

Windkraft und Landschaftsschutz

Anhang

Gelterkinden, Bern, Liestal im November 1996

Im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, BEW, Bern

ÖKOSKOP

Allmend 1

Postfach 102

CH-4460 Gelterkinden

Tel. 061 / 981 44 60

Fax 061 / 981 44 28

e-mail: oekoskop@bluewin.ch

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS.....	ii
AUFTRAG	ii
1. ANWENDUNGEN GIS.....	2
1.1. Einleitung	2
1.2. Input-Datenlayers.....	2
1.2.1. Bestehende Belastungen	2
1.2.2. Bodennutzung.....	2
1.2.3. Natur- und Landschaftsschutz	2
1.2.4. Wind	2
1.2.5. Topographie	2
1.2.6. Erschliessung	2
1.3. Zusammenführen der Input-Layers, Synthese	2
1.4. Agglomerations-Anlyse	2
1.4.1. Zielsetzung	2
1.4.2. Methodik	2
1.4.3. Vorgehen (agglopot.aml)	2
1.5. Distanzanalyse	2
1.5.1. Zielsetzung, Methodik.....	2
1.5.2. Vorgehen (distanz.aml)	2
2. KRITERIEN LANDSCHAFT	2
2.1. Richtlinien des NABU zur Aufstellung von Windkraftanlagen.....	2
2.2. Richtlinien aus Bundesländern.....	2
3. FELDBEGEHUNGEN.....	2
3.1. Erhebungsblatt.....	2
3.2. Resultate tabellarisch dargestellt	2
3.2.1. Mt. Crosin.....	2
3.2.2. Total aller erhobenen Gebiete absolut	2
3.2.3. Total aller erhobenen Gebiete relativ.....	2
3.3. Resultate graphisch dargestellt	2
3.3.1. Vergleich zwischen GIS-Erhebung und Feldbegehung in absoluten Zahlen.....	2
3.3.2. Verteilung der erschliessbaren Windkraftgebiete im GIS und im Feld.....	2
3.3.3. Verteilung der prioritären Windkraftgebiete 1. und 2. Priorität	2
3.3.4. Anzahl Feldzellen / Anzahl GIS-Zellen, 1. und 2. Priorität	2

4. VERNEHMLASSUNG BEI N+L-KREISEN	2
4.1. Aktennotiz einer Sitzung mit N+L-Kreisen	2
4.1.1. Windkraft im Rahmen von Energie 2000	2
4.1.2. Projekt „Windkraft und Landschaftsschutz“	2
4.1.3. Diskussion des Vorgehens im Projekt	2
4.1.4. Diskussion der Resultate des Projektes	2
4.1.5. Verbindlichkeit der Resultate aus der Sicht Landschaftsschutz	2
4.1.6. Weitere Aktivitäten zum Thema „Windkraft und Landschaftsschutz“	2
4.2. Positionspapier der Schweizerischen Stiftung für Landschaftsschutz (SL)	2
5. VOGELZUG	2
5.1.1. Allgemeines	2
5.1.2. Tageszeiten	2
5.1.3. Jahreszeiten	2
5.1.4. Windverhältnisse	2
6. TYPISCHE ANLAGEINSTALLATIONEN	2
6.1. Anlagengrösse	2
6.2. Energieertrag	2
6.3. Flächenbedarf	2
6.4. Einzelanlagen oder Windparks	2
6.4.1. Finanzielle Auswirkungen	2
6.4.2. Resultate aus der Agglomerationsanalyse	2
6.5. Standorte für Windkraftanlagen	2
6.6. Installationskosten	2
6.6.1. Anlagenkosten (inkl. Transport vor Ort)	2
6.6.2. Fundament, Bau, Montage, Planung, Bewilligungen	2
6.6.3. Feinerschliessung, Zufahrt vom Fahrweg bis zum Fundament	2
6.6.4. Netzanschlusskosten	2
6.7. Unterhaltskosten	2
6.8. Ermittlung Jahreskosten	2
6.9. Stromgestehungskosten	2
7. POTENTIALABSCHÄTZUNG	2
7.1. Bis ins Jahr 2000	2
7.2. von 2000 bis ins Jahr 2010	2
7.3. Von 2010 bis ins Jahr 2030	2
7.4. Zusammenfassung	2
8. FINANZEN	2

9. LITERATUR	2
--------------------	---

Auftrag

Auftrag	Erarbeitung einer Übersichtskarte für die ganze Schweiz in der diejenigen Gebiete ausgeschieden sind, die sich für die Nutzung der Windkraft eignen. Dabei sind die Windverhältnisse und die Aspekte des Landschaftsschutzes zu berücksichtigen. Aufbauend auf dieser Karte sollen das Potential und die Gesteungskosten für Strom aus Windkraft bis ins Jahr 2030 abgeschätzt werden.
Auftraggeber	Bundesamt für Energiewirtschaft, BEW, Bern
Auftragnehmerin	Arbeitsgemeinschaft bestehend aus ÖKOSKOP, Postfach 102, CH-4460 Gelterkinden METEOTEST, Fabrikstrasse 29, 3000 Bern ENCO, Oristalstrasse 85, 4410 Liestal
Projektleitung	Ökoskop, Hans Buser: Gesamtprojektleitung, Landschaftsschutz Meteotest, Dr. Stefan Kunz: Windverhältnisse, GIS ENCO, Robert Horbaty: Potentialabschätzung, Gesteungskosten
Mitarbeit	Ökoskop: Daniel Wittwer, Claudius Berchtold, Christian Breitenstein, Lieve Bosmans, Vroni Buser Meteotest: Fredi Dällenbach ENCO: Pierre Strub

1. Anwendungen GIS

1.1. Einleitung

In diesem Anhang wird dokumentiert, wie die einzelnen Layers zur Herleitung der Potentialgebiete aufbereitet und verarbeitet wurden.

Unter einem Layer wird dabei jeweils eine digitale Karte („Geo-Dataset“) verstanden, welche im Geographischen Informations-System (GIS) ARC/INFO für die Berechnungen verwendet wird bzw. aus den Berechnungen entsteht. Wenn es sich um eine Dataset in Raster-Format handelt, wird hier der ARC/INFO-technische Begriff „Grid“ verwendet; wenn es sich um Vektor-Daten handelt, wird der Begriff „Cover“ verwendet.

Die Input-Layers lagen entweder bereits in Raster-Format vor oder wurden aus dem Vektor-Format umgewandelt, so dass die gesamten Berechnungen in Grids mit der Zellengrösse von 250 x 250 m erfolgen konnte.

Die ganze Modellierung erfolgte halbautomatisch, d.h. die einzelnen Schritte waren zwar automatisiert, wurden aber manuell ausgelöst. Für die Automatisierung der Berechnungen wurden sogenannte AMLs geschrieben, d.h. Makros in der Arc Macro Language AML, sowie in einem Fall auch ein C-Programm. Die Namen dieser Programme werden bei der Beschreibung der Arbeitsschritte jeweils erwähnt.

In diesem Projekt wurde auch umfangreiches Kartenmaterial hergestellt, und zwar zunächst in Form von Arbeitskarten (zur Überwachung der einzelnen Arbeitsschritte von der Aufbereitung der einzelnen Layers bis hin zur Synthese), dann als Grundlage für die Auswahl der Standorte für die Verifikation im Feld und für die Feldbegehungen selbst, und schliesslich für die Visualisierung der Resultate bis hin zur Resultatkarte der Potentialgebiete im Massstab 1:500'000.

Die ganze Kartengestaltung erfolgte wie schon die Modellrechnungen halbautomatisiert, d.h. mithilfe von AML-Programmen; sie wird aber hier nicht beschrieben.

1.2. Input-Datenlayers

1.2.1. Bestehende Belastungen

Vektor-Bearbeitung: dataimp.aml

Raster-Bearbeitung: datagrid.aml

Antennenanlagen

Datenquelle: BFS/GEOSTAT: VECTOR200, Cover SYMBOLS, IGDS-Level 49

Vektor-Bearbeitung: ---

Grid-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, expandieren um 4 Zellen, resampeln auf 250 m

Bergbahnen

Datenquelle: BFS/GEOSTAT: VECTOR200, Cover RAIL, IGDS-Levels 37 (Linien) und 43 (Stationen)

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grids bilden, Linien und Stationen zusammenführen, expandieren um 4 Zellen, resampeln auf 250 m

Flughindernisse

Datenquelle: BAZL/BALT: Flughindernis-Kataster (ASCII-Auszug)

Vektor-Bearbeitung: Aufbereitung der ASCII-Dateien zu 3 Covers: Seilbahnen, Hochspannungsleitungen und Punkthindernisse.

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grids bilden, zusammenführen in 1 Grid, expandieren um 4 Zellen, resampeln auf 250 m

Flugplätze

Datenquelle: BFS/GEOSTAT: VECTOR200, Cover SYMBOLS, IGDS-Level 47

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, expandieren um 4 Zellen, resampeln auf 250 m

Gebirgslandeplätze

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover glp

Vektor-Bearbeitung: --

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, expandieren um 4 Zellen, resampeln auf 250 m

Strassen

Datenquelle: BFS/GEOSTAT: VECTOR200, Cover ROADS, IGDS-Level 18 -23

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, expandieren um 4 Zellen, resampeln auf 250 m

Touristische Transportanlagen

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover tta94

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, expandieren um 4 Zellen, resampeln auf 250 m

Alle diese Teil-Layers wurden separat aufbereitet und anschliessend in einen einzigen Layer BEBEL zusammengelegt (BEBEL.AML). Dieser enthält in belasteten Gebieten den Wert 1, sonst 0.

1.2.2. Bodennutzung

Vektor-Bearbeitung: dataimp.aml

Raster-Bearbeitung: datagrid.aml

Seen

Datenquelle: BFS/GEOSTAT: Arealstatistik, Aggregats-Klasse 12

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: resampeln auf 250 m

Siedlung

Datenquelle: BFS/GEOSTAT: Volkszählung 1990, Zellen mit mind. 1 ständigen Einwohner

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: resampeln auf 250 m

Wald

Datenquelle: BFS/GEOSTAT: Arealstatistik Aggregats-Klasse 1 (geschlossener Wald)

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: resampeln auf 250 m

Alle diese Teil-Layers wurden separat aufbereitet und anschliessend in einen einzigen Layer BONUTZ zusammengelegt (BONUTZ.AML). Dieser enthält in Gebieten, wo die Bodennutzung eine Installation von Windkraftanlagen verhindert, den Wert 1, sonst 0.

1.2.3. Natur- und Landschaftsschutz

Vektor-Bearbeitung: dataimp.aml

Raster-Bearbeitung: datagrid.aml

Amphibien

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover am

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

Auen

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover au

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

BLN-Gebiete

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover bln

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

Flachmoore national

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover fm_nat

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

Flachmoore regional

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover fm_reg

Vektor-Bearbeitung: Buffern 100 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

Hochmoore

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover hm

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

IRENA

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Covers ir_r/_u/_n/_p/_d/_e

Vektor-Bearbeitung: ---

Raster-Bearbeitung: Jedes Cover in ein 100-m-Grid umwandeln, zusammenführen, expandieren um 4 Zellen, resampeln

(Andere Behandlung als die übrigen Natur-/Landschaftsschutzgebiete infolge komplexerer Geometrie)

Jagdbanngebiete

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover jb

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

Moorlandschaften

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover ml

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

Nationalpark

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover nat_park

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

RAMSAR

Datenquelle: BUWAL: BUWIN, Cover ra

Vektor-Bearbeitung: Buffern 200 m

Raster-Bearbeitung: 100-m-Grid bilden, resampeln auf 250 m

Höhengradient (m/s pro m.ü.M) b1 0.0015 (1.5 m/s pro 1000 m)
 Distanz Jurarand (m/s pro m) b2 -0.000025 (2.5 m/s pro 100 km)

Vergleich Modellwerte - Messungen

Station	Messung m/s	Modell m/s	Messung - Modell m/s	H.ü.M m	Distanz zum Jurafuss km
Kreten und Kuppenlagen					
Corvatsch	3.9	4.1	0.2	3315	154
Säntis	6.6	5.4	-1.2	2490	54
Gütsch	5.5	4.1	-1.4	2287	92
Pilatus	5.6	5.0	-0.6	2106	48
Moléson	5.4	4.9	-0.5	1972	41
Cimetta	2.6	1.9	-0.7	1672	143
Napf	3.8	4.2	0.4	1406	36
Passlagen und andere					
Jungfraujoch	7.4	6.3	-1.1	3580	83
Weissfluhjoch	3.8	4.2	0.4	2690	114
Grand-St-Bernard	6.0	4.2	-1.8	2472	99

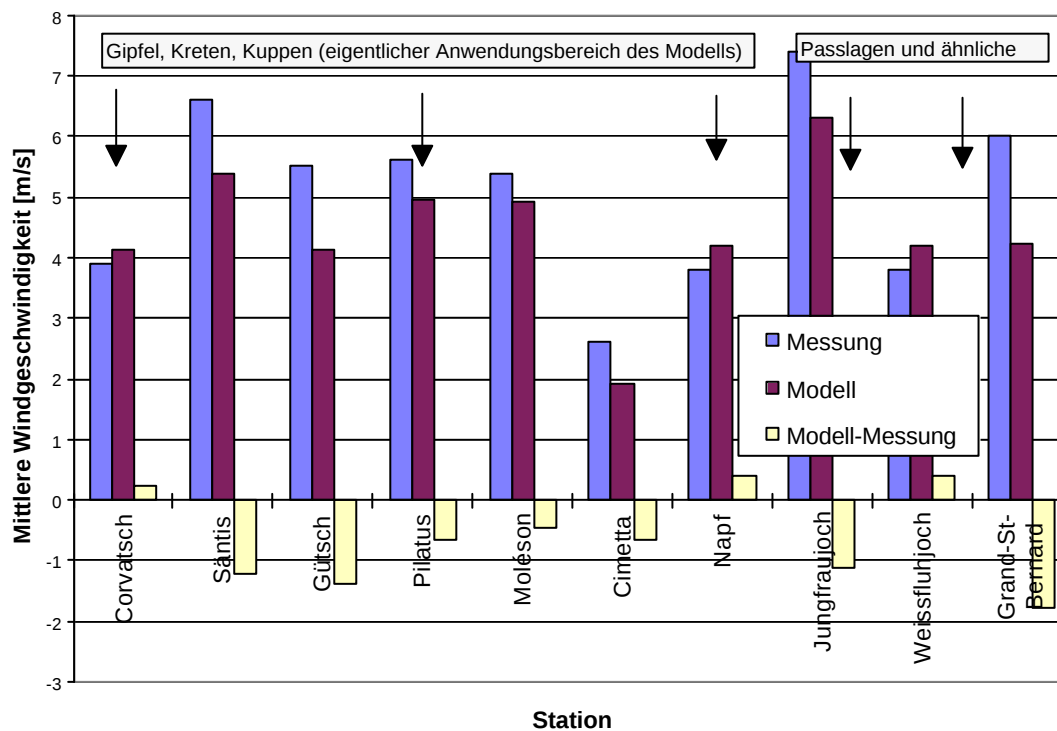


Abbildung 1: Vergleich zwischen statistischem Wind-Modell für den Alpenraum und Messungen an verschiedenen Standorten des Messnetzes des nationalen Wetterdienstes.

Die beiden regionalen Windmodelle wurden separat berechnet und die beiden Teil-Layers in einen einzigen Layer WIND zusammengefasst (WIND.AML). Die Windgeschwindigkeiten wurden dabei in Bezug auf ihre Eignung für Windkraftanlagen wie folgt klassiert:

Eignungsstufen:	gut	>5.5 m/s	Klasse 1
	mittel	>4.5 m/s	Klasse 2
	bedingt	>3.5 m/s	Klasse 3

1.2.5. Topographie

Die topographisch geeigneten Gebiete setzen sich aus den zwei Kategorien „Kreten“ und „Hochebenen“ zusammen. Die erfahrungsgemäss ebenfalls in Betracht kommenden Passlagen konnten nicht modelliert werden, da es sich hier um eine zu kleine und verschiedengestaltige Geländeform handelt.

Kretenlagen (krete.aml)

Aus dem Geländemodell (BFS/GEOSTAT) wurden mit der Krümmungsfunktion die konvexen Geländeformen extrahiert, d.h. die Gebiete mit einer Oberflächenkrümmungsindex von > 0.2 .

Diese Flächen wurden gebuffert und anschliessend wurden einzelne Zellen, welche als konvex ausgeschieden wurden, eliminiert (vgl. Abb. A1).

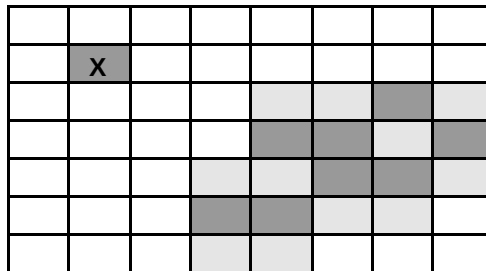


Abbildung 2: Zusammensetzung der Kreten- und Kuppenlagen im Modell. Dunkle Schraffur: gemäss Modell konvexe Zellen; helle Schraffur: mit Bufferung zusätzlich integrierte Zellen; X = einzelne, eliminierte Zellen.

Hochebenen (hocheb.aml)

Unter Hochebenen werden in diesem Zusammenhang Gebiete verstanden, welche in die Hauptwindrichtungen einen freien Horizont aufweisen. Um diese Flächen zu modellieren, wurde zunächst für jede Zelle des Geländemodells in 8 Richtungen analysiert, ob der Horizont frei ist (vgl. Abb. A2), wobei eine Horionthöhe von 5% bis in eine Distanz von 9 km nicht überschritten werden durfte (C-Programm hillslope.c)

Anschliessend wurden diejenigen Zellen als Hochebene im Sinn einer für Windkraftanlage geeignete Fläche definiert, welche höchstens in einer Richtung einen bedeckten Horizont aufweisen (vgl. Abb. A3).

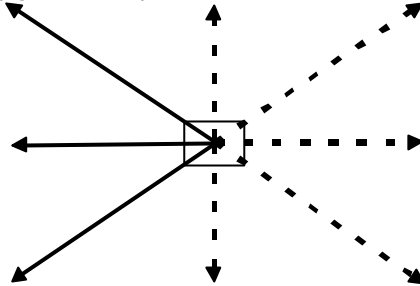


Abbildung 3: Blickrichtungen von einer Zelle des Geländemodells aus. In Richtungen mit ausgezogenem Pfeil musste der Horizont frei sein, von den übrigen Richtungen darf höchstens eine in einem Horizont höher als 5% enden, damit die Zelle als „Hochebene“ klassiert wird.

Mit diesem Ansatz wurden einerseits grosse flache Gebiete aufgefunden, andererseits nach westlichen Richtungen exponierte flache Hanglagen.

Die beiden Teil-Layers wurden in einen einzigen Layer TOPO zusammengelegt, welcher die topographische geeigneten Gebiete umfasst (topo.aml)

1.2.6. Erschliessung

Vektor-Bearbeitung: dataimp.aml

Raster-Bearbeitung: datagrid.aml

Die folgenden Layers wurden für die Definiton der Erschliessbarkeit verwendet:

- Antennenanlagen
- Bergbahnen
- Strassen
- Touristische Transportanlagen

Datenherkunft und Verarbeitung sind im Abschnitt „Bestehende Belastungen“ beschrieben. Sie sind gleich wie bei den bestehenden Belastungen, es wurden jedoch eigene Layers kreiert, damit das Kriterium der Erschliessbarkeit unabhängig von den bestehenden Belastungen gesteuert werden konnte.

Diese Teil-Layers wurden separat aufbereitet und anschliessend in einen einzigen Layer ERSCHL zusammengelegt (erschl.aml). Dieser enthält in erschlossenen Gebieten den Wert 1, sonst 0.

1.3. Zusammenführen der Input-Layers, Synthese

Wo mehrere Layers gemeinsam eine Kriteriengruppe bildeten, wurden sie pro Gruppe in ein integriertes Grid addiert (s. oben). Es ergab sich die folgende Liste von Datasets, welche - mit Ausnahme der Windkarte - nur die Werte 0 und 1 enthielt. Sie deckten zudem jeweils nur die Höhenstufen zwischen 800 und 3'000 m.ü.M. ab.

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| • Bestehende Belastung | Layer BEBEL |
| • Bodennutzung | Layer BONUTZ |
| • Natur-/Landschaftsschutz | Layer NATLAND |
| • Windmodell | Layer WIND |
| • Topographisch geeignete Gebiete | Layer TOPO |
| • Erschliessbare Gebiete | Layer ERSCHL |

Zusätzlich wurden einige Hilfs-Layers erstellt oder verwendet:

- | | |
|---|----------------|
| • Regionalisierung Jura-übrige Schweiz: | Layer REGPOLY |
| • Höhenstufenabgrenzung 800 - 3'000 m | Layer CHGEBIET |
| • diverse Layers zur Kartengestaltung | |

Diese Layers wurden anschliessend nach dem Schema in Abb. A4 zusammengeführt und analysiert (synth.aml). Die 9 Potentialstufen in der eigentlichen Resultatkarte WIPOTR wurden zu 3 Prioritätsstufen im Layer PRIOR zusammengefasst.

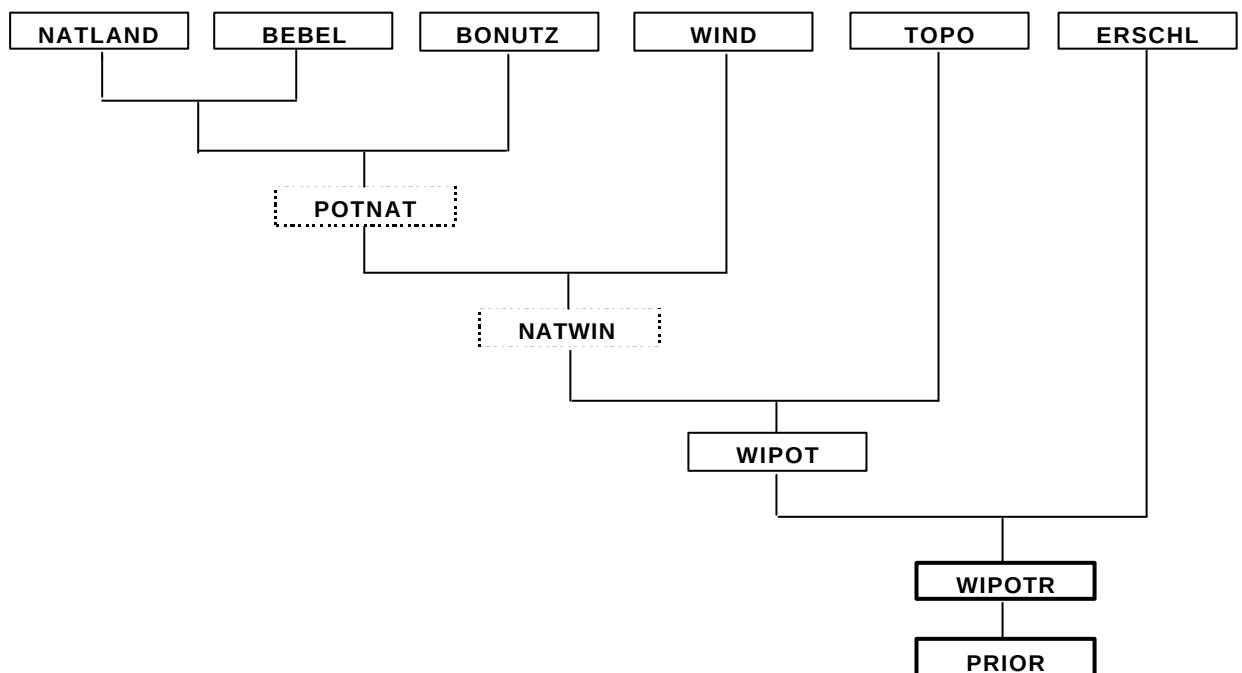


Abbildung 4: Überlagerungs-Schema von den Input-Layers (leicht vereinfacht). Gestrichelte Kästchen bezeichnen ebenfalls gespeicherte Zwischenergebnisse. Die 9stufige Skale im Resultat-Layer WIPOTR ergibt sich durch die je 3stufigen Layers WIND und POTNAT.

1.4. Agglomerations-Anlyse

1.4.1. Zielsetzung

Das Ziel der sogenannten Agglomerations-Analyse bestand darin, zusammenhängende Flächen von Potentialgebiet zu finden, welche sich für eine Einzelanlage, einen Kleinen Windpark oder für einen Windpark eignen. Die pro Typ-Installationsgruppe prognostizierte Fläche sollte summiert werden, was einen Beitrag zur Berechnung der mittleren zu erwartenden Gestehungskosten leistet.

Die Gruppierung der Potentialflächen in kleine, mittlere und grosse zusammenhängende Gebiete wird hier als *Agglomeration* bezeichnet. Es wurden die Potentialstufen 1-5 (Prioritätsstufen 1 und 2) in diese Analyse einbezogen.

1.4.2. Methodik

Pro Windkraftanlage wird eine benötigte Fläche von 250x250 m vorausgesetzt, was einer Rasterzelle im für alle Untersuchungen in diesem Projekt verwendeten Gitter entspricht. Die Typ-Installationen wurden wie folgt definiert:

• Einzelanlage:	Aggl.-Klasse 1	1-2 Anlagen	1-2 Rasterzellen à 250x250 m
• Kleiner Windpark:	Aggl.-Klasse 2	3-5 Anlagen	3-5 Rasterzellen à 250x250 m
• Windpark:	Aggl.-Klasse 3	5 Anlagen	>5 Rasterzellen à 250x250 m

1.4.3. Vorgehen (agglopot.aml)

Die Gebiete der Potentialstufen 1 - 5 wurden zunächst in einen Layer zusammengefasst, mit dem dann die eigentliche Agglomerationsanalyse durchgeführt wird; sie erhalten dazu alle den Wert 1. Es resultiert ein Grid, in dem für jedes Vorkommen des Potentialgebietes (sog. „Region“) seine individuelle Grösse (in Anzahl Zellen) aufgeführt ist. Dieser Layer wird anschliessend klassiert entsprechend den Anlagegrössen (siehe oben).

Da diesen klassierten Rasterzellen nicht mehr „anzusehen“ ist, welcher Potentialstufe sie ursprünglich angehörten, musste diese Information wieder integriert werden. Dazu wird der agglomerierte Layer mit 10000 multipliziert und zum 100fachen der Potentialstufen addiert. Zusätzlich wurde noch die Windklasse addiert, wobei diese schon aus der Potentialstufe hervorgeht. Die Zellen im resultierenden Grid enthalten demnach auf der 10^4 -Position die Agglomerationsklasse, auf der 10^2 -Position die Potentialstufe und auf der 10^1 -Position die Windstärkeklasse.

Für jeden solchen 5stelligen Zellenwert ist in der VAT die Anzahl betroffene Zellen aufgelistet (Attribut „COUNT“), woraus die Summe der Flächen pro Anlagegrösse abgelesen werden kann.

1.5. Distanzanalyse

1.5.1. Zielsetzung, Methodik

Das Ziel dieser Analyse bestand darin, für die in der Potentialstudie ausgewiesenen Flächen die Distanz zur nächsten Erschliessung zu ermitteln.

Genauer gesagt galt es, für jede Potentialklasse die Anzahl Zellen zu zählen, welche in bestimmten Distanzstufen zu Siedlung und zu Strassen liegen.

Diese Distanzen wurden wie folgt klassiert:

- | | | |
|------------|-----------|------------------------------|
| • Klasse 1 | 0-250 m | Zelle auf Strasse; Siedlung |
| • Klasse 2 | 250-500 m | Abstand von Strasse/Siedlung |
| • Klasse 3 | > 500 m | Abstand von Strasse/Siedlung |

Die Unterscheidung Strasse - Siedlung bedeutet eine Annäherung an die Erschliessungs-Situation bez. Transport und bez. Elektrizität, weshalb die beiden Erschliessungsklassen auch getrennt ausgewiesen werden sollten.

Es wurde, wie bereits bei der gesamten Potentialanalyse, in einem 250-m-Gitternetz gearbeitet, was für Distanzanalysen verschiedene Konsequenzen und Eigenheiten bezüglich Lagerichtigkeit oder Unschärfe ergibt.

Bei der Strassenerschliessung etwa wird definiert, dass eine Rasterzelle in der Distanzklasse „0-250 m“ liegt, wenn durch sie hindurch eine Strasse führt. Die nächste Klasse 250-500 m bildet eine Zone, welche genau eine Rasterzelle breit ist und an die 1. Klasse angrenzt. Die dritte Klasse schliesslich umfasst alle übrigen Gebiete.

Die Distanz-Zonen 1 und 2 haben nur im Mittel die vorgesehene Breite; so kann z.B. die Zone 1 an einzelnen Stellen nur fast 0 m, an anderen Stellen dafür bis zu 350 m breit sein (analog gilt das gleiche für Distanzen zur Siedlung).

Als Input-Layers wurden folgende Daten verwendet:

- a) Als Strassen gelten die Layers 18 - 24 des VECTOR200-Datensatzes, d.h. alle Strassen bis hin zum Fahrweg; der Datensatz umfasst i.w. die auf der LK200 eingezeichneten entsprechenden Strassen.
- b) Als Siedlungsfläche gelten diejenigen Gebiete, welche in der Volkszählung 1990 eine Wohnbevölkerung von 1 Person oder mehr ausgewiesen haben. Darunter werden neben der ständigen Wohnbevölkerung auch Saisonniers, Kurzaufenthalter u.ä. verstanden, nicht aber Touristen, Besucher, etc. Die so erhobenen Personen wurden einer geographischen Koordinate (Hektare) zugeordnet, welche ihrem wirtschaftlichen Wohnsitz entspricht, d.h. dem Ort, wo sie die meiste Zeit der Woche verbringen. Die Datei hat eine Auflösung von 100x100 m (Hektarraster) und wird für diese Analyse in ein 250-m-Gitter umgewandelt.
- c) Zur Verteilung der Distanzklassen auf die Potentialstufen wurde wiederum die Resultatkarte aus der Potentialanalyse verwendet, welche für die Alpengebiete bereits eine Maximaldistanz von 1 km zur nächsten Erschliessung anwendet und Gebiete weglässt, welche diese Grenze

überschreiten. Dieser Grenzwert wurde eingeführt, um den topographischen Gegebenheiten im Gebirge Rechnung zu tragen und eine erste Grobselektion aufgrund der Erschliessbarkeit vorzunehmen. Mit der vorliegenden Analyse soll die Erschliessbarkeit nun näher untersucht und differenziert werden.

1.5.2. Vorgehen (distanz.aml)

- Die Strassen wurden vom Vektor-Format in ein Rasterformat umgeformt (Auflösung 250 m); die Siedlungsflächen wurden aus der Volkszählungsdatei extrahiert und in ein 250-m-Grid umgeformt. Die beiden Layers wurden (wie auch in der Potential-Berechnung) nicht gebuffert, d.h. es flossen nur diejenigen Zellen als belegt in die Analyse ein, die auch wirklich von Strasse bzw. Siedlung berührt werden.
- Danach wurden die beiden Distanz-Grids berechnet, d.h. temporär wurde jede Zone in einem eigenen Layer hergestellt und diese dann kombiniert. Jetzt lag für Strasse und Siedlung je ein Grid vor, das die jeweilige klassierte Entfernung anthält.
- Diese beiden Layers wurden kombiniert, indem der 10fache Wert der Strassen-Distanzklasse zum einfachen Wert der Siedlungs-Distanzklasse addiert wurde. Im resultierenden Grid war somit für jede Zelle codiert, wie weit sie von der nächsten Strasse und wie weit von der nächsten Siedlung entfernt ist.
- Diese Information musste nun noch mit den Potentialstufen überlagert werden. Da mit der Distanz zur Siedlung und der Distanz zu Strassen bereits zwei „Dimensionen“ vorlagen, wurde diese dritte „Dimension“ aufgeteilt, d.h. es wurde pro Potentialstufe ein eigener Layer und eine eigene Resultat-Datei hergestellt. Dazu wurde für jede Stufe ein Extrakt aus dem Resultat-Layer der Potentialanalyse abgeleitet, d.h. ein Grid, welches nur dort einen Wert = 1 erhielt, wo die jew. Potentialstufe auftrat.
- Dieser Layer wurde mit dem Distanz-Grid überlagert; als Resultat lag pro Potentialstufe ein Layer vor, welcher dort die Distanz zu Strasse und Siedlung auswies, wo die jew. Potentialstufe realisiert war (übrige Gebiete = 0).
- Schliesslich wurde die codierte Distanzinformation wieder entschlüsselt und in eigene Attribute geschrieben (DIS_STR, DIS_SIED). Für jede Wert-Kombination sowie für den Wert 0 (ausserhalb der Potentialstufe) wurde im Attribut COUNT die Anzahl realisierte Zellen aufgeführt.
- Die Kombination der je drei Distanzklassen zu Siedlung und Strasse ergibt theoretisch 9 mögliche Fälle; wobei allerdings die Distanzklasse 1 bei Siedlung nicht realisiert wurde: Siedlungsgebiete wurden in der Potentialanalyse ausgeschlossen. Es blieben daher mögliche 6 Werte-Kombinationen, was erfreulicherweise auch in den Resultaten zum Ausdruck kam.

2. Kriterien Landschaft

Dieses Kapitel enthält eine für den internen Gebrauch aufgestellte Zusammenfassung verschiedener Artikel aus Deutschland zur Thematik Windkraft und Landschaftsschutz. Diese diente als Grundlage für die Erarbeitung der im Projekt verwendeten Kriterien.

2.1. Richtlinien des NABU zur Aufstellung von Windkraftanlagen

NABU ist gegen generelle Privilegierung von Wind- (und Wasserkraft-)anlagen. NABU möchte eine raumordnerische Steuerung von WKA wegen Naturschutzverträglichkeit, Sozialverträglichkeit und Akzeptanz.

Standort und Grösse:

- Die Errichtung von Anlagen sollte nach Möglichkeit in der Nähe vorhandener Bauwerke erfolgen, d.h. in ohnehin belasteter Landschaft.
- An geeigneten Standorten sollten immer möglichst grosse Anlagen aufgestellt werden, um die erzeugte Energie pro Beeinträchtigungsgrad zu maximieren.

Eingriffsregelung:

- *Die natur- und landschaftsschutzrechtlich vorgeschriebene Eingriffsregelung ist uneingeschränkt zu beachten (s.u.)*

Tabuzonen:

In folgenden Bereichen dürfen keine Windkraftanlagen errichtet werden:

- Nationalparks
- Naturschutzgebieten
- Kernzonen von Biosphärenreservaten und vergleichbare Schutzkategorien
- Europäischen Vogelschutzgebieten (IBA) gemäss EG-Vogelschutzrichtlinie*
- Einzurichtenden Schutzgebieten gemäss der EG-Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
- Europareservaten
- Ramsar-Gebieten
- *20c-Gebieten des Bundesnaturschutzgesetzes und entsprechenden landesrechtlich geschützten Bereichen*
- *Landesrechtlich geschützten Landschaftsbestandteilen kleinerer Ausdehnung (z.B. in Niedersachsen: „Besonders geschützte Landschaftsbestandteile“)*
- *Naturschutzrechtlich nicht gesicherten, aber in entsprechenden Verfahren befindlichen bzw. nach Erkenntnissen der Biotopkartierung schutzwürdigen Gebieten*
- *In Vordeichgebieten und 500 m dahinter = *Naturschutzwürdige Gebiete*
- Auf traditionellen Vogelzugwegen und -rastplätzen

Pufferzonen:

Bei allen genannten Tabuzonen können Pufferzonen von ca. 200 - 500 m - je nach örtlichen Gegebenheiten und Anlagengrösse - erforderlich sein. In entsprechender Nähe zu den Tabuzonen ist deshalb eine Einzelfallprüfung (inklusive Absprache mit den örtlichen Naturschutzverbänden) erforderlich.

Gebiete mit beschränkter Nutzung:

In Landschaftsschutzgebieten dürfen keine Windparks (vier und mehr WKA) errichtet werden. Für Einzelanlagen können unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten Ausnahmen zugelassen werden (Einzelfallprüfung).

Raumordnungsverfahren:

Landesrechtliche Raumordnungsverfahren mit Ausweisung von Vorzugsgebieten für Windkraftnutzung werden für die Standortsuche empfohlen.

2.2. Richtlinien aus Bundesländern

(Zusammenfassung zweier Artikel in „Natur und Landschaft“ (1/94 & 3/94))

Eignungskriterien:

- Flächengrösse mind. 10 ha.
- mind. 5 km Abstand der Windenergieparks zueinander
- Zuordnung zu anderen technischen Anlagen
- Günstige Lage zu einem Netzanschluss, zu Umspannwerken
- Lage in Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereichen oder in der Nähe von landwirtschaftlichen Betrieben
- Geringe Oberflächenrauigkeit und keine besondere Naturlandschaft

Tabuzonen:

- Naturschutzgebiete (auch geplante)
- Bereiche für den Schutz der Natur
- Nationalparks
- Kernzonen von Naturparks
- Naturdenkmäler
- Schutzwürdige Landschaftsbestandteile
- Geschützte flächenhafte Landschaftsbestandteile
- Gesetzlich geschützte Gebiete
- Halligen
- Vordeichflächen
- Steilufer
- Nahrungs- und Rastflächen von Vögeln sowie zugeordnete Vogelflugfelder
- Vogelzugkorridore
- Sehr empfindliche Landschaftsbilder
- 50 m von Hochspannungsleitungen ab 30 kV

- 100 m (75 m) (50 - 100 m) von Richtfunktrassen und Sendeanlagen
- äussere Schutzzone von militärischen Anlagen
- mindestens 200 m von Waldflächen
- 200 m Abstand von stehenden Gewässern, die grösser als 5000 m² sind, und von Flüssen und Strömen
- 50 m von Gewässern 1. Ordnung mit Erholungsschutzstreifen
- 300-500 m vom Landesschutzdeich
- 50 m von sonstigen Deichen
- 200 m Abstand vom Deich

Einzelfallentscheidungen nötig in Restriktionsbereiche:

- Avifaunistisch bedeutsame Gebiete in der Feldflur
- Avifaunistisch bedeutsame Feuchtgebiete
- Naturschutzrechtliche Schutzbereiche
- Landschaftsschutzgebiete
- Bereiche zum Schutz der Landschaft
- Überschwemmungsgebiete
- geschützte Landschaftsbestandteile
- Kurgelände
- Erholungsbereiche
- Freizeit- und Erholungsschwerpunkte
- Deiche, Boden-, Naturdenkmäler
- Landesweit und regional bedeutsame Biotop
- Flächen mit Vogelarten, die vom Aussterben bedroht oder gefährdet sind
- Flächen mit regional seltenen Vogelarten
- Gebiete mit hoher struktureller Vielfalt/empfindliche Landschaftsbilder
- Par. 20c Biotop

3. Feldbegehungen

3.1. Erhebungsblatt

Für die Beurteilung der ausgewählten Flächen im Feld wurde ein Erhebungsblatt verwendet. Zentrales Element des Erhebungsblattes war eine Matrix, auf der sichtbar wird, wie die Zellen im GIS und im Feld beurteilt wurden sowie ob und wie sich diese Beurteilung verschoben hat.

Das Erhebungsblatt ist auf den folgenden Seiten eingefügt.

Erhebungsblatt: f:\projekte\4_ww\4250\erhebung.doc

3 Seiten: 1

Erhebungsblatt: f:\projekte\4_ww\4250\erhebung.doc

3 Seiten: 2

Erhebungsblatt: f:\projekte\4_ww\4250\erhebung.doc

3 Seiten: 3

3.2. Resultate tabellarisch dargestellt

Folgend finden Sie die Erhebungsdaten für den Mt. Crosin sowie als Zusammenzug für alle untersuchten Flächen in folgender Reihenfolge: Aufnahmetabelle, Beurteilung betreffend Naturschutz, Landschaftsschutz und Erschliessungsmöglichkeiten (Zufahrt und Stromnetz).

3.2.1. Mt. Crosin

GIS Feld	0	W1L1	W1L2	W1L3	W2L1	W2L2	W2L3	W3L1	W3L2	W3L3	Total Feld
0	1				4						5
W1L1											0
W1L2											0
W1L3											0
W2L1					15						15
W2L2						1					1
W2L3											0
W3L1											0
W3L2											0
W3L3											0
Total GIS	1	0	0	0	19	1	0	0	0	0	21

Naturschutz

Voraussichtliche Probleme mit dem Naturschutz

klein	mittel	gross
1		

Landschaftsschutz

Voraussichtliche Probleme mit dem Landschaftsschutz

klein	mittel	gross
1		

Zufahrtsmöglichkeit

Entfernung zu einem Fahrweg	0-250 m	250-500 m	> 500 m	Total
Anzahl Rasterzellen	15	1		16

Einspeisemöglichkeit für Strom

Entfernung zu einem Fahrweg	0-250 m	250-500 m	> 500 m	Total
Anzahl Rasterzellen	2	6	8	16

3.2.2. Total aller erhobenen Gebiete absolut

GIS Feld	0	W1L1	W1L2	W1L3	W2L1	W2L2	W2L3	W3L1	W3L2	W3L3	Total Feld
0	6	5	11	5	12	24	4	14	0	1	82
W1L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W1L2	6	4	24	1	1	1	0	0	0	0	37
W1L3	5	1	11	6	0	0	1	0	0	0	24
W2L1	4	0	0	0	20	1	0	0	0	0	25
W2L2	0	0	2	0	6	24	0	0	0	0	32
W2L3	4	0	1	1	3	11	4	0	0	0	24
W3L1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	4
W3L2	1	0	0	0	1	4	0	6	5	0	17
W3L3	1	0	0	0	0	0	3	3	0	0	7
Total GIS	27	10	49	13	43	65	12	26	6	1	252

Prioritäre Windkraftgebiete: Vergleich GIS-Feld absolut

GIS / Feld	0	1. Priorität GIS	2. Priorität GIS	3. Priorität GIS	Total Feld
0	6	17	40	19	82
1. Priorität Feld	4	20	1	-	25
2. Priorität Feld	11	12	69	1	93
3. Priorität Feld	6	4	17	25	52
Total GIS	27	53	127	45	252

Naturschutz

Voraussichtliche Probleme mit dem Naturschutz

klein	mittel	gross
21	3	

Landschaftsschutz

Voraussichtliche Probleme mit dem Landschaftsschutz

klein	mittel	gross
6	13	9

Zufahrtsmöglichkeit

Entfernung zu einem Fahrweg	0-250 m	250-500 m	> 500 m	Total
Anzahl Rasterzellen	85	47	38	170

Einspeisemöglichkeit für Strom

Entfernung zu einem Fahrweg	0-250 m	250-500 m	> 500 m	Total
Anzahl Rasterzellen	15	31	124	170

3.2.3. Total aller erhobenen Gebiete relativ

GIS Feld	0 in %	W1L1 in %	W1L2 in %	W1L3 in %	W2L1 in %	W2L2 in %	W2L3 in %	W3L1 in %	W3L2 in %	W3L3 in %	Total Feld
0	22	50	22	38	28	37	33	54	0	100	82
W1L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W1L2	22	40	49	8	2	2	0	0	0	0	37
W1L3	19	10	22	46	0	0	8	0	0	0	24
W2L1	15	0	0	0	47	2	0	0	0	0	25
W2L2	0	0	4	0	14	37	0	0	0	0	32
W2L3	15	0	2	8	7	17	33	0	0	0	24
W3L1	0	0	0	0	0	0	0	12	17	0	4
W3L2	4	0	0	0	2	6	0	23	83	0	17
W3L3	4	0	0	0	0	0	25	12	0	0	7
Total GIS	27	10	49	13	43	65	12	26	6	1	252

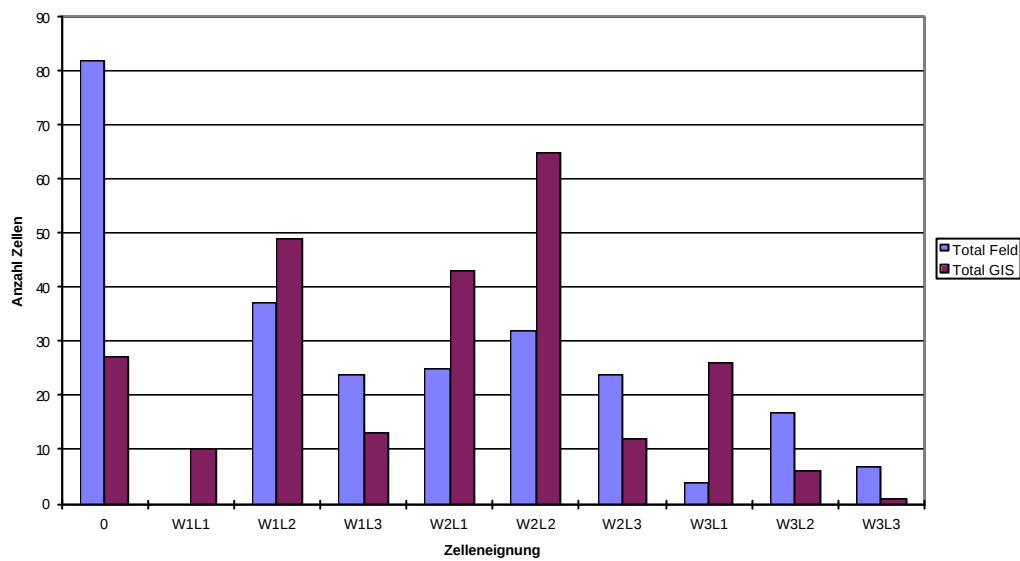
Prioritäre Windkraftgebiete: Vergleich GIS-Feld relativ

GIS / Feld	0	1. Priorität GIS	2. Priorität GIS	3. Priorität GIS	Total Feld
0	2%	7%	16%	8%	33%
1. Priorität Feld	2%	8%	0%	0%	10%
2. Priorität Feld	4%	5%	27%	0%	37%
3. Priorität Feld	2%	2%	7%	10%	21%
Total GIS	11%	21%	50%	18%	100%

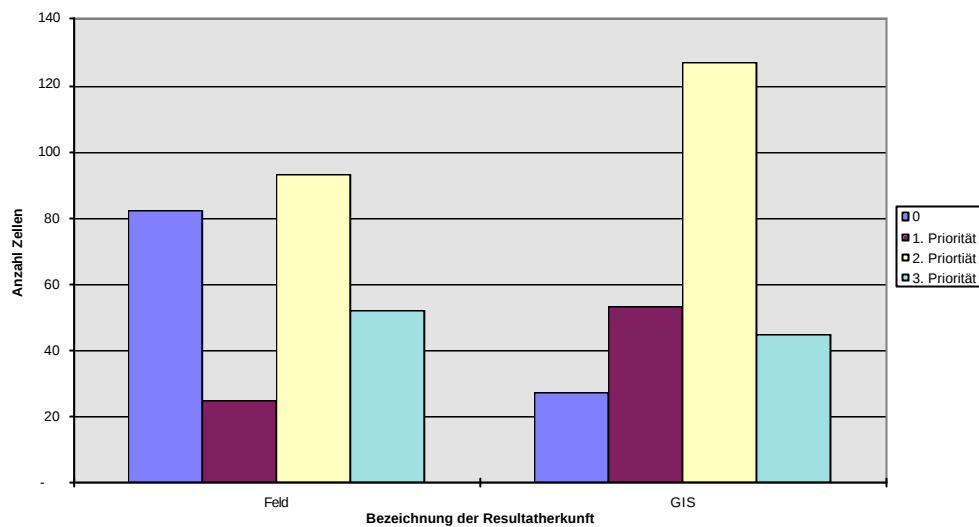
3.3. Resultate graphisch dargestellt

Alle folgenden Auswertungen und Darstellungen beziehen sich auf das Total aller erhobenen Zellen.

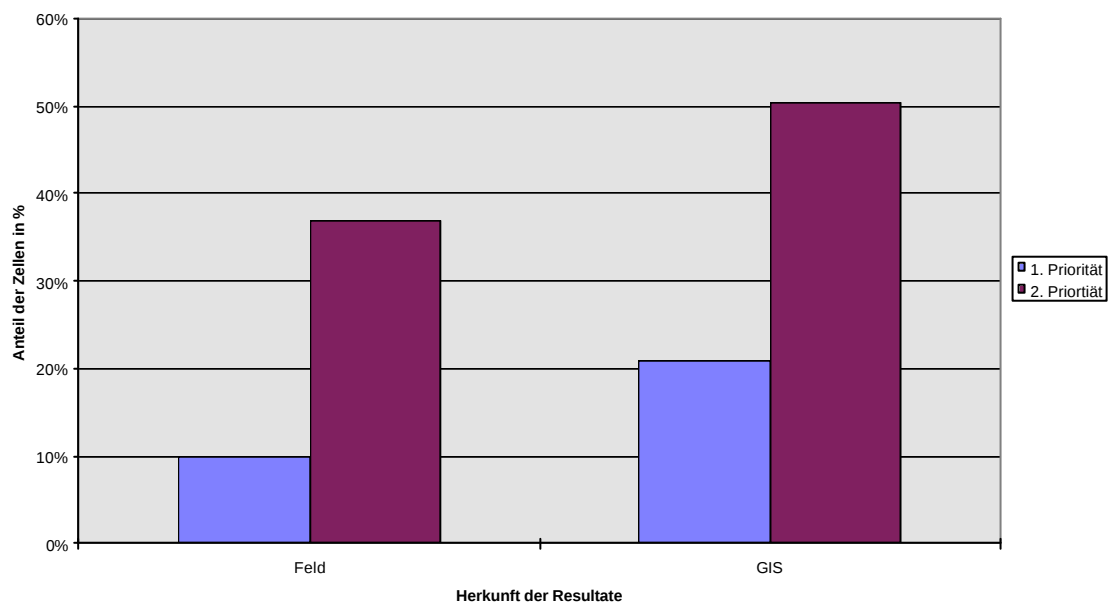
3.3.1. Vergleich zwischen GIS-Erhebung und Feldbegehung in absoluten Zahlen



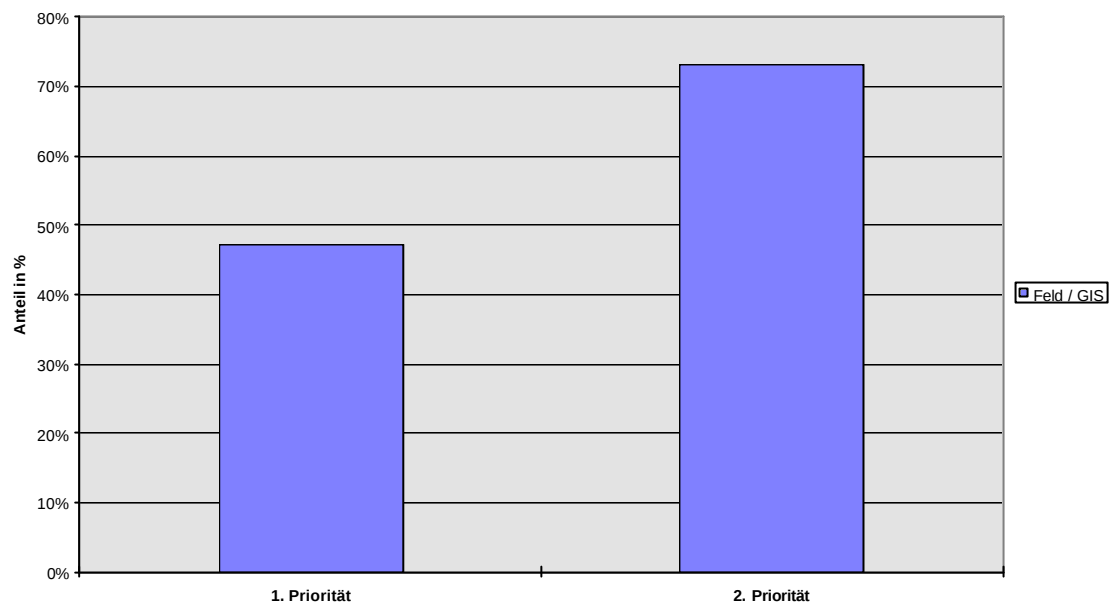
3.3.2. Verteilung der erschliessbaren Windkraftgebiete im GIS und im Feld



3.3.3. Verteilung der prioritären Windkraftgebiete 1. und 2. Priorität



3.3.4. Anzahl Feldzellen / Anzahl GIS-Zellen, 1. und 2. Priorität



4. Vernehmlassung bei N+L-Kreisen

4.1. Aktennotiz einer Sitzung mit N+L-Kreisen

Ort:

Bundesamt für Sozialversicherungen, Bern

Anwesende:

Rita Wyder, BUWAL

Markus Graf, Naturschutzinspektorat BE

Raimund Rodewald, Schweizerische Stiftung für Landschaftsschutz und Landschaftspflege

Sepp Rohrer, Schweizerischer Bund für Naturschutz

Robert Horbaty, Programmleiter Wind, Sitzungsleitung

Stefan Kunz, Meteotest

Hans Buser, ÖKOSKOP, Protokoll

Entschuldigt:

Luca Vetterli, WWF Bellinzona

Weitere Einladungen zur Sitzung wurden verschickt an die Naturschutzfachstellen in den Kantonen NE und VD sowie an den WWF in Zürich.

Traktanden:

1. Windkraft im Rahmen von Energie 2000
 2. Projekt „Windkraft und Landschaftsschutz“
 3. Diskussion des Vorgehens im Projekt
 4. Diskussion der Resultate des Projektes
 5. Verbindlichkeit der Resultate aus der Sicht Landschaftsschutz
 6. Weitere Aktivitäten zum Thema „Windkraft und Landschaftsschutz“
-

4.1.1. Windkraft im Rahmen von Energie 2000

Das Ziel von Energie 2000 ist es, bis ins Jahr 2000 0.5 % des Energieverbrauchs der Schweiz mit Hilfe von erneuerbaren Energieträgern zu produzieren. Davon sollten 3-10 % durch Wind produziert werden können. Das würde bedeuten, dass bis zum Jahr 2000 zu den heute bestehenden 10 Windkraftanlagen zwischen 20 und 50 zusätzliche Anlagen von 500 kW aufgestellt werden müssten.

4.1.2. Projekt „Windkraft und Landschaftsschutz“

Das Projekt Windkraft und Landschaftsschutz wird den Anwesenden vorgestellt. Sie werden die aufgelegten Folien sowie den Schlussbericht zugestellt erhalten.

4.1.3. Diskussion des Vorgehens im Projekt

Grundsätzlich wird das Projekt begrüsst. Auch die Tatsache, dass die VertreterInnen von Natur- und Landschaft frühzeitig einbezogen und informiert werden wird positiv hervorgehoben.

Das Vorgehen im Projekt wird im Grundsatz begrüsst. Es entspricht im grossen und ganzen dem Positionspapier, das von Herrn Rodewald abgegeben wurden (vgl. Beilage).

Längere Diskussionen lösen die verwendeten digitalen Grundlagen aus. Hauptfragen sind: Wie weit sind kantonale Richtpläne oder kantonale und kommunale Schutzgebiete verwendet worden? Könnte nicht die letzte Serie der BLN-Gebiete, die in den nächsten Wochen durch Meteotest digitalisiert werden, noch berücksichtigt werden?

Die Aussagen der Karte stützen sich auf Bundesdaten ab. In diesem Sinne werden „Bundes“-Potentialgebiete ausgewiesen. Die verwendeten Grundlagen entsprechen dem Datenstand von Mitte 1996. Es wird nicht mehr Gegenstand der laufenden Arbeiten sein, die Datenlagen nochmals zu aktualisieren. Auch dürfte die neuste Serie der BLN-Gebiete die Grundaussage der Karte nicht verändern.

4.1.4. Diskussion der Resultate des Projektes

Die Resultate der Potentialabklärungen werden zur Kenntnis genommen. Es ist den Anwesenden klar, dass auch alternative Energieproduktionen Eingriffe in die Landschaft bedeuten (vgl. auch Positionspapier SL).

4.1.5. Verbindlichkeit der Resultate aus der Sicht Landschaftsschutz

Das ausgewiesene Potential von rund 3500 Anlagen in der Schweiz wird zur Kenntnis genommen. In der heutigen Situation, wo nur sehr wenige Anlagen gebaut werden, besteht noch kein grosser Bedarf, den Bau von Windkraftanlagen stärker zu steuern. Wenn noch 50 Anlagen bis zum Jahr 2000 aufgestellt werden sollen, so sollten diese in den ausgewiesenen Flächen problemlos untergebracht werden können.

Falls ein Boom für den Bau von Windkraftanlagen ausgelöst wird, so wären ordentliche Raumplanungsverfahren für die Ausscheidung von eigentlichen Windkraftgebieten ins Auge zu fassen. Dieser Boom ist jedoch - anders als in Deutschland - aufgrund der heutigen energiepolitischen Rahmenbedingungen (Rückspeisung, etc.) im Moment nicht absehbar.

Die ausgewiesenen Flächen bedeuten noch nicht, dass ein Anspruch auf Erschliessung der betreffenden Standorte besteht. Auf Grund der Unschärfe des verwendeten Modells sind zudem durchaus Standorte denkbar, die in der Karte nicht als Potential ausgewiesen sind. Eine fallweise Abklärung ist für jede Anlage notwendig. Aufbauend auf den ausgewiesenen Potentialgebieten müssten nun in einem weiteren Schritt die eigentliche Standortabklärung stattfinden.

Aus diesem Grunde wird auf der Karte ein Hinweis aufgebracht, der den Stellenwert der Karte sichtbar macht. Insbesondere soll klar herausgestrichen werden, dass es sich um mögliche Standorte handelt. Aus der Karte kann kein rechtlicher Anspruch auf einen bestimmten Standort geltend gemacht werden.

4.1.6. Weitere Aktivitäten zum Thema „Windkraft und Landschaftsschutz“

Es werden folgende Anregungen für die Weiterentwicklung des Projektes gemacht:

Langfristig müssten detaillierte Abklärungen der Standorte 1. Priorität vorgenommen werden. Dabei sind die Kantone zu begrüssen (Naturschutz, Landschaftsschutz, Raumplanung, usw.) und deren Informationen zu verwenden. Auf regionaler Stufe müsste die gleiche Methodik verfeinert angewandt werden.

Parallel dazu müsste ein (Umwelt-Qualitäts-)Handbuch für die Projektierung und den Bau von Windkraftanlagen erarbeitet werden. Im BUWAL wird zur Zeit unter der Leitung von Gilbert Thélin ein Leitfaden zum Thema Hochspannungsleitungen und Raumplanung (Art. 13 RPG) erarbeitet. Aus diesem könnten wichtige Hinweise über den Umgang mit Windkraftanlagen abgeleitet werden. In einem ersten Schritt könnte eine Checkliste entwickelt werden, wie mit den vorliegenden Resultaten umgegangen werden muss. Diese sollte Anleitung geben über den Umgang mit der Potentialkarte und über das Vorgehen von der Potentialkarte zur Standortwahl.

Es wäre wünschbar und wichtig, wenn für den Bau von Windkraftanlagen ein einziger Ansprechpartner (oder -organisation) vorhanden wäre. Auf dem Gebiet des technischen Umweltschutzes wurden positive Erfahrungen gemacht bei der Diskussion um die Entsorgung von Autoschrott, wo das Autogewerbe die Entsorgung koordiniert organisiert. Der Aufbau einer „Windagentur“ würde in diesem Sinne begrüsst. Insbesondere könnten eigentliche Round-Table-Gespräche unter Mitwirkung aller Beteiligten (Landschaftsschutz, Windindustrie, EW, usw.) der Entwicklung der Windenergie in der Schweiz dienlich sein. Ein Vorschlag, welcher auch von «Energie 2000» bereits eingebracht wurde. Interessant wären auch informelle Gespräche zwischen BKW bzw. Juvent SA und den Vertretern von Natur und Landschaft.

Als Ansprechpartner für weitere Aktivitäten werden Rita Wyder vom BUWAL sowie Raimund Rodewald und Sepp Rohrer als Vertreter der privaten Organisationen bezeichnet.

4.2. Positionspapier der Schweizerischen Stiftung für Landschaftsschutz (SL)

Die Schweizerische Stiftung für Landschaftsschutz und Landschaftspflege hat als Reaktion auf dieses Projekt ein Positionspapier ausgearbeitet mit dem sie grundsätzlich Stellung nimmt zum Spannungsfeld Windkraftanlagen und Landschaftsschutz. Dieses Papier ist auf der folgenden Seite im vollen Wortlaut wiedergegeben.

Einfügen: Positionspapier

5. Vogelzug

Aktennotiz der Besprechung vom 16.9.96

Bruno Bruderer, Vogelwarte Sempach; Hans Buser, Ökoskop

5.1.1. Allgemeines

Der Vogelzug in der Schweiz findet grundsätzlich auf breiter Front statt. Es gibt keine „Vogelzug-Strassen“. Somit lässt sich der Vogelzug nicht mit GIS-fähigen Kriterien definieren.

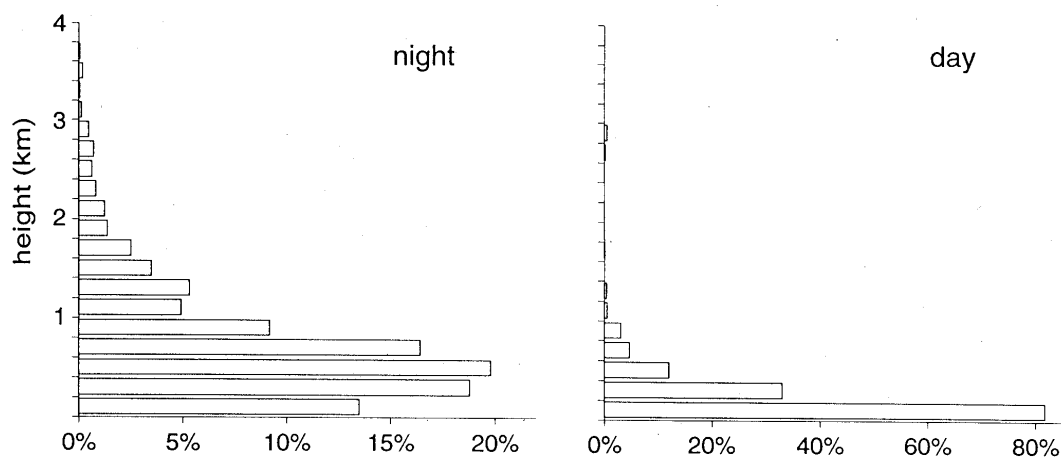
Der Vogelzug in der Schweiz findet ungefähr in NNE-SSW-Richtung statt. Er variiert aber je nach Wetter und je nach Ort. Hohe Gebirgszüge (Alpen und Jura) lenken den Vogelzug ab. Als Faustregel gilt, dass die Ablenkung um so grösser ist, je höher die Gebirgszüge sind und je weniger sie von der Hauptzugrichtung abweichen. Jura und Alpen liegen ungefähr in Zugrichtung und sind relativ hoch. Beide lenken den Vogelzug daher ab. Dies führt zu leichten Konzentrationen des Zuges vor hohen Kämmen und in NE-SW verlaufenden Tälern.

Vogelkonzentrationen sind nicht lokal sondern eher regional zu beobachten. Folgende Faktoren beeinflussen diese Konzentrationen:

5.1.2. Tageszeiten

Während des Tages ziehen die Vögel mehrheitlich in den untersten 200 m ab Boden. Die Konzentrationen sind bei starkem Gegenwind in den untersten 10 bis 50 m am grössten. Zu dieser Zeit sind die Vögel am stärksten durch Windkraftanlagen gefährdet. Gleichzeitig weiss man aber auch, dass sie die Anlagen relativ gut wahrnehmen und somit ausweichen können. Sie können am Tag bis zu zehn Mal besser ausweichen als in der Nacht (WITTELMANN?, ????).

In der Nacht fliegen die Vögel wesentlich höher. Die Mehrzahl fliegt auf einer Höhe bis zu 1000 m ab Boden. Man weiss, dass alle von Natur aus einen Abstand von mindestens 30 m vom Boden einhalten, um Kollisionen mit Hindernissen (Bäumen, usw.) zu vermeiden. Es dürfte somit nur wenig Probleme mit Windkraftanlagen geben.



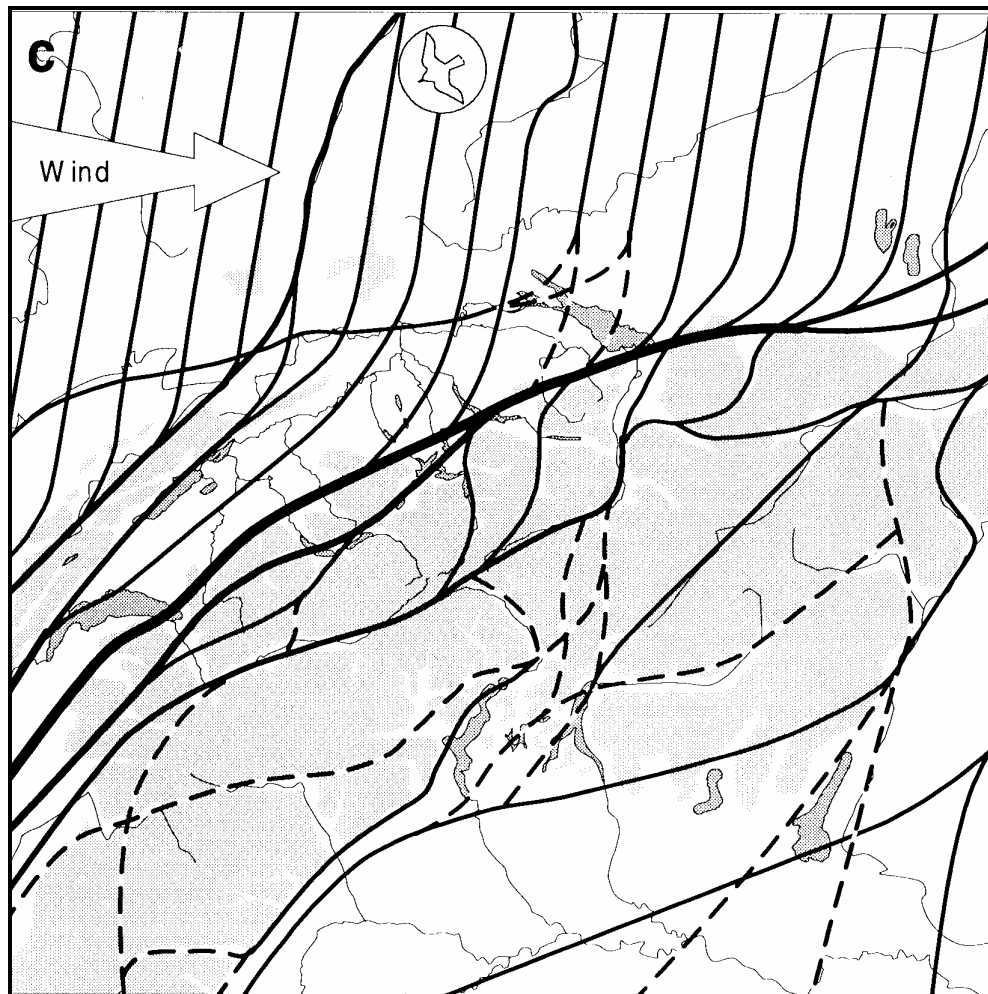
Höhenverteilung des Vogelzuges am Tag und in der Nacht (BRUDERER, Publikation in Vorbereitung)

5.1.3. Jahreszeiten

Der Herbstzug ist in der Schweiz deutlich stärker konzentriert als der Rückflug im Frühjahr. Das hängt mit dem Verlauf von Jura und Alpen zusammen.

5.1.4. Windverhältnisse

Die grössten Konzentrationen auf dem Vogelzug ergeben sich bei Westwindverhältnissen. Dann wird der Zug entlang der Jura- und Alpenkämme, die in NE-SW Richtung verlaufen, konzentriert. So z.B. entlang des Jura Hauptkammes in Dünnerthal, Birstal, Vallon de St. Imier, Val de Travers. In den Alpen vor den Voralpen oder vor dem Hauptalpenkamm (Berner Alpen).



Verlauf des Vogelzuges bei Westwindverhältnissen (BRUDERER, 1996). Die Linien geben die Richtung an. Der Vogelzug findet auf breiter Front statt. Die Dicke der Linien deuten an, wo der Herbstzug über der Schweiz leicht konzentriert wird. Sie geben aber keine genaue Lage des Zuges (keine „Zugstrasse“) an. Der Zug findet auch zwischen den Linien statt. Konzentrationen ergeben sich allenfalls in den Haupttälern von hohen Hindernissen.

6. Typische Anlageinstallationen

6.1. Anlagengrösse

250 kW-Anlagen

Diese Anlagen haben typischerweise einen Rotordurchmesser von 24m und eine Masthöhe von 30 - 40m. Es sind Anlagen dieser Grössenordnung auf dem Markt, welche sich gut in schwer zugänglichen Gelände montieren lassen. Längerfristig wird der Marktanteil dieses Anlagentyps abnehmen.

500 - 600kW-Anlagen

Diese Windturbinen weisen meist einen Rotordurchmesser von 40 - 43 m auf und besitzen Masthöhen von 40 - 50 m. Da dieser Anlagentyp heute am meisten errichtet wird, kann davon ausgegangen werden, dass auch in Zukunft der grösste Teil des Potential mit Anlagen dieser Grössenkategorie ausgeschöpft wird.

1 - 1,5 MW-Anlagen

Diese heute als Prototyp vorhandenen Grossanlagen weisen Rotordurchmesser von 60 - 70 m auf und haben Masthöhen von über 60 m. Da zum heutigen Zeitpunkt diese Maschinen nicht wesentlich tiefere spezifische Kosten aufweisen¹ und v.a. in unserer Region mit deutlich höheren Installationskosten zu rechnen ist (Zufahrt, elektrische Einbindung, etc..) werden diese Anlagen **nicht berücksichtigt** - nicht zuletzt auch aus Gründen des Landschaftschutzes.

Da die mögliche installierbare Leistung zudem von der zur Verfügung stehenden Fläche abhängig ist (ca., 100m² pro kW Leistung), nimmt das Potential durch den Bau von Megawatt-Anlagen nicht wesentlich zu. Dem erhöhten spezifische Energieertrag von Grossanlagen wird im Rahmen der Potentialabschätzung durch die langfristig besser Energieproduktion aller eingesetzten Anlagen Rechnung getragen.

Verteilung der eingesetzten Windkraftanlagen			
Leistung	Jahr 2000	Jahr 2010	Jahr 2030
250 kW	30%	10%	5%
500 kW	70%	90%	95%

6.2. Energieertrag

Der mögliche Energieertrag ist stark von den am Standort herrschenden Windverhältnissen abhängig.

Auf der Basis der Jahresauswertung von 1500 Anlagen, mit einer Gesamtleistung von 311 MW Deutschland², wird untenstehend der zu erwartende Energieertrag aufgeführt. Die Werte aus Binnenlandstandorten in Deutschland wurden aufgrund der Erfahrungen mit den bisherigen Installationen in der Schweiz, noch um rund **20 % reduziert** (Höhe ü.M., turbulenterer Winde,

¹ Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm, Jahresauswertung 1995, ISET

² Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm, Jahresauswertung 1995, ISET

Vereisung, etc.). Durch technische Innovationen und vielfältige Betriebserfahrungen kann davon ausgegangen werden, dass die spezifische Energieproduktion längerfristig steigen wird, was durch den erhöhten Energieertrag in späteren Jahren berücksichtigt ist.

Entwicklung der Jahresenergieerträge / Anlage in MWh									
v Wind (10m Höhe)	> 5.5 m/s (Klasse 1)			4.5 - 5.5 m/s (Klasse 2)			3.5 - 4.5 m/s (Klasse 3)		
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030	2000	2010	2030
250 kW -Anlage	300	320	350	250	270	300	200	220	250
500 kW -Anlage	600	650	700	500	550	600	400	450	500

Entwicklung der Vollaststunden in Abhängigkeit von Anlagegrösse und Wind									
v Wind (10m Höhe)	> 5.5 m/s (Klasse 1)			4.5 - 5.5 m/s (Klasse 2)			3.5 - 4.5 m/s (Klasse 3)		
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030	2000	2010	2030
250 kW -Anlage	1200	1280	1400	1000	1080	1200	800	880	1000
500 kW -Anlage	1200	1300	1400	1000	1100	1200	800	900	1000

6.3. Flächenbedarf

Eine ausführliche Potentialuntersuchung in Deutschland³ stellt fest, dass heute - unter Berücksichtigung von Abschattungseffekten der einzelnen Anlagen - von einem Landflächenbedarf von

100 m² je kW

ausgegangen werden muss. Diese Fläche ist nicht gleichzusetzen mit der Flächenbeanspruchung von Kulturland durch Windkraftanlagen. Da das Land zwischen den Anlagen weiterhin für landwirtschaftliche Nutzung zu Verfügung steht, ist diese wesentlich geringer und beschränkt sich im engeren Sinne auf die Fläche des Fundamentes.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen werden mit dem GIS-System Rasterzellen mit einer Kantenlänge von 250m bearbeitet. D.h. in einer Rasterzelle (62'500 m² od. 6.25 ha) kann

1 Anlage mit einer Leistung von 500 - 600 kW, oder

2 Anlagen mit einer Leistung von 250 kW

errichtet werden. Für die weiteren Analysen nehmen wir an, dass - unter Berücksichtigung aller für die Nutzung der Windenergie relevanten Kriterien

pro Rasterzelle Windkraftanlagen mit einer Leistung von 0.5 MW

installiert werden können.

³ Kosten und Potentiale der Nutzung der Windenergie in der BRD, J.Diekmann, Forschungszentrum Jülich GmbH, 1995

6.4. Einzelanlagen oder Windparks

6.4.1. Finanzielle Auswirkungen

Der Unterschied in den spezifischen Installationskosten von Einzelanlagen und Windparks ist eher gering. Die eingesparten Kosten beim Bau, Montage, Zufahrt und durch Rabatte, werden mindestens teilweise wieder wett gemacht durch die aufwendigere Netzeinbindung (Verstärkung von Leitungen, weitere Distanzen, etc.) und das verteuerte Planungsverfahren (Umzonungen, UVB, etc.).

Da die vorliegenden Unterlagen und Auswertungen bestehender Installationen zudem keine detaillierten Differenzierungen von Einzelanlagen zu kleinen Windparks (< 5 Anlagen) zulassen, treffen wir folgende Annahmen:

- die spezifischen Installationskosten (Fr. kW) für Einzelanlagen und kleine Windparks (< 5 Anlagen) sind **gleich hoch**.
- die spezifischen Installationskosten für Windparks (> 5 Anlagen) sind um **10% geringer**⁴.

6.4.2. Resultate aus der Agglomerationsanalyse

Die im Rahmen der GIS-Analyse (Geografisches Informationssystem) als für die Windenergienutzung geeigneten Rasterzellen wurden weiter selektioniert. Von den insgesamt 4'314 Rasterzellen, welche in den Potentialstufen W1 / L1 - W2 / L2 als mögliche Standorte ausgeschieden sind, lassen sich 1'515 **(35%)** als Standorte für Einzelanlagen oder kleine Windparks (< 5 Anlagen) definieren, der Rest ist für die Errichtung von Windparks (> 5 Anlagen) geeignet.

Aufstellung	Potentialstufe					
	W1 / L1	W2 / L1	W3 / L1	W1 / L2	W2 / L2	Total
Einzelanlagen / kleine Parks	0	107	1'174	18	216	1'515
Windparks	16	531	1'717	117	418	2'799
Total	16	638	2'891	135	634	4'314

⁴ Kosten und Potentiale der Nutzung der Windenergie in der BRD, J.Diekman, Forschungszentrum Jülich GmbH, 1995

6.5. Standorte für Windkraftanlagen

Im Rahmen einer ausführlichen Feldbegehung wurden die der GIS-Analyse zu Grunde liegenden Kriterien und Annahmen verifiziert. Es hat sich gezeigt dass die theoretischen Abschätzungen um ca. 30% zu optimistisch sind.

Für die weiteren Potentialabschätzungen werden die im GIS erarbeiteten, geeigneten Standorte um 30% reduziert

Unter Berücksichtigung der Agglomerationsanalyse (Einzelanlagen oder Windpark), der Anlagengrösse, der Distanzen zu Fahrwegen und Siedlungsgebieten wurde eine Verteilung der möglichen Standorte vorgenommen.

Verteilung der geeigneten Rasterzellen im zeitlichen Verlauf (1 Rasterzelle = 0.5 MW)							
	Einzelanlagen u. kl. Windparks			Windparks			
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030	Total
1. Priorität	23	50	63	58	145	117	456
2. Priorität		189	729		373	1'356	2'647
Total	23	239	792	58	518	1'473	3'103

Anzahl der Windkraftanlagen im zeitlichen Verlauf (250 kW und 500 kW-Anlagen)							
	Einzelanlagen u. kl. Windparks			Windparks			
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030	Total
1. Priorität	30	83	66	72	158	123	532
2. Priorität		206	765		407	1'415	2'793
Total	30	289	831	72	565	1'538	3'325

Untenstehend werden die Verteilung der Anzahl Anlagen aufgrund der Distanzen zu Fahrwegen und zu Siedlungen (Netz) dargestellt.

Verteilung Windkraftanlagen bezüglich Erschliessung (250 kW und 500 kW) 2000					
		Einzelanlagen		Windparks	
Distanz zu Weg	Distanz zu Netz	1. Priorität	2. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
< 250 m	250-500 m			8	
	> 500 m	2		6	
250-500 m	250-500 m			6	
	> 500 m	18		16	
> 500 m	250-500 m			8	
	> 500 m	10		28	
Total		30		72	

Insgesamt = 102

Verteilung Windkraftanlagen bezüglich Erschliessung (250 kW und 500 kW) 2010					
		Einzelanlagen		Windparks	
Distanz zu Weg	Distanz zu Netz	1. Priorität	2. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
< 250 m	250-500 m		16		29
	> 500 m	1	60	10	135
250-500 m	250-500 m		36		66
	> 500 m	27	61	52	130
> 500 m	250-500 m				7
	> 500 m	55	33	96	40
Total		83	206	158	407

Insgesamt = 854

Verteilung Windkraftanlagen bezüglich Erschliessung (250 kW und 500 kW) 2030					
		Einzelanlagen		Windparks	
Distanz zu Weg	Distanz zu Netz	1. Priorität	2. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
< 250 m	250-500 m				
	> 500 m		38		67
250-500 m	250-500 m				
	> 500 m		211		393
> 500 m	250-500 m				
	> 500 m	66	516	123	955
Total		66	765	123	1415

Insgesamt = 2369 = Total 3325

Verteilung Windkraftanlagen bezüglich Erschliessung (250 kW und 500 kW) Total					
		Einzelanlagen = 1'150		Windparks = 2'175	
Distanz zu Weg	Distanz zu Netz	1. Priorität	2. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
< 250 m	250-500 m		16	8	29
	> 500 m	3	98	16	202
250-500 m	250-500 m		36	6	66
	> 500 m	45	272	68	523
> 500 m	250-500 m			8	7
	> 500 m	131	549	247	995
Total		179	971	353	1822

Total = 3'325 Anlagen, 1. Priorität = 523, 2. Priorität = 2'793

Die prozentuale Aufteilung der Anlagen zeigt folgendes Bild:

Verteilung Windkraftanlagen bezüglich Erschliessung (250 kW und 500 kW) Total					
		Einzelanlagen = 34 %		Windparks = 66%	
Distanz zu Weg	Distanz zu Netz	1. Priorität	2. Priorität	1. Priorität	2. Priorität
< 250 m	250-500 m		0.5 %	0.2 %	0.9 %
11 %	> 500 m	0.1 %	2.9 %	0.5 %	6.1 %
250-500 m	250-500 m		1.1 %	0.2 %	2.0 %
30 %	> 500 m	1.4 %	8.2 %	2.0 %	15.7 %
> 500 m	250-500 m			0.2 %	0.2 %
59 %	> 500 m	3.9 %	16.5 %	7.4 %	30.0 %
Total	250-500m = 5% > 500m = 95%	5.4%	29.2 %	10.6 %	54.8 %

Total = 3'325 Anlagen = 100%, 1. Priorität = 16 %, 2. Priorität = 84 %

6.6. Installationskosten

6.6.1. Anlagenkosten (inkl. Transport vor Ort)

100 - 300 kW	DEWI ⁵	1'600 DM / kW	
150 kW	Grenchenberg (CH)	1'630 Fr. / kW	
250 kW	Annahme für Studie⁶	1'700 Fr. / kW	425'000.-

301 - 600 kW	DEWI	1'500 DM / kW	
600 kW	Mont Crosin (CH)	1'720 Fr. / kW	
500 kW	Annahme für Studie	1'600 Fr. / kW	800'000.-

6.6.2. Fundament, Bau, Montage, Planung, Bewilligungen

100 - 300 kW	DEWI	15 % der Anlagekosten	240 DM / kW
150 kW	Grenchenberg (CH)	800 Fr. / kW	
80 kW	Chürstein	480 Fr. / kW	
250 kW	Annahme für Studie	600 Fr. / kW	150'000.-
301 - 600 kW	DEWI	12.5 % der Anlagekosten	180 DM / kW
600 kW	Mont Crosin	23 % der Anlagekosten	400 Fr. / kW
500 kW	Annahme für Studie	400 Fr. / kW	200'000.-

⁵ Angaben Deutschen Windenergie Institut, DEWI, auf der Basis der Auswertungen des 250 MW-Förderprogramms der BRD.

⁶ Annahmen für Studie = Jahr 2000!

Entwicklung der Anlage- und Baukosten: Fr. / kW						
	Anlagekosten			Planung, Bau, etc.		
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030
250 kW -Anlage	1'700	1'600	1'500	600	550	500
500 kW -Anlage	1'600	1'500	1'300	400	350	300

6.6.3. Feinerschliessung, Zufahrt vom Fahrweg bis zum Fundament

Diese Kosten sind relativ schwierig zu eruieren, da diese in den Deutschen Unterlagen nicht klar ausgewiesen. Untenstehend soll versucht werden, auf der Basis von Projekten in der Schweiz gewisse Aussagen zu machen:

150 kW	Grenchenberg (300 m)	1'500.- Fr.
80 kW	Chürstein (100m steil)	15'000.- Fr
30 kW	Simplon (50 m steil)	7'500.- Fr.
30 kW	Titlis (2 km, Helikopter)	17'000.- Fr.
0 - 250 m	Annahme für Studie (250 + 500 kW)	15'000.- Fr.
250 - 500 m	Annahme für Studie (250 + 500 kW)	20'000.- Fr.
> 500 m	Annahme für Studie (250 + 500 kW)	40'000.- Fr.

6.6.4. Netzanschlusskosten

100 - 300 kW	DEWI	20 % Anlagek.	320 DM / kW	
150 kW	Grenchenberg (CH, 300m)	12 % Anlagek.	200.- Fr./kW	
80 kW	Chürstein (CH, 1'000m)	67 % Anlagek.	1250.- Fr./kW	
250 - 500 m	Annahmen für Studie 250 kW	20 % Anlagek.	85'000.-	Fr. 340 Fr. / kW
>500 m	Annahmen für Studie 250 kW	30 % Anlagek.	127'500.-	Fr. 510.- Fr./kW
301 - 600 kW	DEWI	20 % Anlagek.	320 DM / kW	
3 x 150 kW	Fläscherberg (CH, 180m)	30 % Anlagek.	822 Fr. / kW	
3 x 600 kW	Mont Crosin (CH, 1000m)	23 % Anlagek.	388 Fr. / kW	
250 - 500 m	Annahmen für Studie 500 kW	20 % Anlagek.	160'000.-	Fr. 320 Fr. / kW
>500 m	Annahmen für Studie 500 kW	30 % Anlagek.	240'000.-	Fr. 480.- Fr./kW

Entwicklung der Zufahrts- und Netzananschlusskosten in Abhängigkeit der Distanz						
250 kW -Anlage	Feinerschliessung, Zufahrt			Netzananschluss		
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030
0 - 250 m	15 kFr.	13 kFr.	12 kFr.			
250 - 500 m	20 kFr.	18 kFr.	16 kFr.	340.-/kW	330.-/kW	320.-/kW
> 500 m	40 kFr.	38 kFr.	35 kFr.	510.-/kW	500.-/kW	490.-/kW
500 kW -Anlage	Feinerschliessung, Zufahrt			Netzananschluss		
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030
0 - 250 m	15 kFr.	13 kFr.	12 kFr.			
250 - 500 m	20 kFr.	18 kFr.	16 kFr.	320.-/kW	310.-/kW	300.-/kW
> 500 m	40 kFr.	38 kFr.	35 kFr.	480.-/kW	460.-/kW	440.-/kW

6.7. Unterhaltskosten

DEWI	Kleinere Anlagen:	3.5 % der Gesamtkosten
	Mittlere Anlagen:	3.0 % der Gesamtkosten
Grenchenberg	15'000.- Fr.	3 % der Gesamtkosten
Simplon	8'000.- Fr.	4 % der Gesamtkosten

6.8. Ermittlung Jahreskosten

Diese berechnen sich aus den jährlichen Unterhaltskosten und den Kapitalkosten

Entwicklung der Jahreskosten in % und Fr./kW						
	Unterhaltskosten			Kapitalkosten (Annuität)		
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030
250 kW -Anlage	3.5 %	3 %	2.5 %	10 %	10%	10%
500 kW -Anlage	3.5 %	3 %	2.5 %	10 %	10%	10%
250 kW -Anlage	94.-	75.-	58.-	288.-	252.-	232.-
500 kW -Anlage	81.-	65.-	48.-	233.-	217.-	191.-

6.9. Stromgestehungskosten

Diese variieren ebenfalls aufgrund mittleren Windgeschwindigkeiten, der Zufahrtsmöglichkeiten zum Standort und des Netzanschlusses

Entwicklung der mittleren Stromgestehungskosten in Rp./kWh						
	Einzelanlagen/kl. Windparks			Windparks		
Jahr	2000	2010	2030	2000	2010	2030
250 kW -Anlage	-. 39	-.33	-.26	-. 35	-.29	-.23
500 kW -Anlage	-. 34	-.28	-.21	-. 31	-.25	-.19

7. Potentialabschätzung

Aufgrund obiger Informationen können nun - unterteilt in die Zeiträume bis 2000, bis 2010 und bis 2030 folgende Aussagen zum Potential gemacht werden. Tendenziell werden gute Standorte (1. Priorität) eher am Anfang, bei höheren Stromgestehungskosten und mit der Zeit die schlechteren Standort bei tiefen Kosten erschlossen.

7.1. Bis ins Jahr 2000

Potential bis ins Jahr 2000										
	Installierte Leistung in MW					Energieproduktion in GWh				
Rp./kWh	< -.20	20-30	30-40	> -.40	Total	< -.20	20-30	30-40	> -.40	Total
1. Priorität		7	32	2	41		7.8	32	1.5	41.3
2. Priorität										
Total		7	32	2	41		7.8	32	1.5	41.3

7.2. von 2000 bis ins Jahr 2010

Potential bis ins Jahr 2010										
	Installierte Leistung in MW					Energieproduktion in GWh				
Rp./kWh	< -. 20	20-30	30-40	> -.40	Total	< -.20	20-30	30-40	> -.40	Total
1. Priorität		102	8		110		112.1	8.6		120.7
2. Priorität		131	148	2	281		143.4	133.3	1.7	278.4
Total		233	156	2	391		255.5	141.9	17.	399.1

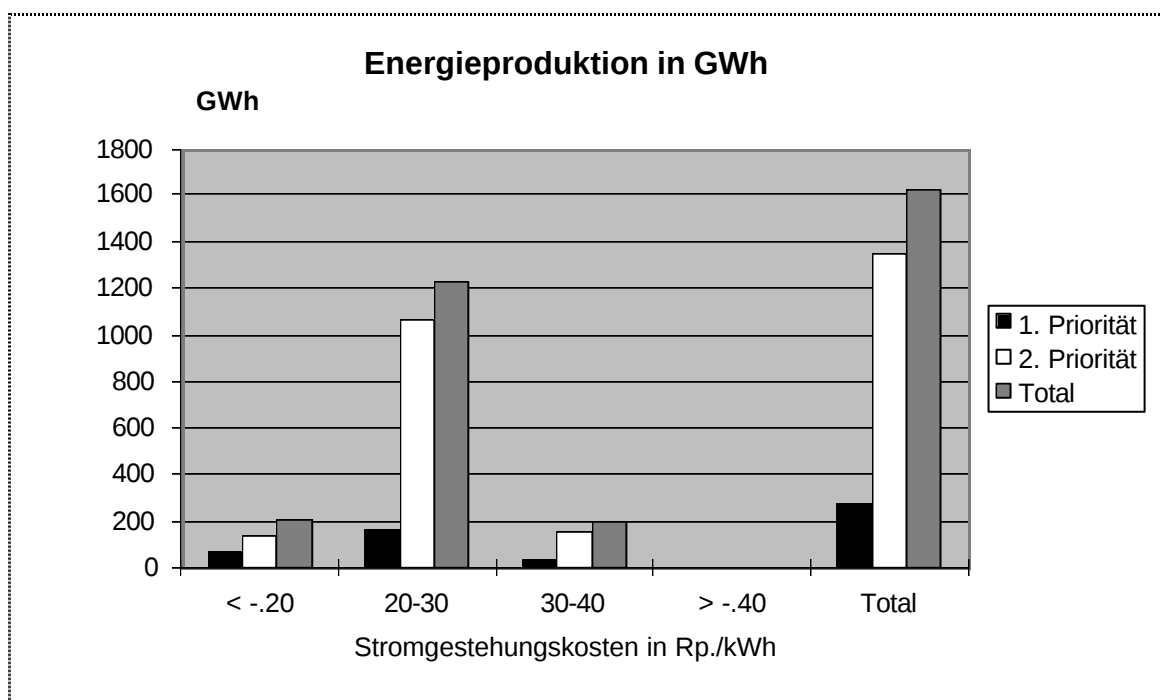
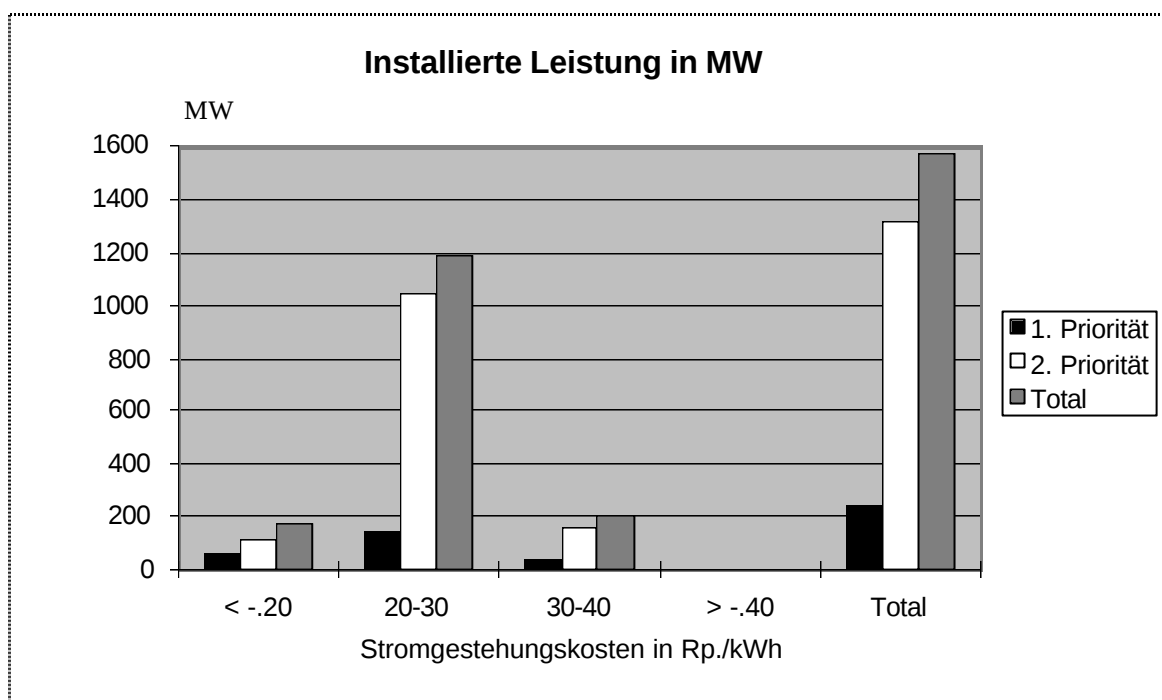
7.3. Von 2010 bis ins Jahr 2030

Potential bis ins Jahr 2030										
	Installierte Leistung in MW					Energieproduktion in GWh				
Rp./kWh	<-.20	20-30	30-40	> -.40	Total	<-.20	20-30	30-40	> -.40	Total
1. Priorität	56	35			91	66.6	41.4			108
2. Priorität	114	913	15		1'042	139	925.5	15		1'080
Total	170	948	15		1'133	205.6	966.9	15		1'188

7.4. Zusammenfassung

Gesamtelektrizitätsverbrauch der Schweiz 1995 =	47'882 GWh	100 %
Mögliche Elektrizitätsproduktion aus Wind = oder 20% Gösgen.	1'628 GWh	3.4 %

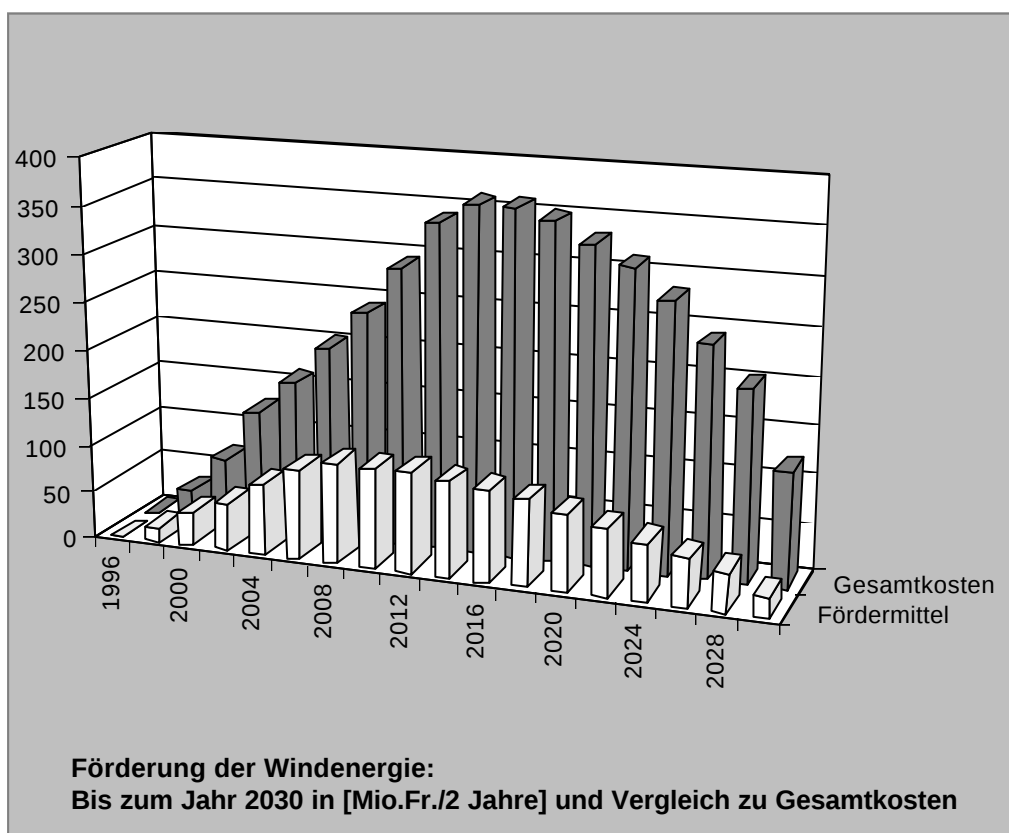
Gesamtpotential										
	Installierte Leistung in MW					Energieproduktion in GWh				
Rp./kWh	<-.20	20-0	30-40	> -.40	Total	<-.20	20-30	30-40	> -.40	Total
1. Priorität	56	144	40	2	242	66.6	161.3	40.6	4.5	270
2. Priorität	114	1044	163	2	1'323	139	1'069	148.3	1.7	1'358
Total	170	1'188	203	4	1'565	205.6	1'230	190	3.2	1'628



8. Finanzen

Untenstehend wird dargestellt, welche Mittel notwendig wären, um dieses Potential auszu-schöpfen (auf der Basis der heutigen Kosten). Es wird davon ausgegangen, dass weiterhin die Rückvergütung für ins Netz eingespiesene Elektrizität aus erneuerbaren Energien in der Höhe der langfristigen Grenzkosten sein wird (heute Rp. 16/kWh). Dies entspricht den Nettoinvestitionen. Fördermittel sind diejenigen Beträge welche aufgewendet werden müssen um die Anlagen bei 16 Rp./kWh wirtschaftlich betreiben zu können.

Entwicklung der notwendigen Finanzmittel (in Mio. Fr.)												
	Nettoinvestitionen				Fördermittel				Gesamtkosten			
Jahr	2000	2010	2030	Total	2000	2010	2030	Total	2000	2010	2030	Total
1. Pr.	48	255	138	441	50	155	42	247	98	410	180	688
2. Pr.		342	2054	2396		273	669	942		615	2723	3338
Total	48	597	2192	2837	50	428	711	1189	98	1025	2903	4026



9. Literatur

- Arkeseijn, L.A.G; Westra, C.A., 1991: The visual impact of wind turbines. A review of existing knowledge and dominant factors. In: Van Hulle, F.J.L. [Hrsg.]: Wind Energy. Technology and Implementation. o.O, Elsevier Science Publishers. S. 705-709.
- Bauer, I.; Caspers, E., 1993: Umweltfreundliche Windkraft. In: LÖLF-Mitteilungen, 1993,1. S. 50-53.
- Berkhuizen, J.C.; Postma, A.D., 1991: Impact of windturbines on birdlife. In Van Hulle, F.J.L. [Hrsg.]: Wind Energy. Technology and Implementation. o.O., Elsevier Science Publishers. S. 717-721.
- Berkhuizen, J.C.; Slob, A.F.L., 1989: The impact of environmental aspects on wind energy in The Netherlands. In: Wind-Energy-and-the-Environment-IEE-Energie-Series, 1989, 4. S. 6-13.
- Binswanger, Hans Chr.: Windenergie - eine falsche Alternative. In: Süddeutsche Zeitung 8. 8. 1995, S. 20.
- Böttger, M., 1990: Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. Endbericht. NNA-Berichte, Sonderheft, 3,1990. Schneverdingen: Norddeutsche Naturschutzakademie. 123 S.
- Brandman, M.; Allen, G., 1984: Permitting and environmental compliance of wind energy development: noise considerations In: Americ.-Wind-Energy-Assn-Wind-Energy-Expo-84-and Natl-Conf., 1984. Pasadena. S. 1-7.
- Bruderer; Bruno. 1996: Vogelzugforschung im Bereich der Alpen 1980-1995. Der Ornithologische Beobachter 93: Seiten 119-130.
- Bruderer; Bruno. Publikation in Vorbereitung: The study of bird migration by radar. Part 2: Major achievements. Naturwissenschaften
- Brux, H., 1993: Regenerative Energien: Verschandeln sie die Landschaft ? Der Konflikt zwischen Windkraftanlagen und Landschaftsbild. In: Energie, 45,1993,6. S. 19-23.
- Bundesamt für Energiewirtschaft [Hrsg.], 1990: Meteonorm Wind-Leitfaden für Windenergieplaner. 190 S. Aarau: Nova Energie.
- Bunzel-Drücke, Margret; Schulze-Schwefe, Karl-Heinrich: Windkraftanlagen und Vogelschutz im Binnenland. In: Natur und Landschaft. 69, 1994, 3. S. 100-103.
- Bunzel-Drücke, M.; Schulze-Schwefe, K.-H., 1994: Windkraftanlagen und Vogelschutz im Binnenland. In: Natur und Landschaft, 69,1994,3. S. 100-103.
- Carlman, J.: Public opinion on the use of windpower in Sweden. In: EWEC 86, Conference, Papers. European Wind Energy Ass. p. 569-573
- Clarke, A., 1989: Wind farm location and environmental impact. In: Intl-J-Ambient-Energy. 10, 1989, 3. S. 129-144.
- Davidson, R., 1993: Bird fears hold up Altamont Plans. In: Windpower monthly, 1993, 4. S. 12.
- Davidson, R., 1993: Experts work together on reducing bird kills. In: Windpower monthly, 1993, 2. S. 14
- Davidson, R., 1994: Research incomplete on lattice towers and birds. In: Windpower monthly, 1994, 3. S. 17

- Filbrandt, U., 1992: Naturschutz vom Winde verweht? In: Naturschutz heute, 1992,24. S. 36-37.
- Flore, B.-O., 1993: Rücksichtslose Windpark-Planung? In: Wattenmeer International. Aug. Deutschland. 1993,1. S. 29.
- Frank, Renate: Windenergie bringt eine Milliarde Umsatz und 440 Arbeitsplätze. In: Basler Zeitung. 8. 3. 1996.
- Grauthoff, M., 1991: Windenergie in Nordwestdeutschland. Nutzungsmöglichkeiten und landschaftsökologische Einpassung von Windkraftanlagen. Europäische Hochschulschriften, Reihe XLII: Ökologie, Umwelt und Landespflge, 6. Frankfurt a.M., Peter Lang. 279 S.
- Helsloot, L.; Tacken, M., 1986: Windkrachtcentrales in het landschap, een belevingsonderzoek. In: ISO-rapport, 1986,57. S. 28-35.
- Hinzen, Ajo; Mayr, Claus: Naturschutzprobleme durch Windkraftanlagen. In: LÖBF-Mitteilungen. 1995, 1. S. 55-57.
- Höf, F., 1992: Standortermittlung und Standortsicherung für Wind- und Sonnenenergieanlagen. Ein neues Aufgabenfeld für die Regionalplanung. Werkstattbericht, 20. Kaiserslautern, Universität. 4, 160 S.
- Kelch, ? : 1993: Windkraftanlagen und Landschaftsbild. Vortrag anlässlich der Husumer Windenergieitage 1993 am 22.09.1993. [Fotokopie, Quelle unbekannt] S. 434-438.
- Kellet, J., 1989: The environmental impact of wind energy developments. In: Town-Planning-Review, 61,1990,2. Sheffield, City Polytechnic. S. 139-155.
- Kleinschmidt, Volker; Schauerte-Lüke, Norbert; Bergmann, Ralf: Rahmenkonzept für Windkraftanlagen und -parks im Binnenland · Ein Beispiel aus Nordrhein-Westfalen. In: Natur und Landschaft. 69, 1994, 1. S. 9-18.
- La Roche, Emanuel: Nordfriesen verfluchen die Windkraft. In: Tages-Anzeiger: 28.10.1996, S.4.
- Luke, A., 1993: Bird solutions species specific. In: Windpower monthly, 1993,9. S. 47-48.
- Luke, A., 1994: Bird deaths prompt rethink on wind farm in Spain. In: Windpower monthly, 1994, 2. S. 14-16.
- Mayr, Claus: Privilegierung von Wind- und Wasserkraftanlagen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung. 28, 1996, 6. S. 190.
- Mertens, K., 1994: Erfahrungen mit Windkraftanlagen in der Schweiz [Fotokopie, Quelle unbekannt], 2 S.
- Meteotest, 1990: Windenergienutzung im Kanton Bern - Schlussbericht, 50. Bern, Meteotest.
- Meteotest, 1995: Meteorologische Grundlagen für die Sonnenenergienutzung. 186 S. Aarau: Nova Energie.
- Mielke, Bernd: Räumliche Steuerung bei der Planung von Windenergie-Anlagen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung. 28, 1996. 4. S. 101-107.
- Moenck,R., ca 1993: Auswirkungen der Windenergienutzung auf den Naturhaushalt. [Fotokopie, Quelle unbekannt] S. 54-61.
- Naturschutzbund Deutschland (NABU). [Hrsg.]: Windenergie und Naturschutz. Bonn: NABU. 1 Bl.
- Ökoskop: Umweltauswirkungen von Windkraftanlagen. Gelterkinden: Ökoskop. 1994.
- Schreiber, M., 1993: Tabuzonen für Windparks. In: Ökologische Briefe, 16. S. 3-5.

- Schreiber, M., 1993: Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplätze. Störungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeiffer. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, 25, 1993, 4. S. 133-139.
- Schweiz. Stiftung für Landschaftsschutz und Landschaftspflege, 1996: Windkraft und Landschaftsschutz, Positionspapier der SL, 1 Bl.
- Siebert, H.: 1992: Windenergie: Gegenwind der Ökologen. In: Bonner Umwelt- und Energie-Report, 13,1992,1. S. 42-45.
- Steele, A., 1991: An Environmental Impact Assessment of the Proposal to Build a Wind Farm at Langdom Common in the North Pennines, UK. In: Environmentalist, 11, 1991,3.
- Vasudevan, M.S. [u.a.], 1989: Environmental acceptability of the advanced wind energy converter. In: Wind-Energy-and-the Environment-IEE-Energy-Series. 1989,4. S. 81-89.
- Vauk, G., 1989: Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen. Statusreport für das Jahr 1989 zum Forschungsvorhaben... des Bundesmin. f. Forschung und Technologie. In: NNA-Publikation, 40. S. 376-391.
- Wardt, V.D.; Staats, J.W., 1988: Landschaften mit windturbinen. Leiden. S. 139-141.
- Wattenmeer international, 2.Juni,1991: Windenergie, Wo liegen die Grenzen?. 16 S.
- Wittelmann ???
- Wobben, A., 1988: Frische Brise. Chancen von Windenergieanlagen mittlerer Leistung. In: Energiewirtschaftl. Tagesfragen, Sonderteil, 38,1988,4. S. W30-W34.