

4-18-10

PROJENT- 30E 11/79

DARSTELLUNG DES
WINDENERGIEPOTENTIALS
DER STEIERMARK

Endbericht

PROJEKTRAGER:

Forschungsgesellschaft Joanneum-Ges.m.b.H.
Institut für Umweltgeologie
und Angewandte Geographie

PROJEKTLEITER:

Univ.-Prof. Dr. Walter GRÄP

PROJEKTFÖHRERIN:

Univ.-Ass. Dr. Beibold LAZAR

Graz, Juni 1989

PROJEKT: StE 31a/84

**DARSTELLUNG DES
WINDENERGIEPOTENTIALS
DER STEIERMARK**

Endbericht

PROJEKTRÄGER:

Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H.
Institut für Umweltgeologie
und Angewandte Geographie

PROJEKTLEITER:

Univ.-Prof.Dr. Walter GRÄF

PROJEKTBEARBEITER:

Univ.-Ass.Dr. Reinhold LAZAR

Graz, Juni 1989

ERLÄUTERUNGEN ZUR DURCHLÜFTUNGSTYPENKARTE DER STEIERMARK

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Die Idee zu einem Entwurf einer Durchlüftungstypenkarte für die Steiermark beruht auf einem Projekt der Erfassung des Windenergiepotentials gemeinsam mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Wien) und Dipl.-Ing. Pokorny (Wien), wobei seitens der Zentralanstalt die statistische Auswertung der Winddaten von ausgewählten Stationen vorgenommen wurde. Diese Datengrundlage war dann jeweils (andere Bundesländer wurden vor der Steiermark bereits bearbeitet) die Basis für eine Kartendarstellung mit Windenergiewerten. Bei den Vorgesprächen zum Projekt "Windenergiepotential in der Steiermark" zeigte sich alabald, daß durchaus eine genaue kartographische Bearbeitung (im Vergleich mit den Projektkarten anderer Bundesländer) möglich ist - unter Ausschöpfung aller vorhandenen Daten, aber auch des Erfahrungsschatzes von Beobachtungs- und Meßfahrten in bestimmten Gebieten. In Hinblick auf eine entsprechende Datenverdichtung wurden in relevanten Talabschnitten, aber auch auf Kamm- und Gipfellagen Windmeßstationen errichtet - in der Legende zur Karte gesondert angeführt - wobei die Beobachtungsdauer zwischen wenigen Monaten und zwei Jahren schwankt.

Infolge gesundheitlicher Probleme ergaben sich beträchtliche Verzögerungen hinsichtlich Datenauswertung bzw. Neuerrichtung von Stationen, aber auch der Erstellung der Karte selbst; andererseits konnten noch wichtige Daten (vor allem der Stationen Schöckl und Reicherhöhe - Übelbach) miteinbezogen werden.

2. ZUM BEGRIFF "DURCHLÜFTUNGSTYP"

In der vorliegenden Karte wurde versucht, nicht nur Aussagen über die Windgeschwindigkeit im Mittel (mit Jahresgang), sondern auch über das Auftreten von Starkwinden, Häufigkeit von Windstillen und die vorherrschenden Hauptwindrichtungen zu machen. Ferner sollten Besonderheiten wie Düseneffekte Berücksichtigung finden. Ein Durchlüftungstyp umfaßt somit sämtliche Eigenschaften zur Beschreibung des Klimatelementes Windverhältnisse. Vorrangiges Augenmerk wurde dabei den Windverhältnissen bei antizyklonalen Bedingungen geschenkt. Untersuchungen haben gezeigt, daß die autochthonen Tagesgänge des Windes die Windverhältnisse speziell in Tal- und Beckenlagen des Vorlandes, aber auch des inneralpinen Raumes prägen. Der zweite Schwerpunkt zur Charakterisierung der Windverhältnisse besonders in Hinblick auf die Windenergie liegt bei Südföhnlagen ("Jauk") in der Südweststeiermark, bzw. Nordföhnlagen. Wünschenswert wäre allenfalls noch die Einbeziehung der Zahl der Starkwindtage gewesen, allerdings genügt hier der relativ kurze Beobachtungszeitraum nicht bzw. die Anzahl der Stationen mit Windmessung und somit objektiver Grundlage ist zu gering.

3. BESCHREIBUNG DER WINDVERHÄLTNISSE AN HAND DER KARTE

3.1. DURCHLÜFTUNGSTYPEN IM VORLAND UND RANDGEBIRGE

Bedingt durch die abgeschirmte Lage ist die Durchlüftung im südöstlichen Alpenvorland geringer als vergleichsweise nördlich der Alpen. Dies betrifft vor allem das Winterhalbjahr (Okt. bis März). Die niedrigsten Windgeschwindigkeiten weisen die zahllosen Seitentälchen (Tobel) der Täler im Riedelland auf (mittlere Windgeschwindigkeit zwischen 0,3 und 0,8 m/s), die aus Gründen des Maßstabes nicht näher ausgeschlossen wurden. Nur wenig höhere Geschwindigkeiten zeichnen die Beckenlagen in den Riedellandtälern auf (Stiefingtal, Muggenautal mit St. Nikolai, Sausal, Sulmtal mit Becken von Fresing

und Heimschuh). Die Durchlüftung in den Tälern wird stark von autochthonen Talwindsystemen geprägt, wobei die Talabwinde nachts mit dem Kaltluftabfluß (gespeist vom Kaltluftabfluß der Hänge) nur sehr bescheidene Geschwindigkeiten zwischen 0,5 und 2 m/s erzielen (Calmen während der zweiten Nachthälfte häufig, im Winterhalbjahr Nebelbildung). Die Mächtigkeit dieser Talabwinde schwankt nach Ergebnissen von Meßfahrten und Sondenaufstiegen (R. Lazar 1979, 1983) zwischen 30 und 50 m im östlichen Riedelland (östl. der Mur) und 60 bis 80 m im Laßnitz- und Stainztal; einen Sonderfall stellt das Sulmtal dar, wo durch Staueffekte Mächtigkeiten bis 120 m erreicht werden (Becken von Presing).

Tagsüber sind dann talaufwärts gerichtete Winde vorherrschend (Maximum am Nachmittag). Dieses Maximum ist im Sommerhalbjahr mit Werten zwischen 3 und 5 m/s viel stärker ausgebildet als im Winter (0,5 bis 2 m/s), woraus sich markante Gegensätze in der Durchlüftung zwischen Sommer- und Winterhalbjahr ergeben (mittlere Windgeschwindigkeit April bis Juli 1,2 bis 1,6 m/s, November bis Februar 0,5 bis 0,8 m/s).

Eine Sonderstellung nimmt das relativ breite Murtal ein, das zwar nachts generell Windstille oder nur schwache, meist westliche Winde aufweist, tags jedoch etwas besser durchlüftet wird als die schmälere Seitentäler. Die nächtliche Talabwindströmung ist zu schwach, um bis zum Boden durchzugreifen und macht sich aufgrund von Sondenaufstiegen erst 10 bis 20 m über der in situ gebildeten Kaltluft im Grazer und Leibnitzer Feld bzw. im Unteren Murtal bemerkbar. Dieser Durchlüftungstyp zeichnet sich ferner durch eine hohe Bereitschaft zu Talnebelbildung aus (Mächtigkeit im Sommerhalbjahr 30 bis 50 m, im Winter häufig 70 bis 100 m, mitunter auch darüber). Infolge des Düseneffektes ist der Murtalabschnitt bei Wildon am besten durchlüftet (Murtalabwind erfaßt auch Talschle, 1 bis 3 m/s).

Die Hangbereiche bis zu den Riedelrücken verzeichnen recht unterschiedliche Durchlüftungsbedingungen (in Abhängigkeit davon, ob

Konkav- oder Konvexlagen), weshalb von einer detaillierten Ausscheidung schon aus Gründen des Maßstabes verzichtet wurde. Die Windgeschwindigkeiten bleiben relativ niedrig (häufig sogar niedriger als im Tal).

Im Gegensatz zu den Tälern werden die Durchlüftungsbedingungen auf den Riedelrücken im zunehmenden Maße von übergeordneten Lokal-, besser Regionalwindsystemen, aber auch von modifizierten Gradientwinden geprägt (R.Lazar 1984). Nachts herrschen generell nur sehr schwache, überwiegend westliche Strömungen vor (die Calmenhäufigkeit ist vor allem auf den niedrigeren Riedelrücken hoch), tags überwiegen Strömungen zum Randgebirge ("Antirandgebirgswind") aus dem Sektor Süd bis Ost mit einem Maximum der Geschwindigkeit am späten Nachmittag. Über die weit verbreitet anzutreffenden Riedelniveaus (meist in ca. 400 bis 500 m Seehöhe) hinausragende Kuppen sind durchlüftungsmäßig bevorzugt; dies gilt insbesondere für das Sausal, Wildoner Berg, Windische Büheln, Gleichenberger und Stradner Kogel bzw. die Klöcher Weinberge. Als Leitstationen für die Verhältnisse auf den Riedeln sind Graß-Messendorfberg und Kollischberg anzuführen, die Bedingungen auf den zuletzt genannten windexponierten Lagen werden durch die Station Kitzack/Mandlkogel repräsentiert. Die Station Laßnitzhöhe lieferte auffallend niedrige Windgeschwindigkeitswerte.

Hinsichtlich der im Vorland auftretenden Starkwinde muß zwischen den an der Vorderseite von Tiefdruckgebieten (bei Süd- bis Südwestströmung) auftretenden "Jauk" (Fallwind in der Südweststeiermark) und dem Nordföhn an der Rückseite abgezogener Tiefs, hier allgemein bei West-/Nordströmung, unterschieden werden. Als bevorzugtes Gebiet mit Nordföhn ist ein 10 bis 20 km breiter Streifen entlang des Grazer Berglandes anzusprechen, der im Kainachtal im Westen (bei Mooskirchen) beginnt und sich über Graß-Weiß-Hartberg bis nach Oberwart fortsetzt. Dort, wo Talausgänge bestehen (speziell das Murtal), ist durch Kanalisierungseffekt mit erhöhten Geschwindigkeiten zu rechnen. Als Nordföhn-Kerngebiete sind der Norden von Graß mit dem Murtalabschnitt bis Bruck, Teile des Passauer Beckens, der Raum Weiß

und Puch bei Weiz anzusprechen. In den genannten Gebieten kann etwa an 40 bis 50 Tagen mit Nordföhn (basiert auf den Auswertungen der Station Kollischberg 1973) gerechnet werden. Mit zunehmender Entfernung vom Randgebirgsfuß nahmen sowohl Stärke und Häufigkeit des Nordföhns ab.

Der "Jauk" tritt im Gegensatz zum Nordföhn etwas seltener auf (an etwa 30 bis 40 Tagen/Jahr - basiert auf den Auswertungen der Station Kollischberg 1986), in Abhängigkeit davon, wie streng man die Kriterien wählt; vor allem die relative Feuchte verzeichnet durchschnittlich höhere Werte als der Nordföhn (meist 15 bis 40 %, bei "Jauk" 30 bis 50 %). Für den Jauk sind Vorderseitenwetterlagen, wie Tiefdrucklagen über Westeuropa und dem westlichen Mittelmeer typisch, wobei im Bodendruckfeld eine Strömung aus dem Sektor Süd bis West besteht. Das Haupteinzugsgebiet des Jauk läßt sich aufgrund der Untersuchungen in den Jahren 1974 bis 1977 (B. Lazar 1978) relativ genau begrenzen und umfaßt den Bereich zwischen Laßnitztal und Leibnitzer Feld mit dem Sausal und den Windischen Büheln. In den anderen Teilen des Vorlandes spielt der Jauk nur eine untergeordnete Rolle und kann sich generell nur im Frühjahr und Sommer abgeschwächt bemerkbar machen. In der Südweststeiermark erreicht er nicht selten Sturmstärke, wie dies auch die Beobachtungen der Station Wiesel zeigen. Fast alle Tage mit "Jauk" sind Starkwindtage (Stärke über 8 Bft.). Als Beispiel sei der 6. April 1975 angeführt, an dem im Raum Schwanberg/Deutschlandsberg Schäden auftraten.

EIGNUNG HINSICHTLICH WINDENERGIE

Hinsichtlich der Eignung für Windenergie schneiden die Tallagen, besonders in der Südweststeiermark, am schlechtesten ab. Nur wenig günstiger sind die Bedingungen in dem windoffeneren breiten Murtal und entlang des Grazer Berglands mit erhöhter Nordföhnhäufigkeit. In den für Windenergie interessanten Bereich stößt man zweifellos erst auf den höheren Riedeln (Mur-Raab-Wasserscheide ab ca. 500 m), wo-

bei nach den Beobachtungen der Station Wörtherberg (400 m) die Bedingungen nach Osten wegen der zunehmend schwächeren Abschirmtheit besser werden.

Als "Gunstlagen" hinsichtlich Windenergie sind die herausragenden Schollen, wie der Sausal und die Windischen Büheln, und Kuppen vulkanischen Ursprungs im Osten bzw. der Wildoner Berg anzusprechen. Bezogen auf die Gesamtfläche dürfte der Anteil der Fläche mit einer Eignung für Windenergie nur wenige Prozent betragen.

3.2. DURCHLÜFTUNGSVERHÄLTNISSE IM RANDGEBIRGE

Von den innerhalb des Randgebirges bzw. des Grazer Berglandes eingebetteten Beckenlandschaften ist das Voitsberger Becken hinsichtlich der Durchlüftung am meisten benachteiligt. Die gute Abgeschlossenheit des Beckens - sieht man von der Öffnung nach Osten ab ca. 550 m Seehöhe ab - dürfte wohl dafür ausschlaggebend sein. Wie Meßergebnisse zeigen (C. Bernhofer 1987) wird das Becken von der einströmenden Kaltluft der Talabwinde aus dem Kainach- und Gradental relativ rasch angefüllt (Rückstau von der Talenge bei Krems südöstlich von Voitsberg), sodaß vor allem während der zweiten Nachthälfte in weiten Bereichen der Beckensohle Windstille vorherrscht. Die Düseneffekte bei Bärnbach und Köflach sind ebenfalls nur auf den Abend und die ersten Nachstunden beschränkt. Im Südosten des Beckens kommt es zu einem Überströmen der Becken-Kaltluft über den Arnsteinberg (Stationswerte zwischen 2 und 4 m/s). Ein Teil der Kaltluft zwingt sich durch die Talenge von Krems und erreicht, verstärkt durch den Düseneffekt (3 bis 5 m/s) das Becken von Gaisfeld. Die Windgeschwindigkeiten lassen jedoch in Richtung Krottendorf rasch nach (1 bis 2 m/s). Innerhalb des Voitsberger Beckens bestätigen die Windmeßstationen (z.B. Hl. Berg, 540 m Sh), daß auch oberhalb der Talsohle die Durchlüftung bis etwa zur Obergrenze der Beckenkaltluft (bei 550 bis 600 m) sehr bescheiden bleibt (Werte zwischen 1 bis 2 m/s).

Tagsüber werden die Durchlüftungsverhältnisse nach Auflösung der durchschnittlich 300 bis 400 m mächtigen Bodeninversionen von Talaufwinden bzw. von Antirandgebirgswinden aus Südost bis Ost geprägt, wobei analog zu den Bedingungen im Vorland das Windgeschwindigkeitsmaximum am späten Nachmittag mit 3 bis 5 m/s eintritt. Im Winterhalbjahr, etwa von November bis Mitte März sind diese talaufwärts gerichteten Strömungen sehr schwach (0,5 bis 2 m/s), und die Umstellungsphase am Vormittag (vom Talabwind zum Talaufwind) damit wesentlich länger (erhöhte Calmenbereitschaft). Der Gegensatz zwischen Sommer- und Winterhalbjahr tritt dennoch im Voitsberger Becken recht markant hervor (Jännarmittel der Station Voitsberg/ÖDK: 1,0 m/s, Juli: 1,8 m/s).

Fallwinde greifen vor allem im Sommerhalbjahr auch bis zur Talsohle durch; Nordföhn kommt im Vergleich mit dem erwähnten Streifen entlang des Randgebirges seltener vor, ebenso Südwestföhn über die Pack, (die Bezeichnung "Jauk" im Voitsberger Becken ist kaum geläufig im Vergleich mit der Südweststeiermark). In der Nacht wird bei entsprechenden Ausstrahlungsbedingungen (geringe Bewölkung), ein "Abheben" der Föhnströmung erzwungen; an der Beckensohle selbst baut sich dabei in der in situ gebildeten Kaltluft eine seichte Bodeninversion auf.

Deutliche Gegensätze in der Durchlüftung zeigt das Passailer Becken, wo der Südabschnitt, speziell der Raum Arzberg, durch den markanten Beckenabschluß am schlechtesten, der Nordwesten hingegen am besten abschneidet. Diese Differenzierung beruht einerseits auf den noch relativ gut ausgeprägten Kaltluftabfluß und das häufige Durchgreifen von Fallwinden über den Rechberg bzw. über Tulwitz. Gegen Süden und Südosten werden die Staueffekte immer wirksamer, bis schließlich bei Arzberg und der anschließenden Raabklamm die Calmenbereitschaft ein Maximum erzielt (im Winterhalbjahr ca. 20 bis 30 %). Die Mächtigkeit des Kaltluftabflusses läßt sich nach Meßfahrten im Passailer Becken im unteren Teil auf ca. 120 bis 150 m veranschlagen.

Im Gegensatz zu den beiden bisher beschriebenen Becken weisen das Pöllauer und Vorauer Becken keine so markante Umrahmung auf, sodaß entsprechende Differenzierungen kaum gegeben sind. Ferner fehlen aus diesem Becken Meßfahrten bzw. Stationsergebnisse. Die Nordföhnhäufigkeit dürfte im Pöllauer Becken ähnlich hoch zu bemessen sein wie etwa im Raum Puch bei Weiz.

Von allen Becken erscheint das Gratkorn Becken, bedingt durch das kräftig entwickelte Murtalwindsystem, am besten durchlüftet. Dabei muß jedoch beachtet werden, daß im Südabschnitt des Beckens (Judendorf-Straßengel-Rötz), infolge der Staueffekte durch den Straßengelberg, die Windgeschwindigkeiten merklich gegenüber dem Nordabschnitt (Gratwein) zurückgehen, und die Calmenbereitschaft in der nächstlich auf der Terrasse gebildeten Kaltluft deutlich erhöht ist. Der Murtalabwind streicht über diese seichte Kaltluft hinweg, während am Boden durch den Kaltluftabfluß aus dem Rötzer Graben aus Südwesten bis Süden eine ausgeprägte Windscherung besteht. Auch tagsüber bewirkt die Abschirmung des Straßengelberges, daß der Südabschnitt stark benachteiligt wird, speziell im Sommerhalbjahr. Der Murtalabwind verzeichnet Windgeschwindigkeiten zwischen 2 und 5 m/s (selten darunter), der Talaufwind im Sommer 3 bis 7 m/s (im Nordabschnitt, auf der Basis der Station Loykam Langenwarte). Im westlich anschließenden Reiner Becken fällt insbesondere das Schirningtal durch seine geringe Durchlüftung auf. Bedingt durch seinen gekrümmten Verlauf und die abgeschlossene Lage sind sowohl der Kaltluftabfluß nachts, als auch talaufwärts gerichtete Winde tags, nur sehr schwach (besonders im Winter). Hinzu kommt, daß Fallwinde selten und dann nur abgeschwächt bis zur Talsohle durchgreifen. Auf den Riedeln im Umkreis des Tales nimmt die Durchlüftung rasch zu; beispielsweise überströmt der Murtalabwind St.Oswald (Umrahmung des Beckens im Südwesten) mit 2,5 m/s, an einigen Stellen, etwa bei Plankenwarth, 4 bis 5 m/s. Der Murtalabschnitt von Gratkorn bis Bruck/Mur läßt sich nach den Ergebnissen einiger Stationen und mehrerer Meßfahrten in Teilbereiche mit sehr guter Durchlüftung (Friesach-Peggau, südl. Frohnleiten,

Rothleiten bis Pernegg) und solchen gliedern, in denen infolge Stau-effekte die Durchlüftung stark gemindert erscheint (nördl. Kugelstein, Murhof). Die Windgeschwindigkeiten im Abschnitt bei Peggau erreichen Werte zwischen 4 und 8 m/s, wodurch das Murtal in diesem Bereich nach dem bisherigen Kenntnisstand als "Spitzenreiter" nächtlicher Durchlüftung in den Tälern der Steiermark anzusehen ist. Ähnlich hohe Werte sind nur noch im Norden von Graz, in Puch/Weiz und bei Judenburg anzutreffen, wobei jeweils ausgeprägte Düseneffekte dafür verantwortlich zeichnen. Entsprechend der guten nächtlichen Durchlüftung trifft man im Muredurchbruchstal zwischen Frohnleiten und Gratkorn auf eine Nebelarmut (ca. 30 Tage mit Nebel), die nur noch von den Bedingungen im oberen Murtal unterboten wird (Raum Murau).

Das Muredurchbruchstal besitzt aber auch durch hohe Bereitschaft an Fallwinden aus Norden, nicht zuletzt wegen der N-S-Orientierung und der zu erwartenden Kanalisierung. An 50 bis 60 Tagen kann mit Nordföhn gerechnet werden.

3.3. DIE VERHÄLTNISS E AUF DEN RÜCKEN- UND KAMMLAGEN

Die Ergebnisse der Station Reicherhöhe in 1050 m bestätigen, daß auf den Rücken- und Kammlagen in dieser Höhe schon mit beachtlichen Geschwindigkeiten gerechnet werden kann (etwa 2,5 bis 3,5 m/s im Jahresmittel); dies deckt sich grundsätzlich auch mit den Beobachtungen an den Stationen Rechberg (900 m) und Wiel (900 m). Letzere fällt vor allem durch ihre große Bereitschaft zu Starkwinden aus dem Sektor Süd bis West auf ("Jauk"); in solchen Monaten steigt das Monatsmittel über 4 m/s, ansonsten zwischen 2 und 3 m/s. Ein ausgeprägter Jahresgang in der Durchlüftung scheint zu fehlen; das für die Tallagen typische Frühjahrsmaximum ist nur noch angedeutet.

Die Hauptwindrichtungen werden in zunehmendem Maße von den Verhältnissen im Bodendruckfeld geprägt, sind aber noch stark von der

Orographie beeinflußt. So überwiegen an der Station Reichenhöhe bei weitem südliche bzw. nördliche Winde, was auf noch relativ starke Kanalisierungseffekte schließen läßt (einerseits zwischen der Gleinalpe im Westen und der Teichalpe im Osten).

Die in der Karte mit rot ausgewiesenen Gipfel- und Kammlagenstufen beginnen ab einem Höhenbereich von ca. 1300 m Seeshöhe. Im Gegensatz zur Stufe von 800 bis 1200 m ist an freistehenden Bäumen ein asymmetrischer Habitus ("Windflüchter") zu beobachten; Beobachtungen bezüglich des Ausmaßes der Winddeformation - im Extremfall Fehlen der Astentwicklung auf der Luvseite - waren eine wichtige Grundlage neben den wenigen Stationen in dieser Höhenlage mit Messung zur Ausscheidung dieser Zone in der Karte. Als Referenzstationen können für diese "mittlere Gipfel- und Kammlagenstufe" der Schöckl (30 m über dem Schöcklplateau auf dem ORF-Sendemast) und Mugal (1630 m) angeführt werden. Die bisherigen Ergebnisse zeigen beachtliche Abweichungen von den Stationsangaben, die auf Anemometersablesungen beruhen (am First der Bergstation der Gondelbahn). Sie schwanken zwischen 70 und 170 %, wodurch mittlere Geschwindigkeiten wenigstens für die Meßhöhe von nicht weniger als 8 m/s (im Jahresmittel!) als realistisch angesehen werden müssen. Beispielsweise verzeichnete der März 1988 ein Mittel von 7,9 m/s (nach den Stationsangaben 4,4 m/s), der Juli ein solches von 5,2 m/s (2,5 m/s). Die Abweichungen können im wesentlichen auf die geschütztere Lage des Gabels an der Bergstation zurückgeführt werden (Fichten in der Umgebung, die kaum Winddeformation aufweisen).

Die hohen Geschwindigkeiten am Mast wiederum sind nicht zuletzt durch die exponierte Lage des Gipfels bedingt. Damit werden aber generell die - leider nur von ganz wenigen Stationen - beachtlichen Windgeschwindigkeiten von den Gipfel- und Kammlagen des Randgebirges verständlich (Station Koralpe 2070 m, weiters Zirbitzkogel 2380 m). Von einer Ausscheidung einer eigenen Gipfel- und Kammlagenstufe ab ca. 1700 bis 1800 m wurde jedoch abgesehen, da streng genommen, nur die Kämme selbst, bzw. relativ schmale Bereiche davon

betroffen sind. Für die Darstellung wäre ein größerer Maßstab erforderlich, was aber letztlich über das Ziel der Karte hinausgeht, einen Überblick über die Windverhältnisse der Steiermark zu vermitteln. Zur Abklärung mit wieviel Windenergie gerechnet werden kann, läßt sich mit Hilfe der Beobachtung (eventuell Kartierung) am Windflüchter gut abschätzen. So kommt beispielsweise im Winterleitenkar an der Ostflanke des Zirbitzkogels eine bevorzugte "Windgasse" und mit Fallwinden aus SW, an Hand der anzutreffenden ausgeprägten Windflüchter (z.T. auf der Luvsseite kleine Äste), gut zur Geltung, während in nur kurzer Entfernung davon, an einem geschützten Hangabschnitt, kaum Windflüchter festzustellen sind.

EIGNUNG BEZÜGLICH WINDENERGIE

Die Tallagen, besonders die schlecht durchlüfteten Beckensohlen in Voitsberg und Arzberg, aber auch die teils schluchtartig eingeschnittenen Täler der Koralpe, können hinsichtlich einer Eignung ausgeklammert werden. Ausnahmen bilden das Murtal zwischen Bruck und Graz und Randgebirgsfußlagen mit Talausgangslage und Düseneffekt (Puch bei Weiz, Graz-Weinzödlbrücke); sie weisen bei noch insgesamt mäßigen mittleren Windgeschwindigkeiten (zwischen 1,8 und 2,8 m/s) eine relativ hohe Bereitschaft zu Starkwinden auf (Nordföhn). Ab einer Seehöhe von ca. 900 m (bei einzelnen freien Gipfeln schon ab etwa 700 m, z.B. Straßengelberg) gelangt man in den für Windenergiegewinnung relevanten Bereich der Gleinalpe und des Gruzer Berglandes bzw. der Fischbacher Alpen, bei der die Starkwinde aus Nordwesten in Verbindung mit Rückseitenwetterlagen eine wichtige Rolle spielen. Auffallend starke Durchlüftung und dennoch gute Eignung für Windenergie weisen die Rücken- und Kammlagen ab 1200 bis 1300 m auf, wobei einige freistehende Gipfel, wie beispielsweise der Schöckl, besonders bevorzugt erscheinen. Ähnliches dürfte für den Masenberg, den Rabenwald und den Reinschkogel gelten. Aus Beobachtungen an Windflüchtern und Verwehungen im Winter ist auch die gesamte Teichalm als sehr windexponiert anzusehen. In den Höhenlagen oberhalb der

Waldgrenze werden schließlich Windgeschwindigkeitswerte erzielt, die sogar jene des Sonnblicks übertreffen. Dies ermöglicht die isolierte Lage des Rundgebirges, während der Sonnblick eine nicht mehr so freie inneralpine Lage besitzt.

Der Flächenanteil mit Relevanz für Windenergie ist gegenüber dem Vorland wesentlich höher und kann mit etwa 20 bis 30 % veranschlagt werden; er beinhaltet im wesentlichen die Kamm- und Oberhanglagen.

4. DIE DURCHLÜFTUNGSVERHÄLTNISSE IN DER MUR-MÜRZ FURCHE

Die inneralpine Lage und die Abgeschirmtheit durch die Gebirgskette begünstigen die Ausbildung eigenbürtiger Windsysteme; beide Komponenten haben für die Tal- und Beckenlagen speziell im Winterhalbjahr eine nur sehr bescheidene Durchlüftung zur Folge. Nachts und am Morgen - oft bis in die Vormittagsstunden - wird die Durchlüftung vom Murtalabwind bestimmt, dessen Mächtigkeit die Talabwinde im Vorland bei weitem übertrifft (im Raum Bruck 400 bis 500 m). Aufgrund seines größeren Einzugsgebietes ist der Murtalabwind auch in der Lage, vor allem in der zweiten Nachthälfte, den MürztaLabwind zu blockieren, d.h., der Kaltluftabfluß von Bruck/Mur Richtung Süden erfolgt nahezu gänzlich durch den Murtalabwind. Hinzu kommt die blockierende Wirkung der Talenge bei Kapfenberg, sodaß insgesamt die Beckenabschnitte des Mürztales zu den Gebieten mit der schlechtesten Durchlüftung zählen. Die Calmenhäufigkeit dürfte 30 bis 40 % erzielen. Ähnlich ungünstige Bedingungen sind nur noch in den beckenartigen Erweiterungen im Oberen Murtal (z.B. Abschnitt St.Lorenzen - Knittelfeld, Schafing, Ranten) bzw. im Aflenzner Becken zu erwarten, das sich aber wenigstens durch eine höhere Bereitschaft zu Nordföhnlagen auszeichnet.

Im MürztaL wird in den Talbecken im Winter ein Mittel der Windgeschwindigkeit von 1 m/s (bei Fehlen eines Tagesganges) nicht überschritten, aber auch in den übrigen Jahreszeiten tritt wegen des

schwach entwickelten Talaufwindsystems nur eine geringfügige Verbesserung ein.

Im Oberen Murtal und seinen Seitentälern sind im Gegensatz zum Mürtal die Talaufwinde gut ausgebildet, wobei die Windgeschwindigkeitsmaxima am frühen Nachmittag eintreten; so beträgt etwa das Verhältnis der mittleren Windgeschwindigkeit von 14:00 Uhr zu 7:00 Uhr in Oberwölz 4:1 (F. Steinhauser 1982). Dieses Verhältnis deckt sich weitgehend mit dem Aichfeld (R. Lazar, 1980). Im Winterhalbjahr hingegen - etwa von November bis Februar - ist praktisch keine Bevorzugung des Nachmittags hinsichtlich der Durchlüftung gegeben, da die Sonneneinstrahlung für die Entwicklung der Talaufwinde nicht ausreicht. Ferner bleibt in der Regel die Bodeninversion erhalten - trotz Winddrehung - sodaß es während winterlicher Hochdruckwetterlagen oft nur zu einer Talauf- bzw. Talabverlagerung der mit Schadstoffen angereicherten Luft kommt.

In Hinblick auf die Eignung für Windenergie spielt vor allem die Nordföhnhäufigkeit eine wesentliche Rolle - im Krittelfelder Becken konnten allerdings auch Fallwinde aus Südwest von den Seetaler Alpen mehrfach beobachtet werden. Die Talorientierung SW-NE erleichtert offensichtlich das föhnlige Durchgreifen der Strömung. Nach den Ergebnissen der Station Zeltweg/ÖDK sind jedoch die West- bis Nordwestwinde von größerer Bedeutung. Insgesamt kann mit etwa 40 bis 50 Nordföhnlagen gerechnet werden; eine größere Bereitschaft, vor allem auch mit stärkerer Intensität als im Aichfeld, darf am Südfuß der Niederen Tauern erwartet werden (nach mehrfachen Beobachtungen in der Krakau und in den Tälern der Südabdachung). Bevorzugt erscheint ferner durch Kanalisierungseffekte das Pölstal (speziell ab Möderbrugg) und das Liesingtal. So verzeichnet die Station Mautern bei Monatsmitteln der Windgeschwindigkeit von 2,5 bis 3,5 m/s 44 Starkwindtage (Jahrbuch der ZA/Wien 1952); die häufigen Verwehungen im Bereich des Schoberpusses und östlich davon belegen die hohe Bereitschaft zu Starkwinden aus westlicher Richtung; speziell bei Kalwang tritt noch ein Düseneffekt hinzu. In diesem Bereich ist auch

eine Windenergieanlage in Betrieb, eine weitere befindet sich in Mautorn. Für die Windenergienutzung relevant erscheint ferner das Vorderbergbachtal mit dem Präbichl. Die Windmeßstation Vorderberg lieferte - vom Schöckl abgesehen - die höchsten Werte des Stationsnetzes in den beobachteten Jahren. Die orographischen Voraussetzungen dürften hier besonders günstig liegen; davon profitieren auch noch weite Teile des Trufalacher Beckens, wobei nach Süden zu die Durchlüftung rasch abnimmt.

Von den Tälern am Südfuß des Hochschwabs wird speziell über Tragöß von R.Klein berichtet (R.Klein 1904); allerdings dürften die aus der Periode 1897-1902 ermittelten 147 Nordföhntage/Jahr aus Gründen der Definitionskriterien zu hoch sein. Realistisch kann von 60 bis 70 Tagen ausgegangen werden; dies gilt auch für die Täler am Südfuß der Niederen Tauern. Entsprechend den günstigen Durchlüftungsbedingungen wurden die Täler mit erhöhter Nordföhnbereitschaft und somit mit Relevanz für die Windenergie in der Karte in gelb gehalten, gelbgrün sind dann die Übergangsbereiche zu den schlecht durchlüfteten Talabschnitten.

WINDVERHÄLTNISSE DER GEBIRGSUMRAHMUNG DER MUR-MÜRZ-FURCHE

Da es - mit Ausnahme des Zirbitzkogels - keine Beobachtungen bzw. Windmeßergebnisse aus den Hochlagen oberhalb der Waldgrenze gibt, ist man bei einer Beurteilung der Windverhältnisse weitgehend auf Beobachtungen der Baumgrenze auf "Windflüchter" und darüber hinaus auf Analogieschlüsse angewiesen. Die relativ hohen Windgeschwindigkeiten verdankt der Zirbitzkogel zweifellos seiner freien isolierten Stellung; eine Übertragung auf die Niederen Tauern - zumindest in Lagen mit gleicher Seehöhe - erscheint wohl zulässig; als geschlossene Gebirgsgruppe erzwingen die Niederen Tauern häufig Strömungsablösungen, bzw. Reibungseffekte vermindern die Geschwindigkeit. Bei einem Vergleich mit entsprechenden Lagen im Vorland ergibt sich eine

Vertikal-verschiebung um etwa 400 bis 500 m nach oben. So ist beispielsweise der Falkenberg (um 1100 m, ein isolierter NW-SE-verlaufender Kamm westl. von Judenburg), hinsichtlich der Durchlüftung gleich einzu-stufen wie etwa der Sausal,

EIGNUNG BEZÜGLICH WINDENERGIE

Am schlechtesten schneiden in der Mur-Mürz-Furche die Tal- und Beckenabschnitte ab; begünstigt sind nur wenige Ausnahmen mit Düsen-effekt (z.B. Judenburg). Etwas besser durchlüftet zeigen sich die Paß-landschaften des Neumarkter und Obdscher Sattels und einige Talab-schnitte am Südfuß der Niederen Tauern (z.B. Krakau, Pölstal). Eine Eignung für Windenergie kann nach dem bisherigen Stand der Erhe-bungen für einige N-S-verlaufende Täler mit häufigem Nordföhn an der Südabdachung der Tauern, aber auch des Hochschwabmassivs ausge-sprochen werden. Ähnliches gilt für den Bereich Höhentauern und den Schoberpaß bis Kalwang. Für die Kammlagen ab ca. 1100 m Seehöhe (im Westen auch etwas höher) besteht durchaus eine Eignung, die nun mit zunehmender Seehöhe entsprechend verstärkt wird.

5. DIE DURCHLÜFTUNGSVERHÄLTNISSE IM ENNSTAL, DEM AUSSEER LAND UND DEM MARIAZELLER RAUM

Im Gegensatz zum Murtal ist das Talabwindssystem im Ennstal nur sehr schwach entwickelt, da das Gesäuse eine beträchtliche Barriere dar-stellt, das ein Ausweichen des Talabwindes teilweise über den Buchauer Sattel erzwingt. Das Gesäuse mit seinem Schluchtcharakter weist die geringste Durchlüftung auf, knapp gefolgt von der Talwei-tung, die sich von Admont bis Liezen erstreckt. Dieser Talabschnitt erweist sich zugleich als der mit Abstand nebelreichste des Ennstales, wie dies Meß- und Beobachtungsfahrten bestätigen (etwa 80 bis 100 Tage mit Nebel/Jahr). Da auch der Talaufwind nur mäßig ausgebildet ist und stark verspätet aufkommt, stellen sich bei Strahlungswetter-

lagen lange Phasen mit Windstillen und richtungsuneinheitlichen Winden während der Windrichtungswechsel ein. Am ehesten vermögen noch Westwinde durchzugreifen, seltener auch südliche Fallwinde über die Kaiserau.

Im Abschnitt westlich von Liezen gewinnt das Ennstal rasch an Durchlüftung, wobei das Maximum bei Stainach angetroffen wird, wo häufig bei West-/Nordwestströmung, durch den Düseneffekt bei Pürgg verstärkt, heftige und böige Winde die Talsohle erfassen. Die Nebelbereitschaft liegt, bedingt durch die verbesserten Durchlüftungsverhältnisse, deutlich niedriger als östlich von Liezen.

Die Tauerntäler können auf eine, im Vergleich mit den Tälern auf der Südseite, eher nur bescheidene Föhnhäufigkeit verweisen (Tage mit Südföhn). Speziell die hinteren Talbereiche und Talschlüsse werden jedoch maßgeblich beeinflußt (deshalb die Kennzeichnung in der Karte mit gelb). Als bevorzugt müssen jene Täler angesehen werden, welche eine Kanalisierung der Strömung zur Folge haben, wobei die Talorientierung möglichst mit der Strömungsrichtung (generell S bis SE) übereinstimmen sollte (Großes und Kleines Sölketal).

Im Ausseerland schneidet das abgeschirmte Becken von Bad Aussee am schlechtesten ab; in der offeneren Mitterndorfer Senke werden schon deutlich günstigere Bedingungen angetroffen. Mit zunehmender Seehöhe tritt eine rasche Zunahme der Durchlüftung ein, sodaß etwa auf der Tauplitzalm schon recht gute Voraussetzungen für Windenergie bestehen, noch viel mehr gilt dies auf den weiten Hochflächen des Toten Gebirges bzw. auf dem Kalkplateau "Auf dem Stein".

Im Mariazeller Gebiet gilt hinsichtlich der Durchlüftung für das enge Salztal ähnliches wie für das Gesäuse. Recht gut hingegen ist die engere Umgebung von Mariazell zu beurteilen. Hier tragen weniger die lokalen Windsysteme, sondern die allochthonen Windeinflüsse, bedingt durch die Exponiertheit der Lage im Nordosten und der Offenheit gegenüber westlichen Winden. Nicht zu unterschätzen sind aber auch die

Fallwinde aus dem Süden über den Seeberg.

EIGNUNG FÜR DIE WINDENERGIE

Am wenigsten geeignet sind zweifellos die Täler mit Schluchtcharakter, wie das Gesäuse und das Salztal. Auch in den Talbeckenabschnitten (Admont, Bad Aussee) sind die Durchlüftungsbedingungen als unzureichend anzusehen; etwas günstiger schneiden die Mitterndorfer Senke und das Ennstal westlich von Liezen ab. In den Tauerntälern dürften sich nur die hinteren Talbereiche für eine Windenergienutzung eignen, wobei leider genauere Ergebnisse (Windmeßstation über einige Jahre wäre erforderlich) fehlen, um die Häufigkeit, Stärke und Andauer von Südöhlagen besser beurteilen zu können. Analoges gilt für das Aschbachtal nördlich des Seeberges. Die Höhenabstufung der Hang- und Kammlagen ist durchaus mit jener der Gebirgsumrahmung der Mur-Mürz-Furche vergleichbar.

ABKÜRZUNGEN:

- ZA - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien/
Hohe Warte
- Univ. - Institut für Geographie/Universität Graz gemeinsam mit
Abteilung für Umweltgeologie und Angewandte Geographie/
Forschungsgesellschaft Joanneum
- LR - Landesregierung/Referat f. Luftreinhaltung
- Mag. - Magistrat Graz - Abteilung für Umweltschutz

ERLÄUTERUNG DER STATIONEN

Stat.Nr.	Bezeichnung (St.)	Lage und Gebirgshöhe (m ü. Grund)	Be(r)iber	Besch.Jahre	
1	Graz-Flughafen (342)	Talbeckanlage	10	ZA	-
2	Lafnitz/Obn (540)	Riedelrücken	10	ZA	-
3	St. Augustin (130)	Hang/Spornlage	10	ZA	-
4	Graz/Korn/Leykam (380)	Talbecken/Langerwarte	40	Leykam	1970/80, ab 1983
5	Graz-Platzmarkt (600)	Gipfel mit Abstützen	30	LR	1981/83
6	Kalauerwald/Unterspermtal (200)	Terrasse/Ziegelfeldbau	30	UNI	1981/83
7a	Wernsdorf/Kraftwerk (310)	Talsole	10	Steweg	ab 1972
7b	Wernsdorf/Kraftwerk (600)	Riedelkappe	5	Steweg	ab 1972
8	Juchendorf/Steinberg (300)	Talsole	10	UNI	1979/80
9	St. Oswald/Plankeowitz (510)	H-weg-Sporn	9	UNI	1979/80
10	Behlehl/Sandstein (285)	Gipfel	22	UNI	ab 1986
11	Kuntach/SW (200)	Nivau im SW d. Kammes	8	UNI	1979/80
12	Graz/Algersdorf (200)	Tallege	30	Mag.	1973
13	Graz/Wirtschaftshof (330)	Tallege	18	UNI	1981/83
14	Graz/Bachhof (300)	Tallege	50	Mag.	1980
15	Graz/Schloßberg (470)	Gipfel	35	Mag.	1974/75
16	Graz/Universitäts (368)	Tallege/Dachrinnen	28	UNI	ab 1981
17	Graz/LEH (370)	Talweganlage	40	UNI	1983/84
18	Kitsch/Handberg (600)	Gipfel	6	UNI	1989/97
19	Vollberg/Arnstatterberg (550)	Gipfel	8	UXI	1980
20	Vollberg/DIK (490)	Talbecken	25	DIK	1983/87
21	St. Martin/Wöllmilberg (600)	Riedelrücken	7	UNI	1984/89
22	Kafflach/Zigflöckel (800)	Sporn	3	ODK	1988/87
23	Kafflach/Stadt (400)	Talweganlage	20	LR	1997
24	Frohnleiten/Schilgmoor (680)	Sporn	10	UNI	1982
25	Frohnleiten/Adriach (320)	Sporn 110kV-Mast	10	UNI	1988
26	Stadt-Mühlberg (650)	Gipfel mit 110kV-Mast	10	UNI	1983-88
27	Bruck/Kirchberg (400)	Tallege n. 110kV-Mast	20	UNI	1988
28	Bruck/Leykam (465)	Tallege		Leykam	1983
29	Kapfberg (Luftüberdruck) (500)	Tallege		LR	1982
30	Niklasdorf/Werk (Wasserrück) (300)	Tallege	40	UNI	1988
31	Saltweg/ODE-Kesselturm (610)	Talbecken	50	ODE	1978-1983
32	Kleinöbming/Geberitz (1020)	Rücken	10	UNI	1979/84
33	Kolten/Berg (630)	Sporn/Kuppe	15	UNI	1970/81
34	Pöls/Werk (900)	Talbecken/Kesselturm	45	UNI	1982/83
35	Pöls/Moos (900)	Talbecken	10	LR	1978/88
36	Pöls/Pölschals (870)	Sporn in Fußlage	10	UNI	1982/83
37	Bad Aussee (668)	Becken	11	ZA	1
38	Bad Mitterndorf (830)	Becken	18	ZA	1
39	Zamir Hütte (1001)	Kamm	3	UNI	1985/88
40	Ellenore (Stadionturm V) (720)	Tal	18	UNI	1984
41	Vöcklabruck (300)	Tal	7	UNI	1994/88
42	Altaus (750)	Talbecken	8	ZA	-
43	Semmering (850)	Fuß	9	ZA	-
44	Großring (780)	Tallege	10	ZA	-
45	Wasserschlehen (878)	Rücken/Nivau	10	ZA	-
46	Teupitzsch (1640)	Plateau	10	UXI	1980/87
47	Harl/Welt (550)	Riedelrücken	7	UNI	1984

LEGENDE ZUR DURCHLÜFTUNGSKARTE

Gliederungsübersicht - südöstliches Alpenvorland:

- 1a ausgesprochene Ungunslagen hinsichtlich Durchlüftung Talböden mit erhöhter Calmenbereitschaft (häufig unter 30 %), mittl. Geschwindigkeit: 0,5 - 1,0 m/s
- 1 vorwiegend Seitentäler des Murtales, Abschnitte des Raab- und Feistritztalles mit tagesperiodischem Windsystem, bei insgesamt nur geringen Geschwindigkeiten; mittl. Geschwindigkeit: 0,7 - 1,3 m/s
- 2 Grazer- und Leibnitzer Feld bis Unteres Murtal (etwas windoffener, dadurch vor allem im Sommerhalbjahr bessere Durchlüftung); mittl. Geschwindigkeit: 0,8 - 1,6 m/s
- 3 Riedelrücken mit übergeordneten tagesperiodischen Windsystemen (tags Strömungen aus Süd bis Ost - Anfranzgebirgswind, nachts teils Calmen, teils Winde aus West bis Nord - Randgebirgswind). Gegenüber den Tallagen günstigere Durchlüftungsverhältnisse; (im Mittel 0,8 - 2,3 m/s)
- 4 Hanglagen innerhalb des Riedellandes mit lokal sehr unterschiedlichen Bedingungen (nachts Kaltluftabfluß/Hangabwinde, tags schwache Hangaufwinde); insgesamt jedoch nur geringe Durchlüftung:
- 5 besonders windexponierte Kuppen- und Kammlagen im Vorland (Sausal, Windische Bühel, Stradner Kogel), (im Mittel 1,5 - 3,0 m/s)

GLIEDERUNGSÜBERSICHT RANDGEBIRGE

- 1 enge Täler mit Kerbtalcharakter, Beckenabschnitte (z.B. Passaler Becken); Durchlüftung analog zum Vorland
- 2 begünstigte Abschnitte des Murtales zwischen Graz und Bruck mit ausgeprägtem Talwindssystem, relativ guter Durchlüftung (1,5 - 3,5 m/s)
- 3 begünstigte Abschnitte mit geringer Nebelhäufigkeit (30 - 50 Tage mit Nebel)
- 4 Oberhang- und Kammlagen ab ca. 800 m - Grenzbe-
reich für Eignung/Windenergie
- 5 Oberhang- und Kammlagen ab ca. 800/900 m, vor
allem im Winter verbesserte Durchlüftung (2,0 -
3,5 m/s)
- 6 Oberhang- und Kammlagen ab ca. 1200/1300 m -
Zone mit stark zunehmender Durchlüftung, bevor-
zugt isolierte Bergmassive; Umkehrung des Jahres-
ganges der Windgeschwindigkeit (Wintermax. 4 -
6 m/sec., Sommerminimum 3 - 4 m/s; auf den
Kammlagen der Kor- und Gleinalpe auch darüber).

GLIEDERUNGSÜBERSICHT MUR-MÜRZ-FURCHE MIT GEBIRGSUMRAHMUNG

- 1a Weite Abschnitte des Mürztales und Teile des Murtales (Talbecken) mit sehr geringer Durchlüftung, erhöhter Bereitschaft von Calmen während der Nacht und morgens, lange Umstellungsphasen zwischen Talauf- und Talabwind bzw. umgekehrt; ferner mit erhöhter Nebelhäufigkeit (Abschnitt östl. Knittelfeld, bzw. im Mürzthal).
- 1 Abschnitte des Mur- und Mürztales mit zugehörigen engen Seitentälern und ungünstigen Durchlüftungsverhältnissen; Talabwinde im Murtal mit z.T. großer Mächtigkeit (400 - 500 m); Seitentäler entsprechend geringere Mächtigkeit;
- 2 Talabschnitte in den Seitentälern, besonders am Südfuß der Tauern (z.B. Krakau, Raum Oberwölz; ferner besonders im Pölstal, Liesingtal, Becken v. Trofaisch, Tragöß) mit Begünstigung durch Fallwinde aus Norden (Nordföhn);
- 3 vorwiegend N-S gerichtete Seitentäler innerhalb der Tauern-Südabdachung und des Hochschwahnmassivs mit kanalisierenden Effekten der Talflanken und häufigem Durchgreifen fallartiger Winde aus Nord bei Rückseitenwetterlagen (Grenzbereich der Eignung für Windenergie; leichte Deformation bei Bäumen gegeben).
- 4 Unterhang- und Hangflußlagen mit lokalem Hangwind-system, speziell in der zweiten Nachthälfte auch Beeinflussung durch Talwinde, insgesamt jedoch nur geringe bis mäßige Durchlüftung (mittl. Geschwindigkeiten 1,0 bis 2,5 m/s im Jahr)

- 5 "Untere" Eignungszone für Windenergie - gut durch-
lichtete Oberhang- und Kammlagen mit Wintermaximum
der Windgeschwindigkeit (generell 3 m/s und mehr);
ferner Paßlagen wie Präbichl und Seeberg;
- 6 "Obere" Eignungszone für Windenergie - ausgesprochen
windexponierte Kammlagen mit ausgeprägtem Wintermaximum
der Windgeschwindigkeit

GLIEDERUNGSÜBERSICHT ENNSTAL MIT AUSSEER LAND UND
RAUM MARIAZELL

- 1a Talbecken im Ennstal (speziell Admont-Liezen) und Becken von Bad Aussee mit sehr ungünstigen Bedingungen; im Vergleich mit dem südöstlichen Alpenvorland geringer Anteil austauscharmer Situationen, bedingt durch bessere Durchlüftung bei West- bis Nordströmung;
- 1b Talabschnitte mit Schluchtecharakter und ähnlich ungünstigen Bedingungen wie in Zone 1a, jedoch generell geringere Nebelhäufigkeit;
- 2 Abschnitt des Ennstales (Raum Liezen), Salztal, ferner enge Seitentäler nur wenig verbesserte Bedingungen als in Zone 1a;
- 3 Ennstal von Schladming bis Liezen und Mitterndorfer Senke mit deutlicher Zunahme der Durchlüftung;
- 4 vorwiegend höhergelegene Talabschnitte in den größeren Tauerntälern mit erhöhter Südföhnbereitschaft; ferner Paßlagen (wie Buchauer Sattel);
- 5 Unterhang- und Hangflußlagen mit lokalem Hangwind-system, speziell in der zweiten Nachthälfte auch Beeinflussung durch Talwinde, insgesamt jedoch nur geringe bis mäßige Durchlüftung (mittl. Geschwindigkeiten 1,0 bis 2,5 m/s im Jahr)
- 6 "Obere" Eignungszone für Windenergie - Kammlagen ab ca. 1000 - 1100 m analog zur Mur-Mürz-Furche;
- 6 "Obere" Eignungszone für Windenergie - Kammlagen und Gipfel analog zur Mur-Mürz-Furche

ABKÜRZUNGEN UND SYMBOLE

D	Abschnitte mit Düseneffekt
P	gut ventilerte Pässe
B	Beckenabschnitte mit besonders ungünstigen Bedingungen
≡B≡	Beckenabschnitte mit besonders ungünstigen Bedingungen und erhöhter Nebelbereitschaft
H	gut ventilerte Hochflächen
Sl	Talabschnitte mit Schluchtecharakter
Ü	Kammlagen mit Überströmung des Murtalabwindes
St	Kaltluftstaubereiche in Talabwindrichtung mit stark erniedrigter Durchlüftung
	Angabe der Hauptwindrichtung (voll; gleichzeitig Richtung der auftretenden <u>Starkwinde</u> , z.B. Nordföhn), und der Nebenwindrichtung
	Bereich in der Südweststeiermark mit erhöhter Bereitschaft zu "Jauk" (Fallwinde aus Süd bis Südwest);
	Streifen entlang des Randgebirgsfußes mit erhöhter Bereitschaft zu Nordföhn (Fallwinde aus NW bis N) (Täler am Südfuß der Tauern und Muredurchbruchstal von Bruck nach Graz nicht gesondert ausgeschieden).

ERLÄUTERUNGEN ZUR STATIONSKARTE:

Stationen der Zentralanstalt für Met. u. Geod. Wien (ZA)

Übrige Windmeßstationen von Sondernetzen

Meßpunkte mit nur kurzer Beobachtung (ca. 1 Monat)
(K-Kalwang, G-Gleinstätten, MF-Mariatrost, W-Weinzödlbrücke)

gut erfaßte Bereiche: *////* NP: Naturraumpotentialuntersuchungen,

LS: Lufthygienische Studien

D: Dissertationsgebiete;

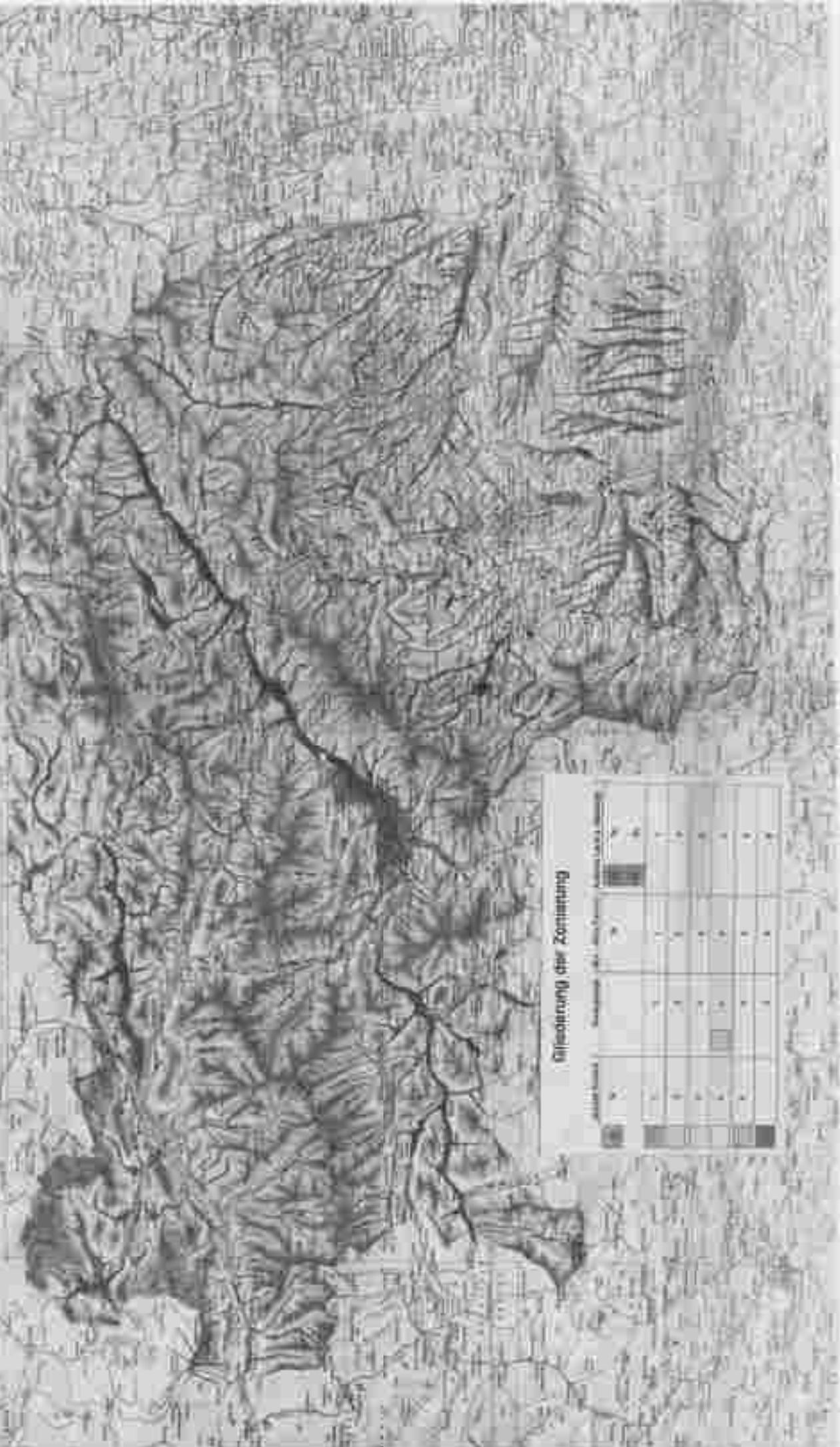
weniger gut erfaßte Bereiche: *////* B: Beobachtungen mit
Stichprobenmessungen

1984 Jahr der Messung

1 - 7b fortlaufende Numerierung

ERLÄUTERUNG DER STATIONEN

Stat.Nr.	Bezeichnung (SH)	Lage und Charakteristik (m ü. Grund)	Betriebsart	Rech. Jahre	
1	Graz-Flughafen (192)	Talbeckentage	10	ZA	-
2	Lohnschleife (540)	Riedel/Göben	10	ZA	-
3	N. Rudgrund (130)	Berg/Sportanlage	10	ZA	-
4	Greifhorn/Layham (380)	Talboden/Langenwarte	00	Layham	1970/80, ab 1982
5	Graz-Fischbach (600)	Güfel mit Abfuhr	20	LA	1982/85
6	Kalverwald/Unterpramstetten (300)	Terrasse/Gangschleife	30	UNI	1982/83
7a	Wardorf/Kraftwerk (210)	Talschleife	10	Stromg.	ab 1972
7b	Wardorf/Föllschberg (400)	Riedel/Göbe	8	Stromg.	ab 1972
8	Judenort/Stradengef. (300)	Talschleife	10	UNI	1978/80
9	St. Oswald/Plattenschwarth (110)	S-exp. Sperr.	9	UNI	1979/80
10	Schöckl/Sonnenst. (387)	Gipfel	22	UNI	ab 1986
11	Baumath/SW (705)	Niveau im SW d. Baumath	9	UNI	1979/88
12	Graz/Algersdorf (300)	Tallege	30	Mag.	1972
13	Graz/Wiesendörfel (180)	Tallege	18	UNI	1982/83
14	Graz/Buchhof (355)	Tallege	30	Mag.	1980
15	Graz/Göblberg (470)	Güfel	25	Mag.	1974/75
16	Graz/Untersiebenbrunn (300)	Tallege/Hochkreuz	25	UNI	ab 1981
17	Graz/LEH (370)	Talwegsplattlage	40	UNI	1983/84
18	Kitzbichl/Bondinggr. (600)	Gipfel	0	UNI	1980/81
19	Vollberg/Arnstalberg (500)	Güfel	8	UNI	1980
20	Vollberg/GDK (400)	Talboden	20	GDK	1982/87
21	St. Martin/Wildschöberg (450)	Riedel/Göben	7	UNI	1984/85
22	Köflarn/Zigflühkogel (100)	Sperr.	8	GDK	1980/87
23	Köflarn/Stadt (400)	Talwegspaltlage	20	LE	1982
24	Freibühel/Seiblingmauer (500)	Sperr.	10	UNI	1982
25	Freibühel/Adriach (300)	Sperr. 110kV-Mast	10	UNI	1988
26	Stral-Fischberg (450)	Güfel mit 110kV-Mast	10	UNI	1982-85
27	Reich/Elisenhöhe (400)	Tallege u. 110kV-Mast	25	UNI	1988
28	Gruck/Layham (305)	Tallege		Layham	1982
29	Kapfenberg (Luftgleisbahn) (200)	Tallege		LE	1987
30	Währing/Werk (800m) (300)	Tallege	60	UNI	1988
31	Sattweg/ÖÖK-Kesselfarm (110)	Talboden	50	ÖÖK	1970-1982
32	Kiehlhalming/Gaibachstr. (1000)	Bächen	30	UNI	1979/80
33	Raiter/Berg (304)	Sperr./Kette	10	UNI	1979/81
34	Pölla/Werk (300)	Talboden/Kesselfarm	40	UNI	1982/82
35	Pölla/Inns (300)	Talboden	10	LE	1979/80
36	Pölla/Pölsnitz (370)	Sperr. in Tallege	10	UNI	1982/83
37	Rait Auen (188)	Bächen	11	ZA	?
38	Rait Mitterndorf (300)	Bächen	18	ZA	?
39	Zauer-Bühel (1061)	Kamm	5	UNI	1982/88
40	Stammer (Stadion/Graz) (720)	Tal	10	UNI	1984
41	Vorderberg (300)	Tal	7	UNI	1984/85
42	Affens (700)	Talboden	8	ZA	-
43	Summering (300)	Fel	0	ZA	-
44	Göbding (700)	Tallege	18	ZA	-
45	Mühlhalming (100)	Bächen/Niveau	10	ZA	-
46	Tempfalm (1600)	Plattweg	30	UNI	1988/87
47	Hirt/Waiz (200)	Riedel/Göben	7	UNI	1984



Legende der Zonierung

Windenergiepotential	Durchlüftungstyp	Windenergiepotential	Durchlüftungstyp
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50

