



Interreg III B



Executive Summary Report

Alpine Windharvest

Development of information base regarding potentials, problems and the necessary technical, legal and socio-economic conditions for expanding wind energy in the Alpine Space



Interreg III B



INTERREG IIIB/Alpenraumprojekt

ALPINE WINDHARVEST

Entwicklung einer Informationsbasis hinsichtlich der
Möglichkeiten, der Probleme und der nötigen technischen,
gesetzlichen und sozioökonomischen Voraussetzungen
für den Ausbau von Windkraft im Alpenraum *

Kurzfassungen der Ergebnisse in den einzelnen Arbeitspaketen (Executive Summary Report)

herausgegeben vom Alpine Windharvest Partnership Network

Bericht Nr. 3-1

Die Alpine Windharvest Berichtreihe wird vom Alpine Windharvest Partnership Network herausgegeben, um die Projektergebnisse an die interessierte Öffentlichkeit und an Experten auf dem Gebiet zu verbreiten. Berichte wurden vom/von zuständigen Projektpartner(n), der/die den Bericht in Auftrag gegeben und genehmigt hat/haben, gemäß der internen Arbeitsteilung editiert.

Der Kurzfassungsbericht kann nur einen Eindruck der Ziele und Hauptresultate in den entsprechenden Arbeitspaketen vermitteln. Für jedes Arbeitspaket sind lange Versionen der Endberichte verfügbar.

Berichte können auf unserer Homepage heruntergeladen werden:

<http://www.sbg.ac.at/pol/windharvest>

* ALPINE WINDHARVEST ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, das vom EU INTERREG IIIB „Alpine Space Programme“ (Projekt No. A/I-2/3.1/5) und von nationalen und regionalen mitfinanzierenden Institutionen der Projektpartner gefördert wird. Das Projekt startete im Mai 2002 und endete im April 2005.

Inhalt

REDAKTIONELLE HINWEISE ZUM VORLIEGENDEN PROJEKTBERICHT	7
PROJEKTDDETAILS.....	8
1. HINTERGRUND & ZIELE DES PROJEKTS ALPINE WINDHARVEST	8
2. DAS INTERREG IIIB/KOOPERATIONSGEBIET ALPENRAUM	9
3. PROJEKTPARTNER	10
4. AM PROJEKT INVOLVIERTE EXPERTEN.....	11
5. THEMEN	11
WP-05 TECHNISCHE ASPEKTE.....	13
1. EINLEITUNG	13
2. ERHEBUNG DER INSTALLIERTEN WINDKRAFTLEISTUNG IN DEN ALPEN	14
ÖSTERREICH (STEIERMARK, SALZBURG, TIROL UND VORARLBERG)	14
SCHWEIZ	15
SLOWENIEN	15
ITALIEN (SÜDTIROL)	15
FRANKREICH (RHONE ALPES)	15
3. PROJEKTIERTE ANLAGEN IN DER ALPENREGION	15
UMFRAGE UNTER BETREIBERN UND PLANERN	15
4. ERFAHRUNGEN MIT DEM BETRIEB VON WINDKRAFTANLAGEN AN ALPINEN STANDORTEN	17
ERGEBNISSE DER BETREIBERUMFRAGE.....	17
WP 06 METEOROLOGISCHE MESSUNGEN.....	20
1. ZIELE.....	20
1.2 DURCHZUFÜHRENDE ARBEITEN	20
2. SAMMLUNG VON EXISTIERENDEN MESSUNGEN	20
3. NEUE MESSUNGEN	20
4. LISTE DER VIELVERSPRECHENDEN STANDORTE	23
5. WIND(POTENTIAL)KARTEN.....	23
WEBSEITE	26

WP 07 DIGITALE RELIEF ANALYSE.....	28
1.EINLEITUNG	28
1.1 ZIELE.....	28
BETEILIGTE INSTITUTE UND UNTERNEHMEN	28
2. WINDKARTE DES ALPENRAUMS	29
2.1 HINTERGRUND	29
2.1 ÜBERBLICK ÜBER METHODEN ZUR MESOSKALIGEN WINDKARTIERUNG.....	29
2.3 METHODIK DER WINDKARTE DES ALPENRAUMS.....	29
2.4 RESULTATE.....	30
3. GIS-ANALYSEN FÜR WINDENERGIE-STANDORTE	31
HINTERGRUND.....	31
VORGEHEN.....	31
FALLSTUDIEN UND RESULTATE.....	32
VALIDIERUNG UND FAZIT.....	33
4. CFD WINDMODELLIERUNG.....	34
HINTERGRUND.....	34
FALLSTUDIEN.....	34
VALIDIERUNG UND FAZIT.....	34
5. DOKUMENTATION.....	37
 WP 08 ÄSTHETIK, SICHTBARKEIT UND LÄRM.....	 38
1 EINLEITUNG	38
1.1 LANDSCHAFTSBILD UND LANDSCHAFTSÄSTHETIK: BEGRIFFSDEFINITIONEN.....	38
1.2 DIE AUSWIRKUNGEN VON WINDENERGIEANLAGEN AUF DAS LANDSCHAFTSBILD	39
1.2.1 BEURTEILUNG DER SICHTBAREN AUSWIRKUNGEN UND DIE QUALITÄT EINES LANDSCHAFTSBILDES.....	39
1.3 WINDPARKS UND TOURISMUS	41
1.4 LÄRM.....	41
1.4.1 WIRKUNG UND MESSUNG VON GERÄUSCHEN.....	41
1.4.2 AKUSTISCHE VERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG	42
2 FALLSTUDIEN – UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG.....	42
2.1 METHODEN	42
2.1.1 VIEWSHED-ANALYSE UND VISUELLE BEWERTUNG	42
2.1.2 LÄRMVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG	43
2.2 VERSUCHSORTE	43
2.2.1 Sattelberg.....	43
2.2.2 AINECK.....	44
2.2.3 WINDSFELD	45
2.2.4 Pass Lueg.....	45
3 LITERATURNACHWEIS.....	46
 WP 09 EINFLUSS AUF WILDTIERE UND PFLANZENWELT	 48
1 LITERATURBESPRECHUNG.....	48
1.1 EINFLUSS AUF DEN LEBENSRAUM	48
1.2 AUSWIRKUNGEN AUF DIE VEGETATION	49
1.3 AUSWIRKUNGEN AUF DIE FAUNA *	49
1.4 AUSWIRKUNGEN AUF VÖGEL *	49

1.5 AUSWIRKUNGEN AUF INSEKTEN *	50
1.6 AUSWIRKUNGEN AUF SÄUGETIERE *	50
2 PRÜFUNG DER AUSWIRKUNGEN AUF WILDTIERE UND PFLANZEN	51
2.1 FAUNA UND LEBENSRAUM	51
2.2 VEGETATION	51
2.3 PRÜFUNG DER EFFEKTE AUF FFH GEBIETE	52
3 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	52
3.1 FAUNA *	52
3.2 FLORA UND VEGETATION	53
3.3 EMPFEHLUNGEN UND RICHTLINIEN FÜR BEHÖRDEN	54
3.4 WEITERER FORSCHUNGSBEDARF	54
4 FALLSTUDIEN	55
4.1 METHODIK	55
4.1.1 Allgemeiner Vegetationsüberblick	55
4.1.2 Vogeluntersuchung *	55
4.2 TESTORTE	56
4.2.1 Sattelberg	56
4.2.2 Aineck	57
4.2.3 Windsfeld	57
4.2.4 Paß Lueg	58
5 IDENTIFIZIERUNG DES NÄCHTLICHEN VOGELZUGS VIA MOONLIGHT TELESCOPING*	59
6 LITERATURNACHWEIS	60

WP 10 UMWELTVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNG FÜR WINDKRAFTANLAGEN IN ALPINEN REGIONEN	62
EINLEITUNG	62
DIE RELEVANTESTEN UVP-ASPEKTE VON WINDKRAFTANLAGEN IN DEN ALPEN	63
1. MENSCHEN, FAUNA UND FLORA	63
2. BODEN, WASSER, LUFT, KLIMA UND LANDSCHAFT	64
3. SACHWERTE UND KULTurerBE	64
4. DIE INTERAKTION ZWISCHEN DEN FAKTOREN	65
ALLGEMEINE ÜBERLEGUNGEN ZUR BEURTEILUNG DER UMWELTAUSWIRKUNGEN VON WKA IN DEN ALPEN	65
ITALIEN	67
SLOWENIEN	68
STRATEGISCHE EMPFEHLUNGEN	71

WP 11 ÖKONOMISCHE, GESETZLICHE, ADMINISTRATIVE UND POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN, REGIONALENTWICKLUNG UND KOSTENSTRUKTUREN	72
1. ÖKONOMISCHE RAHMENBEDINGUNGEN	73
1.1 ALLGEMEINER HINTERGRUND: EU POLITIK GEGENÜBER ERNEUERBARER ELEKTRIZITÄT	73
1.2 DIE SYSTEME IN DEN ZUR DISKUSSION STEHENDEN FÜNF LÄNDERN	74
2. GESETZLICHE, ADMINISTRATIVE UND POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN	77
2.1 NEUE OPPOSITION GEGEN WINDKRAFT	77
2.2 EMPFEHLUNGEN FÜR BEHÖRDEN	78

KURZBERICHT DES FRANZÖSISCHEN PARTNERS	72
WINDPOTENTIAL DER RHÔNE-ALPEN-REGION IM ALPINEN GEBIET	82
1. KONTEXT UND GEWÄHLTER ANSATZ	82
2. FEIN-SKALIERTE WINDMODELLIERUNG	83
3. WINDKARTIERUNG IN EINER HÖHE VON 50 M IN DEN FRANZÖSISCHEN ALPEN	84
4. ÜBERPRÜFUNG DER GEWONNENEN KARTE	84
WINDKRAFT UND LANDSCHAFT	88
DIE ANSCHAUICHE UNTERSUCHUNG VON LANDSCHAFTEN AN MÖGLICHEN STANDORTEN	90
<i>Vor-Visualisierungsmethode</i>	90
MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN DER ENTWICKLUNG DER WINDKRAFTWIRTSCHAFT AUF DIE BERGFAUNA UND BERGFLORA IN DEN RHÔNE-ALPEN	92
1. EINFÜHRUNG	92
2. ANALYSE DER LITERATUR	93
3. LISTE UND STANDORTE VON ARTEN (FAUNA UND FLORA) UND EMPFINDLICHE NATÜRLICHE UMGEBUNGEN	95
4. ALLGEMEINE ZUSAMMENFASSUNG	95
5. ARBEITSABLAUF	97
WINDKRAFT UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DIE BERGLANDSCHAFT	101
1. ZUSAMMENFASSUNG UND SPEZIFISCHE EMPFEHLUNGEN	102
2. WAHL DES STANDORTES	102
3. BESTIMMTE MERKMALE VON WINDENERGIEPARKS IN BERGEN	103
4. DIE BAUPHASE	104
5. BETRIEB VON WINDENERGIEPARKS	104

Redaktionelle Hinweise zum vorliegenden Projektbericht

Der hier vorliegende Bericht stellt die deutschsprachige Kurzfassung zahlreicher Detailberichte von Expertenteams des Forschungsprojektes ALPINE WINDHARVEST dar. Die Kapitelgliederung folgt dabei der inhaltlichen Struktur der Projektorganisation in 11 Workpackages (WP) wie sie der Projektvertrag mit dem EU Interreg IIIB „Alpine Space Programme“ vorsieht. Da es sich bei den WP 1-4 um formale Berichtspunkte des LP an die zuständige EU-Behörde handelt, wird in der Kapitelorganisation des vorliegenden Berichts nach den allgemeinen Informationen über das Forschungsprojekt mit dem Bericht über technologische Aspekte (WP 5) begonnen.

Aus projektorganisatorischen Gründen legte der französische Partner für seine Region einen eigenen Bericht zu allen WP's vor, welcher im Anhang zu den einzelnen WP-Berichten zu finden ist.

Folgend die WP-Titel gemäß Projektvertrag:

WP 1: Transnational Project Preparation Activities

WP 2 Transnational Project Management

WP 3 Project Management (LP)

WP 4 Information and Publicity Activities

WP 5 Technological aspects – special requirements for wind turbines in complex terrain and extreme climate

WP 6 Wind potential and wind measurements

WP 7 Digital relief analysis

WP 8 Aesthetics, visibility and noise

WP 9 Impact on wildlife and plant life

WP 10 Environmental impact assessment

WP 11 Legal, social, political and economic framework

1. Hintergrund & Ziele des Projekts ALPINE WINDHARVEST

ALPINE WINDHARVEST ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, das vom EU Interreg IIIB „Alpine Space Programme“ (Projekt No. A/I-2/3.1/5) und von nationalen und regionalen mitfinanzierenden Institutionen der Projektpartner gefördert wird. Das Projekt startete im Mai 2002 und wird Ende April 2005 enden.

Hintergrund des Projekts:

Windkraft ist zu einer führenden, erneuerbaren Energietechnologie in flachem Gelände, besonders nahe der Küste, geworden. Während der Alpenraum auch einige exzellente Standorte für Windkraft verspricht, ist viel von dem bis jetzt gesammelten Wissen und der Erfahrung über Windkraft, nicht einfach in einen alpinen Rahmen übertragbar. Der Mangel an Erfahrung betrifft alle Regierungsebenen, die mit Problemen der Auswahl, der Raumplanung, des Naturschutzes/der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen, der Anforderungen des Straßennetzes und des elektrischen Stromnetzes, der angemessenen Zollregelung usw. konfrontiert werden. Das Projekt soll diese Mängel beseitigen.

Dieser Mangel an Erfahrung betrifft, angesichts der speziellen klimatischen und geologischen Bedingungen, auch Unternehmer, Investoren und selbst Produzenten von Geräten. Dies vergrößert wirtschaftliche Risiken und hemmt, sogar für attraktive Standorte, die Erkundung von Standorten und die Planungstätigkeiten. Die geringe Anzahl existierender Projekte im Alpenraum verhindert Richtlinien.

Der Mangel an Erfahrung beeinflusst auch die Akzeptanz der Windkraft durch Naturschutzorganisationen und ortsansässige Personen. Es gibt eine große Notwendigkeit für zusätzliches Wissen und Information; Standardmodelle für die Lösung/Mediation von Konflikten werden von Nutzen sein.

Aus diesem Grund ist es essentiell, die limitierte Erfahrung mit Windkraft im Alpenraum für Synergieeffekte, gegenseitige Zusammenarbeit und größere Effizienz bei der Entwicklung von Datenbeständen, Methoden, Ansätzen und Lösungen für öffentliche und private Akteure, zusammenzufassen, besonders da viele der zu Grunde liegenden Phänomene grenzüberschreitend sind, während bis jetzt die meiste Forschung auf nationaler Ebene stattfand (z.B. Meteorologie).

Ein gemeinsames Vorgehen wird einen harmonisierten europäischen Ansatz für die zur Diskussion stehenden Probleme ermöglichen, besonders in Hinblick auf die Regierungspolitik.

Haupttätigkeiten:

Entwicklung einer Wissensbasis für die Anwendung von Windkraft:

- a) Methoden und Geräte zur effizienteren Identifikation des Windkraftpotentials in schwierigem Terrain (Meteorologen, Geographen, Digitale Relief-Analysen und wirkliche Windmessungen; inkludiert Pilotmessungen an spezifischen Standorten).
- b) Behandlung von Problemen, die Windrädern in alpinen Gegebenheiten eigen sind (Vereisung der Rotorblätter, Zugang – Erfordernis von speziellen Montagegeräten); Technologien standardisieren, Schätzungen der Zugangsvoraussetzungen (Straßen und Stromnetz). Gemeinsame Ansätze für den ganzen Alpenraum werden einen

c) Analyse der ökologischen Auswirkungen von Windrädern an unterschiedlichen alpinen Standorten auf Fauna und Flora entsprechend Höhe, Erde/Fels und meteorologischen Gegebenheiten; Festlegen von Checklisten von Faktoren für den ganzen Alpenraum. Entwicklung von Strategien, um Auswirkungen zu minimieren. Verbesserung der Informationen für lokale/regionale Behörden.

e) Vorbereitung von Methoden zum Lösen von Konflikten zwischen Windkraft und anderen Interessen (Umweltorganisationen, ortsansässige Personen, Jagd). Verbesserung der Visualisierungen (schwerer im alpinen Terrain), Standardisierung der Partizipation in Verwaltungsverfahren und Mediation. Unterstützung der Arbeit von lokalen und regionalen Behörden.

2. Das INTERREG IIB/Kooperationsgebiet Alpenraum

3. Projektpartner

LEAD PARTNER

Universität Salzburg,
Fachbereich für Geschichts- und Politikwissenschaft
Projektkoordinator: Dieter Pesendorfer
Email: dieter.pesendorfer@sbg.ac.at
Projektmanagement: Tanja Tobanelli
Tel: +43-662-8044-6612
E-Mail: tanja.tobanelli@sbg.ac.at
Rudolfskai 42
5020 Salzburg / Österreich / EU

Projektpartner

Amt für Luft und Lärm Bozen (ALL) - Agenzia Provinciale per la protezione dell'ambiente e la tutela del lavoro
Paul Gänsbacher
ALL
Amba-Alagistr. 35
39100 Trenton-Alto Adige IT 31
Bozen
Italien / EU
Koordinator: Mr. Alexander Dorfmann
Email: a.dorfmann@arcon-bz.com

Salzachwind Erneuerbare Energie GesmbH
Franz Kok
Brunnhausgasse 5
5020 Salzburg
Österreich / EU
E-mail: franz.kok@sbg.ac.at

Rhônealénergie-environnement (RAEE)
Emmanuel Jeanjean
10 rue des archers
69002 Lyon
Frankreich / EU
Email: Emmanuel.Jeanjean@raee.org

Republik Slowenien, Ministry for Environment, Spatial Planning and Energy; Agency for Efficient Energy Use (AURE)
Koordinator: Andrej Klemenc
Director NA-SVET, Consultancy for Sustainable Development
Slovenski E Forum
Vurnikova 5
1000 Ljubljana
Slowenien / EU
Email: andrej.klemenc@guest.arnes.si

Suisse éole
Reto Rigassi
Dr. Eicher+Pauli AG
Kasernenstrasse 21
4410 Liestal
Schweiz
Email: reto.rigassi@eicher-pauli.ch
Koordinator: Beat Schaffner
Meteotest
Email: schaffner@meteotest.ch

4. Am Projekt involvierte Experten

- Volkmar Lauber, Universität Salzburg, Fachbereich Politikwissenschaft, Österreich
- Georg Johann Mayr, Universität Innsbruck, Institut für Meteorologie und Geophysik, Österreich
- Franz Kok, salzachwind erneuerbare energie gmbh
- Stefan Kunz, Meteotest, Bern, Schweiz
- Beat Schaffner, Meteotest, Bern, Schweiz
- René Cattin, Meteotest, Bern, Schweiz
- Andrej Klemenc, Slovenski E Forum, Ljubljana, Slowenien
- Alexander Dorfmann, ARCON, Bozen, Italien
- Hans Winkelmeier, Energiewerkstatt, Friedburg, Österreich
- Otmar Frühwald und Heimo Truhetz, Ecowatt - Büro Windenergie, Österreich
- Kurt Kusstatscher, Büro Trifolium, Bozen, Italien

5. Themen

Partner und Experten aus 5 Ländern arbeiteten an 7 Themen:

- Ästhetik, Sichtbarkeit und Lärm, Abschätzung der Sichtbarkeit und des Lärms von verschiedenen öffentlichen Standpunkten und lokalen Niederlassungen aus

Kontakt: A.Dorfmann@arcon-bz.com

- Auswirkungen auf Wildtiere und die Pflanzenwelt

- Kartieren von Wildreservaten und Pfaden, Brutplätzen, Zugrouten und Weidegründen
- Empfindlichkeit gegenüber Störungen der Arten
- Langzeitauswirkungen auf Pflanzenwelt und Boden

Kontakt: A.Dorfmann@arcon-bz.com

- Verschiedene Aspekte der Umweltverträglichkeitsprüfung

- Vielschichtige Betrachtung der Beziehungen und Konsequenzen von Windkraftanlagen in den Alpen
- Richtlinien für einen Umweltmanagementplan für die Konstruktion von Windkraftanlagen in alpinen Regionen

Kontakt: Andrej.Klemenc@guest.arnes.si

- Gesetzliche, soziale, politische und ökonomische Rahmenbedingungen
- Untersuchung von verschiedenen regelnden Rahmenbedingungen für Windkraft, die in den untersuchten Regionen existieren
 - Hinweisen auf die besten Verfahren
 - Vorschlag von Mediationsregeln für Konflikte zwischen Interessensgruppen
 - Abschätzung des Beitrags von Windkraft zur regionalen Wirtschaft (tatsächlicher und möglicher)

Kontakt: Volkmar.Lauber@sbg.ac.at

► Windpotential und Windmessungen

- Sammlung, Qualitätskontrolle und Archivierung von existierenden Windmessungsdaten aus bergigem Terrain
- Windkarten für alpine Regionen
- Identifikation von möglichen Standorten für Windräder, Messung von vertikalen Windprofilen an den erfolgversprechendsten Standorten

Kontakt: Georg.Mayr@uibk.ac.at

► Digitale Relief-Analyse

- Überblick über das Windpotential des Alpenraumes auf einer interaktiven Internetkarte
- CFD Windmodellierung und Validierung von 7 Hotspots
- Regionale GIS-Analysen für 4 Regionen mit 7 Hotspots einschließlich Windressourcen, Naturschutz und Landschaftsschutz usw. um vielversprechende Windkraftstandorte zu identifizieren

Kontakt: Beat Schaffner (schaffner@meteotest.ch)

► Technologische Aspekte – spezielle Anforderungen für Windräder in schwierigem Terrain und in extremem Klima

- Transport und Montage von Windrädern in schwer zugänglichen Gebieten
- sicherer und zuverlässiger Betrieb unter extremen Temperaturen und Vereisung der Rotorblätter
- Erstellung von Konzepten zur Wartung, Reparatur und zum Betrieb während der Wintermonate
- Vorschläge zur Verbesserungen der Messgeräte, um das Windströmungsverhalten in schwierigem Terrain besser erfassen zu können

Kontakt: Hans.Winkelmeier@energiewerkstatt.org

► französische Partner

Unsere französischen Partner entschlossen sich dazu, alle Themen alleine zu bearbeiten und lediglich am Know-how Transfer teilzunehmen.

Kontakt: Emmanuel.Jeanjean@raee.org

Energiewerkstatt Verein
Hans Winkelmeier, Bernhard Geistlinger

1. Einleitung

Ende 2004 waren weltweit 41.000 Megawatt Windkraft installiert, davon etwa drei Viertel in Europa. Mit einer installierten Leistung von 34.000 MW decken die EU-15 Staaten mittlerweile etwa 3% ihres Strombedarfs aus Windkraft. Die Zielsetzungen zur weiteren Entwicklung der Windkraftnutzung in Europa konzentrieren sich vor allem auf den Offshorebereich. Für Länder, die über keine Küstengebiete verfügen, bietet die Nutzung exponierter und windbegünstigter Lagen über 1.200 m Seehöhe eine Möglichkeit zur Intensivierung der Windkraftnutzung. Die hier zu erwartenden technischen Herausforderungen durch komplexes Gelände und extreme klimatische Bedingungen erfordern andere Lösungsansätze als der Offshorebetrieb. Nur zögernd widmen sich die Anlagenhersteller diesen Themen, vor allem deshalb, weil hier noch viel Neuland betreten werden muss.

Die in diesem Bericht durchgeführte Untersuchung der wirtschaftlichen und technischen Voraussetzungen der Windkraftnutzung in alpinen Regionen baut auf der Erhebung und Analyse von bereits vorliegenden Erfahrungen auf und gibt eine Abschätzung der kurz- und mittelfristig zu erwartenden Entwicklungen und Ausbaupotentiale in den entsprechenden Regionen.

Der Untersuchungsraum ist mit den jeweiligen alpinen Teilräumen der untenstehend dargestellten Regionen und Länder definiert: Rhone-Alpes Region in Frankreich, Trentino-Alto-Adige Region in Italien, die Bundesländer Steiermark, Salzburg, Tirol, Vorarlberg in Österreich, Slowenien und die Schweiz.



Abb.1: Übersichtskarte mit den teilnehmenden Regionen und der installierten Windkraftleistung der Länder

2. Erhebung der installierten Windkraftleistung in den Alpen

Die Erhebung der installierten Windkraftleistung wurde auf die alpinen Gebiete der am Projekt Alpine Windharvest teilnehmenden Länder beschränkt. Während Ende des Jahres 2004 die gesamte installierte Windkraftkapazität in Frankreich, der Schweiz, Italien, Österreich und Slowenien 2.126 MW betragen hat, waren davon lediglich 1,5 % in den alpinen Regionen dieser Länder in Betrieb. Insgesamt wurden im Untersuchungsraum 39 Windkraftanlagen mit einer Anlagenleistung zwischen 20 und 1.750 kW und einer Gesamtleistung von 34,2 MW erhoben.

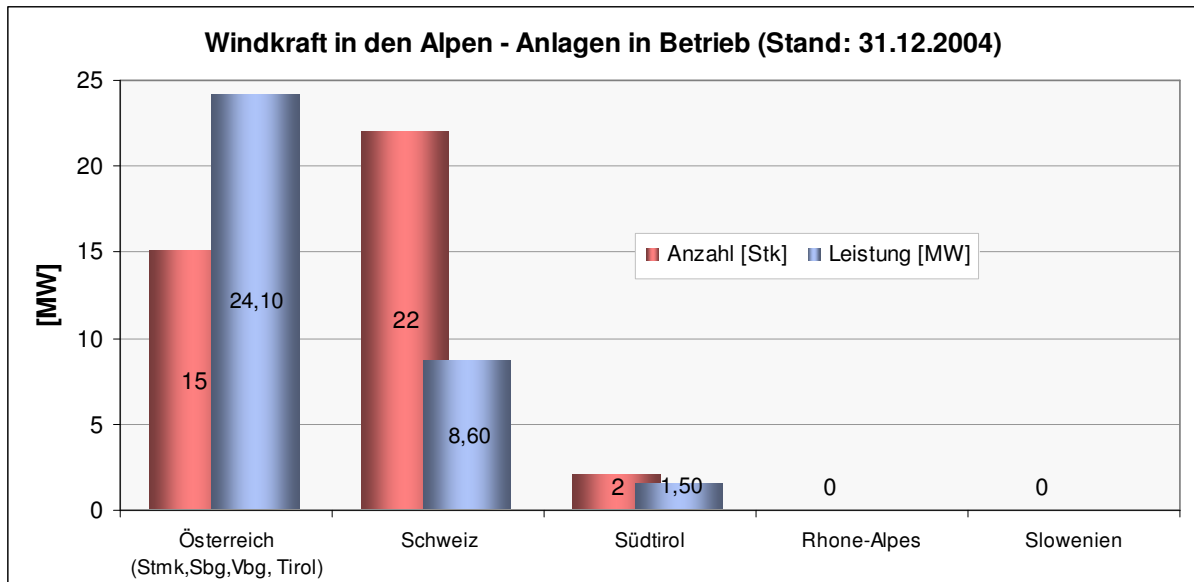


Abb. 2: Anzahl und Leistung der Windkraftanlagen in den Alpen

Österreich (Steiermark, Salzburg, Tirol und Vorarlberg)

In Österreich waren die Bundesländer Vorarlberg, Tirol, Salzburg und Steiermark am Projekt „Alpine Windharvest“ beteiligt. Insgesamt sind in den genannten Bundesländern 15 Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 24,1 MW und einem Jahresarbeitsvermögen von 54,6 GWh in Betrieb. Alle erfassten Anlagen befinden sich in der Steiermark, in den westlichen Bundesländern Vorarlberg, Tirol oder Salzburg ist noch keine Anlage in Betrieb.

Die in der Steiermark in Betrieb befindlichen Anlagen beweisen, dass an alpinen Standorten mit zuverlässiger Anlagentechnik und konsequenter Betreuung und Wartung hervorragend gute Erträge erwirtschaftet werden können. Die hier erwirtschafteten spezifischen Energieerträge von mehr als 1.000 kWh/m²/Jahr sind vergleichbar mit Erträgen, wie sie an der Nordseeküste erzielt werden.

Die positiven Erfahrungen mit dem Betrieb des weltweit höchst gelegenen Windpark Oberzeiring bestätigen die gute Nutzbarkeit alpiner Standorte, geben aber auch Aufschluss über die enormen Anstrengungen die für Wartung und Betrieb der Anlagen im Winter erforderlich sind. Planung und Errichtung des Windparks wurden über ein Forschungsprojekt im 5. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission und der österreichischen Kommunalkredit AG begleitet. Die Erfahrungen mit dem Bau und Betrieb der Anlagen sind in Forschungsberichten dokumentiert und über die Homepage des Betreibers abrufbar (www.tauernwind.com).

Schweiz

In der Schweiz waren Ende 2004 insgesamt 22 Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von 8,6 MW in Betrieb. Es handelt sich dabei fast ausschließlich um Einzelanlagen. Der einzige Windpark der Schweiz liegt auf dem Mt. Crosin in 1.250 m Seehöhe und besteht aus 8 Windkraftanlagen.

Die meisten Windkraftanlagen der Schweiz befinden sich in den Alpen und im Jura in Seehöhen von mehr als 1.200 m. Bemerkenswert an der Gliederung der Anlagenübersicht ist die große Anzahl der Anlagen mit relativ kleiner Leistung. Diese Entwicklung dürfte darin begründet sein, dass es sich in vielen Fällen um Anlagen älterer Baujahre handelt, die bereits vor mehr als 10 Jahren errichtet wurden. In manchen Fällen war die Anlagengröße auch durch die schwere Erreichbarkeit der Standorte für Transport- und Baufahrzeuge vorgegeben.

Slowenien

Slowenien hat derzeit noch keine größere netzgekoppelte Windkraftanlage im Einsatz. Eine einzige, jedoch nicht netzgekoppelte Windkraftanlage, befindet sich bei der Berghütte Krederica unter dem Triglav auf 2554 Metern Seehöhe in Betrieb. Sie liefert in diesem Land die ersten Erfahrungen mit dem Betrieb von Windkraftanlagen in komplexem Gelände und unter extremen klimatischen Bedingungen.

Italien (Südtirol)

Während Ende 2004 auf dem gesamten Staatsgebiet von Italien bereits 1.025 MW Windkraft installiert waren, konnten in der nördlichsten Provinz Südtirol (Trentino-Alto Adige) lediglich zwei netzgekoppelte Windkraftanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 1,5 MW verzeichnet werden.

Die größere der beiden Anlagen befindet sich auf der Malser Heide im Vinschgau in einer Seehöhe von 1.450 m und hat eine Nennleistung von 1.200 kW. Die zweite Windkraftanlage befindet sich in der Gemeinde Sand in Taufers, etwa 15 km nördlich von Bruneck. Die Anlage hat einen Rotordurchmesser von 30 m und eine Nennleistung von 300 kW. Sie wurde im Herbst 2004 errichtet und hat eine am selben Standort 8 Jahre in Betrieb befindliche Windkraftanlage mit 80 kW Nennleistung ersetzt.

Neben diesen beiden Anlagen befindet sich eine Reihe kleinerer, nicht netzgekoppelter Anlagen im alpinen Bereich zur Versorgung von Berghütten oder Höfen in Betrieb.

Frankreich (Rhone Alpes)

Frankreich konnte im Jahr 2004 einen Zuwachs an installierter Windkraftleistung von 138 MW verzeichnen und verfügt derzeit über 386 MW Windleistung. Der sprunghafte Anstieg der installierten Windkraftleistung in den letzten beiden Jahren ist in der Schaffung eines neuen Einspeisegesetzes begründet, das den Planern und Investoren ausreichende Investitionssicherheit bietet. Die am Projekt Alpine Wind Harvest teilnehmende Region Rhone Alpes konnte ebenfalls einen beträchtlichen Zuwachs verzeichnen, Ende 2004 waren hier 37 Turbinen mit einer Leistung von 27,65 MW installiert. Allerdings wurde bisher noch keine einzige Windkraftanlage in den französischen Alpen errichtet.

3. Projektierte Anlagen in der Alpenregion

Umfrage unter Betreibern und Planern

Zur Abschätzung der Entwicklung der Windenergienutzung bis zum Jahr 2010 in den Alpen (Rhone-Alpes in Frankreich, Trentino-Alto Adige in Italien, Slowenien, Schweiz, sowie Steiermark, Salzburg, Vorarlberg und Tirol in Österreich) wurde eine Umfrage bei Planern und Betreibern durchgeführt. Die betreffenden Unternehmen und Privatpersonen wurden nach der Lage der geplanten Projekte, der Seehöhe, der Anzahl der geplanten Anlagen und der vorgesehenen, installierten Leistung befragt.

Die in Planung befindlichen Projekte wurden entsprechend dem Planungsfortschritt gegliedert in:

Phase I: Genehmigungsplanung (Projekt bereits genehmigt oder im laufenden Genehmigungsprozess)

Phase II: Entwurfsplanung (Projektkonzept und Windmessung abgeschlossen)

Phase III: Projektidee (Vorentwurfsphase, Windmessung und Ertragsberechnungen noch offen)

Nachdem sich in der Schweiz (Jura), in Frankreich (Ardèche) und in Slowenien (Karsthochland) auch eine Reihe von Standorten außerhalb des Alpenbogens in voralpinen Gebirgsregionen befindet, wurden in der Auflistung der geplanten Projekte auch diese Gebirgslagen berücksichtigt. Die Umfrage hat ergeben, dass sich in den Alpen und den definierten voralpinen Regionen etwa **126 MW** Windkraftleistung in der Phase der Genehmigungsplanung befinden und etwa **380 MW** in der Entwurfs- bzw. Vorentwurfsphase stehen.

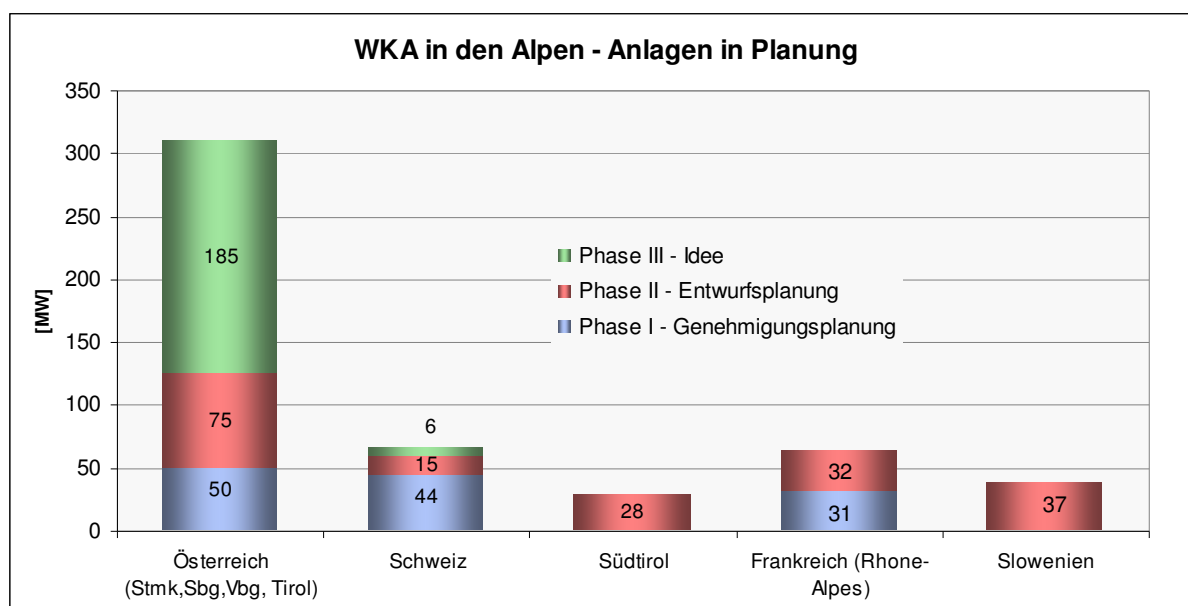


Abb. 3: Geplante Projekte in den alpinen Zonen des Untersuchungsraumes

4. Erfahrungen mit dem Betrieb von Windkraftanlagen an alpinen Standorten

Bisher liegen noch ungenügend Erfahrungen mit dem Betrieb von Windkraftanlagen an alpinen Standorten mit komplexen Geländestrukturen und extremen klimatischen Bedingungen vor. Betreiber und Planer müssen ihre Projekte mit teilweise unzulänglichen Informationen und Planungsgrundlagen entwickeln und auch Behörden stehen im Genehmigungsprozess oft vor ungeklärten Fragen.

Es wurden daher die Betreiber der wenigen bestehenden Windkraftanlagen in den Alpen bezüglich ihrer Erfahrungen befragt um eine Grundlage zur Abschätzung der offenen Fragen und Probleme zu erhalten. Die Betreiberumfrage wurde in Form eines Fragebogens durchgeführt. Der Fragebogen umfasste insgesamt 31 Fragen und wurde an alle bekannten Windkraftanlagenbetreiber und Planer im Alpenraum versendet. Die Erhebung und Interpretation der Daten und Informationen wurde durch begleitende Telefonate ergänzt.

Der Fragebogen wurde in folgende Themenkreise gegliedert:

- Transport und Montage der Windkraftanlagen
- Netzanbindung
- Modifikationen der Anlagentechnik
- Betriebserfahrungen
- Zukunftsvisionen

Die Fragen wurden praxisnah und möglichst leicht verständlich gestaltet. Insgesamt wurden 23 Fragebögen an Betreiber von Windkraftanlagen in den Alpen versendet. Die Rücklaufquote lag mit 13 beantworteten Fragebögen bei 57%. Insgesamt konnten die Betriebsergebnisse von 32 Windkraftanlagen mit einer Leistung von 33,4 MW ausgewertet werden.

Ergebnisse der Betreiberumfrage

Von den 32 Windkraftanlagen die sich an den 13 untersuchten Standorten in Betrieb befinden, haben 3 Anlagen eine Leistung von kleiner als 10 kW, 2 Anlagen zwischen 11 und 100 kW und 27 Anlagen eine Leistung von mehr als 100 kW. Die durchschnittliche Anlagengröße beträgt 1.045 kW.

Nachdem die meisten Erfahrungen mit dem Betrieb von Windkraftanlagen in den Alpen an Standorten in der Schweiz und in Österreich vorliegen, konnten hier auch die fundiertesten Auskünfte über die Probleme mit der Errichtung und dem Betrieb von Windkraftanlagen in komplexem Gelände und unter dem Einfluss von extremen klimatischen Bedingungen erhoben werden.



Abb.4: Transport eines Turmsegmentes auf den Gütsch (CH)



Abb. 5: Transport einer Maschinengondel bei 18% Steigung in Oberzeiring (A)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Transport und Montage von Windkraftanlagen an Standorten in den Alpen zwar eine enorme Herausforderung an Planer, Hersteller und Betreiber darstellen, jedoch mit den derzeit zur Verfügung stehenden Fahrzeugen und Geräten bewältigt werden können. In den meisten Fällen ist der Ausbau von Kehren und Böschungen und der Einsatz von eigenen Fahrzeugen für den Bergtransport erforderlich. Die für diese Maßnahme erforderlichen Kosten können je nach Länge der Zufahrt mit etwa 3 bis 5 % der Gesamtprojektkosten angesetzt werden. Für die Zwischenlagerung und die Umladung der Bauteile von den Straßenfahrzeugen auf geeignete Bergtransportfahrzeuge muss bei größeren Projekten die Errichtung oder Anmietung von befestigten Lagerflächen im Tal vorgesehen werden. Eine Reduzierung der erforderlichen Ausbaumaßnahmen an den Zufahrtswegen kann durch die Anpassung der Anlagenbauteile an die örtlichen Gegebenheiten erreicht werden, indem z.B. kürzere Turmsegmente eingesetzt oder die Maschinenhäuser in Einzelelementen angeliefert werden.

Auch die Stromableitung stellt im Vergleich zu Standorten im Flachland keine unüberwindbare Hürde dar. Die Mehrkosten entstehen hier weniger wegen der erforderlichen Leitungslängen als durch den erschwerten Grabungsaufwand in steilem und felsigem Gelände

Ein größeres Problem stellt hingegen die Anpassung der Anlagentechnik an die spezifischen klimatischen Voraussetzungen an alpinen Standorten dar. Die derzeit lieferbaren Serienanlagen sind nur bedingt für den Einsatz an alpinen Standorten geeignet und es wurden bisher meist herkömmliche Binnenlandanlagen mit minimalen Modifikationen eingesetzt.

Bezüglich der Auslegung der Windkraftanlagen auf die zu erwartenden Lasten aus Wind, Eis und Schnee besteht kein Handlungsbedarf, da alle Anbieter in ihrer Produktpalette auch Windkraftanlagen für Starkwindzonen (IEC Class I oder DIBT Zone 3) anbieten und diese Anlagen auch für Standorte in den Alpen geeignet sind.

Die beiden wesentlichen Themenkreise bei denen Handlungsbedarf besteht, sind der Betrieb unter sehr tiefen Temperaturen und die mögliche Eisbildung an den Rotorblättern. Serienanlagen sind derzeit auf einen Betrieb bis Minus 20 Grad Celsius ausgelegt, bei tieferen Temperaturen müssen die Anlagen abgeschaltet werden. An alpinen Standorten treten häufig derartige Betriebszustände auf, sodass eine Beheizung von einzelnen Maschinenteilen (z.B. Getriebe oder Hydraulik) oder des gesamten Maschinenhauses erforderlich ist. Bei den bestehenden Anlagen wurde dieses Problem allerdings kaum thematisiert und nur an einem Anlagentyp (VESTAS V 66) werden Maßnahmen zur Beheizung des Maschinenhauses gesetzt.

Das Problem der Eisbildung an der Windkraftanlage, den Rotorblättern und den Steuerungssensoren ist den Betreibern ein wichtiges Anliegen. Bei den meisten Projekten werden bereits beheizbare Windsensoren zur Anlagensteuerung eingesetzt, Eisdetektoren für die Abschaltung der Windkraftanlagen bei Eisansatz an den Rotorblättern hingegen nur an einem Projektstandort. Die Beheizung der

Rotorblätter werden an drei Standorten praktiziert, allerdings mit einem Heizsystem, das nicht für den automatischen Betrieb geeignet ist und nur bei Temperaturen bis minus 5 Grad Celsius eingesetzt werden kann. An zwei Standorten wurden spezielle Rotorblattbeschichtungen getestet, die eine Eisbildung an den Rotorblättern verhindern sollten. Über diese Versuche liegen keine Ergebnisse vor, nachdem der Lösungsansatz jedoch nicht weiter verfolgt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass die Erwartungen nicht erfüllt wurden.

Die Gefahren des Betriebs der Windkraftanlagen bei Eisansatz an den Rotorblättern sind den meisten Betreibern nicht bewusst. Es werden kaum Maßnahmen gesetzt, die gegen die Gefahr von Eiswurf warnen und die Abschaltung der Turbinen aus Sicherheitsgründen wird nur von einem Betreiber praktiziert. Auch die Hersteller haben sich in der Frage der Betriebssicherheit der Anlagen bei Gefahr von Eiswurf bisher zu wenig eingebracht. Es gibt kaum Lösungsansätze zur Beheizung der Rotorblätter und die erforderlichen Sensoren zur Steuerung der Anlagen funktionieren derzeit noch wenig zuverlässig. Hingegen wird seitens der Behörden Druck in Richtung eines sicheren und zuverlässigen Betriebs bei Gefahr von Eisansatz gemacht.

Service und Wartung der Turbinen gestalten sich im Winter sehr schwierig und es werden sehr große Anforderungen an das Betriebspersonal gestellt. Hier haben die meisten Betreiber unterschiedliche Ideen und Lösungsansätze umgesetzt.



Abb. 6: Schneefräse in Oberzeiring



Abb. 7: Mühlenwart im Einsatz (Oberzeiring, A)

WP 06 Meteorologische Messungen

Georg Mayr
Universität Innsbruck
Institut für Meteorologie und Geophysik
Innrain 52
6020 Innsbruck
georg.mayr@uibk.ac.at

Berichte verfügbar unter
<http://meteo9.uibk.ac.at/windharvest>

1. Ziele

WP6 strebte danach existierende und neue Windmessungen in den sieben teilnehmenden alpinen Regionen und im gesamten Alpengebiet zu bekommen. Aus diesen Daten und einer Sammlung von existierenden Windpotentialkarten soll eine Liste der vielversprechendsten Standorte für den Einsatz von Windkraft zusammengestellt werden, und der Eingabedatenbestand WP7 zur Erstellung einer Windenergiepotentialkarte der gesamten alpinen Regionen übergeben werden.

1.2 Durchzuführende Arbeiten

Somit hat WP6 5 Arbeiten durchzuführen:

- Sammlung von existierenden Messungen
- neue Messungen
- Liste der vielversprechenden Standorte
- Wind(potential)karten
- Web-Präsentation der gesammelten Daten

2. Sammlung von existierenden Messungen

Existierende Messungen in den Partnerregionen von Alpine Windharvest wurden zum Teil gesammelt und WP7 zur Verfügung gestellt, um die alpine Windkarte zu erzeugen. Mehr als 600 Stationen wurden für diese Karte verwendet.

Für zwei dieser Regionen (Südtirol und Tirol) wurden alle Windstationen erfasst. Ihr Windenergiepotential wurde in einer Diplomarbeit evaluiert (Draxl, 2004). Ein Ergebnis war, dass Standorte, die von meteorologischem Interesse sind und dennoch potentiell zugänglich sind (d.h. nicht auf den höchsten und steilsten Bergspitzen), alle innerhalb von topographischen Furchen liegen, die es der Luft erlauben von einer Seite der Alpen zur anderen zu strömen. Diese Furchen erhöhen, verglichen mit Standorten in gleicher Höhe über flachem Terrain, oft die Windgeschwindigkeit wesentlich.

3. Neue Messungen

Alpine Windharvest finanzierte zusätzliche meteorologische Messungen an so genannten „Hotspots“, d.h. vielversprechenden Standorten (Tabelle 1). Ein Planungsziel war es, die Messungen über die teilnehmenden Regionen zu verteilen. Zwei Arten von Windmessungen wurden vorgenommen: auf Masten und mit Doppler-Sodar.

Standort	Region	Messtyp
Menina Planina	Slowenien	Mast
Klosteralm	Steiermark	Mast
Aineck	Salzburg	Mast, Sodar
Nößlachjoch	Tirol	Mast
Sattelberg	Südtirol	Mast, Sodar
St. Brais	Schweiz	Mast, Sodar

Tabelle 1

Standorte von “Hotspots”, an denen Alpine Windharvest neue Messungen vorgenommen hat

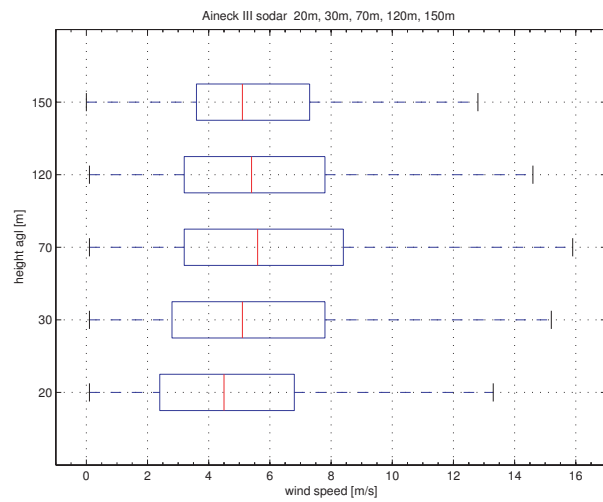
Die Mastenhöhen reichten von 10 bis 50 m, wobei 10 m die häufigste Höhe war. Sodar-Messungen reichten 150 m und somit bis zur Spitze eines typischen Windrades. Mastenmessungen dauerten länger (circa ein Jahr) und wurden verwendet, um die kürzeren (mehrere Wochen) Sodar-Messungen hochzurechnen. Wegen der höheren Kosten konnten Sodar-Messungen nur an drei Standorten durchgeführt werden: in der Region von Salzburg (Aineck), an der Grenze zwischen den Regionen Tirol und Südtirol (Sattelberg), und in der Schweiz (Juragebirge). Die Sodar-Messungen bestätigten die theoretischen Erwartungen, dass das Windprofil über dem Boden nicht den logarithmischen Anstieg mit der Höhe zeigt, der über flachem Terrain gefunden werden kann. Die Messorte waren alle bei Berggipfeln oder auf Spitzen von Bergrücken ohne ausgedehnte steigende Windlauflänge, die ein logarithmisches Profil erzeugen könnte. Die allgemeine Form des vertikalen Querschnitts des horizontalen Winds variiert von Standort zu Standort. Eine Tendenz zu einem Low Level Jet (niedertroposphärische Windmaximum), verursacht durch die Einschnürung des Querschnitts für den Luftstrom, der auf einen Berg stößt, konnte bei vielen Gelegenheiten festgestellt werden (Abbildung 1). Zusätzlich zu den Messungen an Hotspots steuerten Partner von Alpine Windharvest weitere Messungen bei (Tabelle 1).

Standort	Region	Messtyp
Flexenpass	Vorarlberg	Mast
Geigers	Vorarlberg	Mast
Großbeck	Salzburg	Mast
Jaufenkamm	Südtirol	Mast
Ofenauerberg	Salzburg	Mast
Pfeiferköpfl	Salzburg	Mast
Piller Höhe	Tirol	Mast
Plose	Südtirol	Mast
Riedberg	Südtirol	Mast
Speikboden	Südtirol	Mast
Windsfeld	Salzburg	Mast

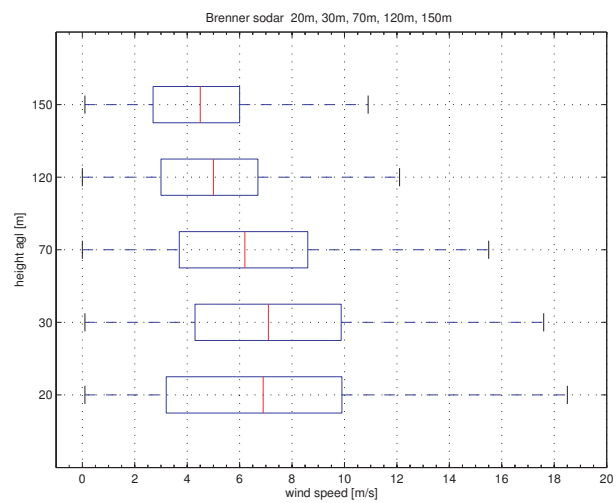
Tabelle 2

Standorte von zusätzlichen Windmessungen außerhalb der Hotspots

a) Aineck III



b) Sätelberg



c) St.Brais

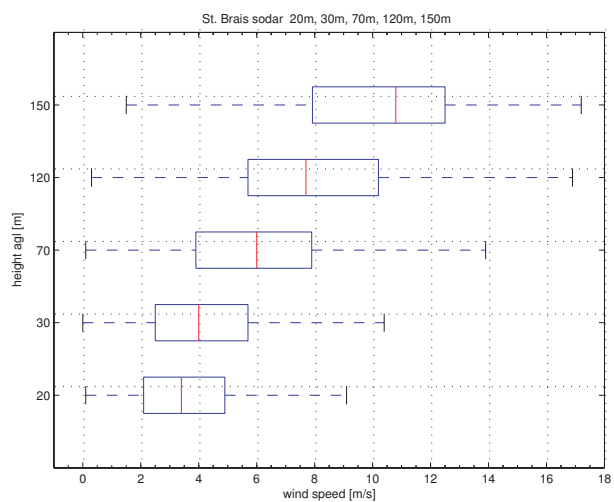


Abbildung 1

Boxdiagramme von vertikalen Querschnitten der horizontalen Windgeschwindigkeit (m/s) an drei Hotspots a) Aineck, b) Sattelberg und c) St. Brais. Die Box erstreckt sich von 25 Perzentil bis 75 Perzentil. Der Median wird durch eine rote Linie angezeigt und Extremwerte durch Whiskers.

4. Liste der vielversprechenden Standorte

Meteorologisch interessante Standorte herausgefiltert in Hinblick auf Erreichbarkeit, sind diejenigen, die ausgewählt wurden, um als Hotspots zu dienen (vgl. Abschnitt über neue Messungen, Tabelle 1).

Weitere Standorte können in topographischen Furchen, die durch die Alpen schneiden, gefunden werden, idealerweise zwischen ihrer Nord- und Südseite (vgl. Abschnitt über die Sammlung von existierenden Messungen).

Eine genauere Selektion kann von der interaktiven Webseite von WP7 „Digitale Relief Analyse“ gemacht werden, die die alpine Windkarte (Alpine Wind Map) enthält.

5. Wind(potential)karten

Karten, die das meteorologische Potential für den Einsatz von Windkraft in den Alpen zeigen, wurden als Sachleistungen für 2 Regionen beigesteuert und für die ganzen Alpen in WP7 mit Daten von WP6 als Input erstellt.

Resultate für das österreichische Bundesland Steiermark stammen von numerischen Simulationen mit einem Raster von 1 km für die Dauer von zwei Jahren 2000-2001 (Abbildung 2). Die Windpotentialkarte für das österreichische Bundesland Vorarlberg wurde dagegen mit einer statistisch-dynamischen Methode erzeugt und umfasst eine längere Zeitreihe von Stationsdaten aus dem meteorologischen Routine-Netzwerk (Abbildung 3).

Die Arbeit innerhalb des Alpine Windharvest Projektes gipfelte in der aller ersten, hochauflösenden meteorologischen Windenergiepotentialkarte für die gesamte alpine Region. Daten von WP6 wurden verwendet und in WP7 mit statistischen Methoden verarbeitet (Abbildung 4). Die Standardabweichung der Analyse an dem Standort von Windmessungen ist 1,5 m/s.

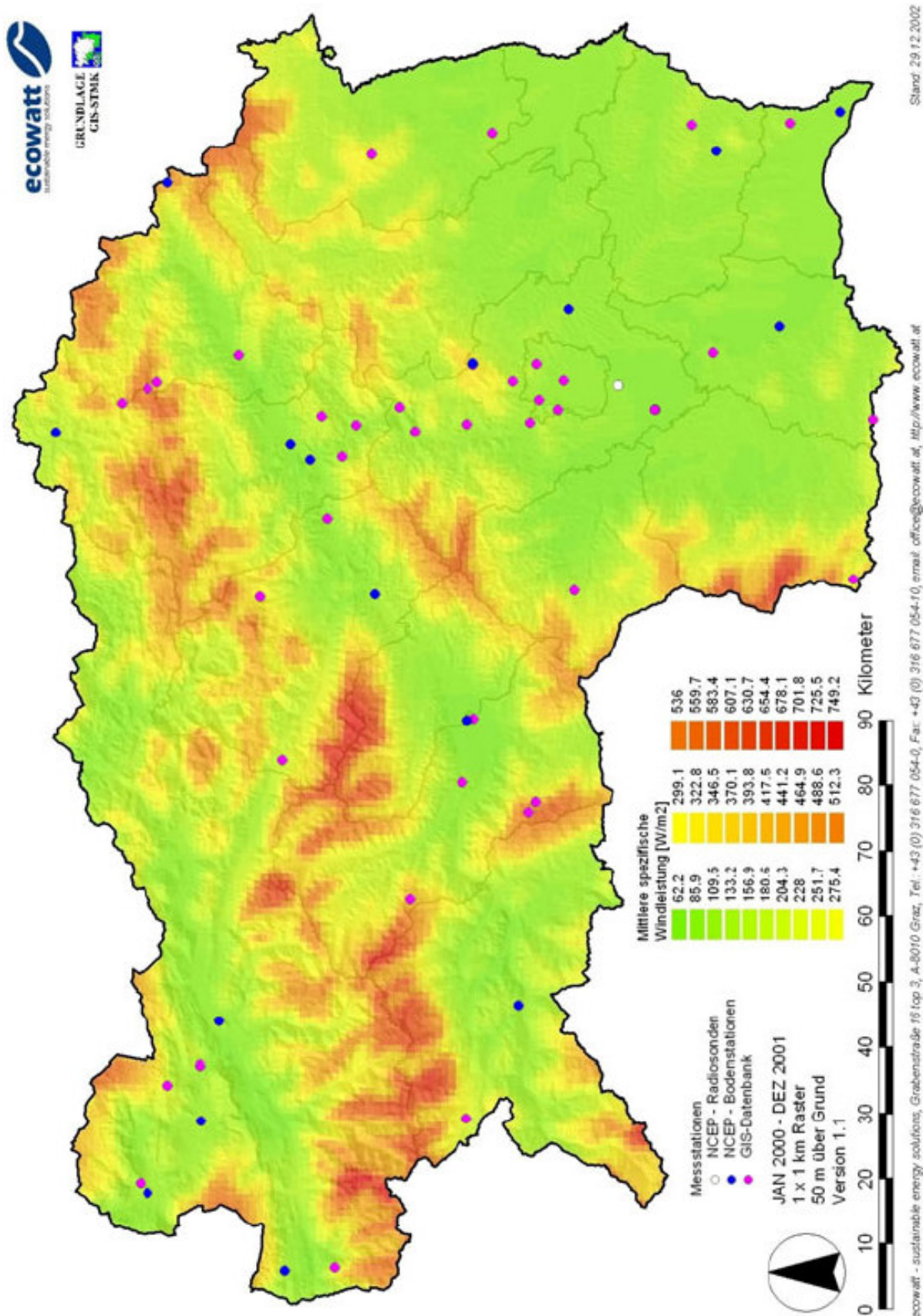


Abbildung 2

Mittlere Windleistung für die Region Steiermark (Österreich) 2000 – 2001 von MM5 numerischen Simulationen mit einem 1 km horizontalen Raster (von Frühwald und Truhetz).

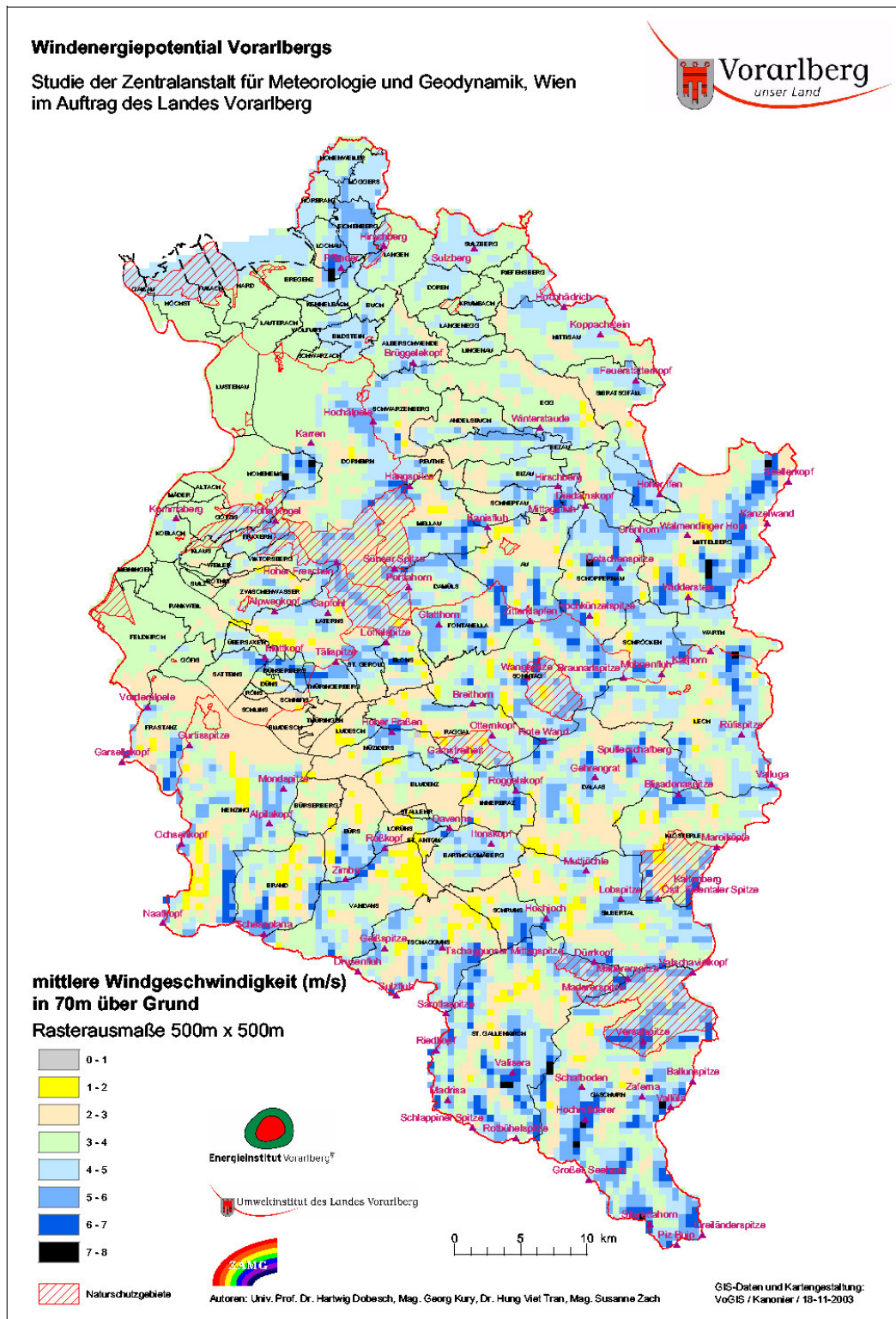


Abbildung 3

Mittlere Windgeschwindigkeit 70 m über Grund für die Region Vorarlberg (Österreich), erzeugt mit einer statistisch-dynamischen Methode auf einem 0,5 km Raster (von Dobesch).

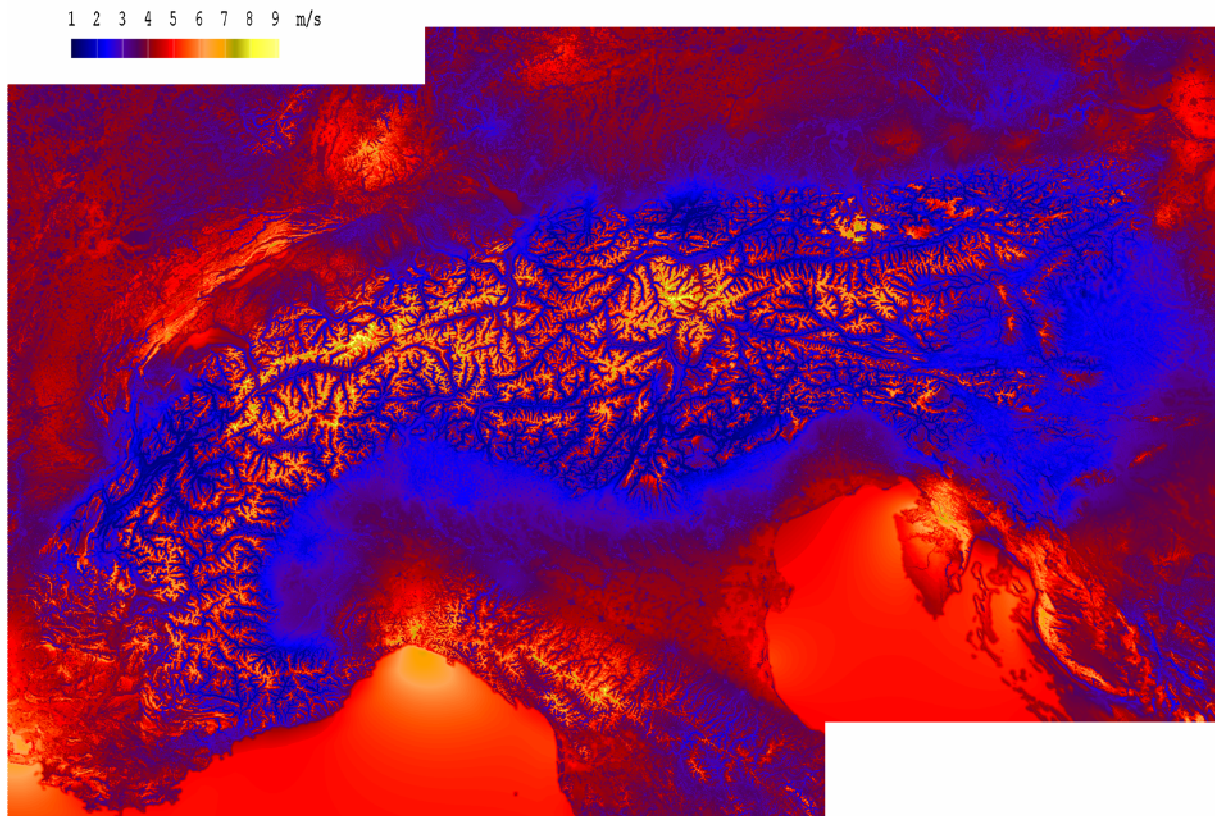


Abbildung 4

Mittlere Windgeschwindigkeit 100 m über Grund für die ganzen Alpen (von Schaffner).

Webseite

Die Resultate vom meteorologischem Arbeitspaket 6 stehen unter <http://meteo9.uibk.ac.at/windharvest> zur Verfügung.

Dort finden sich graphische und tabellarische Überblicke der Messdaten. Ein Beispiel für den Hotspot Klosteralm (Steiermark, Österreich) für den Niederwind Monat August 2004 wird in Abbildung 5 gegeben.

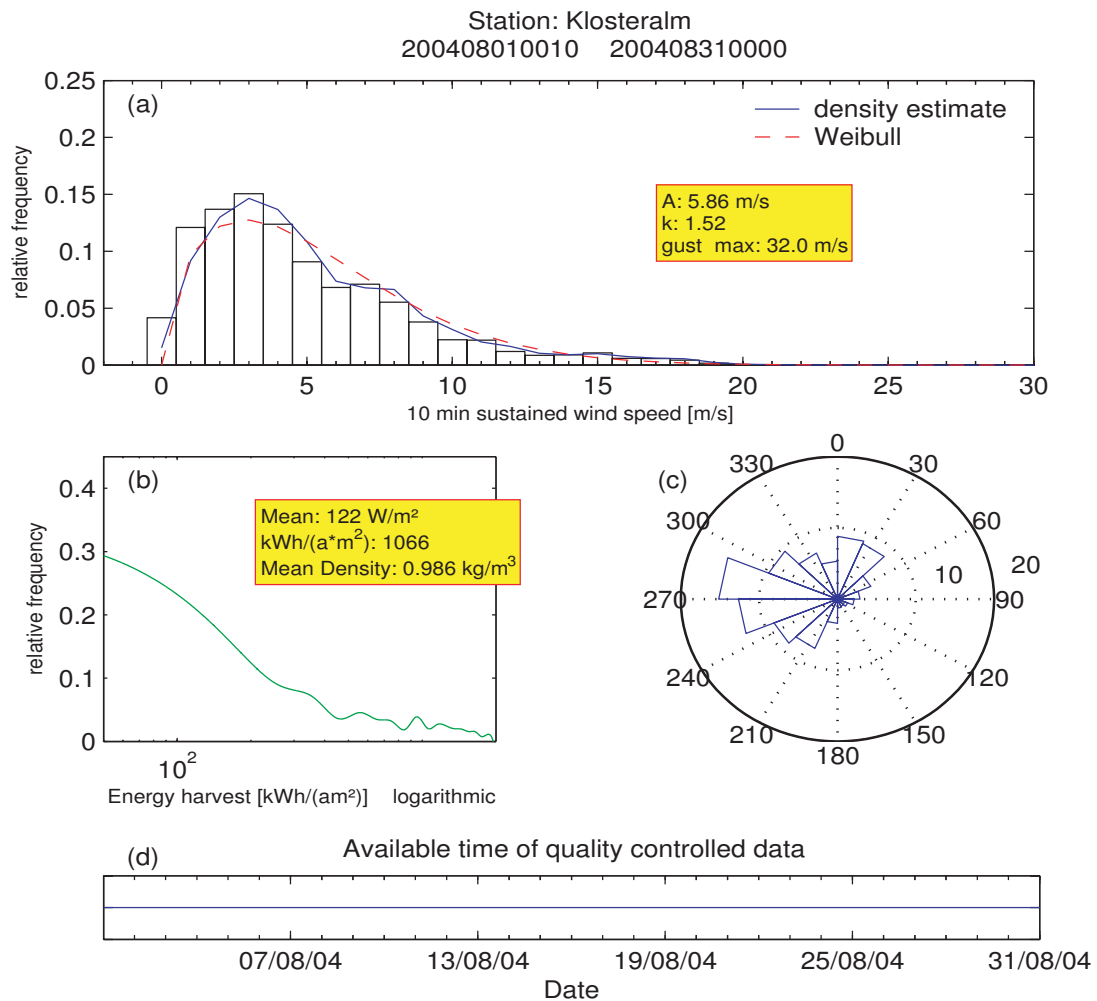


Abbildung 5

Beispiel einer graphischen Übersicht von Winddaten am Hotspot Klosteralm (Steiermark) für August 2004. (a) relative Häufigkeitsverteilung von 10 Minuten mittlerer Windgeschwindigkeit (m/s) mit einer eingepassten (Parameter in gelber Box) Weibull-Verteilung (rot strichliert) und einer empirischen Dichteschätzungseinpassung (durchgehend blau). Die Weibull-Verteilung passt nicht perfekt für dieses relativ kleine (1 Monat) Datenset. (b) Windkraft, die mit einem perfekten Windrad pro Jahr und Quadratmeter des Rotorquerschnitts extrahiert werden kann: relative Häufigkeitsverteilung. Werte in gelber Box geben die Mittelwerte an. Bemerkte sei, dass es eine gebräuchliche, aber irreführende Praxis in der Windenergiegemeinschaft ist, die totale und nicht die maximale extrahierbare Windenergie, die nur 59% der totalen ist (Betz'sche Gesetz), einzuzeichnen. (c) Häufigkeit der Windrichtung (d) Zeitleiste der Daten, die die Qualitätsprozedur bestanden haben (in diesem Fall 100%).

WP 07 Digitale Relief Analyse

Kurzfassung

Edited by:
Beat Schaffner
METEOTEST
Fabrikstrasse 14
3012 Bern
Switzerland
office@meteotest.ch

28 April 2005

Dokumentation und interaktive Karten:
<http://stratus.meteotest.ch/windharvest>

1. Einleitung

1.1 Ziele

Im Interreg IIIB (Alpine Space Program) Projekt "Alpine Windharvest" behandelte das Arbeitspaket "digitale Relief-Analyse" die Besonderheiten der alpinen Topografie und ihre Einflüsse auf Windressourcen und die Nutzung der Windenergie.

Es wurden folgende Ziele verfolgt:

einen Überblick über die Windressourcen im gesamten Alpengebiet ermöglichen

eine Methodik zur regionalen GIS-Analyse zur Bestimmung potenzieller Windkraft-Standorte erarbeiten

anwendungsorientierte Hilfsmittel für die Planung von alpinen Windkraftprojekten entwickeln

Beteiligte Institute und Unternehmen

Suisse Eole, die schweizerische Vereinigung zur Förderung der Windenergie, war Projektpartner und Leiter des Arbeitspakets. Kontaktperson: Reto Rigassi (reto.rigassi@eicher-pauli.ch).

Meteotest, ein privates Unternehmen aus Bern, Schweiz, bietet Dienstleistungen im Bereich Meteorologie, Windenergie und GIS an. Meteotest wurde von Suisse Eole zur Koordination und Ausführung des Arbeitspakets mandatiert. Kontaktperson: Beat Schaffner (schaffner@meteotest.ch).

Ecowatt, ein privates Unternehmen im Bereich erneuerbare Energien aus Graz, Österreich, wurde beauftragt, GIS-Analysen für Österreich und Italien durchzuführen. Kontaktperson: Heimo Truhetz (h.truhetz@ecowatt.at).

Das **Scientific Research Centre of the Slovenian Academy for Sciences and Arts** am Institute of Anthropological and Spatial Studies in Ljubljana, Slowenien wurde beauftragt GIS-Analysen für Slowenien durchzuführen. Kontaktperson: Tomaz Podobnikar (tomaz@zrc-sazu.si).

Zudem profitierte das Arbeitspaket von Sachleistungen der beteiligten Regionen sowie von unverzichtbaren Daten der Projektpartner.

2. Windkarte des Alpenraums

2.1 Hintergrund

Obwohl bereits Windkarten verschiedener Regionen im Alpenraum erstellt wurden, existierten bislang keine detaillierten Windkarten, die den gesamten Alpenraum abdecken. Deshalb wurde entschieden, eine solche Karte zu erstellen. Damit erhalten Behörden, Windenergie-Promotoren sowie alle anderen interessierten Kreise eine konsistente Grundlage, die einen Überblick über die Windverhältnisse im Alpenraum bietet.

2.1 Überblick über Methoden zur mesoskaligen Windkartierung

Es wurde eine Bestandesaufnahme über Möglichkeiten der mesoskaligen Windkartierung erstellt. Es gibt im Allgemeinen zwei Ansätze für Windmodellierungen dieser Grössenordnung.

Numerische Strömungsmodellierung wird meist mit mesoskaligen Strömungsmodellen ausgeführt. Dabei wird die Meteorologie einer vergangenen Periode ausgehend von grossskalig verfügbaren Reanalyse-Daten berechnet. Die resultierenden Windfelder werden zu Klimatologien zusammengefügt. Die Resultate können danach durch mikroskalige Modellierung verfeinert werden.

Der zweite Ansatz basiert auf einer **statistischen Windmodellierung**. An meteorologischen Stationen gemessene Windstatistiken werden mittels statistischer Modelle, die die Topografie berücksichtigen, interpoliert.

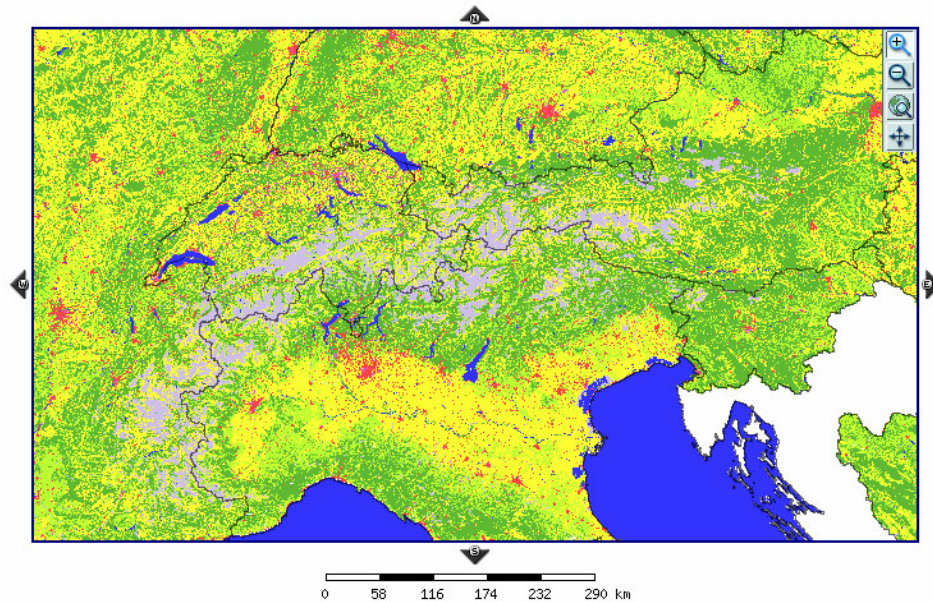
Die beiden Ansätze können kombiniert werden, indem die Resultate einer Strömungsmodellierung mit Beobachtungen gewichtet werden.

2.3 Methodik der Windkarte des Alpenraums

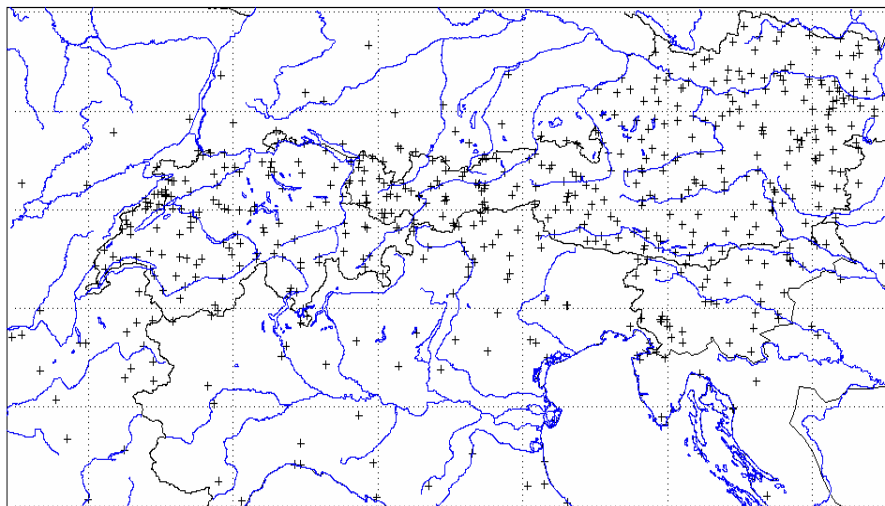
Für die Windkarte des Alpenraums wurde ein statistischer Ansatz, der auf Windmessungen basiert, gewählt. Geländedaten der SRTM¹ wurden auf ein Gitter mit einer horizontalen Auflösung von 250 m interpoliert. Fehler innerhalb der SRTM-Daten wurden mittels lokaler digitaler Höhenmodelle oder Interpolationsalgorithmen behoben. Die Geländerauhigkeit wurde ausgehend vom CORINE²-Datensatz sowie der Schweizer Landnutzungsdaten bestimmt (Abb. 1). Windgeschwindigkeitsdaten von ca. 600 Messstationen (Abb. 2) wurden zusammengetragen und standardisiert. Die Windgeschwindigkeit wurde räumlich sowie in Funktion der Meereshöhe interpoliert. Es erfolgten Korrekturen für Rauigkeit und spezifische Geländeformen.

¹ Shuttle Radar Topography Mission; <http://www.dlr.de/srtm>

² <http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadetails.asp?id=571>



Diese Landnutzungskarte diente als Input für die Modellierung der Windkarte des Alpenraums.



Für die Windkarte des Alpenraums berücksichtigte Windmessungen.

2.4 Resultate

Die resultierenden Windkarten zeigen die mittlere Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen über Grund mit einer Genauigkeit von ± 1.5 m/s (Abb. 3). Sie sind als interaktive Karten im Internet erhältlich³. Die Bestandesaufnahme der Modellierungsmethoden, die angewandte Methode sowie die Resultate wurden dokumentiert⁴. Siehe dazu auch die Abb.4 im vorangegangenen Bericht von WP 6.

³ <http://stratus.meteotest.ch/windharvest>

⁴ Schaffner et al., 2005: Alpine Space Wind Map. Alpine Windharvest Report No. 7-2.

3. GIS-Analysen für Windenergie-Standorte

Hintergrund

Das Ziel war, eine Methodik zu erarbeiten, die mit Hilfe eines Geografischen Informations-Systems (GIS) regional geeignete Standorte für die Nutzung der Windenergie identifizieren kann. Die Methodik sollte effizient sein, indem sie bei einfacher Anwendbarkeit bzw. Anpassung an verschiedene Gebiete im Alpenraum oder anderswo signifikante Resultate liefert.

In der Schweiz wurde 2004 eine umfassende Studie zur Bestimmung der prioritären Standorte für die Nutzung der Windenergie erstellt⁵. Die GIS-Methodik, die im Rahmen der Studie angewendet wurde, wurde im Rahmen von Alpine Windharvest als allgemein anwendbare Methodik angepasst.

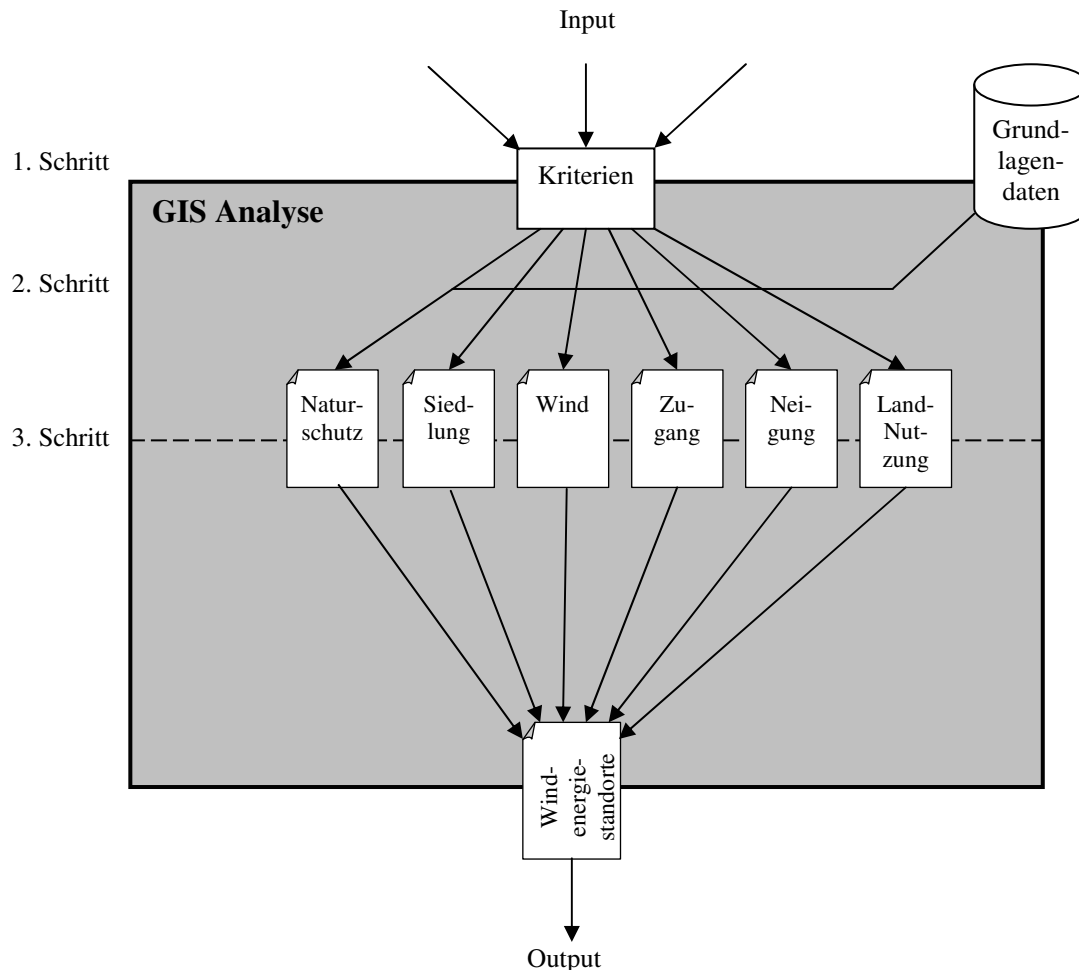
Vorgehen

Die Methodik besteht hauptsächlich aus den folgenden drei Schritten (Abb. 4):

1. Limitierende Faktoren für die Nutzung der Windenergie im betrachteten Gebiet bestimmen. Für jeden Faktor eindeutige Kriterien bestimmen, die aussagen, welche Standorte für die Nutzung der Windenergie nicht geeignet sind.
2. Für jeden limitierenden Faktor einen GIS-Layer erstellen. Jeder dieser Zwischenlayer zeigt die für die Windenergie ungeeigneten Gebiete gemäss entsprechenden Kriterien.
3. Zusammenfügen der Layers zu einem Resultat-Layer. Im Resultat-Layer erscheinen alle Standorte, die in keinem der Zwischenlayer als ungeeignet bestimmt wurden, als geeignet für die Nutzung der Windenergie.

Die Analyse kann je nach Charakteristiken der betrachteten Region und je nach Zielsetzung abgestimmt werden. Es können optimistische bzw. pessimistische Szenarien analysiert werden. So lange die Kriterien in einem realistischen Rahmen bleiben und das Vorgehen gut dokumentiert wird, kann die Analyse wesentlich zur Entscheidungsfindung bei der Evaluierung von Windenergie-Standorten beitragen.

⁵ BFE, BUWAL, ARE, 2004: Konzept Windenergie Schweiz – Methode der Modellierung geeigneter Windpark-Standorte

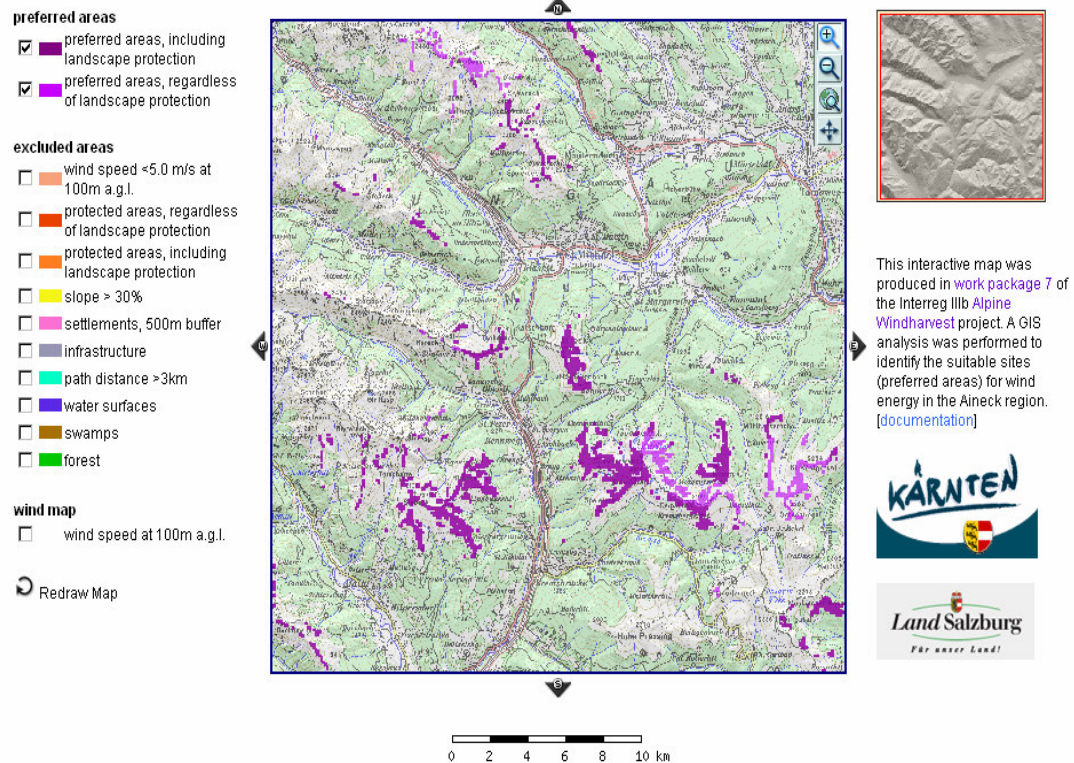


Allgemeines Vorgehen GIS-Analyse zur Bestimmung von geeigneten Windkraft-Standorten.

Fallstudien und Resultate

Die GIS-Analyse-Methodik wurde für vier Test-Gebiete in Österreich, Italien, Slowenien und der Schweiz angewendet. Die Resultate sind in separaten Berichten dokumentiert und auf dem Internet⁶ als interaktive Karten verfügbar (Abb. 5).

⁶ <http://stratus.meteotest.ch/windharvest>



Resultat der GIS-Analyse für Aineck, Salzburg, Österreich (Ausschnitt der interaktiven Karte auf <http://stratus.meteotest.ch/windharvest>). Die für die Nutzung der Windenergie bevorzugten Gebiete sind violett dargestellt. Die hellvioletten Gebiete liegen innerhalb von Landschaftsschutzgebieten.

Validierung und Fazit

Es zeigte sich, dass die erarbeitete Methode effizient ist: Die Implementierung ist relativ einfach und die Resultate sind signifikant. Die identifizierten Gebiete stimmen generell sehr gut mit Standorten überein, von denen bekannt ist, dass sie für die Nutzung der Windenergie geeignet sind, während ungeeignete Gebiete eliminiert wurden. In den Fallstudien wurden die Ausschlusskriterien nach bestem Wissen der beteiligten Institute festgelegt. Für aussagekräftigere Resultate, die z.B. als Grundlage für ein regionales oder nationales Windenergiekonzept dienen könnten, ist es allerdings unumgänglich, dass die Ausschlusskriterien in einem sozio-politischen Prozess definiert werden.

4. CFD Windmodellierung

Hintergrund

Neben den Schwierigkeiten für Messungen, die von den rauen meteorologischen Bedingungen verursacht werden, ist die Modellierung der Windverhältnisse eine der grössten Herausforderungen im alpinen Gelände. Windmodellierung ist ein wesentlicher Schritt im Verlauf eines Windenergie-Projekts. Detaillierte Kenntnisse der lokalen Windressourcen sind Voraussetzung, um das Windpark-Layout (Turbinentypen, Positionen, Nabenhöhen) zu optimieren und die Stromproduktion zu maximieren. Modellresultate werden auch benötigt, um die Stromproduktion und die Parkverluste zu berechnen (d.h. Verluste der Produktion verursacht durch die gegenseitige Abschattung von Windkraftanlagen). Beides sind Grundlagen für die finanzielle Planung eines Windenergieprojekts sind.

In flachem oder leicht hügeligem Gelände ist es möglich mit den herkömmlichen Windenergie-Modellen wie WASP⁷ zuverlässige Resultate zu erlangen. Im komplexen, alpinen Gelände hingegen sind diese Hilfsmittel jedoch untauglich. Deshalb sind komplexere Modellierungstechniken gefragt, wie z.B. Computational Fluid Dynamics (CFD). Bis vor einigen Jahren waren nur Grossrechner in der Lage die benötigten Berechnungen auszuführen. Heute verfügen aber auch PCs über die benötigte Rechenleistung. Mit der PC-Software WindSim⁸, das spezifisch für die Bedürfnisse der Windenergie entwickelt wurde, ist heute ein Interface zur CFD-Modellierung auf dem Markt erhältlich.

Fallstudien

CFD-Windmodellierungen mit WindSim wurden in 4 Gebieten für 7 "Hotspots" in Österreich, Italien, Slowenien und der Schweiz durchgeführt, um Erfahrungen mit CFD-Modellierung in komplexem Gelände zu sammeln, Modellresultate zu validieren und laufende Windenergieprojekte an den erwähnten Hotspots zu fördern. Abbildung 6 zeigt das Beispiel einer Windressourcenkarte am Brennerpass in Österreich, die mit WindSim modelliert wurde.

Validierung und Fazit

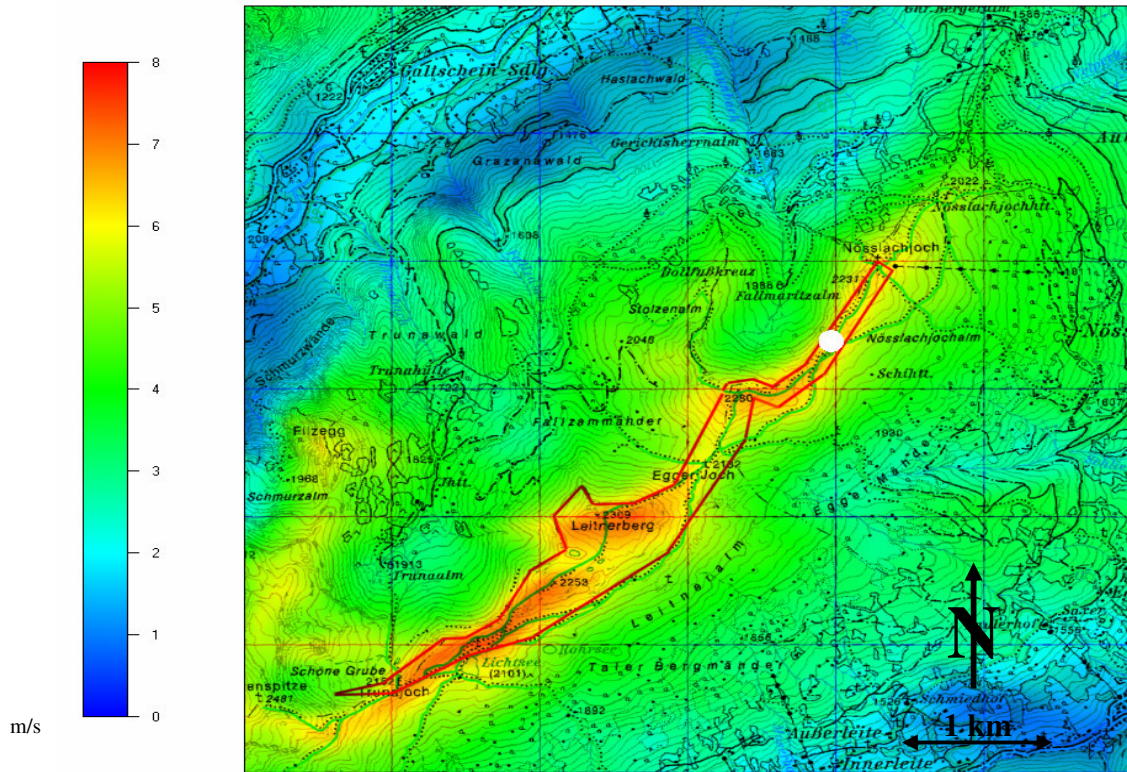
Um die Modellresultate zu validieren, wurden einerseits modellierte Wind-Klimatologien mit gemessenen Klimatologien verglichen und andererseits modellierte vertikale Profile der Windgeschwindigkeit mit mittels SODAR gemessenen Profilen verglichen (Abb. 7). Es zeigte sich, dass mit WindSim eine CFD-Modellierungsmethode verfügbar ist, die die Anforderungen des komplexen alpinen Geländes erfüllen kann, im Gegenteil zu WASP oder ähnlichen diagnostischen Modellen.

Diskrepanzen zwischen Modellresultaten und Messungen konnten vor allem der Diskretisierung des Geländes (wie sie Modellen inhärent ist), sowie ungenügender Repräsentation von Hindernissen wie Wald und Hecken, zugeschrieben werden (Abb. 8).

⁷ <http://www.wasp.com>

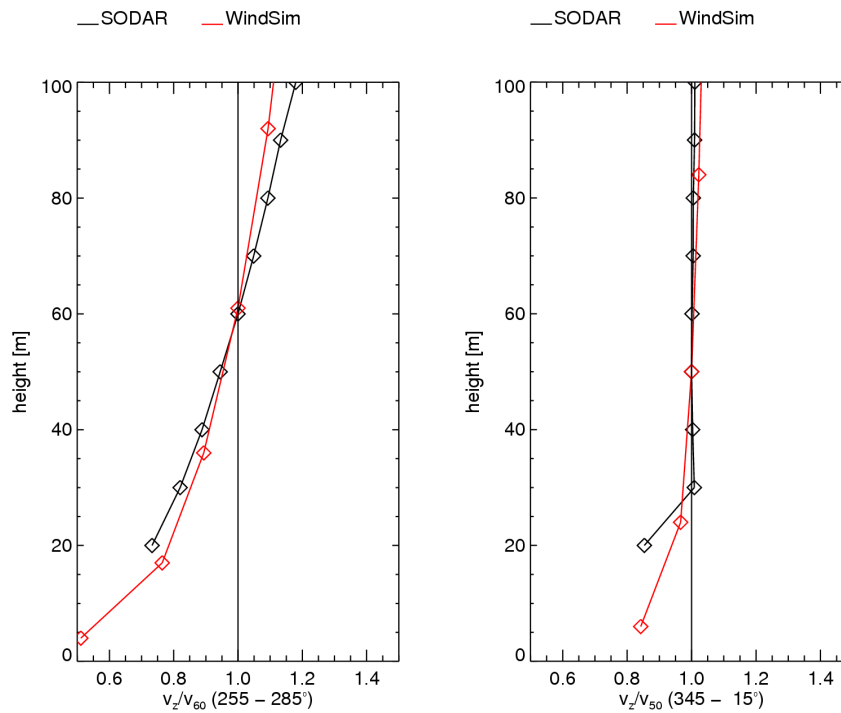
⁸ <http://www.windsim.com>

Wie andere Modelle dieses Typs, ist WindSim vor allem dazu geeignet, Messungen genügend hoher Messmasten auf Nabenhöhe ins umgebende, gleichartige Gelände zu extrapolieren. Qualitativ hochwertige Messungen in mindestens 30 m Höhe innerhalb des modellierten Perimeters sowie detaillierte digitale Höhenmodelle sind essentielle Inputdaten. Validierungen, Schlussfolgerungen und Empfehlungen wurden dokumentiert⁹.

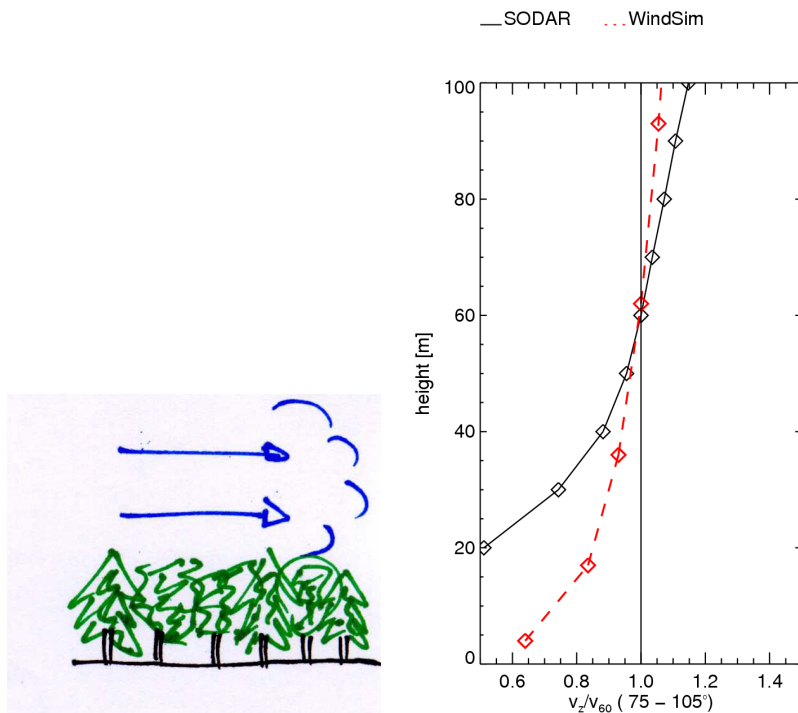


Windressourcen in 50 m über Grund für Nösslachjoch, Brenner, Österreich. Der Kreis zeigt den Standort der Windklimatologie. Die rote Linie markiert den Windenergie-Perimeter. Hintergrundkarte 1:50'000.

⁹ Schaffner et al, 2005: CFD Modeling Evaluation. Alpine Windharvest Report No. 7-7.



Vergleich gemessener (SODAR, schwarz) und modellierter (WindSim, rot) vertikaler Profile der Windgeschwindigkeit in St. Brais, Schweiz (links) und Sattelberg, Österreich (rechts).



Vergleich gemessener (SODAR, schwarz) und modellierter (WindSim, rot) vertikaler Profile der Windgeschwindigkeit in Peuchapatte, Schweiz. Unterschiede werden durch ungenügende Repräsentation des Waldes im Model verursacht.

5. Dokumentation

Die folgenden Berichte dokumentieren die Aktivitäten und Resultate des Arbeitspakets:

Alpine Windharvest Report No. 7-2

Alpine Space Wind Map

Modeling approach

B. Schaffner, J. Remund, Meteotest

Alpine Windharvest Report No. 7-3

GIS Analyses Methodology

Workbook and results

F. Dällenbach, B. Schaffner, Meteotest

Alpine Windharvest Report No. 7-4

GIS analyses 'Aineck' and 'Brenner', Austria and Italy

Documentation of GIS concepts, methods and results

M. Ehrenreich, O. Frühwald, H. Prassl, H. Truhetz, ecowatt

Alpine Windharvest Report No. 7-5

GIS analyses 'Franches Montagnes', Switzerland

Documentation of GIS concepts, methods and results

F. Dällenbach, B. Schaffner, Meteotest

Alpine Windharvest Report No. 7-6

GIS analyses 'Menina planina', Slovenia

Documentation of GIS concepts, methods and results

T. Podobnikar, K. Zaksek, Scientific Research Centre of Slovenian Academy for Sciences and Arts

Alpine Windharvest Report No. 7-7

CFD Modeling Evaluation

Summary of WindSim CFD modeling procedure and validation

B. Schaffner, R. Cattin, Meteotest

Alpine Windharvest Report No. 7-8

CFD Modeling 'Lungnau', Austria

Documentation of modeling procedure, results and validation

B. Schaffner, R. Cattin, Meteotest

Alpine Windharvest Report No. 7-9

CFD Modeling 'Brenner', Austria and Italy

Documentation of modeling procedure, results and validation

B. Schaffner, R. Cattin, Meteotest

Alpine Windharvest Report No. 7-10

CFD Modeling 'Franches Montagnes', Switzerland

Documentation of modeling procedure, results and validation

B. Schaffner, R. Cattin, Meteotest

Alpine Windharvest Report No. 7-11

CFD Modeling 'Menina planina', Slovenia

Documentation of modeling procedure, results and validation

B. Schaffner, R. Cattin, Meteotest

Dokumentationen und interaktive Karten sind verfügbar unter:

<http://stratus.meteotest.ch/windharvest>

zusammenfassender Bericht

Projektverantwortlicher:

Dr. Kurt Kusstatscher
Büro Trifolium
Dominikanerplatz 35, 39100 Bozen, Italien

Bericht und GIS:

Dr. Kathrin Kofler
Büro Trifolium
Dominikanerplatz 35, 39100 Bozen, Italien

Autor Geräuschemission:

p.i. Paul Gänsbacher
Amt für Umweltverträglichkeitsprüfung
Amba-Alagi-Str. 35, 39100 Bozen, Italien

März 2005

Büro Trifolium
Dominikanerplatz 35, 39100 Bozen, Italien
Tel: 0039 0471 980920
Email: info@trifolium.net



1 Einleitung

1.1 Landschaftsbild und Landschaftsästhetik: Begriffsdefinitionen

Landschaften haben potenziell eine Reihe von natürlichen, ästhetischen, historischen, gesellschaftlichen und einheimischen Werten. Die Komplexität des Begriffes und die Vielzahl der Einstellungen führt auch zu zahlreichen Definitionen. In dieser Studie wird der Begriff Landschaftsästhetik verwendet für alle Empfindungen, die mit der Wahrnehmung der Landschaft in Beziehung stehen.

Es ist bekannt, dass Landschaftsästhetik schwer zu definieren und festzuhalten ist. Daher wird angenommen, dass resultierende Daten willkürlich und personenabhängig sind. Dies wäre eine unzureichende Basis für einen Untersuchenden, der die Veränderungen im Landschaftsbild misst. Menschen nehmen die Landschaft mit all ihren Sinnen wahr (WÖBSE 1984). Die unterschiedlichen Arten der Wahrnehmung (Sehsinn, Hörsinn, Geruchssinn, Tastsinn) arbeiten selektiv, abhängig von der Erfahrung und dem Wissen des Beobachters (LOIDL 1981): Einzelne Gruppen von Beobachtern nehmen eine Landschaft gemäß ihrem soziokulturellen Hintergrund auf unterschiedliche Art wahr.

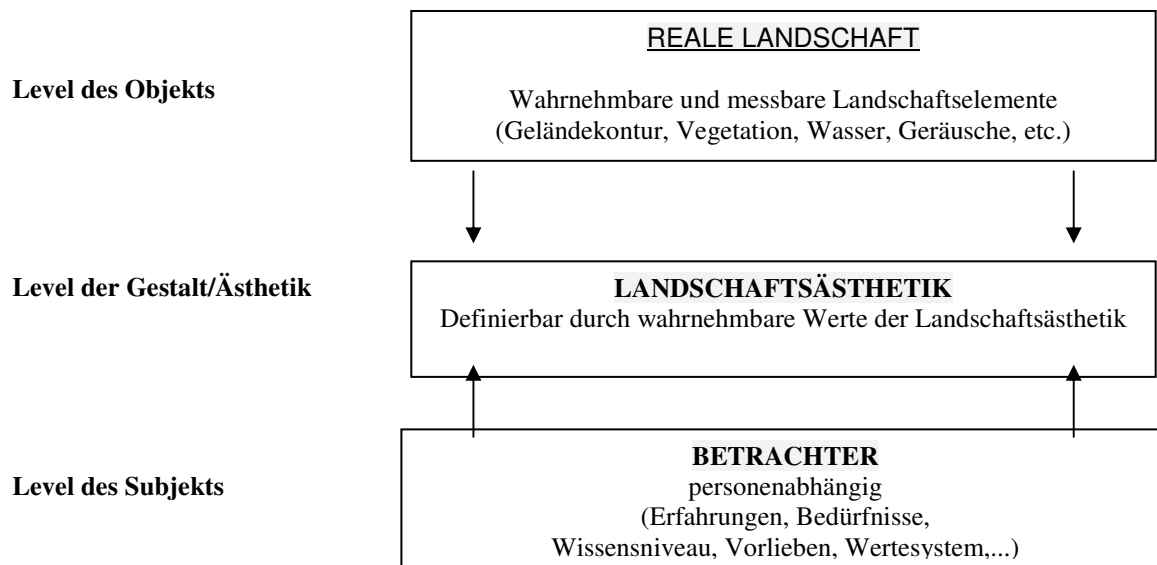


Abb. 1: Beziehung zwischen Landschaftsästhetik, Landschaft und Betrachter (modifiziert nach LUZ 1994).

1.2 Die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf das Landschaftsbild

Windenergieparks sind hohe Gebilde auf offenem Raum und können recht auffällig und von einiger Distanz sichtbar sein. Wie alle vertikalen Elemente tendieren sie dazu, das menschliche Auge auf sich zu ziehen und starke Schwerpunkte in der Landschaft zu werden. Eine weitere optische Dominanz wird durch den Rotor verursacht, dessen Rotation mit einem Durchmesser von 40 bis 60 Metern Reflexionen und Schattenflimmern verursacht. Auswirkungen auf und Modifikationen der Landschaft können Tabelle 1 entnommen werden. Die sichtbaren Auswirkungen sind letztendlich eine subjektive Angelegenheit, stark abhängig von persönlichen Meinungen über Windräder. Die Beurteilung der sichtbaren Auswirkungen ist eine subjektive Angelegenheit, und das Gesetz muss klar, objektiv und prägnant sein, um in der Lage zu sein sie zu messen. Wahrnehmung und vertikale Strukturierung in Kombination mit Beeinträchtigungen können eine präzise Aussage über die visuell-ästhetische Empfindlichkeit der Landschaft geben (HASSE 1982).

1.2.1 Beurteilung der sichtbaren Auswirkungen und die Qualität eines Landschaftsbildes

Eine objektive Beurteilung der Auswirkungen auf die Landschaftsästhetik durch Windenergieanlagen ist wegen des derzeitigen Fehlens von allgemein akzeptierten Kriterien schwer (ALLNOCH *et al.* 2002). Es gibt eine Reihe von Beurteilungsmethoden für Landschaftsästhetik (z.B. GAREIS-GRAHMANN 1993, LEITL 1997). Diese Methoden unterscheiden Landschaftsästhetik vom Potential zur Verwendung der Landschaft für Erholung und Freizeit.

Tab. 1: Merkmale von Windenergieparks und ihre Auswirkungen (PLANISPHERE 2004).

Merkmale	Modifikationen und Auswirkungen	Auswirkungen auf den Betrachter
Maß der Ausprägung (Höhe und Anzahl der Turbinen)	Modifikation der ländlichen oder natürlichen Landschaftsmerkmale Blickfang Hohe Sichtbarkeit auch bei weiter Entfernung Kontrast zum Horizont Störung der natürlichen Baumgrenze Auswirkungen auf Kulturgüter Auswirkungen auf Flora und Fauna	Positiv oder negativ – je nach persönlicher Auffassung Verlust
Konstruktion	Blickfang Modifikation der ländlichen oder natürlichen Landschaftsmerkmale	Positiv oder negativ – je nach persönlicher Auffassung
Bewegung der Schaufeln	Sonnenreflexion, Diskoeffekt Blickfang Lärm Auswirkungen auf Vögel	Störend Entspannend oder lästig Verlust
Farbe des Turms oder der Rotor-Schaufeln	Kontrast zur Umgebung	Auffällig oder unauffällig
Ort des Transformators	Modifikation der ländlichen oder natürlichen Landschaftsmerkmale Verringerung des Reizes der Landschaftskulisse	Dominierend Modifikation oder Verlust
Position in der Landschaft	Modifikation der ländlichen oder natürlichen Landschaftsmerkmale	Positiv oder negativ – je nach persönlicher Auffassung

Landschaftsästhetik sollte ein Planungsgrundsatz sein, aber es wird nicht empfohlen Landschaftsästhetik und Veränderungen in der Landschaftsästhetik zu beurteilen und dies als objektiv zu beanspruchen (HAUGER 2003). Wichtige Faktoren für die Bestimmung der Stärke der Beeinflussungen durch eine WINDENERGIEANLAGE bezüglich der sichtbaren Auswirkungen sind: Höhe und Breite des Baues, Ausdehnung, Farbe und Form der Windenergieanlage, Beleuchtung und Signalanlagen sowie Höhe des Beobachters und des Objekts (STRYBNY & SCHULZ 2001).

Stellen in alpinen Regionen sind oft optisch markant (GALLER 2000). Der Prozess, der den Einfluss von Windenergieanlagen auf die Landschaftsästhetik beurteilt, sollte mindestens die folgenden Schritte umfassen:

- Ermittlung der Sichtbarkeit der geplanten Windenergieanlage durch eine Viewshed-Analyse und/oder einer drei-dimensionalen Visualisierung
 - Normale Sichtbarkeit
 - Beurteilung des Landbedeckungstyps, der durch die Sichtbarkeitszonen betroffen ist. Sind besiedelte Gebiete betroffen?
- Beurteilen der Empfindlichkeit der Landschaft einschließlich Naturfaktoren, Kulturfaktoren, Landschaftsqualität und –zustand, ästhetische Faktoren, Beurteilung der Stärke der Freizeitgestaltung.

Zones of Visual Influence (Zonen des sichtbaren Einflusses) und Viewpoint-Analyse sind zwei der am meisten gebrauchten Techniken oder visuellen Werkzeuge, die Sachdaten über den sichtbaren Einfluss des Bauvorhabens im Kontext der existierenden Landschaft liefern. Die Beurteilung der sichtbaren Eingriffe macht sich die Verbesserungen in der GIS-Modellierung und Visualisierung zunutze. Die verschiedenen Arten der Sichtbarkeitsanalyse umfassen die Viewshed-Analyse, um Ebenen von sichtbaren Einflüssen zu entwickeln, die Dead-Ground-Analyse zur Identifikation von Teilen der Landschaft, die einen Hintergrund für den Baugegenstand bilden, Situationen, in denen der Baugegenstand über dem Landschaftshorizont

aufscheint, und die Identifikation von optimalen Orten für die Platzierung einer Vegetationsbarriere (KENNIE und MCLAREN, 1988).

1.3 Windparks und Tourismus

Das Alpengebiet ist eine beliebte Tourismusregion. Unberührte Berglandschaften, Kulturlandschaften und das Erleben unberührter Natur sind Charakteristika, die meisten Touristen wählen daher oft eine Freiluftbergholung. Windräder liegen manchmal in Landschaften mit hohem landschaftlichem Wert, ihre Auswirkungen auf den Tourismus wurden von Zeit zu Zeit hinterfragt. Es existiert daher auf Grund der Konstruktion von Windenergieanlagen die Angst vor Einbußen im Tourismussektor, vor allem in Regionen, die die Aufmerksamkeit mit wilden und unentwickelten Landschaften erregen.

In bereits stark genutzten Landschaften, die durch Skilifte und andere technische Gebäude beeinträchtigt werden, ist die optische Beeinflussung gering. Man sollte immer beachten, dass Windenergieanlagen größer als andere Gebäude sind, in bergigen Regionen besonders sichtbar sind und daher die Naturerfahrung des Besuchers beeinflussen.

Beispiele aus der Schweiz und Deutschland zeigen aber, dass Windenergieanlagen eine Touristenattraktion sein können. Zum Beispiel hat eine spät im Jahr 2002 durchgeführte Befragung von 300 Touristen in der Argyllregion in Schottland, das für seine landschaftliche Schönheit bekannt ist, festgestellt, dass 91% meinten, die Anwesenheit von neuen Windenergieparks „würde keinen Unterschied machen, ob sie zurückkommen würden“ (AWEA 2004).

1.4 Lärm

Neben Ästhetik, erzeugt kein Aspekt der Windenergie mehr Besorgnis oder mehr Debatte als Lärm. Aber Lärm, im Unterschied zu Ästhetik, kann gemessen werden. Der Lärm eines Windenergieparks kann gewöhnlich unter zwei Hauptquellen eingeordnet werden – aerodynamischer und mechanischer Lärm. Aerodynamischer Lärm wird produziert, wenn die Turbinenschaufeln mit Wirbeln, die durch atmosphärische Turbulenzen verursacht werden, interagieren. Mechanischer Lärm wird hauptsächlich von rotierenden Maschinen, wie Getriebe oder Generator, verursacht. Neueste Verbesserungen der mechanischen Konstruktion von großen Windenergieanlagen haben zu einer signifikanten Reduktion des mechanischen Lärms geführt. Demzufolge ist aerodynamischer Lärm die vorherrschende Lärmquelle in modernen Windenergieanlagen (FÉGEANT 1999).

Die Auswirkungen des Lärms sind abhängig von der Empfindlichkeit der umgebenden Landnutzung, vom existierenden Hintergrundgeräuschpegel, von der Topographie und von der Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Besonders für alpine Gebiete, sind akustische Belästigungen von großer Tragweite, da die Alpen stark als Erholungsgebiet genutzt werden. Geräusche werden viel stärker wahrgenommen, wenn es fast keine anderen Geräusche gibt.

1.4.1 Wirkung und Messung von Geräuschen

Geräusche werden in Dezibel (dB), eine logarithmische Einheit, gemessen; eine Zunahme von 3 dB ist gerade wahrnehmbar, eine Zunahme von 10 dB wird als eine Verdopplung des Geräuschpegels wahrgenommen. Die Belästigung durch Lärm ist

stark subjektiv. Die Federal Interagency Committee on Noise (Lärmkommission der US-Regierung; FICON, 1992) verwendete Bevölkerungserhebungen, um Ärger und Lärmbelastung zueinander in Beziehung zu setzen. Innerhalb mehrerer europäischer Forschungsprojekte resultierten Modifikationen der Hinterkante der Rotorblätter (scharf oder gezackt) und der Bauart der Spitze in einer beachtlichen Lärmreduktion im Bereich von mehreren dB (KLUG 2002).

Der Geräuschpegel steigt, wenn die antreibende Windgeschwindigkeit steigt (AUSWEA 2003). Die Energie in den Schallwellen (und somit die Lautstärke) sinkt mit dem Quadrat der Distanz zur Geräuschquelle. Zum Beispiel hat man in der Entfernung von einem Rotordurchmesser (43 m) von der Basis eines Windrades, das 100 dB(A) emittiert, gewöhnlich einen Geräuschpegel von 55-60 dB(A). 4 Rotordurchmesser entfernt (170 m) hat man 44 dB(A). Jedoch ist der Einfluss der Turbinenmerkmale (Schaufeln, gewählte Steigungseinstellung, Getriebe, Geschwindigkeit der Spitze) auf die akustische Leistung von großer Bedeutung (KLUG 2002).

1.4.2 Akustische Verträglichkeitsprüfung

Messungen von Lärmimmissionen und Emissionen der Schallquelle sind während des Baus und der Betriebsphase obligatorisch. Traditionelle Prüfungsmethoden beinhalten die Festlegung von Geräuschpegeln, die Ermittlung von Hintergrundgeräuschen und die Beurteilung der möglichen Auswirkungen - getrennt für Tag- und Nachtzeiten (BULLMORE 2004). Traditionelle Prüfungsmethoden sind jedoch nicht einsetzbar, wenn der Hintergrundgeräuschpegel geringer als 30 dB(A) ist. Dies wäre der Fall bei potenziellen Standorten für Windenergieparks in den Alpen an größtenteils abgelegenen Stellen.

Es konnte keine Literatur über die akustische Verträglichkeitsprüfung von Windenergieanlagen in alpinen Regionen gefunden werden.

2 Fallstudien – Umweltverträglichkeitsprüfung

Um erste Hinweise für die Eignung als Stelle eines Windenergieparks zu bekommen, wurden Fallstudien an vier Versuchsorten durchgeführt: einer in Italien (Sattelberg) und drei in Österreich (Pass Lueg, Aineck und Windsfeld). Die vier Fallstudien sind nur ein Test für die verschiedenen Methoden der Verträglichkeitsprüfung und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.1 Methoden

2.1.1 Viewshed-Analyse und visuelle Bewertung

Diese Analyse der sichtbaren Auswirkungen von Veränderungen, die mit der Implementierung der verschiedenen Projekte auftreten können, basiert auf Feldbeobachtungen und der Viewshed-Analyse. Die Viewpoint-Analyse-Karte oder Viewshed (Sichtbereich) wird normalerweise durch eine zweidimensionale Karte dargestellt, im Mittelpunkt befindet sich der Ort des Windenergieparks. Dies gibt dem Beobachter eine allgemeine Vorstellung der sichtbaren Auswirkungen auf die weitere Umgebung. Es ist wichtig zu verstehen, dass diese Viewshed-Analysen nur Hilfen sind und Bezugspunkte liefern, ob das Projekt von einer Stelle gesehen werden kann oder nicht. Abhängig von der Größe der Windkraftanlage und des einzelnen Windrades können die Abstandszonen für die Intervisibility-Analyse (Sichtkontaktanalyse) bestimmt werden. Da in dieser Studie die Anzahl der Windräder an den verschiedenen

Standorten unbekannt war, wurden üblicherweise fünf Abstandszonen bestimmt. Die von HASLØV & KJÆRSGAARD (1994) entwickelten Abstandsbereiche wurden modifiziert und ergaben fünf Abstandszonen (Tab. 2). Die Höhe der Windkraftanlage wurde mit 60 Metern angenommen.

Tab. 2: Unterteilung in Abstandszonen modifiziert nach HASLØV & KJÆRSGAARD (1994).

Zone	Abstandsbereich	Beschreibung
Sehr nahe Zone	2,5 km	Windräder erscheinen als große Bauten. Details sind klar.
Nahe Zone	2,5 km bis 5 km	Windräder sind gut unterscheidbar. Einzelne Bauten und die Bewegung der Rotorscheaufeln sind erkennbar.
Mittlere Zone	5 bis 25 km	Windräder sind gut unterscheidbar. Bewegung der Rotorscheaufeln nicht immer erkennbar.
Ferne Zone	25 bis 50 km	Windräder sehen klein aus und es ist nicht mehr möglich, einzelne Windräder zu unterscheiden. Rotorscheaufeln und ihre Bewegung sind schwer wahrzunehmen.
Sehr ferne Zone	Mehr als 50 km	Einzelne Windräder, Rotorscheaufeln und ihre Bewegung sind nicht mehr erkennbar. Wesentliche Teile der Bauten verschwinden am Horizont.

Der eigentliche Sichtbereich wird am Besten durch die Selektion jener Punkte oder jener Gebiete, in denen die sichtbaren Auswirkungen von Belang sein könnten, bestimmt und durch das Testen der Sichtbarkeit durch beide anfänglichen Computeranalysen. Die Untersuchung beinhaltet die Sichtbarkeit der Windkraftanlage von Städten und Orten, von allen vorhandenen Straßentypen, Flüssen, Seen und verschiedenen Typen von Landbedeckungen. Viewshed-Analysen der „Möglichen Sichtbarkeit (Potential Visibility)“ wurden durch die Verwendung von ArcGIS und der Spatial Analyst Software erstellt.

2.1.2 Lärmverträglichkeitsprüfung

Die potenziellen Lärmimmissionsmessungen wurden mit Hilfe von der CadnA Software durchgeführt, ein hochentwickeltes Programm, das von der DataKustik, GmbH, München, Deutschland, entwickelt wurde. Die Algorithmen in CADNA/A basieren auf dem Internationalen Standard ISO –9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“. Topographische Information vom USGS war der Input für das Modell.

2.2 Versuchsorte

2.2.1 Sattelberg

Bau und Betrieb der Windenergieparkanlage würden dauerhaft das Wesen der sichtbaren Landschaft am Sattelberg verändern, und es würden sich erhebliche sichtbare Auswirkungen ergeben. Sichtbereichstudien und Umfeldprüfungen besagen, dass die Windräder von den meisten nahen und mittleren Ansichten von den Tälern aus auf beiden Seiten des Berges gesehen werden können. Die Prüfung der sichtbaren Auswirkungen zeigte, dass das Gebiet der sichtbaren Auswirkungen - für alle Gruppen von vorgeschlagenen Windrädern - viel größer bei den österreichischen als bei den italienischen Standorten ist. Sehr stark betroffen ist das Obernbergtal, das in der sehr nahen (< 2,5 Kilometer) und nahen (2,5 bis 5 Kilometer) Abstandszone liegt.

Zusammenfassend wird geschätzt, dass die sichtbaren Auswirkungen für den österreichischen Teil des Studienbereichs hoch sind. Eine weitere Analyse der sichtbaren Auswirkungen sollte die Ermittlung der Anzahl der betroffenen Haushalte in Nord Tirol (Österreich) beinhalten.

Man muss bedenken, dass der eigentliche Sichtbereich oder die Sichtbarkeit des Projekts von Punkt zu Punkt unterschiedlich ist und der Anwesenheit von Vegetation, der Art und Höhe der Vegetation sowie der Größe und Lage der Bauten und der dazwischenliegenden Topographie zwischen Betrachtungspunkt und Windrädern, unterliegt. Andere Faktoren sind die Entfernung des Beobachters vom Projektstandort, das Wetter und atmosphärischen Bedingungen. Sogar Sehkraft ist ein Faktor. Das Studiengebiet wird als Erholungsgebiet sowohl im Winter, als auch im Sommer verwendet. Die Bergstation des Skiliftes ist 130 m unter der Bergspitze des Sattelbergs gelegen. Der Skilift wird, neben der Verwendung im Winter, auch im Sommer von Wanderern und Mountainbikern verwendet. Auswirkungen auf den Tourismus – positive und negative – sind, abhängig von der Art des Tourismus, zu erwarten.

Eine gute öffentliche Akzeptanz durch die Leute könnte durch das Aufstellen von Schildern nahe eines Windrades oder einer Windkraftanlage, die die Leute über Windräder und ihren Standort in der Landschaft informieren, erreicht werden. Um den Windpark muss eine Sicherheitszone errichtet werden, damit die Öffentlichkeit vor Gefahr geschützt wird. AWEA (2004) empfiehlt sogar Windenergieparks wegen der Gefahr von Eiswurf nicht auf Bergen zu entwickeln, die schon für Skiorte genutzt werden.

Es kann erwartet werden, dass wegen der Abgelegenheit der Studienstellen das Hintergrundgeräusch nicht hoch ist. Wenn die Windräder in Betrieb sind, ist zu erwarten, dass die Geräuschpegel an der Basis des Windrades circa 100 dB(A) (abhängig vom Modell) betragen. Keine Wohnorte sind vom Lärm des vorgeschlagenen Windenergieparkprojekts betroffen. Weitere durch Lärm bedingte Auswirkungen könnten auftreten. Der Lärm, der beim Bau des Windenergieparks erzeugt wird, wäre an allen vier vorgeschlagenen Standorten ähnlich. Straßenbau und Fundamentaushebung für den Windenergiepark würden wahrscheinlich einen Bulldozer, Gesteinsbohrer, Grabenbagger und Löffelbagger erfordern. Die Aushebung für die Fundamente der Windräder könnte eine Sprengung erfordern. Jedes vorgeschlagene Windrad, abhängig vom jeweilig gewählten Modell, würde circa 100 bis 104 dB(A) erzeugen. Der in Betrieb befindliche Windenergiepark würde keine Wohnorte durch störenden Lärm beeinträchtigen. Aber Kontakt nahe der Windkraftanlage könnte negative Auswirkungen auf Touristen und Erholungsaktivitäten an diesem Standort haben.

2.2.2 Aineck

- Die Gebiete nahe der Windkraftanlage, von denen der Bau sichtbar ist (322,4 Hektar), sind hauptsächlich natürliches Grünland, dies bedeutet eine gute Sichtbarkeit und eine große Auswirkung in einem Gebiet wie Aineck, das stark für Freizeit und Erholung genutzt wird. Ebenso wird die geplante Anlage in der nahen Abstandszone von 2,5 bis 5 Kilometern und in der mittleren Abstandszone sehr deutlich erkennbar sein. Die Auswirkungen in der mittleren Zone können hinsichtlich der Größe des betroffenen Gebiets mit 1851,4 Hektar als hoch eingeschätzt werden. Aber man muss bedenken, dass die Hälfte des Gebietes (50,3%) mit Wald bedeckt ist.

Die Ergebnisse der Lärmanalyse zeigen, dass die Auswirkungen in der Nähe der Windkraftanlage am größten sind. Wenn die Windräder in Betrieb sind, ist zu erwarten, dass die Geräuschpegel an der Basis des Windrades circa 100 dB(A) (abhängig vom Modell) betragen. Es wird nicht erwartet, dass das Hintergrundgeräusch hoch ist, da das Studiengelände abgelegen ist. Keine Wohnorte sind vom Lärm des

vorgeschlagenen Windenergieparkprojekts betroffen. Aber touristische Infrastrukturen wie eine Hütte, Randwege und Wanderwege sind innerhalb der Lärmimmissionszone. Auf dem Aineck werden verschiedene Arten der Erholung praktiziert: Mountainbiking, Paragliding, Wandern und Skifahren. Nahe der Baumgrenze sind Berge und Jagdhütten. Außerdem existieren westlich des Projekts drei private Hütten.

Angefangen mit dem Planungsstadium sollten wegen der Maximierung der öffentlichen Akzeptanz die einheimische Bevölkerung und Touristen einbezogen werden. Schilder nahe eines Windrades oder einer Windkraftanlage sollten dazu dienen die Öffentlichkeit über Windräder und ihre Standorte in der Landschaft zu informieren.

Eine Beobachtung der Touristen sollte durchgeführt werden, um Informationen über den „Touristentyp“ (naturorientiertes Suchen nach Ruhe versus handwerklich und spaßorientiert) und die Anzahl der Besucher in dieser Gegend zu gewinnen.

-

2.2.3 Windsfeld

Die Sichtweite ist gewöhnlich hoch: die Windkraftanlage wird von einer Gesamtfläche von 11.366,2 Hektar sichtbar sein. Gebiete mit Sichtkontakt sind meist nördlich vom Windenergiepark gelegen. Von allen Abstandsbereichen wird die Windkraftanlage von bewaldeten Gebieten aus sichtbar sein, außer von großer Nähe, wo der vorherrschende Landbedeckungstyp natürliches Grünland ist. Das bedeutet eine gute Sicht und gleichzeitig eine hohe Beeinträchtigung für Leute, die unberührte Natur suchen.

Man muss bedenken, dass der eigentliche Sichtbereich oder die Sichtbarkeit des Projekts von Punkt zu Punkt unterschiedlich ist und der Anwesenheit von Vegetation, der Art und Höhe der Vegetation sowie der Größe und Lage der Bauten und der dazwischenliegenden Topographie zwischen Betrachtungspunkt und Windrädern, unterliegt. Anderer Faktoren sind die Entfernung des Betrachters vom Projektstandort, das Wetter und atmosphärische Bedingungen. Sogar Sehkraft ist ein Faktor.

Ein Mittel, um die Akzeptanz zu maximieren, ist es, ästhetische Vorgaben in das Design von Windrädern und Windkraftanlagen einfließen zu lassen (DANIELS *et al.* 2004). Es mag keinen Weg geben alle Einwände bezüglich des Erscheinungsbildes von Windrädern in der Landschaft zu eliminieren, aber es gibt einen gewissen Konsens, wie man diese Einwände minimieren kann. Die Vorgaben können so einfach sein wie „baue ein ästhetisch attraktives Projekt und lass die Windräder sich drehen“. Schilder nahe eines Windrades oder einer Windkraftanlage sollten dazu dienen die Öffentlichkeit über Windräder und ihre Standorte in der Landschaft zu informieren.

Die Ergebnisse der Lärmanalyse zeigen, dass die Auswirkungen in der Nähe der Windkraftanlage am größten sind. Wenn die Windräder in Betrieb sind, ist zu erwarten, dass die Geräuschpegel an der Basis des Windrades circa 100 dB(A) (abhängig vom Modell) betragen. Es wird nicht erwartet, dass das Hintergrundgeräusch hoch ist, da das Studiengelände abgelegen ist. Keine Wohnorte sind vom Lärm des vorgeschlagenen Windenergieparkprojekts betroffen.

Die Lärmimmission nimmt mit der Distanz von den Windrädern ab: In einer Distanz von 800 Metern in Richtung Nordost oder Südwest ist der Geräuschpegel 30 bis maximal 35 dB(A).

2.2.4 Pass Lueg

-

Die Ergebnisse der Lärmanalyse zeigen, dass die Auswirkungen in der Nähe der Windkraftanlage am größten sind. Wenn die Windräder in Betrieb sind, ist zu erwarten,

dass die Geräuschpegel an der Basis des Windrades circa 100 dB(A) (abhängig vom Modell) betragen. Es wird nicht erwartet, dass das Hintergrundgeräusch hoch ist, da das Studiengelände abgelegen ist. Der Geräuschpegel nimmt mit der Distanz zum Windrad schnell ab. Bei der Distanz von nur 300 Metern ist der Geräuschpegel mit 40 dB(A) niedrig. In der Lärmimmissionszone von 30 bis 35 dB(A) befinden sich einige Wohngebiete. Da der Geräuschpegel aber sehr niedrig ist, hat er keinen Einfluss auf das Wohlbefinden der Bewohner.

Die wichtigsten touristischen Aktivitäten sind Wandern und Mountainbiking, wie die Ergebnisse einer Websuche zeigen. Eine Beobachtung der Touristen sollte durchgeführt werden, um Informationen über den „Touristentyp“ (naturorientiertes Suchen nach Ruhe versus handwerklich und spaßorientiert) und die Anzahl der Besucher in dieser Gegend zu gewinnen.

3 Literaturnachweis

ALLNOCH N., SCHLUSEMANN R., Renninger M. 2002: NRW-Basisinformationen Wind 2002, Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen. Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR). Available on: <http://www.iwr.de>

AWEA 2004: <http://www.awea.org>.

AUSWEA (2004): Wind Farms Environmental Noise Guidelines, © Environment Protection Authority, http://www.auswea.com.au/downloads/SA_Noise_windfarms.pdf

AWEA 2004:

http://www.awea.org/faq/tutorial/wwt_environment.html#Why%20not%20develop%20wind%20farms%20on%20mountains%20that%20are%20already%20being%20used%20for%20ski%20resorts. Visited the 18.10.2004.

BULLMORE, A. 2004:

<http://www.bwea.org/planning/presentations/hartlepool/Bullmore.pdf>. Accessed on the 28.12.2004.

DANIELS, L., JOHNSON S. and SLAYMAKER W. (2004): Harvest the Wind: A Wind Energy Handbook for Illinois. Windustry.

FÉGEANT, O., "On the Masking of Wind Turbine Noise by Ambient Noise," Proc. European Wind Energy Conference, Nice, France, March 1-5, 1999

FICON. 1992. Federal Interagency Committee on Noise, Federal Agency Review of Selected Airport Noise Analysis Issues, 1992.

GALLER, C. (2000): Auswirkungen der Windenergienutzung auf Landschaftsbilder einer Mittelgebirgsregion - Optimierung und Standortplanung. Schriftenreihe des Institutes für Landschaftspflege und Naturschutz, Arbeitsmaterialien 43, Hannover, 154 S.

GAREIS-GRAHMANN, F.-J. (1993): Landschaftsbild und Umweltverträglichkeitsprüfung. Analyse, Prognose und Bewertung des Schutzgutes "Landschaft" nach dem UVPG. Beiträge zur Umweltgestaltung. Reihe A 132. Berlin: Erich Schmidt Verlag. 270 S. Cited after Roth M. (2003): http://www.tu-berlin.de/~landschaftsbild/downloads/Expose_M_Roth.pdf.

HASLØV & KJÆRSGAARD (1994): Vindmøller i danske farvande – en undersøgelse af de

visuelle forhold ved opstilling af vindmøller på havet. Energistyrelsen, København

HASSE, J. (1999): Bildstörung. Windenergie und Landschaftsästhetik, Wahrnehmungsgeographische Studien zur Regionalentwicklung, vol. 18, Oldenburg.

HAUGER, G. (2003): Die Berücksichtigung des Landschaftsbildes bei raumrelevanten Planungen.

http://corp.mmp.kosnet.com/CORP_CD_2004/archiv/papers/CORP2004_HAUGER.PDF

HOHMEYER O., WETZIG F. and MORA D. (2003): Wind Energy – The facts. Environment.

- KENNIE, T.J.M. and MCLAREN, R.A. (1988) Modelling for digital terrain and landscape visualisation. Photogrammetric Record, 12, 711 – 745
- KLUG, H. 2002: Noise from wind turbines standards and noise reduction procedures. Paper presented on the Forum Acusticum 2002, 16 - 20 September 2002, Sevilla, Spain. Available on the web: <http://www.dewi.de>, accessed on the 28.12.2004.
- LEITL, G. (1997): Landschaftsbilderfassung und -bewertung in der Landschaftsplanung - dargestellt am Beispiel des Landschaftsplans Breitung-Wernshausen. In: Natur und Landschaft 72 (6): 282-290.
- LOIDL, H.J. (1981): Landschaftsbildanalyse – Ästhetik in der Landschaftsgestaltung? In: Landschaft + Stadt 11 (1): S. 7-19.
- LUZ, F. (1994): Zur Akzeptanz landschaftsplanerischer Projekte. Determinanten lokaler Akzeptanz und Umsetzbarkeit von landschaftsplanerischen Projekten zur Extensivierung, Biotopvernetzung und anderen Maßnahmen des Natur- und Umweltschutzes. Europäische Hochschulschriften 42 (11): 1-315.
- PLANISPHERE 2004: Wind Farms and Landscape Values. Draft issues paper. <http://www.auswea.com.au/downloads/Wind%20Farms%20&%20Lscape%20Iss%20Web.pdf>. Accessed on the 30.12.2004.
- STRYBNY J. & SCHULZ D. 2001: Sichtbarkeitsanalyse für Offshore-Windparks, J. Strybny, Dirk Schulz, 1. Symposium Offshore -Windenergie Bau- und umwelttechnische Aspekte, Hannover 2001. <http://www.hydromech.uni-hannover.de/Mitarbeiter/MDORF/Gigawind.data/BerichteDownloads/sichtsy051.pdf>.
- WÖBSE, H. (1984): Erlebniswirksamkeit der Landschaft und Flurbereinigung - Untersuchungen zur Landschaftsästhetik. In: Landschaft und Stadt 16, (1/2), 33-54

zusammenfassender Bericht

Projektverantwortlicher:

Dr. Kurt Kusstatscher
Büro Trifolium
Dominikanerplatz 35, 39100 Bozen, Italien

Bericht und Kartographie:

Dr. Kathrin Kofler
Büro Trifolium
Dominikanerplatz 35, 39100 Bozen, Italien

Autor Fauna:

Mag. Hannes Ackerl
UNIVERSITÄT SALZBURG
INSTITUT für Organismische Biologie
Hellbrunnerstrasse 34
5020 Salzburg

März 2005

Büro Trifolium
Dominikanerplatz 35, 39100 Bozen, Italien
Tel: 0039 0471 980920
Email: info@trifolium.net

1 Literaturbesprechung

Wie mit jedem Bauprojekt oder großem Bauwerk, kann Windkraft Pflanzen und Tiere, abhängig von der Empfindlichkeit des Gebietes, beeinflussen. Unter den mit der Windkraftentwicklung verbundenen Bedenken sind unmittelbare Todesopfer durch Kollisionen oder Stromschlag und der Verlust von Lebensraum für Wildtiere und von ursprünglicher Vegetation. Daher muss eine Umweltverträglichkeitsprüfung vor dem Bau von Windkraftanlagen durchgeführt werden. Die Vorschriften für die Verträglichkeitsprüfung sind abhängig vom Schutzziel sowie vom betroffenen Land und dessen Gesetzgebung.

1.1 Einfluss auf den Lebensraum

Windkraftanlagen sind ein Risiko in ökologisch sensiblen Gebieten wie dem alpinen Ökosystem, weil die Auswirkungen auf das natürliche Gleichgewicht noch nicht bekannt sind. Verlust oder Schaden für den Lebensraum wird durch das Fundament des Windrades, Transformatorstationen, Zufahrtsstraßen und Schneisen für die Fernleitungen verursacht. Es muss aber bemerkt werden, dass nur Zufahrtsstraßen und ein sehr kleines Gebiet um den Turm eines Windrades verloren gehen (HOHMEYER *et al.* 2003).

1.2 Auswirkungen auf die Vegetation

Die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Pflanzen scheinen vernachlässigbar, soweit keine geschützten Arten oder Biotope durch den Bau der Windkraftanlage und der erforderlichen Infrastruktur beeinträchtigt werden (MAISLINGER 2002). In einzelnen Fällen ist eine Störung möglich, wenn die Anlage der Windkraftanlage nahe bei ökologisch bedeutsamen Vegetationsgemeinschaften liegt. Üblicherweise ist die alpine Flora wegen ihrer langen Regenerationszeiten äußerst empfindlich, besonders Seggenrasen (*Curvuletum*, *Firmetum*) und Vegetationsgemeinschaften wie Gamsheide (*Loiseleurietum*) und Nacktriedrasen (*Elynetum*). Der Bau von Zufahrtsstraßen könnte Bergrutsche, Muren, Oberflächenerosion, als Folge der Entfernung der Vegetationsdecke, Einschnittsböschungen und die Ablenkung des Oberflächenabflusses anregen und/oder auslösen.

1.3 Auswirkungen auf die Fauna *

Der Konflikt zwischen Tieren allgemein und die zunehmende Art und Weise der Erzeugung elektrischer Energie durch die Verwendung von modernen Windkraftanlagen (Einzel- oder Multipark Windradgruppen mit Turmhöhen bis zu 130 Metern und einem Rotordurchmesser von bis zu 90 Metern) wird von zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen strittig diskutiert. Ohne Zweifel scheinen Vögel (und Fledermäuse) den größten Einfluss zu haben, dies wird in vielen Studien weltweit deutlich gemacht. Konflikte können während der Vogelzugzeit auftreten, wenn die Vögel am Tag oder in der Nacht Windkraftgebiete queren. Für Vögel, die in der Nähe von Windrädern brüten oder nach Futter suchen, kann manchmal ein höheres artspezifisches Konfliktpotenzial erwartet werden.

Nichtsdestotrotz vermeiden Vögel oft diese Gebiete und versuchen den Sicherheitsabstand zwischen Flugroute und Windrädern zu halten. Dies führt zu längeren Zugrouten, Änderungen der Zwischenaufenthaltsentscheidungen und einem Verlust an Brut und Nahrungsgründen. Das bedeutendste Problem mit Windkraftanlagen ist, dass, wenn vorgeschlagen wird viele Windräder in langen Reihen aufzustellen, offensichtlich Störungspotential und Einschnitte in die Landschaft vorprogrammiert sind.

1.4 Auswirkungen auf Vögel *

Da mehrere Feldstudien zur Ermittlung des potentiellen Risikos von Vogelschlag und Vogelsterblichkeit, verursacht durch Windräder, während der letzten 10 bis 15 Jahre durchgeführt wurden, gibt es keinen überzeugenden Zweifel daran, dass Vögel (und Fledermäuse) die größte Beeinträchtigung innerhalb des Tierreiches haben. Der potenzielle Tod von Arten, deren Fortpflanzung durch K-Selektion (geringer Reproduktionserfolg oder wenige Nachkommen) erfolgt, kann leicht zu einer Abnahme ihrer eigenen Populationsdichte führen. Die rotierenden Hindernisse (die Windräder) sind während der Zeit des Vogelfluges, bei der Nahrungssuche oder bei Flügen innerhalb dieser Gebiete ein Risikofaktor. Vögel wandern regelmäßig zwischen Burtgebieten und Winterquartieren. Um diese Anstrengung zu bewältigen, haben Vögel spezielle Zugstrategien entwickelt. Die meisten kleineren Vögel und Sperlingsvögel wandern breitgefächert in der Nacht nach Süden, die allgemeine Flughöhe reicht von 1000 bis 2000 m NN. Der Herbstzug ist viel gesammelter als der Frühjahrszug. Greifvögel und größere Vögel, die Segelflug gebrauchen, wandern gewöhnlich während der Tageszeit und verwenden Landmarken und Aufwinde zum Reisen. Oft wird dies beim Herbstzug während des Tages an bestimmten Orten von großer Bedeutung

gezeigt – zur Überquerung von ökologische Grenzen, wie z.B. Hochalpengebiete, das Mittelmeer, Wüsten und viele mehr. Dieses synchronisierte rhythmische Verhalten von Vögeln zeigt sich zweifellos seit der Vogelflug untersucht wird.

In Folge vieler Untersuchungen in den letzten 10 Jahren haben die Auswirkungen, die in geeigneter Weise durch die Implementierung von Windkraftanlagen geliefert wurden, auf Vögel sich als ein Konfliktbereich für Vogelsterblichkeit und den Verlust von Burt- und Nahrungsgebiete erwiesen.

Von den ersten durchgeführten Studien bis zu den neuesten Untersuchungen, die mit noch moderneren Methoden der Vogelkollisionsmessung (z.B. Infrarottechnologie, Radarbeobachtungen, Detektionssysteme für Vogelschlag und Kollision) durchgeführt wurden, haben wird gelernt, dass Vögel mit Rotorschaukeln, elektrischen Leitungen, Windmühlentürmen usw. mit verschiedenartigem und oft artspezifischem Verhalten (meist tödlich) kollidieren. Um den lokalen Einfluss auf eine bestimmte Population von Vögeln zu messen, wurden mathematische Modelle aufgestellt.

Der größte Einfluss auf Greifvögel wurde am Altamont Pass in den USA analysiert. In dieser Fallstudie wurde 0,06 Greifvögel pro Windrad und Jahr geschätzt (THELANDER und RUGGE, 2000). In Spanien wurde in der empfindlichen Gibraltarregion eine höhere Vogelsterblichkeitsrate dargelegt, bis zu 49 und mehr (75 vor dem Untersuchungszeitraum) größere Vögel pro Ort und Untersuchungszeitraum (Barrios und Rodriguez, 2004). Im Vergleich wurde eine niedrigere Vogelsterblichkeitsrate bei BERGEN (2000) berechnet. In den mittleren Bergregionen in Deutschland wurde keine reell nachweisbare Vogelsterblichkeit untersucht; gegenüber den Windkraftanlagen in den Ebenen der Niederlande, wo eine Vogelsterblichkeit von circa 0,5 bis 1,5 Vögel pro Windrad und Jahr berechnet wurde (WINKELMANN , 1995).

1.5 Auswirkungen auf Insekten *

Es ist wenig Information über die möglichen Auswirkungen von Windrädern auf Insekten verfügbar. Im Allgemeinen wandern Insekten ebenso wie Vögel. Das wurde umfangreich in alpinen Regionen untersucht. Ob Zugrouten erkennbar beeinflusst werden oder die Sterblichkeitsraten bedeutend höher sind, wurde bis jetzt nicht untersucht.

In Deutschland untersuchte die Norddeutsche Akademie für Naturschutz (North German Academy for Nature Protection) 11 Standorte von Windenergieparks an der Nordsee und maß die Dichte der Insekteneinschläge auf den Turbinenschaufeln. Das war mehr ein Versuch den Verlust des Nahrungsangebots für Vögeln zu messen, als eine Sorge um die Insekten. Die Schlussfolgerung war aber, dass der Einfluss negiert werden kann. In Ohio hat das U.S. Ministerium für Energie (U.S. Dep. of Energy) die Freilassung von Honigbienen und Schmeißfliegen nahe einer Turbine bei Sandusky gefilmt, um die Interaktion zu untersuchen. Die beobachteten Auswirkungen waren gering (GIPE, 1995).

SCH 4J 310305

1.6 Auswirkungen auf Säugetiere *

Sehr wenig Information ist über Säugetiere verfügbar. Im Allgemeinen könnte es eine kleine Störung sehr nahe bei Windrädern geben (ORLOFF, 1992). MENZEL und POHLMAYER (2000) haben drei Jahre lang die Auswirkungen von Windrädern in einem Windpark in Norddeutschland auf die lokal häufig besuchenden Säugetiere, wie Rotfuchs (*Vulpes vulpes*), Feldhase (*Lepus europaeus*) und Reh (*Capreolus capreolus*), untersucht. Keine bedeutenden Störungen wurden verzeichnet.

Untersuchungen von HABLINGER (2004) haben gezeigt, dass der Rothirsch (*Cervus elaphus*) bedeutende Änderungen im Verhalten zeigt. Der ursprüngliche Wildwechsel verschwand, und die Tiere hielten eine Sicherheitsdistanz von mindestens 150 Metern zum Gebiet des Windrades ein. Ein bedeutender Einfluss auf Fledermäuse wird von BRINKMANN (2003) gezeigt. In diesem Bericht kommt der Autor zum abschließenden Ergebnis, dass Windräder einen Einfluss auf nahrungssuchende, ziehende und sesshaft brütende Fledermausarten haben. Jedoch ist wenig bekannt über Feldermäuse, die sich auf ihrem Zug befinden und wichtige Fakten wie Zeitpunkt, Höhe, Dichte und Reiserouten während des Zuges sind bis jetzt nicht genau untersucht worden. Die Leitfrage, die es zu beantworten gilt, ist, ob eine durch Windkraftanlagen verursachte explizite Sterblichkeitsrate einen Einfluss auf die scheinspezifische Population selbst hat. Über dieses Thema müssen weitere Untersuchungen angestellt werden.

2 Prüfung der Auswirkungen auf Wildtiere und Pflanzen

Eine UP (Umweltprüfung) für eine Windanlage sollte auf jeden Fall inkludieren:

- Eine Beschreibung der Umwelt, die betroffen sein wird oder betroffen sein könnte
- Eine Beschreibung von möglichen Auswirkungen auf relevante Umweltkomponenten
- Eine Festlegung des Erhaltungsziels
- Eine Beschreibung von Entschärfungsmaßnahmen
- Eine Evaluierung der Vorteile und Nachteile für die Umwelt

Es gibt vier Umweltfragen, die in jedem Fall untersucht werden sollten: Vögel und Vogelfragen, Flora und Fauna Fragen, Sichtbarkeitsfragen (siehe Arbeitspaket 8) und bedeutende Biotopfragen.

2.1 Fauna und Lebensraum

Wichtige Lebensgebiete von Wildtieren. Diese können identifizierte Lebensräume, wie etwa den Lebensraum von Zugvögeln oder andere Gebiete mit bestimmten Wildtieren einschließen. Maß für die Anzahl solcher Gebiete, die durch Wahlen betroffen sind, basierend auf der Berücksichtigung von Wildtierarten, die diese Gebiete gebrauchen, und einem erwarteten Auswirkungsbereich, wie er während der UP bestimmt wurde.

Verlust des Lebensraums von Wildtieren. Misst das Gebiet des Lebensraums der Wildtiere (bewaldete Gebiete und nicht bewaldete, zusammenhängende Gebiete, Moorland, Wiesen usw.), das durch Wahl beseitigt wurde. Inkludiert eine Prüfung der Bedeutung und der Empfindlichkeit des Lebensraums von Wildtieren, der möglicherweise beeinträchtigt wird.

2.2 Vegetation

Der größte Einfluss auf die Vegetation ist der direkte Verlust der Ökosysteme und der Pflanzenarten, die sie beinhalten. Dieser Verlust geschieht wegen der Abholzung entlang der existierenden und neuen Straßen, an Turmstandorten, entlang der Überlandleitungen und bei der Betriebs- und Wartungsstelle.

Anwesenheit von bedeutenden pflanzlichen/tierischen Gemeinschaften. Misst den möglichen Einfluss auf bedeutende Gemeinschaften basierend auf der Anzahl der dokumentierten Standorte, entweder getrennt, übergreifend auf, oder in der näheren Umgebung einer anderen Wahl. Untersuchungen werden sich auf die Identifikation und Evaluierung von möglichen Einflüssen konzentrieren. Dies basiert auf der Abwägung

von ökologischen Faktoren, wie des Lebensraumtyps und der Störtoleranz (z.B. Empfindlichkeit für Randeffekte, Wasserveränderungen usw.). Einzigartige oder außergewöhnlich mannigfache Vegetationen oder Lebensräume in der Nähe könnten auf eine außergewöhnliche Vielfalt und Reichhaltigkeit von Vogelarten und Fledermäusen hinweisen.

2.3 Prüfung der Effekte auf FFH Gebiete

Rücksichtnahme auf Gebiete, die von FFH-Richtlinien geschützt werden und den Einfluss auf Natura 2000 Gebiete bezüglich der direkten und indirekten Auswirkungen auf das Naturschutzziel.

Dies beinhaltet das Kartieren der spezifischen Elemente des geschützten Gebietes und ihrer spezifischen Empfindlichkeiten. Als ein letzter Schritt sollten die Effekte von möglichen Auswirkungen evaluiert werden. Mögliche Effekte von Windanlagen könnten ein Gebietsverlust, Zerteilung, Störung und Verlust von Gemeinschaften sein.

3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

3.1 Fauna *

Die Auswirkungen auf Säugetiere sind noch immer nicht klar, besonders die Situation bei Fledermäusen und des Feldermauszuges. Daher soll ein vorgeschlagenes Untersuchungs- und Überwachungsprogramm garantieren, dass diese fehlenden Daten das Wissen um das mögliche Risiko von Fledermausschlägen verbessern können. Der Standort sollte hinsichtlich Fledermausbrutstätten und Zugkorridoren untersucht werden. Durch Fledermausdetektionssysteme (Ultraschall- und Infrarotkameras) können Zugwege besser vorhergesagt werden. Für größere Säugetiere wie Rehe, Füchse und andere Arten kann ein geringerer Einfluss erwartet werden.

Nachdem die Entscheidung über einen möglichen Standort getroffen wurde, muss eine regionale Untersuchung über brütende und nahrungssuchende Vogelpopulationen durchgeführt werden.

Das Konfliktpotential sollte gering sein, wenn es keine gefährdeten oder seltenen Vogelarten in dem Gebiet gibt, die brüten oder nach Nahrung suchen. Während der Zugzeit kann ein kontrolliertes Überwachen von Zugvögeln, die am Tag oder in der Nacht ziehen (Methode der Mondbeobachtung oder Infrarotkameras), garantieren, dass das geplante Gebiet für die Windräder nicht die Zugwege abschneidet oder fehlverknüpft. Um Konflikte, wie die Konstruktion von Hindernissen für Zugtierarten zu vermeiden, sollte die Ausrichtung von Windkraftanlagen immer in etwa von Norden nach Süden geplant werden.

Es gibt weniger Bedenken bezüglich Sterblichkeitsraten von Insekten und Konflikten mit dem Insektenzug, da viele Insekten bereits durch andere Einflüsse gefährdet sind (z.B. verschiedene öko-toxikologische Substanzen wie Insektizide, globaler öffentlicher Verkehr),

Minimieren der Auswirkungen:

- Vermeidung der Aufstellung von Windrädern auf bekannten örtlichen Vogelzugwegen oder in Gebieten mit einer starken Konzentration von Vögeln, es sei denn, das Sterberisiko ist gering.
- Vermeidung von täglichen Zugstraßen und Gebieten mit einem hohen Auftreten von Nebel, feuchtem Dunst, niedriger Wolkendecken und geringer Sichtweiten.

- Vermeidung der Platzierung von Windrädern nahe bekannter Orte der Fledermausüberwinterung, des Brütens und von Mutter-/Aufzucht-Kolonien, in Zugkorridoren oder bei Flugrouten zwischen Kolonien und Futtergebieten.
- Konfiguration von Windradstandorten zur Vermeidung von Gebieten oder Landschaftsmerkmalen, die bekannt dafür sind Greifvögel anzuziehen. Andere Beispiele beinhalten die Nicht-Platzierung von Windrädern in Senken oder dem Pass eines Bergrückens oder in der Nähe von Präriehundkolonien.
- Keine Aufsplitterung von großen, zusammenhängenden Flächen des Lebensraums der Wildtiere. Wenn praktikabel, Platzierung der Windräder auf Terrains, die bereits verändert oder kultiviert wurden und entfernt von Gebieten, die intakte und gesunde natürliche Lebensräume aufweisen. Wenn nicht praktikabel, soweit möglich, Selektion von Gebieten mit zerstückelten oder zerstörten Lebensräumen anstelle relativ intakter Gebiete.
- Vermeidung der Platzierung von Windrädern auf Gebieten, die irgendeine Art von Wildtieren, Fischen oder Pflanzen aufweisen, die durch das Gesetz zum Schutz bedrohter Arten (Endangered Species Act) geschützt wird.
- Konfiguration der Windradreihen, um – soweit machbar - mögliches Vogelsterben zu vermeiden. Zum Beispiel Gruppierung von Windrädern anstatt einer weiträumigen Ausdehnung, und Ausrichtung der Reihen von Windrädern parallel zu bekannten Vogelbewegungen; dadurch wird das Potential für Vogelschlag verringert. Implementierung geeigneter Managementpraktiken für Regenwasser, die keinen Anreiz für Vögel schaffen, und Beibehaltung von zusammenhängenden Lebensräumen für gebietsempfindliche Arten.

3.2 Flora und Vegetation

Existierende Information über Arten, die von größtem Interesse sind und in dem vom Projekt betroffenen Gebiet bekannt sind oder wahrscheinlich auftreten können, müssen durchgesehen, aufgezeichnet und in die Untersuchungen vor Ort eingebaut werden. Erosion ist ein Anliegen in empfindlichen Gebieten, wie etwa dem alpinen Umfeld. Gewöhnliche Konstruktionstechniken, die von Skigebieten auf der gleichen Art von Terrain verwendet werden, sind adäquat, um jegliche Erosionsprobleme, die bei der Konstruktion des Windenergieparks und seiner Zufahrtsstraße verursacht werden können, zu bewältigen.

Projektauswirkungen werden minimiert durch:

- Revegetation (Wiederbegrünung) von zerstörten Gebieten durch heimische Arten
- Minimierung des Gebietes, das von Vegetation befreit wird. Aufbewahrung von Wiesenteilen der betroffenen Vegetation und Verwendung zur Revegetation nach der Errichtung
- Soweit möglich, Verwendung von existierenden Straßen und Minimierung des Neubaus von Straßen. Verbesserung existierender Straßen für Zufahrtsstraßen
- Leitung der Überlandleitungen entlang existierender Straßen
- Steuern der Bautätigkeit, um die ganze Vegetation zu schützen
- Vorbereitung eines ordentlichen Plans zum Vegetationsmanagement - inklusive Kontrolle
- Kontrolle des Mähens der Vegetation bei Weiden und Wiesen und des Schneidens von Buschgemeinschaften

3.3 Empfehlungen und Richtlinien für Behörden

Abhängig von der Größe des vorgeschlagenen Windenergieparks zeigt sich der Umfang der Untersuchungen, die durchgeführt werden müssen. Die folgende Tabelle zeigt die zu untersuchenden Bereiche, abhängig von der Größe des vorgeschlagenen Projektes.

Bereich	1	2	3
Existierende Richtlinien	X	X	X
Geologie Stratigraphie, Struktureigenschaften, Verunreinigung	X	X	X
Grundwasser und Hydrologie	X	X	
Oberflächenwasser und Menge	X	X	X
Jagd und Fischerei	X	X	
Lärm	X	X	
Lebensraum Bewertung der Signifikanz und Empfindlichkeit des Lebensraums für Wildtiere, der möglicherweise beeinflusst wird Bewertung von Zugrouten von Vögeln	X	X	X
Fauna Anwesenheit von geschützten Arten, Zugvogelarten	X	X	X
Vegetation Anwesenheit von signifikanten Gemeinschaften und/oder geschützten Arten	X	X	X
Überwachung für 10 Jahre Fauna, besonders Vögel und Fledermäuse	X		
FFH geschützte Gebiete und Artenschätzung	X	X	
Schadensminderung	X	X	

1 großer Windenergiepark – erfordert eine Umweltverträglichkeitsprüfung; 2 Windenergiepark von mittlerer Größe erfordert keine Umweltverträglichkeitsprüfung; 3 kleine Windkraftanlagen erfordern einen Umweltbericht.

3.4 Weiterer Forschungsbedarf

- Einflüsse von rauem Wetter auf das Anlocken von Vögeln oder Fledermäusen zu beleuchteten Windrädern, besonders von Sperlingsvögeln während des Frühlings- und Herbstzuges
- Ortsgebundene Einflüsse von Windrädern auf Wildtiere: Lebensraumfragmentierung und Verlust; Einflüsse von Lärm sowohl auf wasser-, als auch landlebende Wildtiere; Gewöhnung
- Effekte der Kettenkonfiguration von Windrädern auf Sterblichkeit, z.B. Effekt des Windrades am Ende der Reihe, Windräder in Senken, Pässen oder flachen Rinnen, Rücksetzungen von Randkanten/Klippenrändern
- Wirksamkeit von Abschreckmitteln: alternierende Farben an Schaufeln, Lichter, Infraschall
- Nützlichkeit von akustischen Technologien, Infrarot- und Radartechnologien beim Erkennen der Anwesenheit von Vogelarten, der Menge, des Standortes, der Höhe und der Bewegung
- Genauigkeit der Zählung der Sterblichkeit: Schätzung der Anzahl der Kadaver (besonders von Sperlingsvögeln), die verloren wurden, weil sie zerstückelt wurden und durch das Aufprallmoment oder den Wind verloren gingen; Größe und Form des toten Vogels
- Suchgebiete; Möglichkeit die Kollisionen akustisch oder mit Radar oder Infrarotüberwachung aufzuzeichnen

- Jährliche Schwankungen (zeitlich und räumlich) der Zugwege; was ist der Nutzen des Geo-Informationssystems bei der Beurteilung der Zugwege und Aufenthalte, besonders für Sperlingsvögel und Fledermäuse
- Auswirkungen von größeren Windrädern gegenüber kleineren Modellen
- Veränderungen in der Jäger-Beute Beziehung infolge der Platzierung von möglichen Sitzstellen im Lebensraum Grasebene
- Auswirkungen von Schattenflimmern auf Vegetation
- Auswirkungen von Flügeis auf die Vegetation

4 Fallstudien

Wie im Arbeitspaket 8 wurden Fallstudien an vier Testorten durchgeführt – einer in Italien und drei in Österreich –, um einen ersten Hinweis auf die Eignung eines Standortes für Windenergieanlagen zu bekommen.

4.1 Methodik

Die vorgeschlagene Methodik bietet eine Basisinformation, die notwendig ist, um potentielle Auswirkungen auf wildlebende Tiere und Pflanzenarten, als eine Folge des Baus und des Betriebs eines Energieentwicklungsvorhabens, zu beurteilen

4.1.1 Allgemeiner Vegetationsüberblick

Die Vegetationstypen in diesem Projektgebiet wurden von digitalen Orthophotos und durch Untersuchungen vor Ort inventarisiert und auf der Basiskarte im Maßstab 1:5000 abgebildet. Jeder Vegetationstyp, der vor Ort identifiziert wurde, wurde hinsichtlich dominanter und zwischenpflanzlicher Artzusammensetzungen und Häufigkeit unter Verwendung von optischen Schätzungen beschrieben. Prozente der Vegetation und Buschdecke wurden für alle Vegetationstypen geschätzt.

4.1.2 Vogeluntersuchung *

Das Ziel der Untersuchung der Nutzung durch Vögel ist es, Informationen zu liefern, die verwendet werden können, um die möglichen Auswirkungen vorherzusagen und die Identifizierung von Methoden zur Vermeidung und/oder Verringerung der Auswirkungen durch Schätzung von zeitlicher und räumlicher Nutzung des allgemeinen Projektgebiets durch Vögel. Die ornithologischen Studien wurden von Anfang August bis Ende Oktober 2004 gemacht. Während vier bis sechs Untersuchungstagen wurden einzelne Gebiete auf ansässige und wandernde Vogelarten, ihr Verhalten beim Betreten des Untersuchungsgebietes und die Verwendung des Lebensraumes in bestimmten Gebieten analysiert. Daher untersucht diese Studie nur die Parameter des Zuges für den Herbst 2004 und die Saison 2004 der kleinen Brutvögel, diese kann für Anfang August erwartet werden.

Zur Detektion und Lokalisierung der Vogelarten wurde eine standardmäßige ornithologische Ausrüstung verwendet: Fernrohre (Optolyth 80 x 30facher Vergrößerung), Fernglas /Leica 8 + 10facher Vergrößerung).

Zusätzlich zur visuellen Erkennung wurden, wenn möglich, akustische Vokalisierung der Vögel aufgenommen. Durch das Zufußgehen durch jedes Untersuchungsgebiet (innerhalb einer Entfernung von mindestens 1500m-2000m zur geplanten Windkraftanlage) wurden alle Vögel mit den folgenden Parametern aufgenommen:

Artbestimmung; Menge der Vögel; Stadium der Burt oder des Zuges; Flugparameter und Merkmale, z.B. flattern, gleiten, segeln; Vogel- und Flugverhalten wie segeln, Flüge zur Futtersuche, Füttern und nistende Jungvögel, usw.

Als ein nächster Schritt wurden Zugvogelarten, besonders große Segelvögel wie Greifvögel, untersucht. Es wurde analysiert, ob eindeutige oder oft verwendete Zugwege, Flugwege oder bevorzugte Stellen im Untersuchungsgebiet erfasst werden können. Schließlich wurden alle Vögel in einer Datenbank verzeichnet und kurz untersucht, ob das Risiko von Kollisionen vorhergesagt werden kann oder nicht, und ob die Vögel irgendeinen regional geschützten Status haben (z.B. Rote Liste, Umweltschutzgesetze)

4.2 Testorte

4.2.1 Sattelberg

Fauna*

Den ersten Resultaten zufolge existieren folgende Gefahren für Vögel (Zugroute und lokale Brutvögel): In dem Gebiet existieren Zugrouten. Die Routen verlaufen entlang der Taleinschnitte an beiden Seiten des Sattelbergs. Ferner wurden Greifvögel auf dem Bergrücken beobachtet. Die Höhe vom Grund kann mit 50 – 250 Metern angegeben werden. Im Fall guten Wetters sollten Vögel in der Lage sein die gefährlichen Zonen zu vermeiden. Aber während schlechter Wetterverhältnisse, einschließlich starken Windes und Sturms, sind Kollisionen möglich (SACHSLEHNER & KOLLAR, 1997).

Für die Brutvogelarten *Anthus spinoletta*, *Carduelis cannabina*, *Sylvia curruca*, *Phoenicurus ochruros*, *Carduelis flammea* und möglicherweise Brutvogel *Oenanthe oenanthe* gibt es ein geringes Kollisionsrisiko. Deutsche Studien zeigen nur einen geringen Rückgang in der Brutdichte der Arten Lerche, Goldammer und Weiskehlammer bedingt durch den Lärm der Rotorschaukeln und Schattenflimmern (BERGEN, 2001, LEDDY et al. 1999). Für Vogelarten wie *Anthus spinoletta* und Steinschmätzer stehen keine Studien zur Verfügung. Arten wie *Corvus corax*, *Falco tinunculus*, *Accipiter nisus*, *Buteo buteo* und möglicherweise *Aquila chrysaetos* haben wegen ihres Flugverhaltes, das aufsteigende Luftströmungen nahe Windrädern verwendet, um an ihnen entlangzufliegen, ein höheres Kollisionsrisiko (KERLINGER, 2002; BARRIOS & RODRÍGUEZ, 2004).

Im Gebiet des Sattelbergs sollten die Windräder parallel zur Flugrichtung konstruiert werden, um das Risiko von Vogelkollisionen zu minimieren. Außerdem sollte das Brutgebiet nicht durch den Anlagenbau zerstört werden (Nivellieren, Zerstörung der Vegetationsdecke).

Vegetation

Keine seltenen Pflanzengemeinschaften oder auf irgendeine andere Art empfindliche Lebensräume von Pflanzen wurden während der Untersuchung vor Ort beobachtet. Die Untersuchungen vor Ort enthüllten nicht die Gegenwart von bundes- oder staatlich verzeichneten Pflanzenarten oder ihrer Lebensräume in der Nähe der geplanten Standorte der Windenergieparkkomponenten. Gemäß diesen Resultaten können die Auswirkungen auf die Vegetation als gering eingestuft werden. Auch Auswirkungen auf Weidetiere und Schafe können nicht erwartet werden. Dänische und deutsche Untersuchungen zeigten, dass die Viehzucht in ländlichen Windparks, die oft für Weidetiere genutzt werden, fortgesetzt werden kann (HOHMEYER et al. 2003).

4.2.2 Aineck

Fauna*

Den ersten Resultaten zufolge existieren folgende Gefahren für Vögel (Zugroute und lokale Brutvögel): Die beobachteten Routen der Greifvögel während des Herbstzuges kreuzen nicht das Gebiet der Windräder. Ausnahmen sind: Steinadler (*Aquila chrysaetos*), Turmfalke (*Falco tinunculus*), Sperber (*Accipiter nisus*) und Bartgeier (*Gypaetus barbatus*). Die Distanz der Zugrouten zum Windenergiepark beträgt circa 800 – 1500 Meter. Im Fall guten Wetters kann die Störung für Zugvögel als gering angesehen werden. Der nächtliche Singvogelzug konnte nicht festgestellt werden, weil die adäquaten Beobachtungsmethoden fehlen. Der Singvogelzug während des Tages bewegt sich über das ganze Studiengebiet. Östlich und westlich des Plateaus wurden Drosseln und Lerchen (Turdidae und Alaudidae) beobachtet. Zusätzlich wurden im Herbst 2004 Singvögel (meist *Fringillidae*) nahe des Teuerlnocks dokumentiert. Die Brutvogelarten *Anthus spinoletta*, *Sylvia curruca*, *Carduelis flammea*, *Prunella collaris*, *Phoenicurus ochruros* und *Oenanthe oenanthe* haben ein geringes Kollisionsrisiko. Diese Arten könnten durch das Queren des Gebietes zu Opfern werden. Deutsche Studien zeigen nur einen geringen Rückgang in der Brutdichte der Arten Lerche, Goldammer und Weiskehlammer bedingt durch den Lärm der Rotorscheufeln und Schattenflimmern (BERGEN, 2001, LEDDY et al. 1999). Für Vogelarten wie Wasserpieper (*Anthus spinoletta*) und Steinschmätzer stehen keine Untersuchungen zur Verfügung. Arten wie der Kohlrabe (*Corvus corax*), Turmfalke (*Falco tinunculus*), Sperber (*Accipiter nisus*), Mäusebussard (*Buteo buteo*) und möglicherweise Steinadler (*Aquila chrysaetos*) haben wegen ihres Flugverhaltens, das aufsteigende Luftströmungen nahe Windrädern verwendet, um an ihnen entlangzufliegen, ein höheres Kollisionsrisiko (KERLINGER, 2002; BARRIOS & RODRÍGUEZ, 2004). Der größte Vogel der Untersuchung ist der Bartgeier, dessen Lebensraum die ganzen Alpen umfasst. Brutplätze haben eine Größe von circa 170 bis 300 km² (BLOTZHEIM, 1999). Aineck ist kein potentiell Brutgebiet, sondern ein Nahrungsgebiet. Die Auswirkungen und Störungen von Windenergieparks auf den Bartgeier können derzeit nicht abgeschätzt werden und müssen untersucht werden. Das gleiche kann über den Steinadler gesagt werden.

Vegetation

Keine seltenen Pflanzengemeinschaften oder auf irgendeine andere Art empfindlichen Lebensräume von Pflanzen wurden während der Untersuchung vor Ort beobachtet. Die Hauptvegetation ist eine Decke aus *Nardus stricta* Grünland mit unterschiedlichem Grad an Vegetationsbedeckung. Nahe dem Speicherteich wächst die Nassvegetation Riedgras. Die Untersuchungen der Vegetation zeigen, dass keine bundes- oder staatlich verzeichneten Pflanzenarten oder ihr Lebensraum in der Nähe der geplanten Standorte der Windenergieparkkomponenten beeinflusst werden.

Gemäß dieser Resultate können die Auswirkungen auf die Vegetation als gering eingestuft werden. Auch Auswirkungen auf Weidetiere und Schafe können nicht erwartet werden. Dänische und deutsche Untersuchungen zeigten, dass die Viehzucht in ländlichen Windparks, die oft für Weidetiere genutzt werden, fortgesetzt werden kann (HOHMEYER et al. 2003).

4.2.3 Windsfeld

Fauna*

Die Zugroute von kleinen Sperlingsvögeln konnte nicht beobachtet werden, weil es einen Mangel an adäquaten Methoden gab. Die Zugroute am Tag wurde quer durch

das ganze Studiengebiet beobachtet. Die Route interferiert mit dem Standort der Windkraftanlagen. Die lokalen Brutvögel Wasserpieper (*Anthus spinoletta*) und Birkenzeisig (*Carduelis flammea*) haben wegen ihres Flugverhaltens ein geringes Kollisionsrisiko. Vergleichbare Studien in Deutschland zeigen nur einen geringen Rückgang der Populationsdichte von Lerche, Goldammer und Weiskehlammer. Der Grund für den Rückgang könnte die Störung durch Rotorlärm und Schattenflimmern sein (BERGEN, 2001).

Es muss garantiert werden, dass die Burtgebiete nach dem Bau der Windkraftanlagen nicht zerstört werden. Der Boden sollte nicht nivelliert werden, außer für die Fundamente (circa 370m²). Kohlrabe (*Corvus corax*), Habicht (*Accipiter gentilis*), Turmfalke (*Falco tinunculus*), Sperber (*Accipiter nisus*) und Steinadler (*Aquila chrysaetos*) haben wegen ihres Flugverhaltens ein höheres Kollisionsrisiko (KERLINGER, 2002; BARRIOS & RODRÍGUEZ, 2004). Wegen schlechter Wetterverhältnisse wie Nebel können die Vögel die Wahrnehmung für die Windkraftanlage verlieren (SACHSLEHNER & KOLLAR, 1997). Klappergrasmücke (*Sylvia curruca*), Birkenzeisig (*Carduelis flammea*) und Alpenbraunelle (*Prunella collaris*) haben ihre Brutplätze im Zwergkiefergebiet und werden wahrscheinlich nicht durch Rotorlärm und Schattenflimmern gefährdet oder gestört (BERGEN, 2001).

Vegetation

Der Hauptvegetationstyp in Windsfeld ist ein Mosaik von kalkhaltigem Grünland und *Nardus Stricta* Grünland, ein Steingehalt von bis zu 10-20% ist vorherrschend. Aber auch Gebiete mit einer Vegetationsdecke von weniger als 10% können vorkommen. Die Untersuchungen der Vegetation zeigen, dass keine bundes- oder staatlichverzeichneten Pflanzenarten oder ihr Lebensraum in der Nähe der geplanten Standorte der Windenergieparkkomponenten beeinflusst werden. Gemäß dieser Resultate können die Auswirkungen auf die Vegetation als gering eingestuft werden. Die Auswirkungen müssen minimiert werden, z.B. durch Aufbewahrung von Wiesenteilen der betroffenen Vegetation und deren Verwendung zur Revegation nach Errichtung und, soweit möglich, die Verwendung von existierenden Straßen und Verbesserung der existierenden Straßen für Zufahrtsstraßen.

4.2.4 Paß Lueg

Fauna *

Viele kleine Vögel nutzen die besondere, geomorphologische Struktur des Salzachtals und ziehen entlang des Tals. Die Flughöhe ist 50 bis 500 Meter über dem Grund. Ferner wird der thermische Auftrieb im Süden des Bergmassivs nahe der Windräder stark genutzt. Beobachtete Greifvögel (Wanderfalke, Kohlrabe, Mäusebussard) haben während des Herbstes keine klaren Zugrouten. Sie verwenden aber ebenfalls den thermischen Auftrieb und bewegen sich in einer Höhe von 30 bis 100 Metern über dem Grund, sie besitzen ein potentiell Kollisionsrisiko. Der Mäusebussard und der Wanderfalke neigen dazu den Zonen mit Windrädern auszuweichen, wie neue deutsche Untersuchungen zeigen (BERGEN, 2001). Studien aus Spanien oder dem europäischen Tiefland beweisen Kollisionen von Wanderfalken und Sperbern (EVERAERT, 2004; BARRIOS & RODRÍGUEZ, 2004; BERGEN, 2001).

Somit zeigen Beobachtungen und Resultate ein geringes Kollisionsrisiko an den vorgeschlagenen Windenergieparkstandorten für kleine Vögel und ein höheres Kollisionsrisiko für Wanderfalken, Turmfalken und Sperber. Die nächtliche Zugrate von kleinen Vögeln im Herbst zeigte eine Dichte von 470 Vögeln. Diese wanderten, teilweise vom Föhn getrieben, nach Südosten. Die Zugkorridore sind geringfügig vom geplanten Windenergieparkprojekt betroffen. Ein Überwachungsprogramm wird notwendig sein, um die tatsächlichen Vogelkollisionen festzustellen.

Vegetation

Alle drei vorgeschlagenen Windradstandorte liegen in trockenen jungen Buchenwäldern. Andere Vegetationstypen im Projekt beinhalten erwachsene Buchenwälder, Gebiete, in denen Haselnussbäume vorherrschen, und die ziemlich empfindliche steinige Kalksteppe. Das Gebiet, in dem die Vegetation beseitigt werden muss, muss minimiert werden. Ferner müssen Auswirkungen minimiert werden, z.B. durch Aufbewahrung von Wiesenteilen der betroffenen Vegetation und deren Verwendung zur Revegetation nach der Errichtung und, soweit möglich, die Verwendung von existierenden Straßen und Verbesserung der existierenden Straßen für Zufahrtsstraßen.

5 Identifizierung des nächtlichen Vogelzugs via Moonlight Telescoping*

Um den nächtlichen Vogelzug festzustellen, wurde ein einfaches, aber nichtsdestotrotz leistungsstarkes, Werkzeug von Chapman 1888 entwickelt. Hauptziel dieser Methode ist es, einen großen Teil der nächtlichen Zugvögel mit normalen Standardteleskopen zu erkennen. Dies ist nur möglich, wenn eine klare und helle Wetterlage einen uneingeschränkten Blick auf die volle Mondscheibe erlaubt. Als eine Folge der sich schnell bewegendenden Vogelsilhouetten vor dem Mond kann die Größe, Richtung und, als eine Summe der vorbeifliegenden Vögel während eines bestimmten Zeitintervalls, die nächtliche Vogelzugrate (MTR) ziemlich präzise geschätzt werden. Mehrere Veröffentlichungen von Schweizer Ornithologen (z.B. LIECHTI 2001) haben überzeugend gezeigt, dass diese Methode ein leistungsstarkes Werkzeug für die Messung des nächtlichen Vogelzuges ist.

Letztes Frühjahr (2004) organisierte das Büro von Ökologie und Vegetation, „Trifolium“, eine Zugvogel-Mondbeobachtungssitzung, um einige Informationen über den nächtlichen Vogelzug in Südtirol zu bekommen. An 14 festgelegten Standorten wurde eine Mondbeobachtung durchgeführt.

Wir haben verschiedene Standorte in der Südtiroler Gegend gewählt, um eine Vielzahl von repräsentativen Daten zu bekommen. Diese Standorte waren über eine Distanz von circa 300 km von Osten nach Westen und über zahlreiche Täler hinweg verteilt. Die gewonnenen Rohdaten für jeden Standort wurden von der Schweizerischen Vogelwarte (Swiss Ornithological Institute), „CH-6204 Sempach“, neu konfiguriert und analysiert. Diese Daten gliedern sich in Flugrichtung und Vogeldichte MTR (Migration Traffic Rate). Der MTR-Wert repräsentiert die Anzahl der Vögel, die eine 1 km Flugschneise innerhalb einer Stunde passieren.

In Salzburg wurde die Teststudie über den nächtlichen Vogelzug in Herbst 2004 auf zwei Mal durchgeführt. Entsprechend der angeführten Methode, die schon in Südtirol verwendet wurde, wurden ähnliche Datenaufzeichnungen analysiert.

Die Output-Resultate zeigen, dass die verwendete Methode zur Erkennung von nächtlichen Zugvögeln durch Mondbeobachtung, eine gültige Methode ist, um existierende Zugwege in alpinen Regionen zu zeigen. Der Vogelzugverkehr wurde einige Male innerhalb einer hohen Rate von circa 100 bis 3500 Vögel $\text{km}^{-1}\text{h}^{-1}$ aufgezeichnet. In Jenesien, Bozen, Kiens und Gossensass wurde in 8 Fällen ein mittlerer Verkehr von mehr als 2000 Vögel $\text{km}^{-1}\text{h}^{-1}$ erkannt. Dies deutet darauf hin, dass diese jeweiligen Gebiete definitiv Gebiete mit normalen bis starken Verkehrswegen sind und von nächtlichen Zugvögeln verwendet werden. Nach einer Analyse des Hauptrichtungstrends für nächtliche Zugvögel im Frühjahr weisen circa 30

bis 40% aller Standorte eine klare NNO (Nord Nord Ost) Zugroute auf. Das ist die erwartete Route über die Alpen in diesen bestimmten Gebieten.

Wie in Abbildung 1.0 gezeigt, wurden die höchsten MTR (Migration Traffic Rate) am 5. April in Jenesien und Gossensass erreicht. Dies zeigt klar, dass Vögel die direkte Route durch das Sarntal und über den Penser Joch Pass und den Brennerpass verwenden, um das Südtirolgebiet zu queren. Nicht allgemein, aber wiederholt, wurde an den meisten Standorten ein hoher Grad an nächtlicher Aktivität an den Tagen 3 und 4 im April 2004 erbracht. Weitere Untersuchungen müssen durchgeführt werden, um genauere Information über den Zugverkehr durch Südtirol im Frühling und Herbst zu erhalten.

Die Daten, die für das Gebiet in Salzburg (Österreich) analysiert wurden, geben einen klaren Blick auf den nächtlichen Vogelzug vor der alpinen Grenze, die überquert werden muss. Eine eindeutige herbstliche Zugroute in Richtung SSW (Süd -Süd -West) mit einer MTR von circa 400 bis 2100 Vögeln*km-1*h-1 wurde zweimal aufgezeichnet. Diese Daten (Salzburg und Südtirol) deuten darauf hin, dass der Vogelzug mit Tälern und festgelegten Zugrouten verknüpft sein könnte. Die Anzahl der Vögel, die diese bestimmten Gebiete durchfliegen, kann manchmal nur ungenau geschätzt werden. Ein negativer Einfluss auf den Datenbestand ist die Anzahl der Vögel, die in größeren Höhen vorbeifliegen und verborgen bleiben. Zudem sind detaillierte Information darüber, bei welchem Höhenlevel artspezifische Flugstrategien nur in alpinen Regionen zu erwartet sind, durch Radar oder Infrarotmethoden ermittelbar.

6 Literaturnachweis

BARRIOS L and RODRIGUEZ A. (2004): Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* (41), pp: 72–81.

BERGEN, F. (2001) : Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation (unveröffentlicht), Ruhr-Universität Bochum. URL: <http://www-brs.ub.ruhr-uni-bochum.de/netahtml/HSS/Diss/BergenFrank/diss.pdf>

BRINKMANN, R. Welchen Einfluss haben Windkraftanlagen auf jagende und wandernde Fledermäuse in Baden-Württemberg? Tagungsführer der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Heft 15, „Windkraftanlagen – eine Bedrohung für Vögel und Fledermäuse?“ http://www.buero-brinkmann.de/Windkraft_Brinkmann.pdf.

GIPE, P. 1995. *Wind Energy comes of age*. John Wiley & sons, Inc., Toronto.

HÄBLINGER P. und ESSL J. (2004):

http://www.alpenverein.or.at/naturschutz/Alpine_Raumordnung/Windkraft/020_windkraft.shtml?navid=7. Rev. 23.09.2004.

HOHMEYER O., WETZIG F. and MORA D. (2003): *Wind Energy – The facts*. Environment. Available from: http://www.ewea.org/06projects_events/proj_WEfacts.htm. (Accessed on 30.11.2004).

KERLINGER, P., (2002): Preliminary Phase I Avian Risk Assessment for the Crescent Ridge Wind Power Project, Bureau County, Illinois. URL: <http://www.crescentridgewind.com/avianstudy.pdf>

- LEDDY, K. L., K. F. Higgins, D. E. NAUGLE (1999): Effects on wind turbines on upland nesting bird in Conservation Reserve Program Grassland. *Wilson Bulletin* 111: 100 – 104.
- LICHTI, F. und BRUDERER, B. (1995): Quantification of nocturnal bird migration by moon watching: comparison with radar and infrared observations . *J. Field Ornithol.* (66), pp: 457 – 468.
- MAISLINGER H. (2002): 6. Austrian Wind Energy Symposium, St. Pölten 30./31 Oktober 2002.
- MENZEL C. und POHLMAYER K. (2000): Raumnutzung ausgewählter heimischer Niederwildarten im Bereich von Windkraftanlagen. *TiHO Hannover*. Niedersächsischer Jäger, 7/2002, 1. April-Ausgabe, Seite 14, Landbuch Verlag.
- ORLOFF, S. 1992. Tehachapi wind resource area avian collision baseline study. Prep. by BioSystems Analysis Inc., Tiburton, CA., for Calif. Energy Comm., Sacramento, CA.
- SACHSLEHNER, L., KOLLAR, H. P. (1997): Vogelschutz und Windkraftanlagen in Wien Studie im Auftrag der Stadt Wien, Magistratsabteilung 22 – Umweltschutz. URL: <http://www.wien.gv.at/ma22/pool/doc/windkraft-voegel.pdf>
- THELANDER, C. G. & L. RUGGE (2000): Avian Risk Behavior and Fatalities at the Altamont Wind Resource Area. National Renewable Energy Laboratory NREL, Golden, Colorado. 23 S.

WP 10 Umweltverträglichkeitsprüfung für Windkraftanlagen in alpinen Regionen

Andrej Klemenc,
NA-SVET, Consultancy for Sustainable Development
Zalarjeva cesta 21
1353 Borovnica
Slowenien
Phone/fax: +386 1 754 8005
e-mail: andrej.klemenc@quest.arnes.si

Einleitung

Grundsätzlich ist die UVP für Windkraftanlagen im Alpenraum dazu gedacht die Auswirkungen von Windkraftanlagen (WKA) – ähnlich wie die UVP für Windkraftanlagen anderenorts – auf die menschliche Gesundheit, die Agrarindustrie und Forstwirtschaft, Bodenschätze, Natur und Landschaft zu bewerten und dem Projektentwickler, den Behörden und Bürgern die nötigen Informationen zu liefern, um ihre negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu verhindern, zu minimieren und/oder zu kompensieren.

Die EU Rat Richtlinie (97/11/EC), die die Richtlinie 85/337/EEC über die Prüfung der Auswirkungen von bestimmten öffentlichen und privaten Projekten auf die Umwelt ergänzte, wurde als referentieller Rahmen genommen, obwohl es gemäß ihres Anhangs 2 an den Mitgliedstaaten liegt zu definieren unter welchen Umständen, wenn überhaupt, WKA Gegenstand der UVP sind, wie von der Richtlinie gefordert wird. Trotzdem fallen innerhalb der EU WKA auf jeden Fall unter das besondere Prüfungsverfahren, das für die Öffentlichkeit freigegeben wurde. Um Schlüsse und Empfehlungen für die Verbesserung von UVP-Praktiken und Umweltmanagementplänen für Windkraftanlagen (WKA) im Alpenraum zu erhalten, wurden die relevante, allgemeine Bibliographie und Ergebnisse, die zusammen aus WP 8 und WP 9 des Projektes resultierten, einbezogen. Zusätzlich wurden auch relevante Berichte, die von den französischen Partnern im Projekt gemacht wurden, mit diesen UVP-Praktiken in den oben genannten Ländern, die relevant zur Bewertung der Umweltauswirkungen von Windkraftanlagen in den Alpen und im Alpenraum im Allgemeinen sind, einbezogen. Trotz der Tatsache, dass Windkraftanlagen im Alpenraum – ein viel zu allgemeiner und künstlicher Nenner, der auf keine spezifische geographische Einheit verweist – eines oder mehrere gemeinsame Merkmale teilen, wie Höhenlage, abfallendes Gelände, alpines Klima sowie spezifische gemeinsame Lebensräume, seltene und gefährdete/geschützte Wildtierarten und so weiter, kann es dort auch große Unterschiede in den UVP-relevanten Merkmalen geben. Besonders, weil innerhalb des Alpenraumes Windkraftanlagen auf verschiedenen geologischen, pedologischen und hydrologischen Böden, in verschiedenen Höhenlagen, innerhalb unterschiedlicher Vegetations- und Klimazonen und in recht unterschiedlich strukturierten Landschaften gebaut und betrieben werden. Zusätzlich gibt es wenig praktische Erfahrung mit der UVP für Windkraft in den Alpen, da zur Zeit nur ein Windpark und wenige Windräder in den Alpen arbeiten.

Innerhalb unserer Untersuchung wurde Gewicht auch auf den kurzen Überblick der gesetzlichen und institutionellen Gestaltung der Beurteilung von Umweltauswirkungen

von WKA in Österreich, Italien, Slowenien und der Schweiz gelegt und auf die eröffneten Gespräche mit verschiedenen Interessensgruppen über relevante UVP-Praktiken in den oben erwähnten Ländern. Länderspezifische Stärken und Schwächen des Prozesses der Bewertung von Umweltauswirkungen von WKA wurden beurteilt und gute Praktiken, die als „Modell“ dienen können, wurden identifiziert.

Die relevantesten UVP-Aspekte von Windkraftanlagen in den Alpen

1. Menschen, Fauna und Flora

Eiswurf und unbeabsichtigte Zerstörung von Windradtürmen werden als die wichtigste direkte Gefahr des WKA Betriebs auf das **menschliche Leben und die Gesundheit** angesehen, dennoch können die Risiken auf ein akzeptables Level reduziert werden sowohl durch das geforderte Technologiedesign (Erwärmen der Rotorscheufeln, automatischer Stopp bei Vereisung der Schaufeln), als auch durch Aufstellen der WKA in einer angemessenen Entfernung zu Wander- und Skirouten und durch das Erstellen von adäquater Information, Markierungen und Zugangsbeschränkungsmaßnahmen. Die Auswirkung von Lärm hängt von der Empfindlichkeit der umgebenden Landnutzung, dem existierenden Hintergrundgeräuschpegel, Topographie und der Windgeschwindigkeit und Windrichtung ab. Besonders bei alpinen Standorten ist die akustische Störung von großer Wichtigkeit, da die Alpen stark als Erholungsgebiet verwendet werden – daher müssen Windräder in einer angemessenen Entfernung von menschlichen Siedlungen oder oft besuchten Gebieten/Plätzen platziert werden. Da die nötige Distanz zur Reduzierung *des elektromagnetischen Einflusses* auf ein annehmbares Level schon erreicht werden muss, um andere Risiken zu verhindern, kann diese Frage in den Alpen praktisch vernachlässigt werden. Aus denselben Gründen wird der Schattenflimmereffekt in der Praxis nicht als ein relevantes Problem erwartet.

Alpine Lebensräume sind im Allgemeinen empfindlicher gegenüber Störungen als andere Lebensräume in geringeren Höhenlagen. Die Lebensräume mancher Arten sind wegen der Signifikanz von Vorfällen und der Empfindlichkeit gegenüber Störung extrem empfindlich. Allgemein gesprochen ist die **alpine Flora**, besonders die alpinen Riedgraswiesen und gewisse Vegetationsverbände wegen ihrer langen Regenerationszeit, auch sehr heikel. Nichtsdestotrotz durch sorgfältig geplante und umgesetzte Vorbeugung (Vermeidung von Gebieten von geschützten Lebensräumen beziehungsweise seltener und gefährdeter Pflanzen durch entsprechendes Micrositing von Türmen; angemessenes Einteilen der Zeitfenster für Transport- und Bautätigkeiten), Reduktion (Einschränkung der Bodenarbeiten auf das technische Minimum, das für den Transport, die Errichtung und die Wartung gebraucht wird) und Kompensationsmaßnahmen (geeignete Wiederbepflanzung, Erhaltung von Ersatzlebensräumen) könnten die meisten nachteiligen Auswirkungen vermieden oder signifikant reduziert werden.

Die Alpen sind der Lebensraum für viele seltene und gefährdete **Tierarten**. Viele Greifvögel verwenden die Luftströme, die günstig für die Generierung von Windkraft sind. Neben dem Kollisionsrisiko kann die Errichtung von WKA signifikant ihre Brut- und Jagdgebiete reduzieren. Einige Alpentäler und Bergpässe sind Korridore, wo – während des Frühjahrs- und Herbstzuges – das Überqueren einer großen Anzahl an Zugvögeln ein normales Phänomen ist. WKA sollten nicht ihre unverkennbaren Zugrouten unterbrechen. Ungünstig errichtete Windräder oder Windräder, die zu nah beieinander aufgestellt wurden, können auch zum Verlust von Böden für die Brut oder Nahrungssuche führen; nicht nur für Vögel, sondern auch für *Fledermäuse*. Da Vogel-/Fledermauskollision oft auf artspezifischem Verhalten beruht, sind Qualitätsdaten, die die Arten und Populationen von Vogelarten in dem Gebiet, in dem Windräder geplant

sind, betreffen, ebenso wie die Daten über den exakten Standort, die Höhe und Anzahl der Windräder, von größter Bedeutung, um den Einfluss auf eine bestimmte Population durch etablierte mathematische Modelle zu bewerten. Es gibt sehr wenig Information über die möglichen Auswirkungen von Windrädern auf *Insekten*. Der Bau und der Betrieb von Windrädern sowie ihre indirekten Konsequenzen, wie erhöhte territoriale Zugänglichkeit und Häufigkeit und Stärke der menschlichen Gegenwart, können auch das Verhalten negativ beeinflussen und die Wanderung von *großen Säugetieren* stören. Hier sind zuallererst Wolf und Luchs, zwei der drei großen europäischen Fleischfresser, zu nennen.

2. Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft

Wegen der spezifischen Bodenzusammensetzung, der weniger dichten und schwachen Pflanzendecke und dem schrägen Terrain ist der Boden in den Alpen im Allgemeinen stärker dem Risiko der Erosion ausgesetzt, als der im Flachland in geringeren Höhenlagen; daher benötigt man spezielle Vorbeugungs- und Reduktionsmaßnahmen (Einengung der Zufahrtstraße nach dem Transport, Wiederbepflanzung, Verstärkung von Abhängen, ...), um die sich aus Grabungen und Bodenbefestigungsarbeiten, die für Zufahrtsstraßen, Windradfundamente, die Errichtung von Windradtürmen und dem Bau der Windräder, Verbindungskabeln, Transformatorstationen, Zugangsgitter usw. notwendig sind, ergebende Bodenerosion zu verhindern. Der Bau von Windradtürmen, Zufahrtsstraßen und Verbindungen zum Stromnetz sollte auch keine nachteiligen Einflüsse auf die Erosion haben, Verhinderung der Funktion des Waldes oder sein Verlust müssen durch adäquate technische Maßnahmen kompensiert werden. Dies ist aber nur in geringem Maßstab möglich. Geologische Untersuchungen an Micro-Locations sollten nachweisen, dass Grundwasservorkommen/Quellen ebenfalls nicht beeinträchtigt werden. Beeinträchtigungen könnten durch Bodenarbeiten und der Erfordernis, Windräder so zu errichten, dass der Verlust von Schmiermitteln in den Boden und in das Grundwasser vermieden wird, entstehen.

Kein Beweis für den nachteiligen Einfluss auf das Klima wurde in der Literatur gefunden.

Berglandschaften umfassen eine morphologische Komplexität von verschiedenen Räumen und vertikale Dynamiken des Terrains bieten mehrere mögliche Perspektiven. Die Standorte in alpinen Regionen, besonders die Kammlinien, sind oft optisch markant. Der Bau und Betrieb von Windenergieparks verändern das Landschaftsbild beträchtlich, weil moderne Windräder hohe Strukturen sind, die das Auge durch die Bewegung des Rotors anziehen. Daher verursachen WKA ein hohes Maß an Kontrast in der Landschaft und können grundsätzlich nur in strukturierte Landschaften, basierend auf der Geomorphologie von Landschaftseinheiten, gestellt werden. Wie dem auch sei, WKA müssen stillgelegt werden, wenn sie regelmäßig, aus welchen Gründen auch immer, nicht in Betrieb sind. Der UVP-Prozess sollte zumindest die Sichtbarkeit der geplanten Windenergieanlage mit einer Viewshed-Analyse und/oder einer dreidimensionalen Visualisierung bestimmen und die Empfindlichkeit der Landschaft hinsichtlich ihrer Qualität und ihres Zustandes (in Hinblick auf natürliche, kulturelle und ästhetische Faktoren) und die Stärke der Erholungsaktivitäten beurteilen.

3. Sachwerte und Kulturerbe

Wenn nicht genau an der Stelle von Sachwerten und/oder eines Kulturerbes gelegen, stellen WKA keine direkte Bedrohung für sie dar, folglich sind ihre Qualitätsbestandsaufnahmen Vorbedingung zur Vermeidung einer unangemessenen Micro-Location der WKA. Das andere Problem ist natürlich der sichtbare Einfluss von

WKA, der als aufdringlich empfunden werden kann und nach Ansicht eines Beobachters die Wahrnehmung der allerersten „Natürlichen Monumente verderben“ könnte. Auf der anderen Seite könnten WKA Projekte die Rekonstruktion und Adaption von gewissen Objekten des alpinen historischen Erbes und Kulturerbes (Höhlen, Berghütten, alpine Milchfarmen, Schutzhütten, Hütten usw.) beinhalten, unter Umständen sogar als einen funktionellen Gegenstand der Windkraftanlage.

4. Die Interaktion zwischen den Faktoren

Das Hauptproblem, das erwartet werden kann, obwohl man die Interaktion zwischen den UVP-relevanten Faktoren berücksichtigt, ist die Versöhnung der anderen Faktoren mit dem Landschaftsschutz, besonders, weil auch kumulative Effekte von andern Einflüssen auf dasselbe Gebiet und die Effekte von etwaig anderen WKA in der Region ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

Allgemeine Überlegungen zur Beurteilung der Umweltauswirkungen von WKA in den Alpen

- a) Es gibt viele Ungewissheiten und Risiken, die wegen des Mangels an Qualitätsdaten und auch wegen der Effekte von Windprojekten auf Wildtiere und ihrer Lebensräume in den Alpen, die in vielen Aspekten nicht bekannt sind, nicht richtig beurteilt werden können.
- b) Maßnahmen, die gebraucht werden, um die Auswirkungen von WKA auf die Umwelt zu beurteilen, könnten beträchtlich unser Wissen, das zur Verbesserung des Managements der Lebensräume, der Fauna und der Flora in den Alpen gebraucht wird, verbessern.
- c) Weitere Daten werden gebraucht, um – soweit anwendbar – die Risiken für die alpine Flora zu beurteilen. Viele Bestandsaufnahmen der Flora sind nicht präzise genug und aktuell, um stabile Schlussfolgerungen innerhalb der einleitenden Prüfung zu erlauben.
- d) Mehr Qualitätsinformation über die Auswirkungen von WKA auf Populationen und das Verhalten bestimmter Tiere, besonders bestimmter Arten von Vögeln, Feldermäusen und Säugetieren im alpinen Lebensraum wird gebraucht. Daher sollte jedes WKA Projekt in den Alpen von einer detaillierten Beobachtung und von Evaluierungstätigkeiten über die betroffenen relevantesten Tierarten begleitet werden.
- e) Eine Phase der Aktivitäten, die in der sensibelsten Reproduktionsperiode einiger relevanter Pflanzen- und Tierarten anfällt, und zwar zuerst während der Transport- und Bauphase, ist eine Standardmaßnahme, die in vielen Fällen weder vermieden noch durch andere Maßnahmen ersetzt werden kann. Auf der anderen Seite ist ein Zeitrahmen für die Bautätigkeiten wegen des Klimas in den Alpen bereits begrenzt. Die temporale Phase der Tätigkeiten muss daher optimal durch Argumenten gestützt werden und präzise bezüglich Zeit und Typ der Aktivitäten sein.

Überblick der Umweltverträglichkeitsprüfungssysteme und Praktiken zur Beurteilung der Umweltauswirkungen von Windkraftanlagen

ÖSTERREICH

In Österreich behandelte das erste UVP-Gesetz, verabschiedet 1993, zwei Probleme: die Umweltverträglichkeitsprüfung und die Beteiligung der Bürger im Umwelt- und Raumnutzungsentscheidungsfindungsprozess. Jede Gruppe von 200 Bürgern – registrierte Wähler für Lokalwahlen in Veranstaltergemeinden oder benachbarten Gemeinden, die eine Petition unterzeichnen – erlangt einen *locus standi* im Genehmigungsverfahren. 2000 sorgte ein neues UVP-Gesetz für eine obligatorische, jedoch vereinfachte, UVP-Prozedur für Windparks, die 20 MW Antriebsleistung überschreiten und/oder 20 Windräder haben. Wenn das Projekt in einem Naturschutzgebiet liegt, sind die betreffenden Werte 10 MW und 10 Windräder, und es wird eine Umweltprüfung durchgeführt, um festzustellen ob eine (vereinfachte) UVP nötig ist. Ein umfassendes Genehmigungssystem wurde eingeführt und ersetzte andere Genehmigungsvorgaben für die Projektentwicklung; daher haben Entwickler den Vorteil erhalten mit einer einzigen Verwaltungsbehörde und mit einem einzigen Verwaltungsverfahren zu tun zu haben – im Fall von Windparks ist es normalerweise die Umweltschutzbehörde auf Bundesebene. Zusätzlich müssen lokale und bundesweite Raumplanungsgesetze und auch bundesspezifische Naturschutzgesetze beachtet werden. Die letzteren bilden auch die rechtliche Grundlage zur Beurteilung von Umwelteinflüssen, wenn die UVP nicht obligatorisch ist. Daher ist der Kontext der UVP für Windinstallationen in Österreich charakterisiert durch:

- a) ein einziges Verwaltungsverfahren basierend auf einem umfassenden Genehmigungssystem;
- b) eine dezentralisierte Verfahrensebene;
- c) eine ergänzende Funktion der Naturschutzgesetzgebung der Bundesländer;
- d) eine Offenheit gegenüber der Teilnahme von lokalen, registrierten Wählern;
- e) einen relativ hohen Schwellenwert für obligatorische UVP bei Windrädern;
- f) eine vereinfachte UVP-Prozedur, wenn für das Projekt gültig;
- g) eine exponierte Position und Rolle des UVP-Senates

Von einem theoretischen Standpunkt aus scheinen die UVP-Prozeduren für Windräder in Österreich umfassend angelegt zu sein. Dennoch versuchen Entwickler von Windradprojekten die UVP, trotz des Vorteils eines einzigen Verwaltungsverfahrens, zu vermeiden. Da in der Praxis eine Opposition mit dem Recht den Platz der UVP zu übernehmen fast unmöglich vermieden werden kann, ist die entscheidende Funktion schließlich dem UVP-Senat gegeben. Diese unabhängige Einrichtung ist keiner anderen Institution verantwortlich und entbehrt Faktenwissen über diesen Stoff. Die Projektentwickler fürchten, dass im Fall eines Konflikts, der UVP Senat eine negative Haltung gegenüber jedem Projekt annimmt, das sein öffentliches Image, als starker Beschützer der Umwelt, gefährden könnte. Eine Verweigerung der Umweltgenehmigung vom UVP Senats kann nur durch eine Berufung beim Verwaltungsgericht angefochten werden. Allerdings führt das in der Praxis zu einem weiteren beachtlichen Aufschub der endgültigen Entscheidung. Ebenso wird die Beurteilung der Auswirkungen von Windanlagen auf wildlebende Tiere durch einen Mangel an spezifischen Daten und einem tieferen Wissen über gewissen Arten behindert, insbesondere bei Zugvögeln. Trotzdem ist ein Kernproblem jeder Windanlage zuallererst ihre Beeinflussung kommunaler Raumnutzungspläne. Besonders in den alpinen Regionen versuchen organisierte Interessensgruppen und starke Bewegungen jede sichtbare Veränderung der Landschaft zu verhindern. In solch einem Kontext werden Unsicherheiten verbunden mit dem Schutz der Wildtiere, oft als ein Werkzeug der Gegner und später als ein Vorwand der kommunalen Behörden für das Verschieben der relevanten Änderungen der Gemeindepläne verwendet.

Zumindest aber im Bundesland Steiermark scheinen das politische „Klima“ und das Umweltschutzbestimmungssystem im Fall von Windanlagen flexibel genug zu sein, um Lernprozesse und die Expansion von Windrädern über die anfänglichen Grenzwerte hinaus zu erlauben. Die Lösung, bei der nach einer bestimmten Zeitspanne – lange genug, um eine Qualitätsüberwachung und eine Evaluierung der verordneten Maßnahmen zu erlauben – die substantielle, aber noch immer begrenzte Erweiterung der anfänglichen Inhalte keine neue Prozedur verlangt, sondern (nur) auf der zusätzlichen Umweltprüfung beruht – vorausgesetzt, dass die Parameter, die von der Umweltgenehmigung vorgeschrieben wurden, beachtet, und die Maßnahmen, die vom Umweltmanagementplan vorgesehen wurden, gut genug implementiert wurden -, sollte unserer Meinung nach als eine gute Vorgehensweise erachtet und als ein Modell angesehen werden, wie man UVP im Alpenraum im Allgemeinen behandeln kann. Dieser Ansatz betont nachträgliche Evaluierung, das wird einerseits gebraucht zur Kontrolle der Implementierung der vorgeschriebenen Parameter und der vorgesehenen Präventions-, Minimierungs- und möglichen Ausgleichsmaßnahmen, und andererseits, um zu lernen, wie die Maßnahmen ihre Zielsetzungen erreicht haben. Zusätzlich belohnt es den Projektentwickler für die Maximierung seiner Bemühungen zur Vermeidung negativer Auswirkungen auf die Umwelt durch eine erhebliche Vereinfachung der Prozedur zur Installation zusätzlicher Eigenschaften in einem beträchtlichen, jedoch noch immer begrenzten, Ausmaß.

ITALIEN

In Italien wurde die legale Basis für die UVP gemäß EU Richtlinie 85/337/EEC zuerst 1994 durch das Gesetz No. 149 bestimmt, obwohl der Erlass des Premiers von 27. Dezember 1988 bereits die technischen Standards für die UVP auf einer nationalen Ebene definiert hatte. Eine Anzahl von Erlassen des Premiers und des Präsidenten der Republik wurden später für eine genauere Regelung und zum Festsetzen von Bedingungen, Kriterien und technischen Normen für die UVP auf Regional-/Bundesebene verabschiedet, während einige der Regionen und autonomen Provinzen ihre eigene spezifische Gesetzgebung zur UVP verabschiedet hatten, noch bevor die nationalen Rahmenbedingungen vollendet waren. Auf nationaler Ebene ist die UVP für alle Projekte von nationaler Bedeutung obligatorisch, obwohl im Fall von Windkraft keine Kriterien definiert wurden und das Problem allein auf politischer Entscheidung beruht.

Die nationale Gesetzgebung definiert auch die Konditionen und die Jurisdiktion für den Transfer der Kompetenzen der UVP zu nationalen oder provinziellen Behörden und bestimmt die nationalen Rahmenbedingungen und Richtlinien. Trotzdem haben 7 von 19 Provinzen keine eigene UVP-Gesetzgebung und sind daher gezwungen die nationalen Gesetze und Regelungen zu befolgen. Das trifft jedoch für keine der Provinzen, die das Territorium der Alpen verwalten, zu (d.h. Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria, Lombardia, Friuli-Venezia Giulia, Veneto, und Trentino-Alto Adige mit zwei autonomen Provinzen Bozen and Trento). In Fall der UVP auf nationalem Level ist die Verwaltungsbehörde das Umweltministerium. Eine obligatorische UVP muss von den regionalen/provinziellen Behörden für jedes vollständig oder teilweise geplante Projekt innerhalb eines geschützten Gebietes durchgeführt werden, während für ein „gewöhnliches“ Gebiet die Entscheidung, ob Grenzwerte oder Kriterien für eine obligatorische UVP für Windprojekte gesetzt werden, bei den regionalen oder provinziellen Behörden liegt. Nationale Gesetzgebung verlangt ferner, dass, zusätzlich zu geschützten Gebieten, auch Zonen mit einer hohen Sichtbarkeit bestimmt werden, aber bis jetzt wurde keine solche Zone gekennzeichnet. Das gleiche gilt für die Gebiete, in denen die Errichtung von Windrädern nicht erlaubt sein sollte.

Die Regelungen für geschützte Stellen sind großteils gut ausgearbeitet, obwohl, mit Ausnahme der autonomen Provinz Bozen und der Region von Campania, (noch) keine Minimalwerte für eine obligatorische UVP hinsichtlich des geplanten Outputs der installierten Windkapazitäten definiert sind. In einigen der Provinzen ist jedoch eine UVP obligatorisch für jede Windeinrichtung. Die Bestimmungen über öffentliche Beteiligung, d.h. die Regulationen, die spezifizieren wann und wie Stadtverwaltungen, NROs, und Bürger informiert werden müssen und in den verschiedenen Abschnitten der Prozedur involviert sein können, unterscheiden sich wesentlich von Provinz zu Provinz.

Die autonome Provinz Bozen ist vorläufig die einzige sub-nationale administrative Einheit im Territorium der italienischen Alpen, die die Richtlinien für Windprojekte in ihre UVP-Bestimmungen integriert hat, während im Land als Ganzes dies auch auf 5 Regionen zutrifft. Die Unterschiede unter den besagten Regulationen sind jedoch beträchtlich. Die UVP Situation in Italien ist daher sehr komplex und Entwickler sehen sich Ungewissheiten gegenüber sowohl im Hinblick darauf, ob ein bestimmtes Projekt der UVP unterliegt (auf nationaler Ebene), als auch in Hinblick auf die unvollständigen genauen Anforderungen für die UVP, wenn regionalspezifische/provinzspezifische Regulationen betroffen sind.

Die autonome Provinz Bozen könnte eine positive Ausnahme zur allgemeinen Situation sein. Zusätzlich zur genauen Definition von geschützten Gebieten und Grenzwerten für die UVP von Windeinrichtungen – obwohl einschränkend mit 1 MW festgesetzt – sind die Befugnisse für die Implementierung von legalen Bestimmungen für eine einzige administrative Prozedur der UVP, die in der Lage ist eine Entscheidung innerhalb von 180 Tagen zu treffen, bereits vorhanden. Ferner ergreifen die Behörden Maßnahmen zur Definition und Implementierung von Kriterien für die Ermittlung von Standorten, in denen ordentlich gestaltete Windprojekte die Umweltschutzanforderungen einhalten (inklusive Sichtbarkeit und Landschaftsaspekte) und einen adäquaten Ertrag von Kapitalanlagen erbringen können. Wegen des alpinen Charakters der autonomen Provinz kann ihr gesetzlicher und institutioneller Aufbau für die UVP von Windräder als ein gutes Praxismodell für UVP von Windprojekten im Alpenraum betrachtet werden, das beobachtet und basierend auf praktischer Erfahrung in der Behandlung von WKA weiter evaluiert werden muss.

SLOWENIEN

Die UVP wurde in Slowenien 1993 vom Umweltschutzgesetz (USG) eingeführt. 2004 wurde das USG wesentlich berichtigt. Um das relevante EU-Gemeinschaftsrecht (acquis communautaire) umzusetzen, wurde die UVP als eine unabhängige Prozedur eingeführt, die vom slowenischen Umweltamt durchgeführt wird, welches die Verantwortung für das Umweltgenehmigungsverfahren basierend auf dem Umweltbericht, der vom Projektentwickler auf eigene Kosten erstellt wird, trägt. Die UVP Prozedur wird ferner geregelt durch das Verwaltungsverfahrensgesetz, durch eine Anzahl von Regierungsdekreten, die den Typ und die Größe der Tätigkeiten, für die eine UVP obligatorisch ist, definieren sowie durch Instruktionen über die Methode zur Anfertigung von UVP Berichten.

Im Allgemeinen zeichnet sich die UVP für Windkraft in Slowenien aus durch:

- a) einen sehr geringen Grenzwert bezüglich der eingeführten Kapazität von rechtskräftigen UVP;
- b) circa ein Drittel des Territoriums ist unter dem Natura 2000 Schutzregime;
- c) Wichtigkeit des Schutzes von großen europäischen Fleischfresser;

- d) zentralisierte UVP Prozeduren auf nationaler Ebene;
- e) wenig Vertrauen in den professionellen Ansatz für UVP-Berichterstattung und Überarbeitung;
- f) wenige Erfahrungen im Beurteilen von Umweltauswirkungen durch Windräder;

Angesicht der großen Anzahl von verschiedenartigen, jedoch kleinen und aufgeteilten Lebensräumen wie sie typisch für Slowenien sind, wurde 2004 ein drittel des Landes entsprechend der „Vogel“ und „Lebensraum“ Richtlinien für geschützt erklärt. Die meisten Standorte mit günstigem Windpotential liegen innerhalb oder in der Nähe von geschützten Gebieten, das bietet einen objektiven Grund für die distanzierte und konservative Herangehensweise gegenüber der Errichtung von Windrädern. Zusätzlich zu den Sorgen in Verbindung mit den Auswirkungen von Windrädern auf Zugvögel und Greifvögel, sind in Slowenien auch die Auswirkungen auf die großen europäischen Fleischfresser – Luchs und Wolf - im Blickfeld. Außerdem liefern die starken Argumente von Naturschützern gegen Windenergieparks in Slowenien einen Beweis für die große Sorge um die Landschaftspflege.

Auf der institutionellen Ebene scheint es, dass alle zur Debatte stehenden Belange durch die Naturschutzverwaltung weiter verstärkt werden, die die UVP eher als ein traditionelles Instrument des Umweltschutzes ansieht, als einen systematischen Verbesserungsprozess, um negative Auswirkungen von menschlichen Aktionen auf die Umwelt anhand von Qualitätsüberwachung und adäquaten Umweltmanagementmaßnahmen zu vermeiden/minimieren/kompensieren. Zusammen mit einem sehr niedrigen UVP-Leistungsgrenzwert für Windräder (30 kW bei „gewöhnlichen“ Standorten und 3 kW in geschützten Gebieten) und der Komplexität der UVP-Prozedur, erlaubt dies nicht für irgendeinen einheimischen Lernprozess anhand kommerzieller Windtechnologien, während die Kapazitäten für das Lernen aus Erfahrungen aus dem Ausland limitiert und fragmentiert sind. Ferner muss das geringe Vertrauen in die Professionalität und die Objektivität der UVP angesprochen werden. Solche Themen gewannen an Bedeutung im Anschluss an Änderungen der UVP, die die Lizenzen für das Durchführen von UVP-Gutachten abschaffte und Qualitätskontrolle, durchgeführt von vom Ministerium für Umwelt und Raumplanung anerkannten Experten, in der Form von Revisionen von UVP-Gutachten einführte. Eingehende Befragungen liefern den Beweis für Zweifel an dieser Form der Qualitätssicherung und eine Koalition von NROs veröffentlichte überzeugende Argumente, die das professionelle Level der Revisionen von einigen UVP-Gutachten, die während der ersten Revisionsprozedur von UVP-Gutachten für Windparkprojekte durchgeführt wurden, untergraben. Folglich sollten die Behörden in Betracht ziehen nicht nur mit der (guten) Praktik der öffentlichen Zugänglichkeit zu UVP-Gutachten und Revisionen für „Windprojekte“ fortzufahren, sondern auch die Möglichkeit der Co-Revision von UVP-Gutachten durch Experten, die von NROs betraut/bestellt werden, einzuführen.

Zurzeit scheint es, dass eine starke von oben nach unten gerichtete politische Unterstützung notwendig ist, um die notwendige Koordination der UVP und anderer Prozeduren zu liefern. Zur gleichen Zeit scheint es, dass eine solche Unterstützung auf Projekte, die von staatseigenen Firmen entworfen wurden, limitiert ist oder war und daher nicht zu einer größeren Transparenz und einer Innovation von Strategien, die für eine breitere Akzeptanz von Windprojekten im Land erforderlich wären, führt. Auf der anderen Seite existiert ein Trend zur Verwendung der UVP-Prozedur als einen Notausgang für die Nicht-Entscheidungsfindung auf dem Level, das die Richtlinien für die Politik bestimmt, im Falle von wachsender (öffentlichen) Opposition

gegenüber Windkraft. Daher könnte man fürchten, dass die Lücke bei Expertenwissen und den Prozeduren offen bleiben wird, um die Nicht-Entscheidungsfindung als eine billige Entscheidungsfindungsoption für politische Entscheidungsträger in Konfliktsituationen zu behalten.

SCHWEIZ

Die grundlegenden Prozeduren und der Inhalt der UVP in der Schweiz werden im *Decree on Environmental Impact Assessment (Erlass über die Umweltverträglichkeitsprüfung)*, das auf dem *Umweltschutzgesetz* von 1983 basiert, definiert. Die Belange des Landschaftsschutzes werden im *Federal Law on the Protection of Nature and Homeland (Naturschutz- und Heimatschutzgesetz)* festgelegt. Besonders hinsichtlich des Schutzes der Natur, Landschaft und des Kulturerbes sind die Gesetze der Provinzen (Kantone) auch relevant. Nicht zuletzt kann jede Gemeinde entscheiden gewisse Gebiete oder Objekte, die auf lokaler Ebene als von natürlicher oder kultureller Bedeutung angesehen werden, unter ein Schutzsystem zu stellen. Der Erlass über UVP definiert Typen von Anlagen, die der UVP unterliegen, Windräder oder Windparks werden jedoch nicht aufgelistet. Daher sind die relevantesten Dokumente für die Beurteilung der Umweltauswirkungen von Windrädern in der Schweiz das *Federal Law on Spatial Planning (Raumplanungsgesetz)* – es beschränkt das Gebiet, das Bautätigkeiten zugedacht werden kann, gemäß der geschätzten Erfordernis für die nächsten 15 Jahre; die *Spatial Use Guidelines (Richtplan) of federal units (Kantone)* – sie definieren Typen von Tätigkeiten, die innerhalb gewisser Gebiete erlaubt sind und auch kantonspezifische geschützte Gebiete/Objekte von relevantem Natur- oder Kulturerbe; die *Construction Ordinance (Bauverordnung)* basierend auf den *Municipal Spatial Plan(s)* – sie definiert die unterschiedlichen Raumnutzungsgebiete und gemeindenspezifische Naturschutzgebiete und/oder durch das Kulturerbe geschützte Gebiete.

Im Allgemeinen wird die Situation in der Schweiz charakterisiert durch:

- g) Ausschluss von Windanlagen von der obligatorischen UVP Prozedur,
- h) Einschätzung von Umwelteinflüssen in Form von „Wahrnehmung der Einflüsse“,
- i) identifizierte Gebiete, in denen günstiges Windpotential die Kriterien von Transports und der Zugänglichkeit zu Anbindungen sowie Umwelt-, Natur- und Landschaftsschutz trifft,
- j) stark dezentralisierte Raumplanung und Naturschutzstrategien,
- k) maßgebende Rolle von Regionalplanung und Raumplanung bei der Gestaltung der prozessualen Voraussetzungen für die Installation von Windrädern,
- l) eine starke Betonung von Natur- und Landschaftsschutz auf allen Ebenen,
- m) unterschiedliche und zerstückelte Landschaften, die nicht für größere Windparks geeignet sind,
- n) einen sehr freien Zugang bei der Beteiligung der Bürger und der rechtlichen Stellung von betroffenen Bürgern und nationaler Natur- und Landschaftsschutz NROs.

Obwohl die UVP für Windanlagen nicht obligatorisch ist und die Gebiete, in denen Windanlagen – sofern genau geplant und implementiert - alle relevanten Kriterien erfüllen sollten, identifiziert wurden, sind Windprojekte in der Schweiz sehr schwer zu realisieren. Konflikte, die die geplanten Windanlagen in der Schweiz betreffen, deuten

darauf hin, dass die Haupthindernisse für die weitere Entwicklung von Windenergie lediglich mit Landschaftsfragen (sichtbare Auswirkungen) sowie Cantonal Guiding Plans und Communal Land Use Plans (kommunale Raumnutzungspläne) zusammenhängen. Wenn man die relativ komplexe Naturschutz- und Raumplanungsgesetzgebung für jede eidgenössische Einheit, die relativ aufgeteilte Eigentümerschaft des Landes und die große Anzahl qualifizierter Dritter (NROs), die das Recht haben Beschwerden einzureichen und den Fall vor das Verwaltungsgericht zu bringen, beachtet, haben zurzeit nur kleine Projekte, die von starken einheimischen Akteuren mit strategischem Wissen über die formalen und informalen Aspekte der Verwaltungsverfahren und Politikprozesse durchgeführt werden, eine Chance implementiert zu werden. Angesichts der Tatsache, dass den Raumplanungsprozessen am Kantonlevel - trotz identifizierter Gebiete, die die Naturschutzkriterien und andere relevante Kriterien erfüllen - die nötige politische Unterstützung für die Einführung von „Windanlagenzonen“ fehlt, scheint es fraglich, wie – wenn überhaupt – die vorgeschlagene obligatorische UVP für Windprojekte die Perspektiven für ihre Durchführung verbessern würde. Die UVP Prozedur kann natürlich einen stärkeren und detaillierteren fachkundigen Einblick geben und die Vermeidungs-, Minimalisierungs-, und Ersatzmaßnahmen genauer definieren, aber sie kann nicht das Problem der (gesellschaftlichen) Wahrnehmung und der gesellschaftlichen Akzeptanz, die das Kernproblem von WKA in der Schweiz zu sein scheinen, lösen.

Strategische Empfehlungen

Basierend auf der Erfahrung, die innerhalb des WP gesammelt wurde, können zwei strategische Ansätze in der UVP den Behörden empfohlen werden.

Erstens können die Behörden die Gebiete, in denen keine – basierend auf den existierenden Daten über Umgebung und Umwelt – sich aus dem WKA-Projekt ergebenden großen Umweltrisiken erwartet werden, bestimmen.

Zweitens können die Behörden die Ausnutzung des Windpotentials in beschränktem Umfang erlauben, auch wenn wichtige Daten fehlen, aber sie müssen starke Kontrolltätigkeiten verlangen (und unterstützen) und die Machtbefugnis beibehalten die Fortführung der Tätigkeiten anzuhalten, zusätzliche Schutzmaßnahmen zu verlangen und den ursprünglichen Zustand der Umgebung wiederherzustellen. Jedoch sollte dem Projektentwickler auch erlaubt sein innerhalb derselben UVP-Genehmigung die ursprünglichen Eigenschaften – basierend auf einer einfachen Umweltprüfung - auf ein neues Limit zu erweitern, falls die entsprechende Beobachtung und Evaluierung der relevanten Parameter keinen Beweis für große oder irreversible relevante Risiken für die Umgebung gebracht hat.

Zu guter Letzt – das Problem der Auswirkungen von WKA auf die Landschaft kann im Allgemeinen durch politischen Dialog über Windkraft und ein bestimmtes WKA Projekt gelöst werden und nicht alleine (und zu aller erst) durch Verbesserung der Datensammlung oder der UVP-Methoden.

WP 11 Ökonomische, gesetzliche, administrative und politische Rahmenbedingungen, Regionalentwicklung und Kostenstrukturen

Zusammenfassender Bericht

Volkmar Lauber
Universität Salzburg
Fachbereich Politikwissenschaft und Geschichte
Rudolfskai 42
5020 Salzburg
volkmar.lauber@sbg.ac.at

April 2005

Abstract

Die Zielsetzung dieses Arbeitspaketes war die Beschreibung, die Analyse und der Vergleich der Rahmenbedingungen von Rechtsordnungen, die die Windkraftentwicklung in den vom aktuellen Projekt untersuchten alpinen Regionen beeinflussen, und das Erstellen von Empfehlungen für öffentliche Behörden auf verschiedenen Ebenen über die Gestaltung solcher Rahmenbedingungen. Diese Rahmenbedingungen beinhalten

- ökonomische Rahmenbedingungen: d.h. ein Vergütungssystem für erzeugte erneuerbare Elektrizität, Investitionsanreize und der gleichen, mit besonderem Augenmerk auf die Erfolgsaussicht des tatsächlichen und möglichen Beitrags der Windkraft zur Raumordnung
- gesetzliche und administrative Rahmenbedingungen: d.h. die Verfahren vor Behörden, die notwendig sind, um die nötigen Genehmigungen zu erhalten, um eine Windkraftanlage zu bauen und zu betreiben
- politische Rahmenbedingungen: d.h. die Hauptakteure in diesem Feld der Rechtsordnung, ihre Positionen und Einfluss, die Konflikte, die dieses Feld in Zukunft charakterisieren, die Ungewissheiten, die daraus resultieren, mit besonderer Aufmerksamkeit auf Mediation und ähnliche Methoden, um Konsens zwischen den unterschiedlichen Gruppen zu erleichtern

Die Empfehlungen für die Behörden bauen auf Konzepten für optimale Verfahren und der Betrachtung wie man mit wiederkehrenden Problemen umgeht, sogar wo keine optimalen Verfahren zu existieren scheinen, auf.

Außerdem werden das Verhältnis zu Regionalentwicklung analysiert und die Kostenstruktur der Windkraftherzeugung analysiert, um Empfehlungen an Behörden in diesen Bereichen erstellen zu können.

1. Ökonomische Rahmenbedingungen

1.1 Allgemeiner Hintergrund: EU Politik gegenüber erneuerbarer Elektrizität

Bezüglich Vergütungssystemen gibt es in den fünf betroffenen Regionen/Ländern fünf verschiedene Systeme. Vier beruhen auf dem Prinzip der so genannten fixen Einspeisevergütung („fixed feed-in tariff“), eines (Italien) gehört zur Kategorie des Quotenmodells mit handelbaren Grünzertifikaten („quota system with tradable green certificate“).

In den späten 1990ern bis Ende 2000 wollten die Europäische Kommission und insbesondere DG Energy (Generaldirektion Energie, welche später zu DG TREN-Transport und Energie wurde), die dabei war eine Richtlinie für erneuerbare Elektrizität zu erstellen, ein Vergütungssystem einführen, das einen internationalen Wettbewerb zwischen verschiedenen Erzeugern von erneuerbarer Elektrizität erlauben würde. Die Hoffnung war es, dass dies die Preise senken würde, besonders für Windkraft. Vor diesem Hintergrund reichte die Kommission Entwürfe für eine „Harmonisierungsrichtlinie“ ein, die nur „konkurrenzfähige“, „marktbasierende“ Systeme erlaubt hätte, zumindest nach einer bestimmten Übergangsphase.

Zur gleichen Zeit versuchte DG Competition (GD Wettbewerb) fixe Einspeisevergütungen durch eine Entscheidung des EU-Gerichtshofes als unvereinbar mit den Bestimmungen des EU Vertrages über staatliche Beihilfen (state aid) und den Binnenmarkt zu untersagen. Im Fall von PreussenElektra v. Schleswig Anfang 2001 wies der Gerichtshof die Kommissionsargumente ab. Starker Widerstand gegen diesen Antrag hatte bereits zu einem neuen Antrag geführt, der zur Richtlinie 2001/77/EC über Elektrizität und erneuerbare Energiequellen wurde, ein Antrag, der die Frage über Vergütungssysteme bis Oktober 2005 offen ließ und auch fixe Einspeisevergütungen erlaubte. Frühestens zu diesem Datum, sollte die Kommission die Harmonisierung basierend auf einem Report über die bisherigen Erfahrungen vorschlagen. Es wurde 2001 allgemein erwartet, dass die Kommission auf „marktbasierende“ Systemen bestehen würde, im Sinne der Elektrizitätsrichtlinie von 1996. Zur jetzigen Zeit (April 2005) scheint es klar zu sein, dass DG Energy in nächster Zeit keinen Harmonisierungsantrag machen wird. Quoten/Zertifikatsmodelle haben bis jetzt ihren Wert noch zu beweisen. Bis jetzt haben sie nur in Großbritannien und Italien zu signifikanten Anlagen beigetragen und in beiden Ländern hat das nicht zu geringeren, sondern vielmehr zu höheren Preisen geführt, als die viel kritisierte Deutsche Einspeisevergütung. Quoten/Zertifikatsmodelle in Belgien und Schweden haben bis jetzt nur eine geringe Bedeutung.

Das Hauptproblem mit dem die EU derzeit auf diesem Gebiet konfrontiert wird, ist, dass die angezeigten nationalen Ziele, festgelegt durch die Richtlinie 2001/77/EC für 2010 (Ziele für erneuerbare Energien in jedem Mitgliedsstaat), beinahe zweifellos nicht erreicht werden können. Als Folge betont die Kommission eher die Notwendigkeit die Unterstützung für erneuerbare Elektrizität zu erhöhen als zu Bemühungen diese Unterstützung zu verringern.

1.2 Die Systeme in den zur Diskussion stehenden fünf Ländern

Abb. 1: Vergütungssysteme für erneuerbare Elektrizität

Land	derzeitiges Vergütungssystem und Datum seiner Einführung	bezahlter Betrag per kWh
Österreich	fixe Einspeisevergütung (2002)	7,8 Eurocent garantiert für 13 Jahre*
Frankreich	fixe Einspeisevergütung (2001/02)	8,38 Eurocent für die ersten fünf Jahre; weitere 10 Jahre abhängig von der Standortqualität (definiert durch Anzahl der Stunden von Vollast), zwischen 8,38 und 3,05 Eurocent. Jährliche Degression von 3,3% für neue Anlagen seit 2003**. Galt bis 2005 nur für Anlagen bis 12 MW (jetzt unbegrenzt) und nur für die ersten 1,500 MW (national). Für größere Anlagen, und über 1,500 MW hinaus: Ausschreibungen (appels d'offre)***
Italien	Quoten/Zertifikatmodell (2002)	Gesamtvergütung von circa 13-16 Eurocent, bestehend aus einem Grünzertifikat (circa 8-10 Cent)**** für acht Jahre plus dem Marktpreis für Energie (circa 5-6 Cent).
Slowenien	fixe Einspeisevergütung (2002)	< 1MW: 6,06 (keine Zeitgarantie*****) > 1 MW: 5,85 (keine Zeitgarantie*****)
Schweiz	fixe Einspeisevergütung (2005)	10 Eurocent***** plus evtl. freiwillige Grünzertifikate

* In Österreich gibt es derzeit in dieser Angelegenheit eine Gesetzeslücke. Jedoch das 2001 Öko-Elektrizitätsgesetz und die darauf basierende Verordnung, die die Vergütung festsetzte, gelten noch immer für Anlagen, die eine Genehmigung vor Ende 2004 erhielten und die mit Ende Juni 2006 in Betrieb gehen. Jedoch gibt für neue Anlagen (nach 1 Jänner 2005) keine Gesetzgebung, die ein Unterstützungssystem bietet.

** Jede einzelne Anlage hat eine Kurssicherung für 15 Jahre; die Degression gilt nur für neue Anlagen eines gegebenen Jahres.

*** Eine Novelle eines Gesetzes in Frankreich, das derzeit im Parlament zur Diskussion steht, sollte die Einspeisevergütung auf Anlagen von 20 MW oder mehr begrenzen (beginnend zwei Jahre nach seiner Annahme). Das würde die Logik, die bis heute vorherrschte, umkehren. Die Novelle wurde im Unterhaus beschlossen, vom Senat aber verändert.

**** Zurzeit ist der Preis für Zertifikate im Wesentlichen ein administrierter Preis. Das wird sich vielleicht über viele Jahre so fortsetzen. Offensichtlich ist das nicht das „marktbasierte“ System, das die Kommission im Sinn hatte; in diesem System sollten Zertifikate in einem bestimmten Markt gehandelt werden.

***** Das Gesetz von 2002 sorgt für jährliche Anpassungen des Tarifs um seinen Realwert zu halten. Jedoch wurde in den ersten zwei Jahren der Tarif um circa 6,3% hinsichtlich des Euros reduziert, obwohl er nominell in der slowenischen Währung gleich blieb – und nicht nur für neue Anlagen.

***** Beahlt von Zuschlag auf Hochspannungsnetz

Offensichtlich ist das lukrativste System für Investoren das in Italien herrschende, sich von den Erwartungen abhebend, die die Kommission in den späten 1990ern hatte. Es ist wahr, dass der hohe Anfangspreis nur für acht Jahre gezahlt wird, aber selbst der reine Marktpreis für Elektrizität ist viel höher als die „Sondervergütung“, die in Frankreich gezahlt wird, nachdem die Anfangsrate nicht mehr anwendbar ist. Als nächstes kommt die Schweiz, dann Österreich gefolgt von Frankreich. Slowenien hat bei weitem den niedrigsten Satz.

Das Bild wird erschwert durch zusätzliche Anreize, die in manchen Ländern verfügbar sind. Hier ist die Situation wie folgend:

- Österreich: Fördermittel waren auf regionaler Ebene (Bundesländer) bis 2002 weit verbreitet. Teil der Zielsetzung des 2002 Gesetzes war es, dieser Praktik ein Ende zu setzen. Trotzdem fahren einige Länder mit den Subventionen fort (besonders Oberösterreich) und besonders innovative Projekte (z.B. an problematischen alpinen Stellen) können vom Umweltministerium subventioniert werden.
- Frankreich: Im Allgemeinen keine Fördermittel, aber eine spezielle Ordnung gilt für bergige Gebiete nach dem Berggesetz von 1985 (Loi sur la montagne). Die Ordnung soll für die Nachteile von bergigen Standorten hinsichtlich der meisten Geschäftstätigkeiten kompensieren. Die Vorteile die daraus resultieren haben viele verschiedene Formen, besonders auf dem Gebiet der Finanzierung (besondere Zinssätze, besondere Finanzierungsinstitute oder Abmachungen usw.).
- Italien: Investitionskostenzuschüsse existieren auf Bundesebene (Gesetz 488/92) und können bis zu 50% der Investitionen von Mittelstandsunternehmen und 35% für größere Firmen decken. Fördermittel werden auch von einigen Regionen und/oder Provinzen gewährt. In der Provinz Bozen (Südtirol) werden alle erneuerbaren Energieformen mit einem Tarif von 30% subventioniert.
- Slowenien: Theoretisch keine Fördermittel, obwohl diese Regel in einzelnen Fällen gebrochen wurde.
- Schweiz: Fördermittel können nur auf Kantonebene bewilligt werden, werden aber – wenn bewilligt – von der Bundesregierung entsprochen. Jedoch sind die meisten Kantone heutzutage sehr sparsam und tendieren zusätzlich dazu sich auf andere erneuerbare Energiequellen (besonders Biomasse) und auf rationelle Energienutzung zu konzentrieren. Für strukturschwache bergige Gebiete gibt es ein Investitionshilfegesetz (Investitionshilfegesetz für Berggebiete), das bereits verwendet wurde, um Windkraftinvestitionen zu unterstützen. Auch gibt es ein System von freiwilligen Grünzertifikaten, die von Erzeugern für ein Nebeneinkommen verkauft werden.

Diese kurze Zusammenfassung zeigt, dass Fördermittel in dem Land am höchsten sind, das bereits die höchste Vergütung für Windenergie hat, d.h. Italien. Es stimmt, dass dies auch das Land mit der schwierigsten Situation am Stromsektor ist (schnelles Nachfragewachstum, unzureichende Inlandsproduktion, Schwierigkeit Importe zu erhöhen, weil die Hochspannungsleitungen schon nahe ihrer voller Leistung arbeiten).

Abb. 2: Installierte Windkraftleistung am Ende des Jahres (in MW)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Österreich	42	78	95	139	415	607
Frankreich	23	79	85	147	240	390
Italien	211	389	697	785	891	1265
Slowenien						
Schweiz	3	3	5	5	5	8

Quelle: Daten für Österreich, Frankreich, Italien und Schweiz aus *Windpower Monthly*, Hefte von April 2001, 2003 und 2005.

Es ist bemerkenswert, dass das Land mit der höchsten Erzeugung von Windkraft pro Kopf und pro Geländeeinheit (d.h. Österreich) dies mit einer eher bescheidenen Rate von 7,8 Eurocent für 13 Jahre erreicht hat (und im Prinzip ohne zusätzliche Fördergelder, obwohl es einige Ausnahmen gibt), gegenüber Italien, dem Land, in dem Vergütungen (13-16 Eurocent für acht Jahre, auch nachher ein hoher Marktpreis für Elektrizität) und Fördermittel am höchsten sind (siehe Abb. 2). Teil des Unterschiedes ist wahrscheinlich aufgrund der größeren Sicherheit von fixen Einspeisevergütungen, hoch geschätzt von Banken, die die Windkraftentwicklung finanzieren. (Das britische Beispiel der Renewable Obligation (ein Quotenmodell) bestätigt diese Hypothese; es führt zurzeit zu einer Vergütung von 10 Cents per kWh und es ist unwahrscheinlich, dass es in naher Zukunft fällt.) Das ist viel höher als der deutsche Tarif, der oft als übertrieben hoch kritisiert wurde). Aber es ist komplizierter: Italien hatte bis vor einigen Jahren auch eine großzügige Einspeisevergütung, die nicht wirklich einen außergewöhnlichen Windkraftboom förderte. Andere Aspekte, wie administrative Schwierigkeiten mit dem Anlegen, Genehmigungen und die Verbindung zum Stromnetz, spielen hier wahrscheinlich auch eine wichtige Rolle.

Richtlinie 2001/77/EC setzte indikative (keine obligatorischen) Ziele für Elektrizität aus erneuerbaren Quellen für jeden Mitgliedsstaat fest. Um diese Ziele zu erreichen wird Windkraft – da sie eine der billigsten Optionen ist - eine Schlüsselrolle spielen. Die Schweiz hat auch ein eigenes Ziel für Windkraft festgelegt (siehe Abb. 3).

Abb. 3: Ziele für Mitgliedsstaaten gemäß Richtlinie 2001/77/EC, ergänzt 2004 für die Beitrittsstaaten und die Schweiz (Quelle: Europäische Kommission 2004: für die Schweiz: Horbaty 2004; siehe vollständigen Bericht)

	Anteil 1997	Ziel für 2010 in %
Österreich	70%	78%
Frankreich	15%	21%
Italien	16%	25%
Slowenien	29.9%	33.6%
Schweiz	2.1 MW in 97*	50-100 MW von Windkraft

* Beatrice Langraf/Thiemo Kellner (2000) Windenergie in Europa: Was bringen Gesetze und Fördermaßnahmen, Interwind/Bundesamt für Energie, Zürich 2000, p.25.

Empfehlungen an Behörden:

1. Wenn es Ziel des Vergütungssystems ist, den Aufschwung der Windkraft mit möglichst niedrigen Kosten voranzutreiben, dann ist nach bisherigen Erfahrungen ein Einspeisetarif besser geeignet als ein System, das auf Quoten und handelbaren Zertifikaten beruht. Das geht aus den Ergebnissen der Systeme in Großbritannien, Italien und Belgien hervor. Der Grund dafür ist die größere Unsicherheit, die sich aus den Veränderungen der Zertifikatspreise ergibt, und die sich in höheren Gewinnerwartungen und höheren Kreditkosten der Banken niederschlägt.
2. Ein Vergütungssystem sollte mindestens 10 Jahre bestehen, damit eine größere Anzahl von Beteiligten (Errichter, Investoren, Banken, Projektentwickler usw.) mit den Mechanismen vertraut werden. Das führt zum Einstieg neuer Unternehmer, mehr Konkurrenz und langfristig niedrigeren Kosten.

2. Gesetzliche, administrative und politische Rahmenbedingungen

Die zur Diskussion stehenden Länder und Regionen haben alle sehr aufwändige Verfahren für die Abwicklung von Anträgen für Windkraftanlagen. Diese Verfahren werden stark von nationalen Traditionen im Gebiet des Verwaltungsrechts und der Anwendung beeinflusst. Diese Verfahren werden im Detail und für jedes Land im vollständigen Bericht beschrieben, zusammen mit ihrer wahrscheinlichen Dauer (zwischen zwei und fünf/sechs Jahren).

2.1 Neue Opposition gegen Windkraft

Es gibt eine auffallende Änderung, die alle Länder betrifft. Während der letzten paar Jahre hat Windkraft ihre „Unschuld“ verloren. In der Vergangenheit wurde sie am meisten von etablierten Energieversorgern als wenig nützlich und schwer zu integrieren kritisiert. Während diese Kritik noch existiert (und ihr Träger könnte auch der Ursprung anderer Kritiken sein), wurden neue Gegner hinzugefügt. Es ist besonders auffallen zu sehen, dass einige Landschafts- und Naturschutzorganisationen unter den Kritikern der Windkraft sind. Manche dieser Kritiken scheinen ideologisch in dem Sinn, dass einige Windkraftgegner nicht auf schädliche Effekte in einem bestimmten Rahmen Bezug nehmen, sondern Windkraft im Allgemeinen als eine Gefahr für die Gesundheit (Lärm, Eis, Infraschall, ...), die Landschaft, die Umwelt und sogar die Wirtschaft betrachten und sich auf unbestätigte Behauptungen berufen, die die Ängste schüren.

Unter dem Einfluss von diesen Kritiken ist die Öffentlichkeit zögernder in ihrer Akzeptanz des Windkrafteinsatzes in ihrer unmittelbaren Nähe geworden, obwohl auf einem abstrakten Level die positiven Meinungen im großen Umfang vorherrschen. Die Kritik – und die Angst, dass Windräder die alpinen Landschaften in großer Zahl beherrschen könnten – hat eine besonders starke Rolle in alpinen und anderen bergigen Gebieten gespielt, da dort eine besondere Wichtigkeit der „Landschaft“, besonders bezüglich Tourismus, beigemessen wird. In Österreich wurden sehr wenig neue Genehmigungen für alpine Stellen erteilt und in Salzburg und Tirol wurden bis jetzt überhaupt keine Genehmigungen ausgestellt (in Vorarlberg gab es keine Anträge). In Frankreich gibt es einige Anlagen in bergigen Gebieten, aber streng genommen nicht in den Alpen; die Kontroverse hat sich dort klar verstärkt (eine nationale Organisation, „vents de colère“ oder „Winde des Zorns“ steht hinter vielen Widerständen). In Italien, genauer in Provinz Südtirol/Bozen, gibt es nur ein funktionierendes Windrad mit einer

temporären Genehmigung; die Provinzregierung strebt noch immer einen allgemeinen Ansatz für Windkraft zu definieren (im Gegensatz dazu existieren viele Windkraftanlagen in den Apenninen, aber in einem sehr andersartigen sozioökonomischen Milieu: arme lokale Gemeinden, wenig Tourismus, eine abnehmende Agrikultur als Haupteinkommensquelle – hier wurden die durch Windkraft angebotenen Einkünfte hoch geschätzt). In Slowenien führte eine Serie von großen Projekten durch regionale Einrichtungen – alle von ihnen auf einem eher kleinen Gebiet, fünf Berge im Karst - zu einem großen Widerstand. In der Schweiz ist die Landschaftsstiftung – eine privilegierte Organisation unter Schweizer Recht - allen Projekten mit Windrädern größer als 660kW entgegengestellt, das bedeutet, dass es für den Moment praktisch keine neue Anlage gibt.

Administrative und auch gesetzgebende Behörden sind daher in einer schwierigen Situation gefangen. Administrative Behörden verlangen in den meisten betroffenen Ländern/Regionen nach detaillierteren Richtlinien, besonders hinsichtlich der Frage des Landschaftsschutzes; gegenwärtige Vorschriften werden weitgehend als unbefriedigend angesehen. Es besteht die Gefahr eines Legitimitätsdefizits. Aber gesetzgebende Behörden werden auch mit einem ähnlichen Problem wie bei anderen Problemkreisen konfrontiert, es gibt eine unzureichende Erfahrung mit Windrädern und ihrer Auswirkungen auf die alpine Landschaft und die Umwelt. Die Frage, die dann auftaucht ist, wie Behörden mit solchen Problemen umgehen sollen.

2.2 Empfehlungen für Behörden

1. Erkennung des besonderen Charakters der Situation
2. Entwicklung von Regelungen, die die Sammlung von Erfahrungen durch sorgfältiges Experimentieren erlauben. Erfahrung kann nur durch Ergreifen von einigen Initiativen gewonnen werden. Aber diese Initiativen sollten sorgfältig definiert sein.
3. Maximierung der Legitimität von Verwaltungsverfahren und Entscheidungen durch spezielle Vorkehrungen (Transparenz, Partizipation, Suche nach lokalem Konsens).
4. Freiwillige Vereinbarungen zwischen Windkraftbetreibern und Gemeinden und/oder Natur-, Umweltschutz- und anderen geeigneten Verbänden
5. Maximierung des Beitrages von Windkraft zur lokalen und regionalen dauerhaften Entwicklung.

Ad 1: Erkennung des besonderen Charakters der Situation

Der spezielle Charakter der Situation resultiert nicht nur aus der Intensität der Kontroverse, sondern auch von dem Fakt, dass es nicht genug Erfahrung betreffend der Auswirkungen von Windkraft in der alpinen Umgebung gibt. Dies ist umso mehr wahr, da einige der zur Diskussion stehenden Auswirkungen subjektiv in ihrer Natur sind (z.B. Fragen der Auswirkungen auf die Landschaft, sichtbare Auswirkungen usw.). Während in einigen Fällen „objektive“ Erfahrungen in gegebener Zeit gesammelt werden können (Auswirkungen auf die Natur, z.B. Vögel, oder Auswirkungen auf den Tourismus), sind Erfahrungen bezüglich subjektiver Elemente noch schwerer zu bekommen. Auf der anderen Seite könnte Windkraft in der Lage sein einen wichtigen Beitrag für die lokale Wirtschaft, Energie- und die Treibhausgassituation zu leisten, so dass sie nicht einem unbestimmten Stopp unterworfen werden soll. Erfahrung kann nur gesammelt werden, wenn einige Windenergieparks betrieben werden, andernfalls können wir nichts über ihre Effekte wissen. Die Auswirkungen auf die Landschaft, die Natur usw. variieren mit den Umfeldern.

Ad 2: Sammlung von Erfahrung durch Förderung des Experimentierens

Angesichts des Mangels an konkretem Wissen würde es schwer sein, gültige Regelungen in allgemeinen Worten zu definieren. Es scheint angemessener zu sein schrittweise vorzugehen. Das könnte z.B. durch die Genehmigung von einer limitierten Nummer von relativ kleinen Windenergieparks (circa 1-10 Windräder) in jeder gegebenen Landschaftseinheit (wie z.B. ein Tal, oder ein Gebiet von dem aus ein Windenergiepark gesehen werden kann) erreicht werden und durch das Deutlichmachen, dass ein solcher Entschluss keinen Präzedenzfall setzt, bis weitere Erfahrung gesammelt wurde. Ein Zeitintervall sollte gesetzt werden, während dem keine weiteren Genehmigungen erwägt werden. Wenn alles gut geht (d.h. wenn die durch Kritiker gefürchteten Auswirkungen begrenzt werden können oder gar nicht auftreten), könnte solch ein Windenergiepark zu einem späteren Zeitpunkt eine Erlaubnis zur Expansion bekommen. Das sollte die Angst beseitigen, dass die Alpen als Ganzes – in großen Strecken – durch die Windkrafterschließung „verwüstet“ werden. Auf einer weiteren Ebene könnte ein Bundesland, Bezirk oder eine lokale Gemeinde eine allgemeine Obergrenze für die Windkrafterschließung auf seinem oder ihrem Gebiet definieren, die während einer bestimmten Zeit nicht überschritten werden darf.

Ad 3: Maximierung der Legitimität von Verwaltungsverfahren und Entscheidungen (Transparenz, Partizipation, suche nach lokalem Konsens).

Transparenz: Angesichts der durch einige Windkraftgegner verursachten Verdächtigungen und Ängste ist es wichtig, diese Phänomene durch angemessene Vorkehrungen zu minimieren und die Bevölkerung so weit wie machbar zu informieren. Alle Berichte, Meinungen, Anträge, Entscheidungen usw. sollten durch das Internet verfügbar gemacht werden, auch für jene, die kein Internet haben. Ausreichend Zeit sollte gegeben werden, so dass Lernprozesse unterstützt werden.

Partizipation: In den derzeitigen Konflikten, die Windkraft betreffend, bleibt die Diskussion oft auf einem abstrakten Level und kann daher „ideologisch“ bleiben, d.h. abgehoben von den spezifischen lokalen Bedingungen und Belangen. Auf dieser Ebene ist es schwer eine befriedigende Lösung zu finden. Es ist möglicherweise hilfreich die lokale Bevölkerung in irgendeiner Form zu involvieren. Dies wird auf der einen Seite „die Sache auf den Boden der Wirklichkeit zurückbringen“, d.h. die Belange und Umstände der einzelnen Teilnehmer werden klarer gemacht und es wird bei der Legitimierung der Entscheidung geholfen. Es könnte z.B. herauskommen, dass die Gegner – dies scheint in einigen Gebieten Frankreichs der Fall zu sein – neue Landbewohner sind, die ein Heim oder einen Zweitwohnsitz gekauft haben und die Landschaft als eine „Ferienlandschaft“ behalten wollen, idealerweise unberührt von wirtschaftlichen Aktivitäten. Traditionelle Landbewohner, wie etwa Farmer, könnten andererseits daran interessiert sein ihre wirtschaftlichen Tätigkeiten breiter zu fächern. Eine klare und offene Konfrontation dieser Belange wird wahrscheinlich die Debatte „de-ideologisieren“ und hilfreicher sein als ein abstraktes Argument.

Suche nach Konsens: In Beziehung zum oben Gesagten, sind Bemühungen Konsens durch verschiedene Modelle zu fördern wahrscheinlich hilfreich. Im stärksten Fall würde dies durch eine professionelle Mediationsprozedur geschehen, in der alle an der Kontroverse (wenn es eine Kontroverse gibt) Beteiligten einer solchen Prozedur zustimmen und die Ergebnisse zu denen sie führt als Basis für die Verwaltungsvorgänge, die nach beendeter Mediation fortgeführt werden, akzeptieren (siehe Eigenbericht über Mediation für Windkraftprojekte). Andere Modelle sind

vorstellbar: so eine lokale Konsenskonferenz, in der eine Gruppe der Lokalbevölkerung, über eine genügende Zeitspanne hinweg, sich eine Vertrautheit mit Windkraft und ihrer wahrscheinlichen Auswirkungen aneignet und eine Empfehlung, basieren auf diesen Erfahrungen, abgibt. Auch hier wird dies eine Beurteilung der Natur der Opposition und die Interessen, die den Konflikt beherrschen, erlauben.

Ad 4: Freiwillige Vereinbarungen zwischen Windkraftbetreibern und Gemeinden und/oder Natur-, Umweltschutz- und anderen geeigneten Verbänden anregen und fördern, die Regeln fairen Verhaltens im Bewilligungsverfahren definieren.

Derartige Regelungen können später auch in Gesetze gegossen werden. Vorbild ist hier Italien (Vereinbarung Legambiente – Italienischer Windenergieverband).

Ad 5: Maximierung des Beitrages von Windkraft zur lokalen und regionalen dauerhaften Entwicklung.

Die Windkrafterschließung wird von ihren Gegnern als preistreibende Operation angesehen, die Schäden auf lokaler Ebene und möglicherweise darüber hinaus verursachen wird. Es ist wichtig, die Möglichkeit anzuerkennen, dass eine lokale Gemeinde diese Energie mit dem Ziel der dauerhaften lokalen Entwicklung alleine benutzen will, während auch ein Beitrag zur regional dauerhaften Entwicklung geleistet wird.

Die dauerhafte Entwicklung beinhaltet drei Elemente: ökologisch, ökonomisch und sozial. Der stärkste positive Aspekt der Windkraft, ist die Produktion von Elektrizität mit einem minimalen Beitrag an Treibhausgasen und anderen Schmutzstoffen; das muss mit anderen möglichen Auswirkungen auf die Natur abgestimmt werden. Windkraft ist in der Lage wirtschaftlichen Wohlstand zu produzieren und daher einen Beitrag zur lokalen Wirtschaft zu leisten (Steueraufkommen, Landmieten, Arbeitsstellen, Touristenattraktion usw.); das muss mit anderen möglichen ökonomischen Schäden abgestimmt werden (z.B. die gefürchteten Auswirkungen auf den Tourismus). Windkraft kann einen positiven Beitrag zur sozialen Zusammenarbeit leisten, kann aber auch Konflikte erzeugen, z.B. wenn die Vorteile sich auf einen Außenseiter (Windenergieparkbetreiber) konzentrieren und Nachteile für die lokale Bevölkerung erwachsen. Um sicherzustellen, dass die lokale Bevölkerung ein redliches Geschäft erhält, könnten lokale Gemeinden ermutigt werden die Initiative zu ergreifen und Windenergieanlagen entlang von Linien zu entwickeln, die sie als optimal ansehen, und sich nicht auf die Reaktion auf Genehmigungsforderungen von Bewerbern zu beschränken. Solch eine proaktive Rolle produziert wahrscheinlicher die erwünschten Resultate für die Gemeinde, auch wenn die Aufgabe des Baus dem Entwickler überlassen wird. Erfolgreiche Beispiele hiervon können in Frankreich gefunden werden (siehe vollständigen Bericht). Ein Entwickler wird wahrscheinlich nicht so viele lokale Bedenken einfließen lassen, wenn auch nur durch Mangel und adäquater Information. Auf der anderen Seite kann ein Entwickler ganz bereitwillig solche Bedenken einbinden, wenn sie klar definiert sind.

Um die Ansprechbarkeit der Windkraftentwickler gegenüber den Belangen des Natur- und Landschaftsschutzes plus den ökonomischen Bedenken der lokalen Bevölkerung zu verbessern, könnten regionale Behörden einen freiwilligen Verhaltenskodex für Windkraftentwickler fördern und einen Modelvertrag, der ihre Beziehungen mit anderen interessierten Parteien bestimmt (lokale Bevölkerung, lokale Grundbesitzer, Natur- und Landschaftsschutzorganisationen usw.). (Etwas Derartiges wurde in Italien auf nationaler Ebene gemacht, siehe vollständigen Bericht). Ökonomische Interessen der lokalen Bevölkerung können durch die Förderung von Windkraftgenossenschaften oder anderer legaler Formen, die eine finanzielle Teilnahme von lokalen Bewohnern

und/oder lokaler Gemeinden (Regierungsgruppen) als Ganzes erlauben, auch beachtet werden.

Es ist vorstellbar, dass Windkraftentwickler aufgefordert werden einen Beitrag für die lokalen Gemeinden zu leisten, um für die Modifikationen der Landschaft (abhängig besonders von sichtbaren Auswirkungen der Windenergieparks) zu entschädigen. Es ist vermutlich hilfreich, wenn solch eine Entschädigung in einen Spezialfonds fließt und nicht in das allgemeine Budget der lokalen Gemeinde, da dies zu fraglichen Beweggründen führen kann (erlebt, z.B. in einigen Apennin Gemeinden, in denen diese Praktik einen üblen Ruf erlangte). Wenn eine Gemeindeverwaltung eine proaktive Rolle in der Entwicklung von Windenergieanlagen einnimmt (siehe ersten Punkt unter dieser Überschrift), wäre es auch einleuchtend, wenn sie ein solches Einkommen für andere Infrastrukturen, wie Wasserversorgung und ähnliches, verwenden würde.

3. Regionalentwicklung

Zum Teil wurde diese Frage schon weiter oben angesprochen. Zusätzlich werden die folgenden Empfehlungen formuliert:

1. Begrenzung der Zahlungen an Grundeigentümer und an Standort- bzw. Nachbargemeinden. Die Praxis zeigt, dass diese Zahlungen regelmäßig zugenommen haben und vor allem in alpinem Gelände schon einen erheblichen Faktor darstellen. Der Grund dafür ist die Knappheit an geeigneten Standorten in diesem Gelände. Hier wird die Anregung/Förderung einer freiwilligen Vereinbarung zwischen Windparkbetreibern und Organisationen empfohlen, die geeignet sind, die oben genannten Gruppen zu vertreten (Grundeigentümer, Gemeinden). Damit soll eine aufsteigende Spirale dieser Kosten vermieden werden.

2. Einbau der Windenergie in Konzepte für sanften Tourismus. Es besteht ein erhebliches Interesse an Anlagen für erneuerbare Energien. Dieses Interesse kann nicht nur ökonomisch genutzt werden (eben für zusätzlichen Tourismus), sondern dürfte auch bei der Bewertung der Windenergie als schön oder hässlich empfunden) eine Rolle spielen.

4. Kostenstruktur

1. Für alpine Windbedingungen sind nicht alle Technologien in gleichem Maß geeignet. Da Windgeneratoren gleichzeitig Standorte in Anspruch nehmen, die anderen Betreibern nicht mehr zur Verfügung stehen (und da im alpinen Raum derartige Standorte sehr knapp sind), wird empfohlen, Anreize zu setzen, die folgende Technologien begünstigen:

- besonders starke Generatoren für alpine Windbedingungen
- verstellbare Rotorflügel
- variable Rotorgeschwindigkeit oder Zweiganggetriebe
- geeignete Enteisungstechnik

Anreize können über Steuerbegünstigungen erfolgen oder über technische Standards, die Anbieter einhalten müssen, wenn die Anlagen Fördermittel oder besondere Einspeisetarife oder Zertifikate erhalten sollen.

Siehe auch die Empfehlungen zu den ökonomischen Rahmenbedingungen (Empfehlung für stabile Vergütungssysteme, um durch geringere Transaktionskosten mehr Akteure im Bereich der Windenergie zu erreichen, die durch Wettbewerb Kosten reduzieren) und im Kapitel Regionalentwicklung (Empfehlung für Freiwillige Vereinbarung, um die Kosten von Pacht an Grundeigentümer und Zahlungen an Gemeinden nicht beliebig anwachsen zu lassen).

Kurzbericht des französischen Partners

Bearbeitung:
Emmanuel Jeanjean
Emmanuel.Jeanjean@raee.org
Rhônald'énergie-environnement RAEE
10 rue des Archers
69002 Lyon
www.raee.org

April 2005

----- O -----

Windpotential der Rhône-Alpen-Region im alpinen Gebiet

VALOREM SARL
180 av. du Mal Leclerc
33130 BEGLES

METEO-FRANCE
Direction InterRégionale Centre-Est
Aérodrome
69500 BRON

1. Kontext und gewählter Ansatz

Das Windpotential in den französischen Alpen ist wenig bekannt, und sein Einsatz zur Generierung von Elektrizität ist in einer Frühphase. Um ein besseres Verständnis dieser natürlichen Ressource zu gewinnen, müssen wir die verschiedenen Windgegebenheiten berücksichtigen, die eine große Vielfalt von markanten Phänomenen bieten. Windgegebenheiten unterscheiden sich von Gebiet zu Gebiet gewaltig, und wir können das Leiten eines Luftstromes in einem Tal als Beispiel eines dieser lokalen Phänomene nennen.

Eine lokale Studie des Windpotentials in einem bergigen Gebiet erfordert ein Wissen über Windmeteorologie. Jedoch sind Winde in der Höhe der Rotornarbe sehr variabel sowohl räumlich (Relief, faltige Oberfläche, Bodenbeschaffenheit, usw.), als auch zeitlich (abhängig von den meteorologischen Verhältnissen, tageszeitliche und jahreszeitliche Veränderungen, usw.). Messungen, die über die Jahre hinweg an den Wetterstationen des Beobachtungsnetzwerks des Météo France (Französischer Wetterbericht) gemacht wurden, haben uns mit Daten über die räumlichen Schwankungen der Klimatologie des Bodenwindes versorgt, aber ihre Zahl wird durch die Größe des Netzwerkes für die Messungen begrenzt: in den Alpen, wenn wir uns auf jene Punkte, die höher als 1,000 m liegen, beschränken, gibt es insgesamt 14 Messstationen mit einem genügend großen Archiv, das ist sehr unzureichend für die

präzise Bestimmung von Gebieten, die besonders geeignet für die Verwendung von Windkraft sind.

Infolgedessen bestand der Ansatz, den wir wählten darin, digitale Modellierung zur Simulation des Luftstromes in einem feinen Maßstab zu verwenden. Dies beruhte auf einer klimatologischen Analyse, die verwendet wurde, um die vorherrschenden Wittertypen in den Alpen zu klassifizieren.

2. fein-skalierte Windmodellierung

Um unser Verständnis von fein-skalierten atmosphärischen Mechanismen und digitalen Lösungen, die zu ihrer Modellierung verwendet werden, zu vergrößern, haben das Météo France's National Meteorological Research Centre (CNRM) und das CNRS's Aerology Laboratory gemeinsam das **Méso-NH** Modell entwickelt. Von der nationalen Wissenschaftsgemeinde, besonders in Forschungsprojekten, viel getestet, wurde es in einer Anzahl von meteorologischen Konfigurationen (orographische Strömungen, Land/Meer Kontraste, extreme Konvektionssituationen, usw.) bestätigt und wird jetzt in Studien verwendet.

Das Méso-NH Modell ist in der Lage Luftströmungen über einen weiten Bereich von Maßstäben, von einigen hundert Kilometern bis zu etwa 10 Metern, zu reproduzieren. In der Tat ist es in der Lage durch Verwendung der nicht-hydrostatischen Hypothese (non-hydrostatic hypothesis) lokale meteorologische Phänomene wie Briesen und orographische Effekte (wie zum Beispiel den Hügelleffekt), etc. zu beschreiben. Es ist ein mächtiges Werkzeug, welches die Dynamik von atmosphärischen Phänomenen exakt wiedergeben und die Lösung dieser Berechnungen erheblich vergrößern kann, um ein bestimmtes Phänomen in einem klar definierten Gebiet zu studieren.

In dieser Studie verwendete das Méso-NH Modell ein digitales Terrainmodell (BD Alti IGN, Auflösung 250 m) und Corine Land Cover Dateien bei einer Auflösung von 1 km für Informationen über Bodenmerkmale (Vegetation, faltige Oberfläche, prozentueller Anteil des bebauten Gebietes, etc.).

Es wurde verwendet, um den Wind durch dynamische Adaption an das Geländere relief in folgender Konfiguration zu berechnen:

- Wegen der Größe des behandelten Gebietes, wurden Simulationen für die Alpen in zwei kleineren Gebieten, Nordalpen und Südalpen, durchgeführt. Das nördliche Gebiet besteht aus einem 200 x 180 km Raster mit einer Auflösung von 2 km, das südliche Gebiet besteht aus einem 150 x 250 km Raster mit der gleichen Auflösung.
- 40 vertikale Ebenen bis zu einer Höhe von 19 km, circa 20 von ihnen sind innerhalb der Grenzschicht (Höhe weniger als 1,500 m). Die erste Ebene beginnt 10 m über der Geländeoberfläche. Diese vertikale Auflösung ermöglicht es uns, die Dynamik der Troposphäre in ihrer ganzen Dicke darzustellen. Das ist beispielsweise wichtig für den Fall einer Störung oder eines Konvektionsphänomens.
- Initialisierung und Kopplung durch Verwendung von drei-Stunden Feldern, die vom operationellen Modell Aladin von Météo France bereitgestellt werden.

Auf diesem Wege war es uns möglich eine Kartierung für eine Höhe von 50 m über dem Grund mit einer Auflösung von 2 km herzustellen. Simulationen wurden auch in einer Höhe von 10 m angefertigt, die gleiche Höhe, wie die der Anemometer in den Météo France Beobachtungsstationen, dies ermöglichte es uns die Resultate des Méso-NH Modells mit den über mehrere Jahre hinweg gemessenen Windgeschwindigkeiten zu vergleichen.

3. Windkartierung in einer Höhe von 50 m in den französischen Alpen

Abbildung 1 zeigt das mittlere Windfeld in 50 m Höhe, erhalten durch dynamische Adaption von Méso-NH und den 95 Daten mit einer Auflösung von 2 km. Auf den ersten Blick zeigt die Analyse dieser Karte der mittleren Windgeschwindigkeit in 50 m Höhe das schlechte Potential für Windkraft in den Alpen. Die Hauptgebiete mit Windgeschwindigkeitswerten höher als 5 m/s in 50 m Höhe sind im Wesentlichen an drei Stellen:

- Die Region, die sich um den Genfersee erstreckt, vom höchsten Gebirgsmassiv in der Haut-Jure bis zum Grand Colombier im Süden und am linken Ufer der Rhône bis zum Salève.
- Das Vercors, besonders das Haut-Vercors, und weiter südlich die ganze Region, die sich über das angrenzende Gebiet zwischen den Départements La Drôme und L'Isère erstreckt und im Dévoluy-Massiv im Département Hautes Alpes endet.
- Der Süden im Département Savoie, vor allem die hohen Spitzen des Vanoise-Massivs über dem oberen Teil des Maurienne-Tals.

In diesen Gebieten können die Winde in 50 m Höhe 6 m/s erreichen und diese sogar in den interessantesten Gebieten, die im Vercors, in dem entlang der Grenzen zwischen La Drôme und L'Isère entlanglaufenden Gebiet und weiter süd-östlich im Dévoluy-Massiv selbst liegen, übertreffen.

Andere Gebiete zeigen hohe Windgeschwindigkeitswerte in 50 m Höhe, aber diese sind gewöhnlich die hohen Bergspitzen, die die französischen Alpen von den italienischen Alpen trennen.

4. ÜBERPRÜFUNG DER GEWONNENEN KARTE

Beobachtungsstationen, die in einer Höhe von über 1,000 m liegen, wurden zur Überprüfung der gewonnen Resultate für die mittlere Windgeschwindigkeit und Windrosen, verwendet. Es gibt vierzehn von ihnen im fraglichen Gebiet. Abbildung 2 zeigt die Standorte dieser Stationen zusammen mit dem Geländere relief, das vom Méso-NH Modell berücksichtigt wurde, als die Simulationen mit einer 2 km Auflösung gemacht wurden.

Diese 14 Stationen wurden aus den zur Verfügung stehenden Messpunkten ausgewählt, weil sie die einzigen über 1,000 m waren, für die eine Datenserie von 3 Jahren oder mehr während des Zeitraumes 1994-2003 verfügbar war.

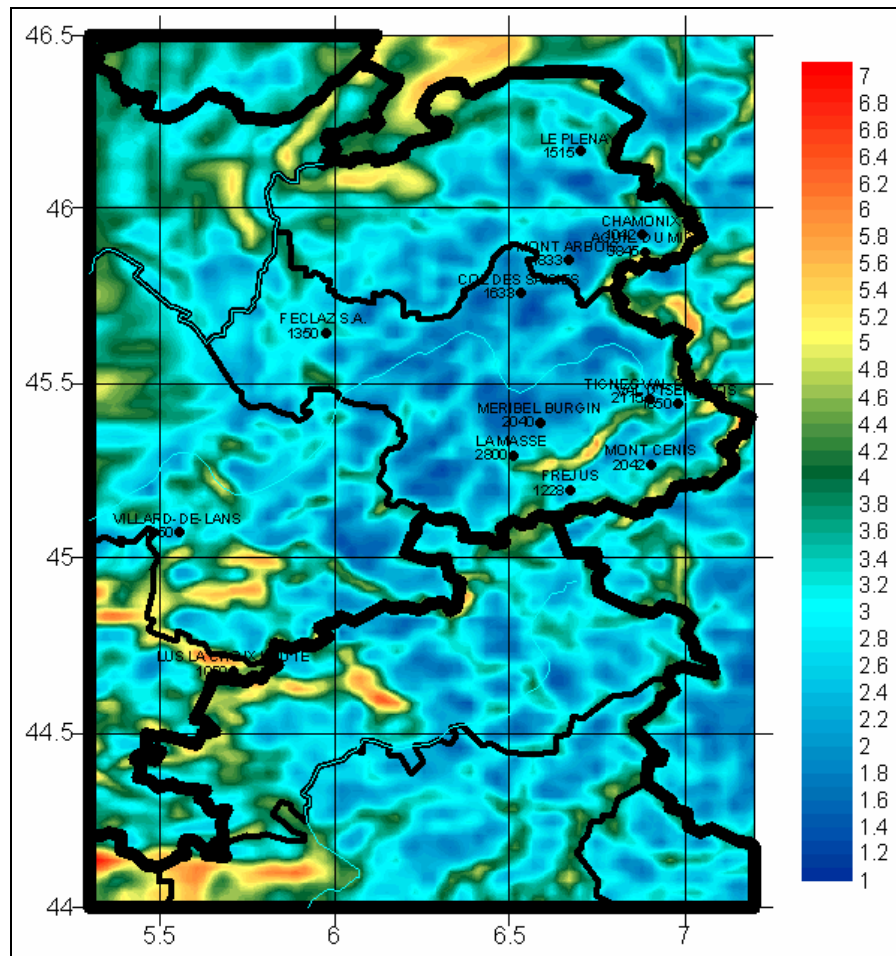


Abbildung 1: mittlere Windgeschwindigkeit in 50 m Höhe in m/s, berechnet mittels Méso-NH

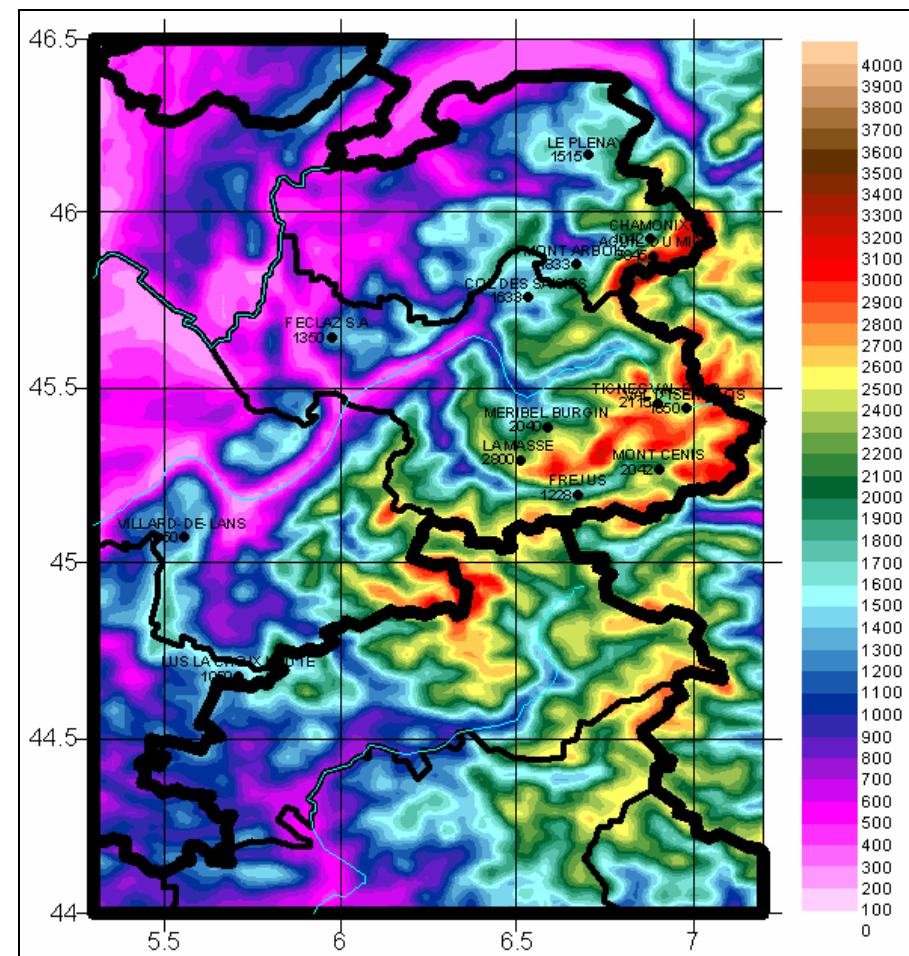


Abbildung 2: die Alpen, zeigt Standorte der 14 Beobachtungsstationen, die als Validierungspunkte verwendet wurden

Unterschied zwischen der beobachteten mittleren Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe und der berechneten Windgeschwindigkeit unter Verwendung von Més0-NH

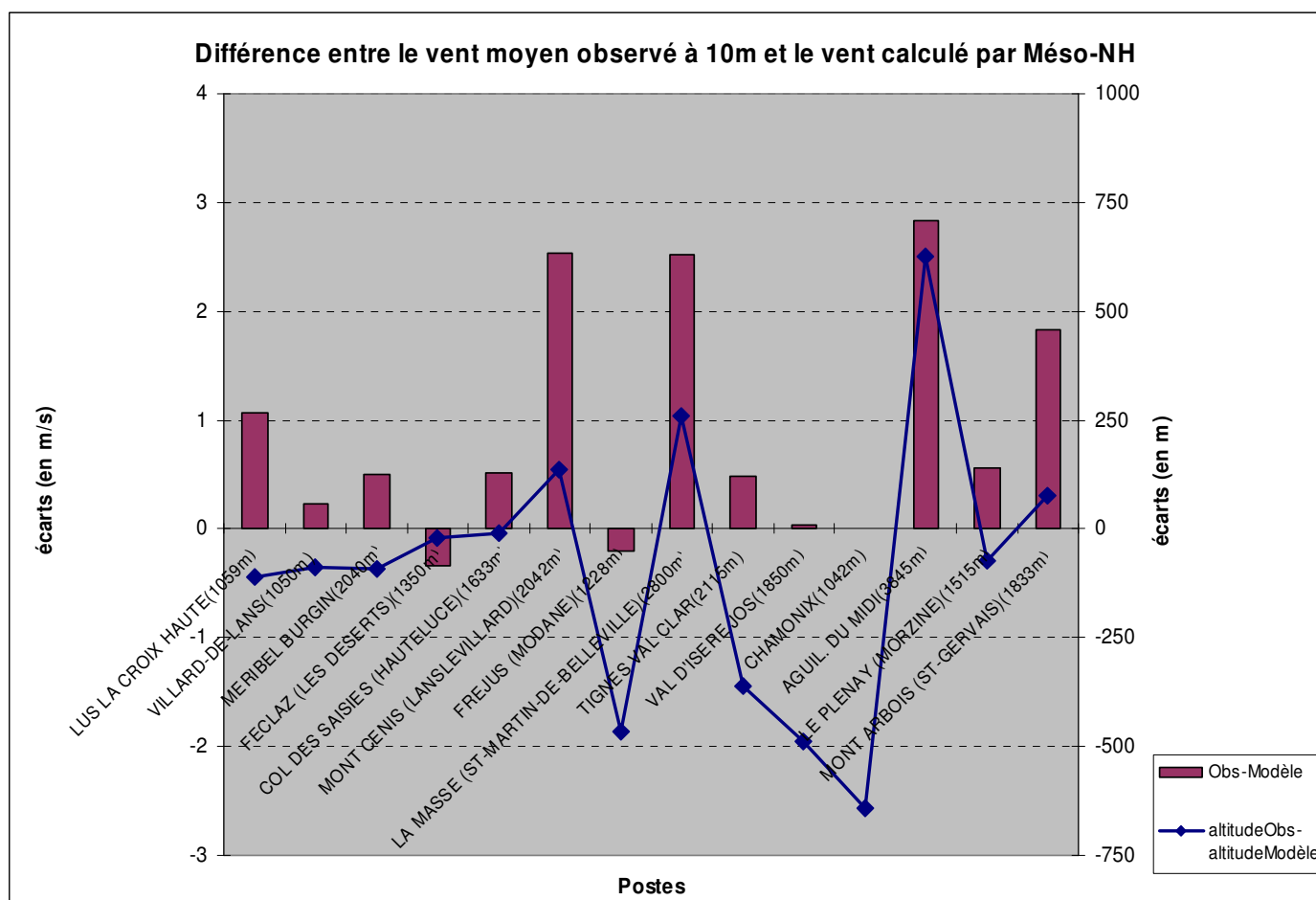


Abbildung 3: Unterschied zwischen der beobachteten mittleren Windgeschwindigkeit und der modellierten Windgeschwindigkeit an den 14 Messpunkten. Vergleich zwischen den Höhen der Stationen und jenen des Geländereliefs modelliert bei Més0-NH bei 2 km (Beobachtung – Modell)

Abbildung 3 zeigt, dass im Fall von 9 der 14 einbezogenen Stationen, der Unterschied zwischen dem modellierten und dem beobachteten Resultat weniger als 0,5 m/s beträgt, ein zufrieden stellendes Resultat, bedenkt man die Komplexität des modellierten Gebietes und der Vollendung der Berechnungen bezüglich der Positionen der Anemometer, die in manchen Fällen sehr individuell waren (hohe Spitzen, Gebirgspässe, die einen Beschleunigungseffekt hatten, usw).

In der Tat sind einige Messpunkte zu individuell, um als Validierungspunkte verwendet zu werden, wie etwa der auf dem Gipfel der Aiguille du Midi, nahe einer Antenne, die Turbulenzen erzeugt, und der in Chamonix, in einem sehr eingeschlossenen Tal, das zu schmal ist, um in einem Maßstab von 2 km modelliert zu werden. Daher sind manche Unterschiede in der mittleren Windgeschwindigkeit sehr hoch (bis zu 2,5 m/s am Mont Cenis und La Masse). Diese Unterschiede können groÙteils durch die schlechte Repräsentation des alpinen Reliefs im Més0-NH Modell in einem Maßstab von 2 km, erklärt werden.

Besonders die Station am Mont Cenis befindet sich auf einem Gebirgspass und erzeugt einen Venturi-Effekt, der die Windgeschwindigkeit erhöht, etwas, das unmöglich mit der in den Berechnungen verwendeten Auflösung, zu simulieren war. Insgesamt tendieren die Unterschiede zwischen den beobachteten und den modellierten Resultaten zur

Darstellung einer Unterschätzung der modellierten Windgeschwindigkeiten - verglichen mit den gemessenen Windgeschwindigkeiten.

Folglich ist eine Auflösung von 2 km, wie sie verwendet wurde, um die Simulationen mittels Méso-NH zu erzeugen, nicht ausreichend, um die Komplexitäten des alpinen Geländereiefs genau darzustellen. Schmale Täler, Gebirgspässe, steile Abhänge und Gipfel werden nicht ausreichend genau dargestellt, und dies resultiert in einer lückenhaften Simulation der lokalen Effekte des Windes.

Jedoch zeigt die Validierung der Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe mittels Daten, die an den 14 über 1,000 m hoch gelegenen Stationen gemessen wurden, eine deutliche Verbesserung im Vergleich mit einer klimatologischen Methode basierend auf 5 Jahren an archivierten Daten, die bis jetzt von Météo France im operationellen Modell Aladin (Auflösung 12 km) verwendet wurde.

Außerdem sind diese Gebiete mit einem interessanten Windpotential in einem ausreichend großen Maßstab, dass die lückenhafte Einbeziehung von lokalen Effekten nicht die Qualität der Simulationen, durchgeführt mittels des Méso-NH Modells, in Frage stellt. Aber wegen der entstehenden lokalen Unsicherheiten, wenn man sich mit einem einzelnen Standort befasst, ist es notwendig, zusätzliche Studien des Windpotentials mittels Messmasten durchzuführen.

Windkraft und Landschaft

Vorschlag für die Sektion der Spezifikationen für das Entwerfen von Landschaftsurkunden im Territorium des Vercors-Nationalparks.

zusammenfassender Bericht

Windkraft und Landschaft

Das Ziel dieser Arbeit mit dem Titel „WINDKRAFT UND LANDSCHAFT“ ist es, eine ergänzende Sektion für die Spezifikationen für das Entwerfen von Landschaftsurkunden in Territorium des Vercors-Nationalparks vorzuschlagen.

Diese Arbeit wurde unter Mitwirkung der CAUE von Drôme und Isère ausgeführt. (CAUE – conseil d'architecture, urbanisme et environnement; Rat für Architektur, Städtebau und Umwelt)

Die Notwendigkeit erneuerbare Energien zu verwenden

Entsprechend der in Kyōto gemachten Zusagen, das plötzlich die Landschaftsauswirkungen der Anlagen ins Rampenlicht gestellt hat, die wegen ihrer Abmessungen ein ungewöhnliches Maß an Wahrnehmungen auferlegen, muss Frankreich bezüglich Windkraft verlorene Zeit nachholen.

Erneuerbare Energien und Berglandschaften

Berglandschaften sind bereits „gezeichnet“ bei zwei erneuerbaren Energiequellen – Holz und Wasser.

Ihre sichtbaren Einflüsse sind Teil der heutigen Landschaften und wirken an ihrer Gestaltung mit.

Morgen wird das gleiche für Solaranlagen und Windnutzung - mit der Errichtung von Windrädern - gelten. Also, unter welchen Bedingungen, besonders in Hinblick auf Landschaft, kann ein Gebiet Standorte für Windenergieparks bieten?

Berglandschaften und ihre besonderen Merkmale

Im Gegensatz zur Ausnutzung von Windkraft in der Ebene, umfassen Berglandschaften solch eine morphologische Komplexität der unterschiedlichen Räume, dass es mehrere Perspektiven gibt.

Die Wahrnehmungspunkte reichen vom Blick von oben bis zum Blick von unten. Zu den beschäftigten Zufahrtsstraßen, auf Träger gesetzte Eisenbahnen, Seilbahnen und Panoramarouten können wird die Wanderwege, bedeutende Touristenprivilegien, hinzufügen.

Mit ihrer Nebeneinanderstellung von Geländekontur und Walddecke bauen die Berge eine Reihe von unterschiedlichen Räumen auf, oft von einander abgeschnitten, was zum „Versteckspiel“-Effekt beiträgt, und erzeugen den Landschaftsreichtum dieser Gebiete. Das ganze Massif du Vercors, zum Vercors Nationalpark gehörend, liegt in einer Höhe von über 1,000 m und ist sehr bekannt sowohl für seine symbolischen Landschaften, als auch für die historischen Taten, für die es die Kulisse bildete.

Das Territorium und Windkraft

Die minimalen Bedingungen für die Existenz und Ausnützung des Windes, genauso wie die diesen Projekten inhärenten, direkten Beschränkungen, setzen ein gewisses Maß an Fachkenntnissen als ersten Schritt für jeden Ansatz fest.

Landschaft und Windkraft

Die Windkraft- und Landschaftssektion von Landschaftsurkunden sollte sich auf die Geomorphologie der Landschaftseinheiten stützen, indem sie dieselben Methoden der grundsätzlichen Besetzung von Raum, Agropastoralismus, Wälder und Stadtplanung, verwenden, um den jeweiligen Grad der optischen Empfindlichkeit dieser Landschaften festzustellen.

Veranschaulichung eines „Windkraft und Landschaft“ Ansatzes

Die Veranschaulichung basiert auf drei Untersuchungen, die im selben Gebiet durchgeführt wurden, in Auftrag gegeben von der Vercors Gruppierung der Gemeinschaft von Kommunen, gelegen im Herz des Vercors Nationalparks.

1) Die erste Studie wurde 2000 von ADELE & ARCANNE durchgeführt. Betitelt „Landscape and Development“ (Landschaft und Entwicklung), war es ihr Ziel die Landschaften der fünf betroffenen Gemeinden zu studieren, um gewählten Beamten ein Werkzeug zu liefern, das die durchdachte Entwicklung der Dörfer und Dörfchen erlaubt, während die symbolischen Landschaften des Gebietes erhalten bleiben und verbessert werden.

Obwohl diese Studie nicht aufgrund der Fragen von Windenergieparks durchgeführt wurde, beschreibt und definiert sie Realitäten und Probleme, die verschiedene Elemente von situationsbezogenen Szenarien sind und auf Grund derer man sich die Projekte, inhärent der lokalen Entwicklung, vorstellen kann.

Betrachtet man Windräder als Anlagen im Rahmenwerk der Ausnutzung von erneuerbaren Energienquellen, kann ihre letztendliche Einführung in die Besetzung dieser Gebiete, bereits an den verschiedenen, in der Studie definierten Kriterien, gemessen werden. Die graphischen Schlüssel zu diesen Landschaften werden nicht beschrieben, daher wird es nötig sein ergänzende Studien durchzuführen, die sich mit der Landschaftsstruktur dieser Gebiete befassen.

2) Die zweite Untersuchung wurde 2004 von CEDER (Zentrum für die Untersuchung und Entwicklung von erneuerbaren Energien; Centre for the Study and Development of Renewable Energy) durchgeführt und hatte den Titel „Analysis of the wind energy opportunity, a tool for reflection and to aid decision making“ (Analyse der Windkraftgelegenheit, ein Werkzeug zur Betrachtung und Unterstützung der Entscheidungsfindung). Angesichts verschiedener Anfragen von industriellen Windradentwicklern, wollten gewählte Beamte in der Lage sein die Realität dieser Vorschläge abzuschätzen und mehr über die Interessen, denen ihre Gemeinschaft von Kommunen durch Sponsoring dieses Ansatzes dienen würde, herausfinden.

3) Die dritte Studie wurde 2005, im Rahmen eines europäischen Ansatzes, „Alpine Windharvest“ oder „Development perspectives for wind energy in mountain zones“ (Entwicklungsperspektiven von Windenergie in Bergzonen), durchgeführt. Die ausgewählten Standorte, für die Vorgaben unseres Vorschlages für den Ansatz, sind Standort N° 3 in der Gemeinde St-Martin en Vercors, Standort N° 5 in der Gemeinde la

Chapelle en Vercors und Standort N° 10 beim Col de Proncel in der Gemeinde Vassieux.

Hinsichtlich des Vorschlages der Methodik müssen die vorher ausgewählten Standorte für die Windenergieparkinstallation strukturell und graphisch analysiert werden. Zusätzlich muss es zusätzlich eine Studie über die Szenerie und Hintergründe geben, die in Berglandschaften sehr präsent sind.

Die anschauliche Untersuchung von Landschaften an möglichen Standorten

Mittels einer präzisen Analyse des Geländereiefs werden Planer eine starke harmonische Kohärenz zwischen einem möglichen Standort und einem Windenergiepark suchen. Basierend auf diesem Wissen, gegengeprüft mit der Vor-Visualisierung des Projektes, kann die Methode der Gliederung des Windenergieparks in anschaulicher Übereinstimmung mit den Landschaftselementen bestimmt werden.

Diese Untersuchung der geometrischen Beschaffenheit des „Grundsteins“ wird im strengen Aufstellen der verschiedenen, vom Windrad eingebrachten, graphischen Elemente, resultieren.

Die Beziehung zwischen Höhe und Abstand zwischen den Windrädern ist wichtig und sollte anerkannt werden, besonders da der alles dominierende Windvektor die Positionierung in einer zu großen Dichte, abhängig von den Perspektiven, implizieren könnte.

Vor-Visualisierungsmethode

Diese Untersuchung über die passendste Gliederung mit Rücksicht auf die Landschaft wird zusammen mit photographischen Darstellungen, die mit Hilfe von computerisierten Positionierungswerkzeugen gemacht wurden, ausgeführt werden.

Die Distanzen von denen aus diese Darstellungen gemacht werden sollen, werden vor allem von den wichtigen Beobachtungspunkten, die vom Standort selbst vorgegeben werden, abhängen.

Wir können die Hauptdistanzen nennen:

500 Meter oder weniger: der Beobachter ist weit innerhalb des unmittelbaren Windradbereichs – es kann gut gehört werden, es gibt keine Wohnstätten in diesem Bereich und die Windradpräsenz ist eindrucksvoll.

Zwischen 500 und 1,500 Metern: Das Windrad wird zu einem sehr präsenten Element in der Landschaft, aber dominiert sie nicht länger. Es gibt keine Lärmstörungen mehr, aber es muss hinsichtlich der gleichzeitigen Sichtbarkeit mit anderen natürlichen oder künstlichen Elementen acht gegeben werden.

Zwischen 1,500 und 4,000 Metern: die originale Landschaft ist in der Lage Windräder „zu absorbieren“ in dem Sinn, dass sie noch existieren, aber sie werden nicht mehr, als einen „sichtbaren Einfluss“ habend, betrachtet.

Über 4,000 Meter: von dieser Entfernung ist die sichtbare Beeinflussung gering bis sehr gering. Große Wachsamkeit sollte hinsichtlich der Möglichkeit von gleichzeitiger Sichtbarkeit von Windenergieparks, die unterschiedlichen Landschaftseinheiten angehören, zum Einsatz kommen.

Drei Schritte sind nötig, um sicherzustellen, dass das Gebiet und seine Landschaften die besten Anlagen für Windenergieparks erreichen:

- **Ein vorgeschalteter Denkprozess, wie eine Landschaftsurkunde oder eine diagnostische Analyse, in denen die Notwendigkeiten und Prioritäten von den unterschiedlichen Akteuren des Gebietes geteilt werden.**
- **Eine Methodik für „Windkraft und Landschaft“ zum Festlegen von möglichen Standorten mit ihren eigenen spezifischen Merkmalen.**
- **Ein wirklicher Projektansatz in der operativen Phase, mit Reaktionen, angepasst an die unterschiedlichen Elemente, die offen gelegt werden.**

Mögliche Auswirkungen der Entwicklung der Windkraftwirtschaft auf die Bergfauna und Bergflora in den Rhône-Alpen

Auszug aus der französischen Untersuchung

1. Einführung

Die Untersuchung konzentriert sich nur auf die möglichen Einschränkungen, die mit der natürlichen Umgebung, Flora und Fauna in Verbindung stehen; die anderen Umweltaspekte (Landschaft, Lärm, usw.) werden an einer anderen Stelle im Projekt behandelt. Außerdem beschäftigt sich die Untersuchung nur mit Gebieten, die in einer Höhe von über 1,000 Metern liegen und wahrscheinlich von einer jahreszeitlich bedingten Schneedecke bedeckt werden.

Diese Studie bestand hauptsächlich aus der Sammlung von Daten und Informationen, wie das Suchen von Referenzen in der Literatur, Suche im Internet, um die Aufgaben der involvierten Akteure zu ermitteln, und Suche nach Kontaktnummern der relevanten Interessensverbände, Ministerien und anderer Organisationen. Es wurden keine Untersuchungen vor Ort durchgeführt.

Als einen einleitenden Schritt wählten wir es, eine kurze Beschreibung der unterschiedlichen bergigen Gebiete in den Rhône-Alpen und ihrer spezifischen Merkmale zu liefern zusammen mit den Beschränkungen, die mit dem Bergklima und dem unterschiedlichen Vegetationswerk verbunden werden.

Die Untersuchung besteht aus drei Teilen.

Wir haben eine Liste aufgestellt mit den Akteure, die vom Problem der Entwicklung der Windkraftwirtschaft betroffen sind, besonders soweit die Fauna und Flora Beschränkungen betroffen sind, und unterscheiden drei große Typen von beteiligten Organisationen (Ministerien, öffentliche Einrichtungen, lokale Behörden, Interessensverbände, usw.). Kontaktinformation wird für alle genannten Akteure gegeben sowie die Art der zugänglichen Daten (verbotene oder nur bestimmten Gruppen zugängliche Gebiete, vorher unveröffentlichte Daten, usw.).

Eine Analyse der Literatur hat es uns ermöglicht die Hauptauswirkungen von Windenergieparks zusammenzufassen sowohl während der Bauphase, als auch während der Betriebsphase, wir haben uns besonders auf die Auswirkungen für bergige Gebiete konzentriert.

Außerdem haben wir mittels der Kriterien „Erbinteresse“ (heritage interest) – (Seltenheit der Umwelt, Schutzstellung, etc.) – und „mögliche Empfindlichkeit“ (potential sensitivity) diejenigen Arten (Flora und Fauna) und die natürlichen Umgebungen definiert, die möglicherweise durch die Entwicklung der Windkraftwirtschaft in den Bergen gefährdet sind.

Zuletzt wiederholt ein Endresümee die wesentliche Grundinformation, die gebraucht wird, wenn man ein Windenergieparkprojekt entwickelt, und schlägt einen Arbeitsablauf vor, der für bergige Gebiete geeignet ist.

2. Analyse der Literatur

Wir haben die Literaturreferenzen in zwei Kategorien eingeteilt:

- allgemeine Hinweise, vorausgesetzt sie beziehen sich auf bergige Gebiete. Diese inkludieren, zum Beispiel Untersuchungen über Auswirkungen von Windenergieparks im Flachland, ihre Resultate können auf Berge angewandt werden, vorausgesetzt gewisse Vorsichtsmaßnahmen werden getroffen. In dieser Kategorie inkludierten wir auch Analysen der Auswirkungen von anderen Projekten in bergigen Gebieten (wie zum Beispiel Skipisten),
- Literatur über die möglichen Auswirkungen von Windenergieparks in bergigen Gebieten. Mangels irgendwelcher Resultate von Studien, die hochgelegene Windenergieparks überwachen, sind diese Referenzen hauptsächlich Auswirkungsstudien (oder Teile von Auswirkungsstudien, die die natürliche Umgebung und Flora und Fauna betreffen) betreffend geplanter oder erst kürzlich errichteter Windenergieparks.

Zusammenfassung unserer Analyse der allgemeinen, auf bergige Gebiete anwendbaren, Literatur

Die meiste analysierte Literatur beschäftigt sich mit den Auswirkungen von Windenergieparks auf Vögel (entweder während des Baus oder des Betriebs) und in manchen Fällen auf Fledermäuse. Aber sie beinhalten auch Informationen über die möglichen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und andere Gruppen von Wildtieren (wie zum Beispiel Amphibien, die in nassen Umgebungen gefunden werden).

Die Hauptauswirkungen während der **Bauphase** sind:

- die direkte Zerstörung von Lebensräumen in Gebieten, die durch Gleisbauten, die Errichtung von Windrädern (Fundamente und Montageplätze), das Vergraben von Überlandleitungen und zugehöriger Bauarbeiten, betroffen sind,
- an der Arbeitsstelle entstandene Störungen (und durch die resultierende vermehrte Frequentierung durch Menschen), die besonders Vögel, aber auch große Säugetiere, beeinflussen.

In Hinblick auf die gezeigten Auswirkungen auf die natürliche Umgebung, die dem Bau von Skipisten folgten (und besonders Probleme, die mit der Wiederherstellung nach der Arbeit verbundenen sind), scheint es wünschenswert zu sein, Windenergieparkprojekte nicht über einer Höhe von 2,000 Metern (oder in manchen Fällen sogar 1,600 Meter) zu entwickeln.

Während des **Betriebes** betreffen die möglichen Auswirkungen hauptsächlich Vögel und Fledermäuse und beinhalten das Kollisionsrisiko und den Verlust des Lebensraums (und besonders von Jagdgebieten). Die durch die Wartung verursachte Störung, und überhaupt, die nach dem Bau von neuen Zufahrtsstraßen vermehrte Frequentation durch Menschen, können auch wichtige Faktoren für gewisse Arten sein.

Soweit Zugvögel betroffen sind, obwohl gewisse Arten – wie Pirscher und einige Greifvögel – mehr ‚gefährdet‘ zu sein scheinen, gelten die allgemeinen Empfehlungen für alle Gruppen (Greifvögel, Möwen, Tauben, Sperlingsvögel, usw.), und zwar:

- Vermeidung der Errichtung von Windenergieparks an Orten, die bekannt dafür sind für Zugvögel wichtig zu sein
- Vermeidung der Erzeugung eines Hindernisses oder eines Trichtereffekts durch Favorisierung der Positionierung der Windenergieparks parallel zu den Zugrouten,
- Einarbeitung von Lücken innerhalb eines Windenergieparks, aber auch weite windradfreie Korridore zwischen den Windenergieparks.

Außerdem deutet für Nistvögel, einige Literatur darauf hin, dass für bestimmte Arten die Errichtung von Windrädern wegen des Kollisionsrisikos und/oder dem Verlust des Lebensraumes (folgend der Anwesenheit der Windräder oder der Störung, die sie verursachen) große Auswirkungen haben. Die meisten dieser Arten sind ziemlich selten in Europa – national und regional – und sind nur in begrenzten Zahlen vorhanden; als solche sind sie durch eine Reihe von Maßnahmen geschützt. Das ist der Grund, weshalb für diese Arten jeder Verlust von einzelnen Vögeln (Tod direkt durch Kollision) oder des Lebensraums (für Jagd und Brut) bedeutende Auswirkungen auf das Überleben der Art haben kann.

Was Vögel betrifft, sind die wichtigsten betroffenen Arten (von den Arten, die wahrscheinlich in den bergigen Gebieten der Rhône-Alpen anwesend sind) folgende:

- Geier (Bartgeier, Gänsegeier, Kuttengeier, Schmutzgeier),
- Rotmilan,
- Steinadler,
- Wanderfalke,
- Rauhfusshühner (Moorhuhn),
- Uhu,
- Alpenkrähe, usw.

Die Resultate einer Beobachtungsstudie, die gerade veröffentlicht wird, belegen die Empfindlichkeit des Steinadlers gegenüber dem Bau von Windkraftparks in seinem Territorium. In einer Beobachtungsstudie, die in der jüngsten Vergangenheit im Département Aude durchgeführt wurde, wurde gezeigt, dass Adler nicht näher als 250 Meter zu einem Windrad kommen, dies hat einen großen Verlust an Lebensraum zur Folge. Das Jagdgebiet eines Paares wurde nach dem Bau von zwei Windenergieparks um 50% reduziert (Henri-Pierre Roche, Aude Bird Protection League, private Kommunikation).

Zuletzt werden die möglichen Auswirkungen auf Fledermäuse immer häufiger erwähnt. Fälle von Tod durch Kollision sind bekannt, aber nicht genug ist bis jetzt darüber bekannt, um zu erklären warum Todesraten in manchen Windenergieparks höher sind, als in anderen. Eine Liste von Arten, die als in Frankreich am meisten ‚gefährdet‘ angesehen werden, wurde von der französischen Gesellschaft für das Studium und den Schutz von Säugetieren (SFEPM) veröffentlicht.

Zusammenfassung unserer Analyse der Literatur speziell bergige Gebiete betreffend Wie oben erwähnt, war alle analysierte Literatur über das Zentralmassiv. Es ist aus diesem Grund, dass die, als die am empfindlichsten erkannten Umgebungen, oft die gleichen sind: Feuchtgebiete (Sümpfe und Nasswiesen) und offene (Moor-Borstgras-Rasen, Heuwiesen) oder halb-offene Umgebungen (verschiedene Typen von Heiden). Die beachtenswerteste Flora gehört oft zu den Feuchtgebieten.

Soweit es die Fauna betrifft, sind die Gruppen, die in den Verträglichkeitsuntersuchungen hauptsächlich beinhaltet sind, Vögel. Die anderen Gruppen, betroffen hinsichtlich der Empfindlichkeit ihrer Lebensräume, bestehen hauptsächlich aus Amphibien und Schmetterlingen. Von den Vögeln, sind es die Greifvögel, die am häufigsten angeführt werden (Wespenbussard, Schlangenadler, Wiesenweihe, Steinadler, usw.), aber auch Sperlingsvögel, die in offenen oder halb-offenen Umgebungen leben (Heidelerche, Neuntöter) und in manchen Fällen auch der Uhu oder der Schwarzspecht).

3. Liste und Standorte von Arten (Fauna und Flora) und empfindliche natürliche Umgebungen

Die meisten Fragen bezüglich des Naturerbes (Umwelt, Flora und Fauna) werden durch verschiedene Schutzmaßnahmen an der Stelle (Naturreservate, Erlasse zum Schutz von Biotopen, usw.) und durch Untersuchungen (ZNIEFF, ZICO, Natura 2000, etc.) identifiziert.

Jedoch gibt es in ganz Frankreich und in der Rhône-Alpen Region noch immer Gebiete, über die von der naturalistischen Seite wenig bekannt ist, die aber wahrscheinlich Heimat von einigen interessanten Umgebungen und Arten sind.

Das Ziel dieses Kapitels ist es, die Arten und Umgebungen auszuwählen, die möglicherweise durch den Bau von Windenergieparks in den Bergen bedroht sind. Die Hauptkriterien für die Selektion sind Erbinteresse (Spärlichkeit der Umwelt, Schutzstellung, usw.) und „mögliche Empfindlichkeit (sowohl während des Baus, als auch während des Betriebes der Windräder)

4. Allgemeine Zusammenfassung

In den vorigen Kapiteln haben wir die Hauptaspekte zusammengetragen, die bei der Entwicklung von Windenergieparks beachtet werden müssen, während ihre Auswirkungen auf die natürliche Umgebung und die Arten (Pflanzen und Tiere), für die sie eine Heimat schafft, minimiert werden.

Angesichts dieser Information ist es möglich einen Arbeitsablauf vorzuschlagen, der bei der Entwicklung eines Windenergieparkprojektes verwendet wird (siehe § 3.2). Aber zunächst eine stark zusammengefasste Übersicht der Grunddaten, die für die Analyse der möglichen Auswirkungen essential sind.

Essentielle Grunddaten

Um die möglichen Auswirkungen eines Windenergieparkprojekts so objektiv wie möglich zu beurteilen, ist es nötig folgendes zu beachten:

- Typen der möglichen Auswirkungen,
- Erbschaftswert der natürlichen Umgebungen und ihrer biologischen Komponenten (Arten).

Typen der möglichen Auswirkungen

Die **Bauphase** resultiert in der Zerstörung von natürlichen Umgebungen in den Gebieten, die durch die Infrastrukturen für den Aufbau betroffen sind: Windradfundamente, Montageplätze, Abgabestation, Gruben für elektrische Kabel, usw.

Die Flächen, die für diese Infrastrukturen gebraucht werden, sind im Allgemeinen in der Größenordnung von einigen Hektar für einen Windenergiepark, der 10 bis 20 MW generiert (zum Beispiel circa 3 ha für einen 18 MW Park in Ardèche). In diesen Gebieten wird die gesamte Flora, außer in einzelnen Fällen, wie zum Beispiel bei einem Montageplatz in einem Weidegebiet, sowie ein Teil der zugehörigen Fauna (besonders Wirbellose) zerstört.

Das ist der Grund, warum es nötig ist sehr aufzupassen, wenn man sich für einen Standort für diese Infrastrukturen entscheidet, um jegliche Auswirkungen auf diese natürlichen Umgebungen, die von großem Erbinteresse sind, zu vermeiden (als eine Umgebung im wörtlichen Sinne, aber auch als der Standort einer seltenen Pflanze oder der Lebensraum einer Tierart von Erbinteresse).

Außerdem ist es generell ratsam die betroffenen Gebiete auf die zu reduzieren, die unbedingt erforderlich sind, sogar in den Umgebungen, die als unerheblich gelten.

Der Bauprozess bewirkt auch Störungen für Vögel (besonders während der Brutzeit) und große Säugetiere. Die passende Wahl der Zeit für die Bauarbeiten kann diese Auswirkungen verringern.

Anschließend kann ein großer Teil des Baustellengebietes wiederhergestellt werden, und man behält nur jene für die Wartung essentielle Infrastrukturen, dies bedeutet gewöhnlich Zugangsstraßen für leichte Fahrzeuge. Die Wiederherstellung sollte lokale Arten inkludieren (Samen oder Pflanzen). Es ist auch eine gute Idee die Frequentierung des Standortes durch Menschen zu kontrollieren, indem die Wartungsstraßen für Kraftverkehr geschlossen werden.

Während des **Betriebes** betreffen die möglichen Auswirkungen hauptsächlich Vögel und Fledermäuse und beinhalten das Kollisionsrisiko und den Verlust des Lebensraums (und besonders von Jagdgebieten). Die durch die Wartung verursachte Störung, und überhaupt die nach dem Bau von neuen Zufahrtsstraßen vermehrte Frequentierung durch Menschen, können auch wichtige Faktoren für gewisse Arten sein.

Soweit Zugvögel betroffen sind, obwohl gewisse Arten, wie Pirscher und einige Greifvögel, mehr ‚gefährdet‘ zu sein scheinen, gelten die allgemeinen Empfehlungen für alle Gruppen (Greifvögel, Möwen, Tauben, Sperlingsvögel, usw.), und zwar:

- Vermeidung der Errichtung von Windenergieparks an Orten, die bekannt dafür sind für Zugvögel wichtig zu sein
- Vermeidung der Erzeugung eines Hindernisses oder eines Trichtereffekts durch Favorisierung der Positionierung der Windenergieparks parallel zu den Zugrouten,
- Einarbeitung von Lücken innerhalb eines Windenergieparks, aber auch weite windradfreie Korridore zwischen den Windenergieparks.

Soweit Nistvögel betroffen sind, sind einige Arten dafür bekannt, besonders empfindlich gegenüber Windrädern zu sein. Eine Liste dieser Arten für bergige Gebiete in den Rhône-Alpen wird in Tabelle 3 gegeben.

Die möglichen Auswirkungen auf Fledermäuse werden immer häufiger erwähnt. Fälle von Tod durch Kollision sind bekannt, aber nicht genug ist bis jetzt darüber bekannt, um zu erklären warum Todesraten in manchen Windenergieparks höher sind, als in anderen. Eine Liste von Arten, die als in Frankreich am meisten ‚gefährdet‘ angesehen werden, wurde von der französischen Gesellschaft für das Studium und den Schutz von Säugetieren (SFEPM) veröffentlicht (siehe Tabelle 5).

Erbschaftswert und Richtwerte

Um in der Lage zu sein die Auswirkungen eines geplanten Windenergieparks auf die natürliche Umgebung festzustellen, ist es unerlässlich eine Idee vom Erbschaftswert der natürlichen Umgebungen und ihrer biologischen Komponenten (Arten) zu haben.

Der *Guide de l'étude d'impact* empfiehlt, dass die folgenden Richtwerte als Mindestmaß verwendet werden:

- Listen der Arten, die in Europa auf nationalem, regionalem und Distriktniveau geschützt werden;
- rote Listen der bedrohten Arten auf weltweitem, nationalem und regionalem Level;
- Grade der Seltenheit der Arten oder Lebensräume auf weltweitem, europäischem, nationalem, regionalem oder lokalem Level;
- Arten am Rande ihres Verbreitungsgebietes;
- Arten, die unerlässlich für das ordentliche Funktionieren ihrer lokalen Ökosysteme sind;
- Arten, die empfindlich gegenüber Windenergieparks sind, aufgelistet in der Bibliographie, usw.

Der Führer regt auch den Benutzer an, nach „neuen, vollständigen und verlässlichen Daten“ zu suchen und jede regionale Liste sowohl von geschützten Arten, als auch rote Listen von gefährdeten Arten, zu beachten.

5. Arbeitsablauf

Nach *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens* ist die Wahl des Standortes der Hauptweg, um die möglichen Auswirkungen von Windenergieparks zu reduzieren.

Daher schlagen wir vor, dass die Entwicklung eines Windenergieparkprojektes in zwei Phasen durchgeführt wird:

- Vollendung einer einleitenden Diagnose über ein weites geographisches Gebiet mit einer Vorauswahl von mehreren möglichen Standorten und Evaluierung der Empfindlichkeiten von jedem hinsichtlich seiner natürlichen Umgebungen, aber auch seiner Landschaften,
- Start einer Auswirkungsstudie für den gewählten Standort.

Einleitende Diagnose

Diese muss über ein großes Gebiet vorgenommen werden (Gemeinschaft von Kommunen, von mindestens ungefähr 10,000 ha), damit mehrere mögliche Standorte identifiziert werden können. Eine Anzahl von möglichen Standorten in diesem Gebiet sollte auf der Basis von technischen und ökonomischen Kriterien vorab gewählt werden (Windpotential, Leichtigkeit des Zuganges zu Windenergieparks und des Anschluss an das Stromnetz, usw.).

Für jeden dieser Standorte sollte eine Literatursuche durchgeführt werden, um die großen ökologischen Probleme und existierende Schutzeinrichtungen zu ermitteln. Dies sollte von kurzen untersuchenden Besuchen der Standorte begleitet werden (überprüfen der Information und Beschaffung einer kurzen Beschreibung der Umgebung) und dem Kontakt mit den lokal betroffenen Akteuren (Vereine, Naturraummanagementinstitutionen, usw.), die wahrscheinlich neue Informationen über die Probleme im betroffenen Gebiet haben. Die wichtigen Zugrouten müssen auch berücksichtigt werden.

Diese Prozedur sollte im Ausschluss jener Standorte mit einer Umgebung und Arten von signifikantem Erbschaftswert resultieren.

Die Kriterien zur Bestimmung der Standorte, die vermieden werden sollen:

- **Höhenlage**; die Baumgrenze muss als eine Maximalhöhe betrachtet werden angesichts des Reichtums der Umwelt und Arten von großem Erbinteresse im betroffenen Vegetationswuchs, aber auch angesichts der Probleme mit der Verunstaltung der Umgebung,
- die Anwesenheit und vor allem die Fülle von **empfindlichen Umgebungen** (Appendix 1 der Habitatsrichtlinie und anderer Quellen); die Prioritätsumgebungen der Richtlinie und Feuchtgebiete müssen um jeden Preis vermieden werden und Auswirkungen auf andere Lebensräume in Tabelle 1 sollten so weit wie möglich beschränkt werden,
- die Anwesenheit von Stellen mit **seltenen und/oder geschützten** Pflanzen (in einigen Fällen kann der Standort noch immer in Betracht gezogen werden, wenn diese Stellen klein sind und von dem Gebiet, das von den Bauarbeiten bedeckt wird, ausgeschlossen sind) – siehe Tabelle 2,
- die Anwesenheit von gefährdeten **Vogelarten** (siehe Tabelle 3), besonders die, die als Prioritätsarten angesehen werden; im Fall der Letzteren müssen die Windräder so gebaut werden, dass eine Verringerung oder ein Aufteilen ihres Lebensraumes vermieden wird (zum Beispiel Brutstätten und Jagdgebiete im Fall von Greifvögeln, Brutplätze, Futterplätze und Winterquartiere im Fall von Hühnervögeln, usw.),
- Existenz von Gebieten, die wichtig für **Fledermäuse** sind (besonders Brutkolonien).

Die Wahl des Standortes muss auch existierende und geplante Windenergieparks in der Nähe des betroffenen Gebietes berücksichtigen, um die kumulative Wirkung, besonders für Landschaften und Ökosysteme, aber auch die Wirkung über die Grenzen hinweg zu studieren (ob auf dem Level von Kommunen, Gemeinden, Distrikten, Regionen oder Ländern).

Am Ende der Auswahlphase, wenn sich ein Gebiet als verträglich mit der Installation von Windrädern erweist, muss ein einziger Standort gewählt werden, um Wucherungen von Windrädern und Überbebauung der Landschaft zu vermeiden.

Die Auswirkungsstudie

Die Auswirkungsstudie des gewählten Standortes muss im Einklang mit den Empfehlungen des *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens* durchgeführt werden. Die Hauptpunkte, beschränkt auf den Abschnitt über natürliche Umgebungen, werden unten zusammengefasst.

a. allgemeines Verhalten der Studie

Der Anfangszustand des Standortes muss so präzise wie möglich hinsichtlich der möglichen Auswirkungen von Windenergieparks definiert werden. Dokumentierte Information (in der Literatur, von ZINEFF, usw.) ist wichtig, aber es ist entscheidend, dass diese durch Untersuchungen im Terrain ergänzt werden. Die Anforderungen der Flora (Datum der Blütezeit) und der Fauna (Überwinterung, Zugvögel und Brutvögel, Aktivitätsperiode im Fall von Amphibien, usw.) verlangen fachkundige Feldbeurteilungen, die zu **passenden Zeiten** des biologischen Zyklus der betroffenen Arten, gemacht werden. Daher wird gewöhnlich empfohlen, die Untersuchungen im Terrain über **das ganze Jahr** hinweg zu verteilen.

Die Dauer und Komplexität der Untersuchung wird aber von den Merkmalen des Standortes, der während der einleitenden Beurteilung (besondere Empfindlichkeit, spezielle Probleme, usw.) identifiziert wurde, abhängen. Einige Bestandsaufnahmen können optional sein (Amphibien beim Fehlen von Feuchtgebiet), aber andere werden als essentiell angesehen (außer in außergewöhnlichen Umständen): Flora, Nistvögel, Zugvögel und Fledermäuse. Die Zeit der Untersuchungen vor Ort muss um jeden Preis eingehalten werden und jedem Standort angepasst werden. Zum Beispiel werden Untersuchungen über Flora und Brutvögel in einem bergigen Gebiet später im Jahr durchgeführt werden, als in einem Flachlandgebiet.

b. einleitende Abgrenzung

Es ist notwendig die zu untersuchenden Gebiete genau zu definieren, um das ökologische Funktionieren des Standortes und seine Dynamik zu ermitteln und folglich in der Lage zu sein die Auswirkungen auf ihn zu schätzen.

Der *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens* unterscheidet die folgenden Gebiete:

- unmittelbar : das Gebiet der Anlage selbst und 1 km ringsherum
- nahe: zwischen 1 und 10 km, dieses Gebiet ist möglicherweise vom Projekt betroffen
- weit: mehr als 10 km, zu beachten bei der Analyse der kumulativen Wirkung

Die verwendete Methode basiert auf einer Reihe von Aspekten.

Eine Literatursuche wird wichtigen ökologischen Probleme und existierende Schutzmaßnahmen identifizieren (Naturreservate, Biotopordnung, ZPS und ZNIEFF geschützte Gebiete, usw.), wird aber auch verwendet werden, um die Erkundung des Grundes zu regeln.

Beim Durchführen der Studie ist es notwendig, das Angebot der Literaturquellen zu beachten (bereits in dem Gebiet durchgeführte Studien, Atlas der Verbreitung, usw.), aber auch zusätzliche Untersuchungen der Standorte durchzuführen, um die Informationen der Literatur zu ergänzen und für mehr Fülle zu sorgen.

c. Analyse des anfänglichen Zustandes

Dies muss sich auf die ökologische Funktion des Standortes konzentrieren, muss aber auch die Vorschriften beachten und eine Liste von geschützten Lebensräumen und Arten auf europäischem, nationalem und regionalem Level (usw.) produzieren.

Der *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens* bietet präzise Information über die verschiedenen zu behandelnden Gebiete und zwar:

- natürliche Lebensräume, Flora und Vegetation
- Fauna, darunter Vögel, Säugetiere, Amphibien, Reptilien, usw.

Das Ausarbeiten der beschriebenen Aspekte wird als "absolut notwendig für das gesamte Verstehen der natürlichen Umgebung" betrachtet. Die Aspekte, die als ein essentieller Teil dieser Ausarbeitung angenommen werden, beinhalten:

- Umfang der Gebiete, die von Bestandsaufnahmen und Verordnungen behandelt werden

- vereinfachte Abbildung der natürlichen Lebensräume,
- Stellen von geschützten oder außergewöhnlichen Pflanzenarten,
- Stellen von außergewöhnlichen Tierarten, besonders Vögel und Feldermäuse, usw.

d. Analyse der Auswirkungen

Um die Auswirkungen eines geplanten Windenergieparks auf die natürliche Umgebung zu beurteilen, ist es notwendig eine Reihe von Referenzpunkten zu verwenden, um den Erbschaftswert der natürlichen Umgebung und ihrer biologischen Komponenten zu bewerten (siehe § 3.1.2).

Mögliche Auswirkungen sollten bezüglich des Umfanges der Auswirkungen auf die natürlichen Lebensräume und die betroffenen Arten angeordnet werden. Die kumulativen Wirkungen von Windenergieparks mit anderen Windenergieparks, aber auch mit anderer künstlicher Bebauung (wie Hochspannungsleitungen, Autobahnen, usw.), die wahrscheinlich die Fauna beeinflussen, müssen berücksichtigt werden.

e. Analyse und Vergleich von Teilen der Anlage und mögliche Änderungen

Im Allgemeinen verändern sich Windenergieparkprojekte infolge verschiedener Faktoren, wie die Entdeckung einer Stelle von geschützten Pflanzen oder die Verwendung des Standortes durch eine gefährdete Vogelart, allmählich. Änderungen können Aspekte wie Positionierung der Windräder, ihre Anzahl, Größe und die Wahl der Zufahrtsstraßen usw. betreffen.

Durch Analyse der Auswirkungen der verschiedenen Änderungen ist es möglich, diejenige zu wählen, die die wenigsten Probleme aufwirft.

f. Beseitigung, Reduktion oder Kompensation für schädliche Auswirkungen

Maßnahmen zur Beseitigung oder Reduktion von Auswirkungen sind denen der Kompensation vorzuziehen. Beispiele von Maßnahmen zur Reduktion und Kompensation von Auswirkungen werden im *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens* angeboten.

g. Beobachtung der ökologischen Auswirkungen

Anbetracht der derzeitigen Lücken in unserem Verständnis von bestimmten Effekten von Windenergieparks auf natürliche Umgebungen (und besonders auf Vögel und Feldermäuse), kann eine Beobachtungsstudie der ökologischen Auswirkungen erforderlich sein. Diese muss proportional zur Entwicklung sein, und ihr Inhalt wird von den standortspezifischen Problemen abhängen.

Die Hauptpunkte, die die Beobachtungsstudie inkludieren könnte, werden in Dokument aufgelistet. Es wird empfohlen, dass die Studie einen genügend langen Zeitraum im Allgemeinen 3 bis 4 Jahren dauert.

h. Demontage und Wiederherstellung des Standortes

Wenn die Windräder am Ende ihrer Betriebsdauer nicht ersetzt werden (ungefähr 20 bis 30 Jahre), ist es notwendig ihre Demontage und die Wiederherstellung des Standortes zu planen. Diese Arbeiten müssen in der Auswirkungsstudie inkludiert werden.

Windkraft und ihre Auswirkungen auf die Berglandschaft

ABIES

Bureau d'études énergie et environnement

127, rue de la République

31290 Villefranche-de-Lauragais

Email : Abiesbe@wanadoo.fr - Site Web : www.abiesbe.com



Der Tauern Windenergiepark (Österreich)

1. Zusammenfassung und spezifische Empfehlungen

Dieses Dokument steht im Einklang mit den Rahmenbedingungen des Interreg Programms, Alpine Windharvest Projekt. Es schließt den Einsatz Abies im Auftrag von Rhônealpeénergie bezüglich der Umweltaspekte der Entwicklung von Windkraft in den Alpen ab.

Der erste Teil behandelt die ordnenden Aspekte der Errichtung von Windrädern in Bergzonen. Die Betonung liegt sowohl auf den Werkzeugen zur Umweltevaluierung, als auch auf der wesentlichen Einteilung in Schutzzonen des Gebietes.

Der zweite Teil beschreibt die wesentlichen spezifischen Merkmale des Bergmilieus hinsichtlich der Entwicklung von Windkraft. Er besteht aus drei Teilen. Der Erste betrifft das natürliche Milieu mit dem Hauptaugenmerk auf der Fauna (Avifauna und Chiroptera). Das zweite Kapitel betrachtet die genauen Aspekte der Lärmbelästigung durch Windenergieparks.

Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit Landschaftsaspekten. Dieses Kapitel ist eine Aktualisierung und Adaption des „Landschaftsabschnittes“ im „Führer für Auswirkungsstudien von Windenergieparks“ (The Guide to the impact study of wind farms), herausgegeben vom Ministerium für Ökologie und tragbarer Entwicklungen (Ministry of Ecology and Sustainable Development) im Jänner 2005 (und angefertigt von unserer Beratung). Der Text des Führers wurde komplett beibehalten - mit Ergänzungen, soweit dies als nützlich erachtet wurde.

Der dritte Teil befasst sich mit dem Feedback aus Erfahrungen sowohl in Frankreich, als auch im Ausland.

Der vierte und letzte Teil legt einige Schlussfolgerungen dar und schlägt eine gewisse Anzahl von Empfehlungen vor. Auf diese Art stellt es eine Zusammenfassung der gegenwärtigen Arbeit dar.

Die spezifischen Empfehlungen für Windenergieparks in der Bergzone werden unten aufgelistet, erfasst in vier Abschnitten: Wahl des Standortes; bestimmte Merkmale von Windenergieparks in Bergen; die Bauphase; und Betrieb von Windenergieparks.

2. Wahl des Standortes

✚ Der Standort wird so gewählt, dass jegliche Arbeit verbunden mit Zufahrtsstraßen auf ein strenges Minimum reduziert wird. Diese indirekten Auswirkungen können in hügeligen Zonen sehr hoch sein – sie können zur Entstellung der Landschaft, Bodenerosion, Rodung und Entwaldung usw. führen.

✚ Ebenso sollte der Standort eine leichte Verbindung zum Stromnetz erlauben.

✚ Landwirtschaftliche Standorte oder Standorte entwickelt für den Tourismus und/oder nahe von Skigebieten, sollten unterstützt werden.

✚ Die einleitenden Studien sollten extrem verfeinert sein und Studien über Windressourcen, Sichtbarkeit, Leichtigkeit des Zuganges zum Standort, Verbindung mit dem Stromnetz, Nähe zu Wohnstätten, Anwesenheit von natürlichem Milieu von wissenschaftlicher Bedeutung, usw. berücksichtigen. Auf Basis dieser Kriterien ist es möglich die günstigen Zonen darzustellen.

✚ Nach der Selektion von günstigen Standorten, sollte es andere Untersuchungen, folgende Aspekte betreffend, geben: Flora und Fauna, Vögel, Forstwirtschaft, Lärm, Bodenbeschaffenheit (für Fundamente), Tourismus, usw.

✚ Besondere Sorgfalt sollte der Vermeidung des Baus nahe Pässen, wo diese Pässe regelmäßig für den Zug oder die Reise von Vögeln und Feldermäusen genutzt werden, gelten.

✚ Die Errichtung nahe von Klippen sollte auch vermieden werden, wenn diese Klippen Nistplätze für Greifvögel mit großem Erbinteresse sind (Bartgeier, Wanderfalke, ...).

3. bestimmte Merkmale von Windenergieparks in Bergen

✚ Windräder sind zu groß, um vollständig versteckt werden zu können, das bedeutet, der beste Ansatz ist es, den Windenergiepark harmonisch in die Landschaft des gewählten Standortes zu integrieren.

✚ Heterogene Landschaften sind am besten für neue Bauprojekte wie Windenergieparks geeignet.

✚ Die Anzahl der gewählten Windräder sollte ein Kompromiss zwischen ihrer Größe und ihrer Leistung sein. Anstatt eines einzigen großen, sehr leistungsstarken Windrades, kann es manchmal wünschenswert sein, drei mittelgroße – weniger leistungsstark per Baueinheit, aber die selbe Gesamtenergie erzeugend – zu errichten; oder umgekehrt. Alles hängt von der Toleranz der Landschaft gegenüber der Größe von Windrädern ab.

✚ Röhrenförmige, weiße Windräder mit drei Schaufeln und einer horizontalen Achse fügen sich sehr gut in schneebedeckte Landschaften ein.

✚ Die Errichtung von Windrädern sollte auf ein Landschaftsprojekt reagieren: die Windräder sollten mit der Landschaft errichtet werden – in anderen Worten, dies umfasst den Bau einer neuen Landschaft mit den Windrädern unter Berücksichtigung und Verwendung der Vielfalt und der einzigartigen Merkmale der ursprünglichen Landschaft.

✚ Um eine maximale Leistung zu garantieren, aber auch aus Sicherheitsgründen, sollten die Windräder mit einer adäquaten Einrichtung zur Verhinderung der Ansammlung von Eis auf den Schaufeln ausgestattet werden: geheizte Schaufeln,

Schaukeln, die mit einer schwarzen Schicht beschichtet sind, usw. Die vorgestellten Lösungen können Umweltauswirkungen haben, besonders hinsichtlich der Landschaft.

✚ In Hinblick auf Gutachten von Naturalisten im Bergmilieu können Anforderungen entsprechend der Höhelage unterschieden werden. In der Tat werden die Notwendigkeiten in niederen oder mittleren Bergzonen mehr oder weniger die gleichen sein wie für Windenergieparks allgemein (die gleichen wie in Ebenen). Auf der anderen Seite werden die Notwendigkeiten für hohe Bergzonen sowohl bezüglich der Themen, als auch der Zeit, zielgerichteter sein. Zum Beispiel gibt es in über 2,000 Metern sehr wenige Chiroptera und die empfindliche Brutzeit ist kürzer.

✚ Global gibt es noch immer unberührte und anfällige Bergzonen, daher wäre es vorzuziehen Windenergieparks näher bei existierenden Anlagen und/oder Infrastrukturen aufzustellen. Dieser Vorschlag hat auch einen ökonomischen Winkel, weil diese Nähe einen leichteren Straßenzugang bedeuten könnte.

4. Die Bauphase

✚ Der Betrieb eines Windenergieparks hat keine großen Auswirkungen auf die Flora und Fauna, besonders wenn der Standort bedacht gewählt wurde und bei der Gliederung der Windräder die Umwelanforderungen beachtet wurden. Andererseits kann der Bau eines Windenergieparks Auswirkungen auf die Bergfauna und Bergflora haben.

✚ Die wichtigste Empfehlung auf diesem Gebiet betrifft die Bauzeit, die nicht mit der Paarungszeit der Tiere zusammenfallen sollte. Aber weil die Arbeit wegen des Wetters in der Bergzone nicht im Winter durchgeführt werden kann, ist der „Spielraum“ für das durchführen der Arbeit sehr reduziert. Das kann sogar ein Grund für die technische oder ökonomische Undurchführbarkeit des Projektes sein.

5. Betrieb von Windenergieparks

✚ Informationen müssen für Besucher zur Verfügung stehen, um sie dazu anzuregen die Umwelt zu respektieren: die Flora und Fauna und die Beschaulichkeit des Standortes. Tatsächlich gibt es ein Risiko der Störung, das nicht mit dem Betrieb der Windräder verbunden ist, sondern einfach von Besuchen des Standortes durch Neugierige.

✚ Um die Wiederbesiedelung durch Pflanzen einfacher zu gestalten, ist es am besten vorher vorhandene Lebensräume so wenig wie möglich zu stören (das ist eine allgemeine Regel, die von besonderem Interesse in Bergzonen ist, da Entstellungen lange brauchen, um zu heilen).

✚ Wiederbepflanzungsmaßnahmen können in Verbindung mit Experten ins Auge gefasst werden, um das neuerliche Wachstum der ursprünglichen Pflanzen zu unterstützen (einheimische Arten).

✚ Die weitere Verfolgung des Betriebs von Windenergieparks sollte von Naturexperten durchgeführt werden, um unseren Wissensschatz, der zurzeit sehr bescheiden ist, zu verbessern. Diese weiteren thematisierten Verfolgungen sollten gezielt sein, abhängig von den Notwendigkeiten, die während der ursprünglichen Untersuchung des Standortes identifiziert wurden. Die vorrangigen Themen sind: nistende und überwinternde Avifauna, ziehende und reisende Chiroptera. Besondere Aufmerksamkeit sollte dem Verkehr in Passzonen (Reise) und Klippenzonen (Nisten) zuteil werden.