkwirkungsgrad, techn. Verfügbarkeit, Verluste
- Gelände
  - Wählbar: Hangneigung, Seehöhe
  - Teilweise wählbar: Flächennutzung
- Bauabstände
  - Vorgabe eines Standardwertes in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser
  - Werte teilweise und innerhalb einer vorgegebenen Bandbreite wählbar
- Naturschutz
  - Teilweise wählbar aus Schutzgebietsliste
- WKA Bestand
  - Szenario ‚Ausschließung‘
  - Szenario ‚Repowering‘

## Expertenworkshop ‚Wirtschaftlichkeit‘

- Ausschluss von Flächen, auf denen die gewählte Anlage aufgrund der Wirtschaftlichkeit nicht gebaut werden kann
  - Vergleich der standortspezifischen Erzeugungskosten mit dem gewählten Einspeisetarif
- Ziel diese Workshops
  - Diskussion der Datengrundlage und des generellen Wirtschaftlichkeitsansatzes
  - Festlegung der Standard (Default) Parameter
  - Definition der realistischen Bandbreite der wirtschaftlichen Kriterien
  - Standortspezifische Betrachtung und Economics of Scale
- Nichtziele sind:
  - Definition technischer Einflussgrößen
  - Beurteilung einzelner Flächen oder Projektstandorte



**AuWiPot**  
Windatlas und Windpotentialstudie Österreich



## Workshop ‚Raum und Technik‘



Danke für die Aufmerksamkeit!