

Bisherige Erfahrungen mit Klimaeignungskarten in der Steiermark

von Reinhold **LAZAR** und Elisabeth **KUNCIC**, Graz
(mit 2 Karten und Legende im Anhang)

Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurde für einige Bezirke der Steiermark anwenderfreundliche Klimaeignungskarten mit entsprechenden planerischen Hinweisen im Maßstab 1:50 000 erstellt. Die Karte umfaßt eine Grundkarte mit Deckplänen (Transparentkarten für die Windströmungsverhältnisse und die Klimaeignung), ergänzt durch einen Erläuterungsband. In der Raumplanung als auch bei immissionsklimatologischen Fragestellungen haben sich die Karten bereits als wichtige Entscheidungshilfe bewährt.

Summary: Previous experiences with maps of climatic suitability in Styria

In recent years user-friendly maps of climatic suitability with the corresponding planning-based information in scale 1:50 000 were produced for some districts of Styria. The map contains a base map and cover maps (transparent layer maps for the wind moving system and for the climatic suitability) and is complemented through an explanatory text. In regional planning and in questions of air pollution the maps have already proved itself as an important decision aid.

Inhalt

| | |
|--|-----|
| 1. Einleitung und Rückblick | 139 |
| 2. Datengrundlagen und ihre methodische Erfassung | 141 |
| 3. Kartendarstellung: Grundprinzip und Entwicklung | 142 |
| 3.1. Färbige Grundkarte | 142 |
| 3.2. Deckplan I - Strömungsverhältnisse in 50 - 100 m über Grund | 144 |
| 3.3. Deckplan II - Eignungsbewertung | 145 |
| 3.4. Legendeninhalte | 146 |
| 4. Interpretation von Kartenbeispielen | 146 |
| 4.1. Ausschnitt aus der Karte für den Bezirk Graz-Umgebung | 146 |
| 4.2. Ausschnitt aus der Karte für den Bezirk Bruck/Mur bzw. Leoben | 148 |
| 5. Zusammenfassung und Ausblick | 150 |
| Literatur und Anhang | 150 |

1. Einleitung und Rückblick

Die Erstellung von Klimaeignungskarten für die Steiermark, wie sie seit Beginn der 90er Jahre durchgeführt wurde, entspricht dem internationalen Trend einer Neuorientierung innerhalb der Geländeklimatologie. Neue Schwerpunkte, wie die flächenhafte Intensivierung der klimatologischen Untersuchungen (z.B. Verdichtung der Messungen durch Sondermeßnetze, Meßflüge, Ballonsondierungen usw.) und das daraus resultierende umfangreichere Grundlagenmaterial brachten aussagekräftige Ergebnisse speziell in Bezug auf die Erfassung und Interpretation klimatologischer Wirkungsgefüge kleinerer Raumeinheiten. In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen von FEZER 1975, ENDLICHER 1980, HAUF und WITTE 1985 über das nächtli-

che Windsystem und ihre agrarklimatologische und klimatologische Bedeutung als beispielhaft zu erwähnen. Es konnten zunehmend räumlich begrenzte Klimabesonderheiten erfaßt werden, wie sie z.B. NÜBLER 1979 im städtischen Raum in seiner Untersuchung zur Ausprägung der Wärmeinsel am Beispiel der Stadt Freiburg i. Br. dokumentierte.

Man erkannte, daß die raumspezifische kleinklimatische Situation eine ausschlaggebende, oft limitierende Rolle bei der Beurteilung eines Standortes zum Beispiel für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung oder für den Erholungswert einer Landschaft spielt. Sie ist auch ein entscheidendes Kriterium für die Beurteilung der Umweltqualität, was speziell bei der Standortwahl für Industrie- und Gewerbeanlagen, aber auch bei der Ausweisung von Wohnbereichen ausschlaggebend ist. Der dringende Bedarf an umfassenden Kenntnissen über die lokalklimatischen Eigenschaften, die maßgebenden Einflußfaktoren, sowie die möglichen Auswirkungen von Baumaßnahmen, Art und Grad der Nutzung und deren Zuordnung wurden als wichtige Voraussetzung für die Planung im städtischen und regionalen Raum auch seitens der öffentlichen Entscheidungsträger erkannt. So entstanden in den letzten Jahren, aufbauend auf zahlreichen grundlegenden Arbeiten, wie z.B. der „klimatischen Güteeinteilung des Stadtgebietes von Kiel“ durch ERIKSEN 1964, den „Geländeklimatischen Untersuchungen im Raum südlich von Basel“ von MARR 1970 oder die vom Geographischen Institut der Universität Bern (MATHYS et al., 1980) im Rahmen des Forschungsprojektes KLIMUS durchgeführten Untersuchung zu Klima und Lufthygiene im Raum Bern, zahlreiche anwendungsorientierte klimatologische Arbeiten, deren Schwerpunkt die Erfassung der klimatischen Eignung eines Raumes darstellt. Zumeist erfolgte die Darstellung mittels Karten, wie sie etwa der Kommunalverband Ruhrgebiet in zahlreichen Stadtklimaanalysen (STOCK et al. 1986-1995) in Form von „Klimaeignungskarten“ und „Karten der Planerischen Hinweise“ herausgegeben hat. Auch der Nachbarschaftsverband Stuttgart veröffentlichte 1992 eine detaillierte Klimaanalyse des Großraumes Stuttgart (BAUMÜLLER et al. 1992) in mehreren Kartenwerken, die im Klimaatlas Stuttgart zusammengefaßt wurden.

In der Steiermark konnte aufbauend auf zahlreiche geländeklimatologische Detailuntersuchungen (LAZAR 1980, 1981a, 1981b, 1987 ff..) im Rahmen des Stadtentwicklungskonzeptes 1990 eine Klimatopkarte der Stadt Graz und daran angeschlossen eine „Karte der Planungshinweise aus klimatologischer Sicht“ erstellt werden. In den darauffolgenden Jahren wurde der Schwerpunkt der klimatologischen Untersuchungen auf die Kernräume der Steiermark gelegt. In einem Pilotprojekt wurde für den Raum Graz / Graz-Umgebung eine erste Konzeption einer geländeklimatologischen Kartendarstellung erprobt, die in den folgenden Untersuchungen für die Bezirke Judenburg / Knittelfeld und Voitsberg (1992) aufgegriffen und erweitert wurde. Es gelang durch eine Synthese der relevanten Klimaelemente und ihre Darstellung als abgrenzbare, definierbare Klimatope, sowie das Hervorheben besonderer Klimafunktionen und die daran angeschlossene klimatologische Eignungsbewertung ein Kartenwerk mit flächendeckenden Informationen hinsichtlich der klimatischen Bedingungen des Untersuchungsraumes zu entwickeln.

Auf Basis dieses Konzepts wurde eine Überarbeitung der bestehenden Karte Graz / Graz-Umgebung vorgenommen (1993) und bei der Erstellung der Klimaeignungskarten für die Regionen Leibnitzer Feld (1992), Kleinregion Feldbach (1992) und Leoben/Bruck a. d. M. (1994) angewandt.

Die neueste Entwicklung in Hinblick auf die Erstellung von Klimaeignungskarten ist die Einbindung in das Geographische Informationssystem (GIS). Die Anwendung der digitalen, rechnergestützten Technik der graphischen Datenverarbeitung wird derzeit am Beispiel des Bezirks Fürstenfeld erprobt.

2. Datengrundlagen und ihre methodische Erfassung

Die Voraussetzung zur Bearbeitung von Klimaeignungskarten beruht auf einer dem jeweiligen Untersuchungsgebiet angepaßten Meßmethodik, die generell ein Sonderstationsnetz, Meßfahrten und Fesselballonsondierungen beinhaltet. Die Untersuchungsräume bilden zumeist Bezirke mit einer Fläche von einigen hundert km², wobei die Dichte des amtlichen Stationsnetzes für die Bearbeitung nicht ausreicht. Die zusätzlichen Sonderstationen werden dann zumeist im Sinne von Vertikalprofilen bzw. an klimatischen Sonderstandorten (z.B. Kältepole, Gunststandorte) auf Basis erster Meßfahrten errichtet. Während früher relativ einfache Analogschreiber eingesetzt wurden, werden ab dem Ende der 80-er Jahre Datenloggerstationen verwendet. Diese sind vor allem für die Auswertungen auf Halbstundenmittelwertbasis wesentlich vorteilhafter; hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Werte verschiedener Stationen untereinander gibt es bezüglich der Zeit keine Probleme, wie dies leider bei den Thermographenstationen nahezu unvermeidlich war (maximale Genauigkeit ca. ½ Stunde). Gravierend erwies sich ferner bei der Auswertung von Temperaturmeßwertstreifen die exakte Bestimmung aus dem Schreibstreifen (Schnittpunkt der Temperaturkurve mit der Zeitordinate), speziell bei starken Temperaturänderungen am Vormittag und Abend. Die Kontrolle mit Extremthermometern ließ zudem nur eine Korrektur der Kurve bis zu +/- 0,5K zu. In den letzten Jahren gelangten überwiegend Stationen mit belüfteten Temperaturfühlern zum Einsatz, im Speziellen dort, wo eine möglichst genaue Erfassung von Temperaturgradienten gewünscht wurde, um etwa eine Ausbreitungsklassenbestimmung durchführen zu können. Dabei zeigte sich, daß bei windschwachen Situationen die Temperaturen in der mit herkömmlichen THG-Schreibern ausgestatteten Wetterhütten um 1-2K höher waren als die Werte der Stationen, die mit belüfteten Fühlern ausgestattet waren. Die Thermohygrographenstationen erfüllten vor allem die Aufgabe, mit den erfaßten Extremwerten eine ausreichende Temperaturcharakteristik zu liefern (Tagesschwankung, Frost- bzw auch Inversionsgefährdung, Überwärmung von Hanglagen).

Die Meßmethodik bei der Durchführung der Meßfahrten wurde weitgehend beibehalten. In Geländeabschnitten mit interessanten Details wurden jeweils bei Strahlungswetterlagen - zumeist in der zweiten Nachthälfte vor Sonnenaufgang - Meßfahrten durchgeführt, die Werte des Thermistorfühlern auf Diktaphon gesprochen und anschließend in einer Karte eingetragen. Je nach zu bearbeitendem Bezirk mit unterschiedlicher Geländevielfalt waren 5-7 Meßfahrten im Beobachtungszeitraum vorgesehen, wobei generell ein Jahr für die Bearbeitung eines Bezirkes bzw. Kleinregion veranschlagt wurde. Die Meßfahrten wurden im Einzelfall durch Rauchpatrontests ergänzt, die zur Veranschaulichung des Strömungsverhaltens, speziell des Kaltluftabflusses, dienen. Das Ergebnis der Meßfahrerkampagnen ist immer eine Karte der relativen Temperaturdifferenzen zum „Kältepol“ des Untersuchungsgebietes, der häufig in einem Seitentalbecken anzutreffen ist. Damit stellt diese Karte eine Grundlage zur Quantifizierung der Temperaturdifferenz bei Strahlungswetterlagen und somit eine wichtige Basis zur Erstellung der Grundkarte dar; dies betrifft sowohl die Unterscheidung in unterschiedliche Talzonen als auch die vertikale Gliederung.

Fesselballonsondierungen waren zur Abklärung des Vertikalaufbaus der nächtlichen Windsysteme mit ihren zugehörigen Inversionstrukturen sinnvoll und notwendig, tagsüber war besonders der Zeitpunkt des Windrichtungswechsels von Interesse. Ferner konnte die Umstrukturierung der Bodeninversionen in eine abgehobene Inversion gut verfolgt werden. Damit wurde gleichzeitig der Forderung entsprochen, auch Aussagen hinsichtlich der Dynamik der Mischungsschicht machen zu können. Die Steighöhe der Fesselballonsonde gestattete Aufstiege bis in eine Höhe von 1000 m ü.Grund, wobei ein effizientes Sondieren mit Höhen bis ca. 500 m unter Berücksichtigung des Zeitaufwandes verbunden war. So benötigt man im allgemeinen für diese Höhe eine Gesamtzeit für Auf- und Abstieg von einer halben Stunde. Die Sonde ist dank der stromlinienartigen Form des Ballons bis zu Windgeschwindigkeiten von 6-7m/s einsetzbar; tagsüber bei böigem Charakter der Taleinwinde liegt die Schwelle bei ca. 5m/s. Des-

halb wurden auch die Sondierungen schwerpunktmäßig im Winterhalbjahr durchgeführt. Die Daten bildeten vor allem die Grundlage für den Deckplan I (Strömungsverhältnisse in 50-100 m ü. Grund). Je nach Untersuchungsgebiet wurden an 3 - 5 Tagen mit Strahlungswetterlagen Sondierungen durchgeführt, um auch Aussagen über den Tagesgang der Mischungsschicht machen zu können. Letztere resultiert häufig aus kräftigen Boden-inversionen, die dann wegen der schwachen Sonneneinstrahlung nicht mehr aufgelöst werden, sondern nur eine Umwandlung in „abgehobene“ Inversionen erfahren. Wegen des Reflexionseffektes im Sinne einer Ablenkung von Abgasfahnen an der Untergrenze derartiger freier Inversionen ist die Kenntnis über die Mächtigkeit der Mischungsschicht von großer Bedeutung. In der Karte selbst war es jedoch nicht mehr möglich, diesen Parameter einzuarbeiten; im Erläuterungstext wurde jedoch dazu ausführlich Stellung genommen.

Zur Unterscheidung der einzelnen Zonen wurde im wesentlichen die Inversionsgefährdung bzw. im Vorland auch die Frostgefährdung herangezogen. Die Anzahl der Zonen richtete sich nach der kartographischen Darstellbarkeit und vor allem der Geländestruktur; beispielsweise war der Bezirk Graz-Umgebung infolge der Geländevielfalt der Bezirk mit der höchsten Anzahl an Zonen. Die Stufung der einzelnen Zonen hinsichtlich ihrer klimatischen Eigenschaften erfolgte aufgrund langjähriger Mittelwerte von amtlichen Stationen (z.T. mit Reduktion für kürzere Reihen).

3. Kartendarstellung: Grundprinzip und Entwicklung

Mit dem Gedanken einen Eindruck von Räumlichkeit zu erreichen und mit der Notwendigkeit die Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde vom Konzept einer einzelnen Gesamtdarstellung abgegangen und eine Splittung in Grundkarte und Overlaykarten vorgenommen. Der geringfügige Nachteil, der durch die Aufteilung eines Themenkomplexes auf mehrere Karten als gegeben erscheint, wird durch die Übersichtlichkeit, gute Lesbarkeit und den Detailreichtum der kartographischen Aussage deutlich ausgeglichen.

Die Klimaeignungskarte setzt sich aus einer topographischen Grundkarte, auf der in Farbdarstellung eine Gliederung der Untersuchungsräume in Klimatope vorgenommen wurde und die Nebel- und bodennahe Strömungsverhältnisse berücksichtigt wurden, einem transparenten Deckplan I, der die Strömungsbedingungen in 50 - 100 m ü. Gr. beinhaltet, und dem transparenten Deckplan II, der eine Eignungsbeurteilung des klimatischen Inhalts speziell für die Nutzungsansprüche Industrie/Gewerbe bzw. Wohnen vornimmt, zusammen.

3.1 Färbige Grundkarte

Dieser Kartenteil verfolgt primär das Ziel, auf Basis einer topographischen Kartengrundlage (ÖK 1: 50.000), die Abgrenzung und Kennzeichnung von Klimatopen darzustellen. Als Hauptfaktoren lokalklimatologischer Prozesse wurden die Klimaelemente Temperatur, Wind und Nebel und die damit eng verbundenen Klimafaktoren Kaltluft-, Inversions- und Nebelgefährdung zur Abgrenzung von Arealen mit lokalklimatisch gleichartiger Ausprägung („Klimatope“) herangezogen. Die Abgrenzung der Klimatope ist nicht als scharfe Grenzlinie sondern den tatsächlichen Bedingungen entsprechend als Übergangssaum anzusehen. Daher dürfen an der Zonengrenze keine sprunghaften Änderungen bestimmter Eigenschaften angenommen werden.

Da sich jedes Element raumbezogener Erscheinungen und Sachverhalte, also auch die Klimatope, nach ihrer Qualität (Art, Struktur und Funktion) und nach ihrer Quantität (objektiv meßbarer Wert bzw. subjektive Bewertung) abstufen läßt, wurde zur Kennzeichnung nach der Qualität eine Zuordnung zu einem Farbton bzw. Raster und nach der Quantität bzw. nach den

Bewertungsunterschieden eine Abstufung in der Farbintensität (hell zu dunkel) gewählt. Um den Raumbezug zu verstärken, wurde zwischen reinen Tallagen (Darstellung in Flächenfarben), Terrassenlagen, sowie flachen Unterhanglagen (Horizontalrasterung der Farben) und schließlich Kuppen-, Rücken- und Gipfellagen (45°- Querrasterung der Farben) unterschieden. Das Prinzip der Rasterung wurde auch aus dem Grund für alle Kuppen- und Gipfellagen gewählt, um durch Zweitfarben, die in die Rasterung eingebracht wurden, weitere Informationen (z.B. Eignungsempfehlungen) für einzelne Zonen darstellen zu können.

Die Farbwahl beschränkte sich im Bereich der Tallagen sowie der Terrassenlagen ausschließlich auf die Farben grün und blau, wobei durch Grüntöne günstige Bereiche, wie z.B. Düseneffektbereich Murdurchbruch bei Graz, hervorgehoben wurden, während in den übrigen Tallagen von hell- zu dunkelblau gehend eine zunehmende Kaltluft-, Inversions- und Nebelgefährdung meist in Verbindung mit einer Zunahme der Kalmenhäufigkeit dargestellt wurde. Die Farbwahl für die Kuppen-, Rücken- und Gipfellagen umfaßt den Bereich gelb über rot bis braungrau. Ausnahmen sind sehr niedrig gelegene Rücken, die in Anlehnung an die Tallagen grün gerastert wurden, da sie sehr stark durch die klimatischen Bedingungen am Talboden beeinflusst werden. Die Klimatope der Höhenzonierungen beziehen sich grundsätzlich auf freie windoffene Rücken-, Kuppen- oder Gipfellagen, weshalb die Zonen im Oberhangbereich langsam in die höhergelegenen Rücken-, Kuppen- und Gipfellagen einfließen.

Nicht detaillierter bearbeitet und deshalb von einer farbigen Darstellung ausgeschlossen wurden die Bereiche der Unterhang- bzw. Hangfußlagen. Diese Zonen zeigen expositionsbedingt eine solch große Vielfalt an kleinklimatischen Unterschieden, daß sie in diesem Maßstab nicht mehr nachvollziehbar dargestellt werden können. Eine Aussage ist aber dahingehend zu treffen, daß diese Zonen im allgemeinen einen Übergangssaum zwischen den am Talboden und den oberhalb angrenzenden Hang- und Kuppenlagen herrschenden Bedingungen darstellen und eine Interpolation durchaus möglich ist.

Neben der Darstellungsform durch Klimatope wurden, um zum einen eine deutlichere Quantifizierung (z.B. Nebeltage) zu ermöglichen und zum anderen Systemzusammenhänge bzw. Sondersituationen hervorzuheben, bestimmte Klimatelemente und -funktionen durch Signaturen bzw. Symbole besonders hervorgehoben. So wurde versucht mittels des Buchstabens N (für Nebel) und einer Stufung von 0 bis 7 die Nebelhäufigkeit verschiedener Räume darzustellen. Mit einem zweiten, hochgestellten Buchstaben als Ergänzung zum Symbol N wurde der Nebelaufbau, also seine Mächtigkeit und Art, differenziert, wobei grundsätzlich zwischen seichten Nebelfelder (N^s) und mächtigeren Nebelvorkommen (N^m) unterschieden wurde. Eine besondere Form ist z.B. im Bereich des Obdacher Sattels und im Raum Hohentauern durch aufliegende Wolken (N^w) möglich.

Einen weiteren Schwerpunkt stellt in der Grundkarte die Darstellung der bodennahen Durchlüftungssituation dar. Den komplexen Bedingungen Rechnung tragend wurden sowohl die Strömungsbedingungen selbst, als auch Geländegegebenheiten, die deutlich beeinflussend wirken, durch Signaturen bzw. Symbole hervorgehoben. Die Windgeschwindigkeiten in Bodennähe werden durch unterschiedliche Pfeilstärken verdeutlicht, wobei die geringste Stärke zudem als strichlierte Linie dargestellt wurde. Darüber hinaus wurden Bereiche mit hoher Kalmenbereitschaft durch ein C (für Kalmen) gekennzeichnet. Mit einer besonderen Signatur wurden jene Seitentalabschnitte versehen (A), deren Talabwinde bei Einsetzen des übergeordneten Talwindsystems ab der zweiten Nachthälfte unterdrückt werden und damit der Kaltluftabfluß zum Erliegen kommt. Als Geländegegebenheiten, die deutlich den bodennahen Kaltluftabfluß beeinflussen, wurden markante Talengen, die zu Kaltluftstausituationen führen können, durch eine talparallele Linie eingefafßt und mit die Abkürzung „KST“ besonders gekennzeichnet. Eine dieser Signatur sehr ähnliche (nur die Linie wurde unterbrochen dargestellt) wurde für die Kaltluftstaubereiche an künstlichen Bauten verwendet. Darüber hinaus wurden überströmte Sattelbereiche gesondert hervorgehoben, wie z.B. Obdacher Sattel. Dem

anthropogen bedingten Wärmeinseleffekt dicht verbauter Gebiete wurde durch die Darstellung mittels roter, gestrichelter bzw. durchgezogener Begrenzungslinien Rechnung getragen.

3.2. Deckplan I - Strömungsverhältnisse in 50 - 100 m über Grund

Um das Talab- und Talaufwindsystem, das im geländeklimatischen Wirkungsgefüge eine erhebliche Rolle spielt, zu veranschaulichen, wurden die Strömungsverhältnisse in Höhen zwischen 50 - 100 m ü. Gr. bzw. im Murtalabschnitt deutlich darüber in einer eigenen Karte (Deckplan I) erarbeitet.

Gewählt wurde eine transparente Form der Darstellung im Sinne des Overlayprinzips, um zum einen bei einer Überlagerung der Grundkarte eine Komplettierung und optimale Lesbarkeit und Interpretierbarkeit des klimatischen Inhalts zu erreichen und zum anderen den Eindruck einer vertikalen und somit räumlichen Komponente herbeizuführen. Ebenso aus Gründen der Lesbarkeit wurde auf eine Farbdarstellung in den Deckplänen I und II verzichtet, um eine Überlagerung von Farbbereichen durch neuerliche Farbdarstellungen zu vermeiden. Die Darstellung erfolgte somit durch Schwarz-Rasterungen bzw. Linienführungen und durch Symbole und Signaturen.

In einem ersten Schritt wurden mit einem Höhenbezug zu den Höhenschichtlinien in der topographischen Basisinformation der Grundkarte die Mächtigkeit einzelner Talwindsysteme linear abgegrenzt, wobei die Wahl unterschiedlicher Linienstärken und -darstellungen die quantitative Zuordnung erleichtert (es wurde jeweils ein mittlerer Zustand gewählt). Es ergab sich somit eine deutliche Unterscheidung zwischen Seiten- und Haupttälern. In den Fällen, wo zum einen die für die Abgrenzung der Mächtigkeit eines Talwindsystems benötigte Seehöhe nicht mehr gegeben war bzw. durch ein einmündendes Seitental die Grenze der Einflußnahme (auch in horizontaler Sicht) nicht mehr genau positioniert werden konnte, wurde ein interpolierter Verlauf des Talwindsystems angenommen und dargestellt.

Innerhalb dieser Mächtigkeitslinien, die somit den Einflußbereich des Talwindsystems markieren, wurde eine Darstellung der naturgemäß unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten mittels verschiedener Intensitätsstufen vorgenommen. Generell muß bei der Interpretation der Isotachen (Linien gleicher Windgeschwindigkeit) auf die Mächtigkeitslinien am Talrand geachtet werden (Doppelfunktion im Sinne von Talabwindsystem- und Geschwindigkeitsgrenzen). Von den vielen Seitentälern liegen generell nur Einzelbeobachtungen (Sondierungen) vor, so daß vereinfacht eine einheitliche Stufe (1,5-2,4 m/s) für die Windgeschwindigkeit gewählt wurde. Eine Differenzierung in Abschnitte mit höheren (zumeist in engeren Abschnitten) bzw. geringeren Geschwindigkeiten erscheint wenig sinnvoll. Dies hätte nur eine Genauigkeit vorgetäuscht, die aufgrund der Datenlage aber nicht gegeben ist. Relativ gut abgesichert sind die Isotachen in den Becken- bzw. Haupttalabschnitten, wo die Datendichte die Ausweisung von Düseneffektbereichen erlaubt. Im Inneren der größeren Täler ist die nächtliche Hauptwindrichtung parallel zu diesen Begrenzungslinien zu denken. Für nicht näher gekennzeichnete Bereiche gilt für die Windrichtungsverhältnisse generell eine dem Talverlauf folgende Strömungsrichtung. In Abschnitten mit höheren Windgeschwindigkeiten und komplexem Talverlauf sind Verwirbelungen (Rezirkulationszonen) zu erwarten, diese wurden eigens ausgewiesen.

Indifferente Windrichtungsverhältnisse in Einflußbereichen zweier Windsysteme mit unterschiedlichen Richtungssektoren wurden als Abschnitte mit schwacher bzw. deutlicher Windscherung durch eine mit der Mächtigkeitsabgrenzung gekoppelte Zackenlinie dargestellt. Die Windscherungen treten mehr oder weniger deutlich entwickelt bei Einmündungen von Seitentälern auf, wobei sich die zumeist kältere Luft aus den Seitentälern unter die etwas wärmere Luft im Haupttal schiebt. Verfügt das Seitental nur über ein relativ kleines Einzugsgebiet, "ertrinkt" dieser Seitentalabwind im Einflußbereich des kräftigeren Talabwindes im Haupttal. Starke Windscherungen, die bis zum Morgen anhalten, betreffen vornehmlich die Einmündungsbereiche größerer Seitentäler. Der Winkel zwischen der niedrigeren Seitental- und der

höheren Haupttalströmung hängt dabei wesentlich von der Art der Einmündung ab (Winkel zumeist zwischen 30° und 90°).

Um die unterschiedliche Bedeutung des Talab- und Talaufwindes zu veranschaulichen, wurde in den einzelnen talwindsystembeeinflussten Abschnitten ein Verhältnispfeil eingefügt. Er gibt mittels Pfeillänge und Unterscheidung in „vollflächig schwarz“ für Talabwind und „transparent farblos“ für Talaufwind Aufschluß über das Verhältnis der Häufigkeiten der Ausbildung von Talauf- bzw. Talabwinden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, daß die Talabwindkomponente überwiegt. In den Haupttal- und Beckenlagen selbst wurden die Verhältnisse der Talab- und Talaufwinde unter Einbeziehung allochthoner Strömungseinflüsse durch die Darstellung der Häufigkeiten der Windrichtungsverteilung mittels Windrosen verdeutlicht, die die Windrichtungsverhältnisse im Jahresmittel repräsentieren. Den durch die Strömungsbedingungen besonders beeinflussten Geländeformen wurde ebenfalls Rechnung getragen. Es wurden innerhalb der Talwindsysteme schwache bzw. starke Düseneffekte, schwach bzw. stark überströmte Hang- und Kammlagen, sowie Prallhangsituationen mittels Rasterung und Signaturen dargestellt.

Die Beurteilung der Strömungsbedingungen in höheren Lagen (Oberhang-, Kamm- und Gipfellagen) wurde speziell von forstlicher Seite in Hinblick auf die Veranschaulichung großräumige Schadstoffverfrachtungen gewünscht. Ausgehend von der Unterscheidung in solche Rückenlagen, deren Windregime noch in einem deutlichen Abhängigkeitsverhältnis zum Talab- aber auch zum Talaufwindsystem stehen, und solchen, die mit zunehmender Seehöhe in der Windrichtungsverteilung auf die modifizierten Gradientwinde reagieren, wurden letztgenannte weiter untergliedert. Die gewählte dreistufige Gliederung, die aufgrund der rasch zunehmenden Windgeschwindigkeiten mit der Höhe gewählt wurde, vermittelt einen guten Überblick über die Windexponiertheit dieser Lagen. In den zwischen den Tal- und den gut ventilierten Rückenlagen verbleibenden Hanglagen variieren die Windverhältnisse je nach der Konkav- bzw. Konkavausbildung extrem. Vorherrschend sind in diesen Lagen bei Strahlungswetterlagen Hangabwinde nachts und Hangaufwinde tagsüber. Letztere werden allerdings von regionalen Winden häufig unterdrückt.

3.3. Deckplan II - Eignungsbewertung

In einem Bewertungsschlüssel wurde, um einen Überblick über sämtliche planungs- und nutzungsrelevanten klimatologischen Parameter zu schaffen, in transparenter Schwarz-Weiß-Darstellung eine zusammenfassende Beurteilung der geländeklimatischen Hauptelemente Durchlüftung (D) und Inversionsgefährdung (I) nach einer 5-stufigen Skala (Schulnotenskala) vorgenommen, wobei im Falle der Durchlüftungssituation durch das Hoch- und Tiefstellen der Bewertungsziffern eine Differenzierung in die Verhältnisse bodennah und in die im Deckplan I erhobenen Verhältnisse in 50-100 m ü.Gr. vorgenommen wurde. Ergänzt wurde diese zusammenfassende Beurteilung, die speziell für eine erste immissionsklimatologische und raumplanerische Standortanalyse in der Regel bereits wertvolle Dienste leisten kann, durch eine spezielle Eignungsempfehlung für die Bereiche Industrie/Gewerbe (G) und Wohnen (W). Es wurde dabei in drei Kategorien unterschieden:

- Gebiete, wo für die jeweilige Nutzung keine Einschränkung aus klimatologischer Sicht besteht. Die Nutzungsform (G oder W) wurde durch ein hochgestelltes Plus gekennzeichnet.
- Gebiete mit notwendigen Auflagen aus klimatologischer Sicht, wobei hier im Sinn von neutral kein Symbol verwendet wurde.
- Gebiete, die aus klimatologischer Sicht für die jeweilige Nutzungsform nicht geeignet scheinen. Hier wurde die Nutzungsform durch ein hochgestelltes Minus gekennzeichnet.

In einigen Fällen wurde der Grund für die gefaßte Eignungsempfehlung noch durch ein Zusatzsymbol (tiefgesetzt) näher erklärt. So konnten Bereiche mit bereits vorhandener Vorbelastung für die Folgenutzung, sowie Abschnitte mit Prallhangsituationen und den damit verbundenen notwendigen Einschränkungen bei Folgenutzung gekennzeichnet werden. Areale, die flächenhaft einen Sondertyp darstellen, sind zum einen Seitentalabschnitte mit für einen Siedlungsraum deutlicher Frischluftzubringerfunktion. Sie wurden abgegrenzt und durch die Bezeichnung „FLZB“ hervorgehoben. In Form einer Rasterung wurden Vorbehaltsflächen aus klimatologischer Sicht dargestellt. Als Vorbehaltsflächen wurden jene Abschnitte ausgewiesen, die im Luv bezüglich der nächtlichen Hauptwindrichtung liegen, wobei es vor allem darum geht, die Vorbelastung des Talabwindes niedrig zu halten. Schließlich wurden durch Rasterung noch jene Unterhangbereiche (in Beckenlagen) mit Besiedlung gekennzeichnet, welche sich durch Hangabwinde mit Verfrachtung der Hausbrandemissionen zur Beckensohle hin auszeichnen.

3.4. Legendeninhalt

Im Zuge der einzelnen Kartenerstellungen erhöhte sich der Erfahrungsschatz und da darüber hinaus die bearbeiteten Regionen durchaus klimatische Besonderheiten aufwiesen, war eine geringfügige Abweichung der einzelnen Kartenlegenden vorprogrammiert. Der Legendeninhalt sollte so einheitlich wie möglich gehalten werden, um eine steiermarkweite Vergleichbarkeit zu erreichen und die Möglichkeit einer EDV-mäßigen Umgestaltung des Kartenwerkes auf Basis eines Geo-Informations-Systemes berücksichtigen. Aus diesem Grund wurde im Jänner 1996 eine steiermarkweit gültige, einheitliche Legende entwickelt. Sie wird im Rahmen der Erstellung einer digitalen Klimaeignungskarte für den Raum Fürstenfeld / Fehring erstmals ihre Anwendung erfahren.

4. Interpretation von Kartenbeispielen

4.1. Ausschnitt aus der Karte für den Bezirk Graz-Umgebung

Dieser Ausschnitt verdankt seine detaillierte Darstellung nicht zuletzt den umfangreichen Arbeiten in Graz und im Gratkorner Becken (LAZAR 1979,1995). Er bildet den Übergang zwischen dem Vorland mit beginnendem Riedelland im Südwesten und Ausläufern des Grazer Berglandes. Die Klimatope bzw. Klimazonen in diesem Ausschnitt werden in hohem Ausmaß vom Murtalauswind geprägt, im besonderen betrifft dies den Abschnitt nach der Murenge bei Raach/Gösting mit einem markanten Düseneffekt, der sich auch in erhöhten nächtlichen Temperatur- und einer wesentlich geringeren Frost- und Inversionsgefährdung bzw. Nebelhäufigkeit widerspiegelt. Im krassen Gegensatz dazu stehen die Seitentalbecken westlich des Plabutschuges bzw. im Schirningtal südwestlich von Gratwein, wo im Herbst 1995 erstmals in der Steiermark ein Flächenwidmungsplan nach klimatischen Gesichtspunkten überarbeitet wurde, da ansonsten wegen Bauvorhaben in ungünstigen Talabschnitten eine Versagensandrohung seitens der übergeordneten Behörde (Stmk LR - LBD - LRP) erfolgt wäre. Dies bedeutet, daß die Klimaeignungskarten auch ohne Rechtsverbindlichkeit einen wichtigen Stellenwert als Planungsgrundlage einnehmen und für Flächenwidmungsplanrevisionen durchaus auch Einfluß auf die Bebauung nehmen können.

Als weiteres Beispiel sei das Thaler Becken erwähnt, das sich durch schlechte Durchlüftung und eine besonders hohe Inversionsgefährdung (ca.80-85% aller Nächte mit inverser Schichtung) bei eher geringer Mächtigkeit der Bodeninversionen (zumeist nur 150-300 m) auszeichnet. Deshalb wurde zur Reduktion der Emissionen aus dem Hausbrand der Ausbau der Fernwärme beschlossen und zusätzlich noch ein Ferngasnetz errichtet. Hinsichtlich der Durchlüftung sei erwähnt, daß der Kaltluftabfluß aus dem Thaler Becken in Richtung Gösting sehr

häufig durch den weitaus stärkeren Murtalauswind behindert bzw. auch unterbunden wird, ein Phänomen, das die Seitentäler im Osten von Graz nicht betrifft. Hier führt die Intensitätszunahme des Murtalauswindes in der zweiten Nachthälfte generell nur zur Verringerung der Mächtigkeit der Seitentalauswinde.

Im farbigen **Grundplan** kommt ferner der Zusammenhang zwischen der nächtlichen Durchlüftung und der Inversionsgefährdung etwa im Gratkorn Becken gut zur Geltung. Der Norden unterliegt in hohem Ausmaß dem Murtalauswind, während sich im Süden mit dem Straßengler Feld, einer Würmterrasse, eine seichte Kaltluftschicht ausbilden kann, über die dann der Murtalauswind hinwegströmt. Der kälteste Abschnitt innerhalb des Gratkorn Beckens wird mit Kaltluft aus den Seitentälern versorgt, die am Damm der Bundesstraße gestaut wird. Eine ursprünglich geplante Dammversion für die heutige Autobahnbrücke bei St. Stefan (400m Länge, 24m Höhe) wäre nach den damaligen Untersuchungen (LAZAR 1979) für den Felbergraben sehr verhängnisvoll im Sinne einer totalen Blockierung der nächtlichen und einer Behinderung der Durchlüftung tagsüber gewesen.

Im Nordwesten von Graz bewirkt ein sehr kräftig ausgeprägter Düseneffekt eine sekundäre Wärmeinsel in Graz, die mitunter im Winterhalbjahr höhere Temperaturen verzeichnet als die durch den städtischen Baukörper bedingte in der Innenstadt. Die rasche Öffnung des Murtales in das Grazer Feld einerseits und die Reibungsverluste infolge der Bebauung andererseits lassen allerdings die Geschwindigkeiten rasch auf Werte unter 1-2m/s zurückgehen. Die wärmsten Temperaturen werden bei Strahlungswetterlagen grundsätzlich in den Hanglagen des Plabutsch-Buchkogel-Zuges registriert. Das Ausmaß der Inversion zu den benachbarten Talsohlen im Thaler Becken kann dabei bis zu 20K erreichen. Die übrigen Hang- und Riedellagen weisen infolge der Beeinflussung durch den Murtalauswind nicht so günstige thermische Verhältnisse auf.

Im **Deckplan I (Strömungsverhältnisse in ca. 200-300m ü.G.)** sticht nun das Überströmen des Murtalauswindes über den Straßengelberg, durch Meßfahrten zumindest punktuell gut belegt, deutlich hervor. Im Murdurchbruch östlich des Gratkorn Beckens nimmt die Windgeschwindigkeit infolge des wesentlich kleineren Talquerschnittes markant zu. Die erfaßten Windverhältnisse mit dem Murtalauswind sind insbesondere in Hinblick auf die Frage der Anströmung des Straßengelberges von großer Bedeutung. Der mittels eigener Signatur ausgewiesene Prallhang im Sinne erhöhter nächtlicher Immissionen konnte mit den Daten der Immissionsmeßstation Straßengel-Kirche in 450m gut nachvollzogen werden; weiters stimmten auch die Befunde der Schwefelbelastung in den Fichtelnadeln mit den Strömungsüberlegungen überein.

Im **Deckplan II (Bewertungsplan)** scheinen nun die bereits erwähnten Beispiele wie das Schirningtal mit einer sehr ungünstigen Bewertung, die Bedeutung der Seitentäler als Frischluftzubringer (FZLB, etwa im Thaler Becken) und die relativ günstig abschneidenden Abschnitte der Murtalsole im nördlichen Gratkorn Becken auf. Die Bezeichnung als Frischluftzubringer wurde nur in solchen Fällen gewählt, wo im Einmündungsbereich des Seitentales in das Haupttal eine größere Siedlung situiert ist und die nächtliche Lüfterneuerung durch den Seitentalauswind eine entscheidende Rolle spielt. Abschnittsweise wurden auch sogenannte Vorbehaltsflächen in Seitentälern ausgewiesen, etwa westlich von Gratwein, um durch ein erwünschte Einschränkung der Bebauung (Begrenzung der Geschoßanzahl, Ausrichtung der Gebäude in der nächtlichen Hauptwindrichtung) die Funktionsminderung des Talauswindes zu minimieren. Somit wird seitens der planerischen Empfehlungen klar zwischen Bauverbot oder zumindest weitgehend restriktiver Baulandausweisung (Frischluftzubringer) und Bebauung mit Einschränkung unterschieden. Die Bewertung der Eignung für Wohnen mit W^- weist ferner nur darauf hin, daß eben die klimatischen Bedingungen wie Durchlüftung, Inversions- und Nebelgefährdung sehr ungünstig sind und die Errichtung von Wohnhäusern nur mit Auflagen (vor allem hinsichtlich der Beheizung, aber auch der Geschoßanzahl und der Bebauungsdichte)

möglich sein sollte. In besonders kritischen Talabschnitten, wie etwa im Schirningtal, wird man allerdings auch bis zu teilweisem Bauverbot gehen müssen, was im Einzelfall speziell bei Flächen mit schon bestehender Widmung einer Kompromißlösung bedarf.

Bei der Beurteilung der **klimatischen Eignung für Gewerbestandorte** spielte neben den Klimaparametern noch die Entfernung zu den Talflanken eine wichtige Rolle. In Hinblick auf eine direkte Anwehung mit kurzfristig stark erhöhten Immissionen vor allem bei den Phasen des Windrichtungswechsels wurde in engen Seitentälern generell eine negative Bewertung ausgesprochen. Ähnliches gilt für Abschnitte in Haupttälern mit einem im Deckplan I ausgewiesenen Prallhang in der Nähe, was etwa am Beispiel des Gratkorner Beckens mit dem Straßenglerfeld und dem im Süden davon gelegenen Straßengelberg gut nachzuvollziehen ist.

4.2. Ausschnitt aus der Karte für den Bezirk Bruck a. d. Mur bzw. Leoben

Dieser Ausschnitt beinhaltet einen Teil der Mur-Mürz-Furche mit dem Zentrum Bruck/Mur und den Beginn des Murdurchbruches nach Süden. Vor allem wegen der inneralpinen Lage und der damit verbundenen völlig geänderten Inversionsverhältnisse bietet sich dieser gewählte Bereich zum Vergleich gut an. Ferner liegen gerade aus dem Raum Bruck relativ viele Stationsdaten aus einem vertikalen Stationsprofil auf das Madereck (1030m) bzw. den Hochanger (1300m) bis zur Höhenstation am Rennfeld vom Luftgüterferat der Stmk. Landesregierung in 1628m Seehöhe vor. Die vorgenommene klimatische Differenzierung wurde außerdem durch eine Vielzahl von Meßfahrten und Fesselballonsondierungen an einigen Tagen mit Strahlungswetterlagen bzw. Satellitenbildauswertungen unterstützt. Der Abschnitt zählt nämlich nach den Untersuchungsergebnissen (Lazar 1989) mit ca. 80-90 Hochnebeltagen (nur an Strahlungswetterlagen, zyklonale Situationen im Zusammenhang mit Tiefdruckgebieten über dem Mittelmeer nicht inbegriffen) zu den hochnebelreichsten in den Ostalpen. Bodennebel wird mitunter bei zyklonalen Lagen (Mittelmeeertief) bzw. bei nicht voll „entwickeltem“ Hochnebel beobachtet, der eben eine zu geringe Mächtigkeit für eine Ablösung von der Talsohle aufweist, oft als Folge eines zu geringen Feuchteangebotes in der Talatmosphäre.

Im **Grundplan** findet die mit den häufigen Hochnebellagen korrespondierende Dominanz der freien Inversionen in der Abnahme der Temperaturgunst mit der Höhe in den Hanglagen ihren Ausdruck. Erst oberhalb von ca. 1000m Seehöhe, der häufigsten Hochnebelobergrenze, tritt eine markante Änderung im Sinne einer Zunahme der Temperaturen speziell im Zeitraum von August bis Februar ein (gelb-rot-schraffierter Zone). Darüber nimmt die Durchlüftung deutlich zu, wobei in den Kammlagen mittlere Windgeschwindigkeiten von 3-5m/s erzielt werden und die Inversionshäufigkeit nur noch wenige Prozent beträgt. In der Steiermark dürfte der Raum Leoben-Bruck-Mürzzuschlag neben dem Abschnitt im Ennstal (Liezen-Admont, ebenfalls relativ nebelreich) der einzige sein, wo die Bodeninversionen nur eine sekundäre Rolle spielen, was sich dann in einer Klimagunstabnahme in den Hanglagen äußert. Bodeninversionen sind vor allem in der ersten Nachthälfte bis zum Zeitpunkt der Hochnebelbildung ausgebildet, ebenso in Nächten mit kurzem Aufklaren, etwa nach einem Frontdurchgang.

Im Vergleich mit anderen Tal- und Beckenlagen der Steiermark schneidet speziell der Murdurchbruch hinsichtlich der Inversionsgefährdung sehr günstig ab, was teils auf die Gegenstrahlung von den Talflanken, teils auf das hohe Ausmaß der nächtlichen Durchlüftung mit dem Murtalauswind zurückzuführen ist. Die bei den Meßfahrten im Abschnitt Bruck/Mur - Pernegg festgestellten Windgeschwindigkeiten schwankten zwischen 3 und 6m/s, im Murtal westlich von Bruck/Mur hingegen nur zwischen nur 0,5 und 2m/s, nicht zuletzt wegen des wesentlich breiteren Talquerschnittes. Einer bezüglich der Durchlüftung ungünstigsten Talabschnitte dürfte wohl das Becken von Allerheiligen östlich von Kapfenberg sein (in Kartenausschnitt am rechten oberen Rand mit einem kräftigen Blau gekennzeichnet), wofür die markante Talenge in Kapfenberg mit der Burg Oberkapfenberg verantwortlich zeichnet. Die Kalmenhäufigkeit im

Raum Deuchendorf im Osten von Kapfenberg übersteigt dabei sicherlich eine Größenordnung von 60% - in den Nachstunden wesentlich mehr.

Im **Deckplan I** kommt die „Führungsrolle“ des Murtales mit den wesentlich höheren Geschwindigkeiten im Vergleich zum Mürztal gut zur Geltung. Beim Einströmen in den Murdurchbruch bilden sich nun an den Ausläufern des Hochanger SW von Bruck Verwirbelungszonen aus. Besonders auffällig sind aber die überströmten Kammlagen, wie etwa die Schweizeben, wo eine Auskämmung des Hochnebels samt seinen Inhaltsstoffen erfolgt. Im Zuge einer Diplomarbeit (PODESSER 1993) wurden an der Meßstelle an der Schweizeben in ca. 1000m Seehöhe (ident mit der häufigsten Obergrenze des Murtalauswindes) am 3.11.1992 fast 15 mg Sulfat/l gemessen. Der Vitalitätsgrad der Fichten diesen Kammlagen ist übereinstimmend mit den Daten einer Infrarotbefliegung durch die Fachabteilung für das Forstwesen (SCHNOPFHAGEN 1980) markant schlechter als in den windgeschützten Hanglagen. Am linken Bildrand fällt weiters ein ausgeprägter Prallhang an der Westseite des Maderecks auf. Einmündende Seitentäler bedingen sehr oft mit ihren Seitentalauswinden Windscherungen mit dem Strömungssystem im Haupttal. Während die kleinen Seitentäler spätestens in der zweiten Nachthälfte an Wirksamkeit einbüßen bzw. durch den Murtalauswind auch völlig unterdrückt werden können, besteht mit den größeren Seitentälern häufig während der ganzen Nacht eine Windscherung, die entsprechend kräftiger dargestellt wurde.

Im **Deckplan II** fallen besonders die Kontraste in der Bewertung des Murdurchbruches im Vergleich mit dem Becken von Allerheiligen auf. Eine gute Eignung für größere Emittenten ist aber für den Murdurchbruch wegen des stark gekrümmten Talverlaufes und der daraus resultierenden Prallhangeffekte nicht abzuleiten. So verursacht beispielsweise der Standort eines thermischen Kraftwerkes bei Pernegg wegen der nächtlichen Anströmung des sogenannten Bundschuhes (nicht mehr im Kartenausschnitt enthalten) erhöhte Immissionen, was auch durch Nebelanalysen am Bundschuh bestätigt wurde; das genannte Kraftwerk ist kaum noch in Betrieb (Reserve). Für das Becken von Allerheiligen könnte der Eindruck entstehen, daß eine weitere Entwicklung sowohl hinsichtlich Gewerbestandorte als auch Siedlungsweiterungen durch die negative Bewertung aus klimatologischer Sicht unmöglich wäre. Tatsächlich sollte diese Bewertung so aufgefaßt werden, daß bei den im Flächenwidmungsplan ausgewiesenen I/1 und I/2 - Flächen bzw. bei Bauland nur Betriebe mit geringen Emissionen - sogenannte „emissionsarme Betriebe“ erwünscht wären und bezüglich der geplanten Siedlungen mit Fernwärme bzw. Gas eine Minimierung der Emissionen aus dem Hausbrand angestrebt wird. Gleichzeitig sollten natürlich die Möglichkeiten ausgeschöpft werden, auf andere Talabschnitte mit geringerer Klimaungunst auszuweichen, was speziell bei Gewerbebetrieben oft zu Problemen hinsichtlich der Infrastruktur führt bzw. zumindest mit dem bestehenden Flächenwidmungsplan oft nicht vereinbar ist. Die Bewertung der klimatologischen Parameter im Abschnitt westlich der Mur nimmt eine mittlere Position zwischen den genannten Extremen ein, wobei die Talsohlenbreite und der wenig gekrümmte Verlauf dieses Sohlentales zweifellos Betriebe aus der Sicht der Schadstoffausbreitung zuläßt, als einziges Problem sind die Prallhänge mit dem Murtalauswind an der Südwestflanke des Maderecks und im Bereich der Ausläufer des Hochanger zu beachten. Mit hinreichend genauer Berechnung lassen sich auch für die Problemzonen die zu erwartenden Immissionen für größere geplante oder auch bestehende Betriebe bestimmen. Die Vorbehaltsfläche im Lamingtal kurz vor der Einmündung in das Mürztal ist mit der Nähe des neuen LKH - Bruck/Mur zu begründen. Der nächtliche Talauswind sollte jedenfalls mit möglichst geringer Vorbelastung den Standort des LKH erreichen. Eine Ausweitung als Frischluftzubringer mit möglichem Bauverbot wäre wegen des Fehlens eines entsprechenden Wirkungsraumes (größerer Ort, Stadt) zu streng ausgefallen.

5. Zusammenfassung und Ausblick

In den letzten Jahren wurden für einige Bezirke in der Steiermark Klimaeignungskarten erstellt. Sie basieren auf einem farbigen Grundplan, der die Inversions- und Nebelverhältnisse beinhaltet bzw. die bodennahe Strömungssituation darstellt, ferner auf einem 1. Deckplan mit der Darstellung der Strömungsverhältnisse in ca. 100-200m über Grund und auf einem 2. Deckplan mit der Bewertung der Parameter Inversions- und Nebelgefährdung sowie Durchlüftung in Bodennähe in ca. 100 m ü. Grund mit einer zusätzlichen Beurteilung der Eignung für Siedlungen und Gewerbebetriebe aus klimatologischer Sicht. Es ist geplant, etwa bis zum Jahr 2000 zumindest für die Talräume der Steiermark flächendeckend Klimaeignungskarten zu erarbeiten und somit einen praxisorientierten Klimaatlas der Steiermark im Maßstab 1: 50.000 anzustreben. In diesem Zusammenhang besteht die Absicht, die Karten in einem Geographischen Informationssystem (LUIS) digital einem größeren Kreis von Interessenten (Raumplanern, Gemeindevertretern, etc.) zugänglich zu machen.

Die bisherigen Erfahrungen mit den Karten in der Praxis zeigten, daß die Aussagen in den Karten und dem Begleittext eine wichtige Entscheidungshilfe sowohl in der überörtlichen Raumplanung als auch auf der Gemeindeebene bilden und die Karten somit ein Planungsinstrumentarium darstellen, das allerdings derzeit erst von einigen Raumplanern für die Bearbeitung von Flächenwidmungsplänen eingesetzt wird. Überaus positive Beispiele für eine gelungene Umsetzung planerischer Hinweise aus klimatologischer Sicht waren bislang das Schirningtal (Gratkorner Becken) und das Kainbachtal im Osten von Graz. Im Kainbachtal galt es, die Relevanz dieses Tales als Frischluftzubringer zu untermauern und somit eine Karte der Bauverbots- und Baubeschränkungszone zu erarbeiten. Das Bauverbot betrifft im wesentlichen größere zusammenhängende landwirtschaftliche genutzte Flächen, die für die Kaltluftproduktion erhalten bleiben sollten (LAZAR 1996). In Talabschnitten mit schon bestehenden Widmungen müssen Kompromißlösungen gefunden werden, wie dies beispielsweise im Föllinger Becken (Mariatroster Tal im Osten von Graz) mit einer für den Kaltluftabfluß bzw. für die Kaltluftproduktion durchaus akzeptablen Lösung geschehen ist.

Abschließend darf erfreulicherweise festgestellt werden, daß die Steiermark mit der Berücksichtigung des Klimas in der Planung eine Sonderstellung innerhalb Österreichs sowohl auf der Basis der Klimaeignungskarten als auch mit der Stadtklimaanalyse Graz (LAZAR 1995) einnimmt, was in Mitteleuropa nur noch mit dem Großraum Stuttgart vergleichbar ist. Aus dem Ruhrgebiet liegt zwar eine Vielzahl von Karten der planerischen Hinweise auf der Basis von Klimaanalysen vor, doch dürfte die Umsetzung bzw. Akzeptanz der Vorschläge seitens der Planer nicht in dem Maße gegeben sein wie in der Steiermark. Es bleibt zu hoffen, daß der beschrittene Weg einer gelungenen Kooperation zwischen Klima und Planung auch in der Zukunft fortgesetzt werden kann.

Literatur

- BAUMÜLLER J. et al., 1992: Klimaatlas Stuttgart, Nachbarschaftsverband Stuttgart (Hrsg.).
 BÖER W., 1959: Zum Begriff des Lokalklimas, in: Zeitschrift. f. Met., Bd. 13, Hft 1, S. 5-11.
 ENDLICHER W., 1980: Geländeklimatologische Untersuchungen im Weinbaugebiet des Kaiserstuhls, Ber. d. Dt. Wetterdienstes Nr. 150, 124 S.
 ERIKSEN W., 1964: Beiträge zum Stadtklima von Kiel, in: Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel, Bd. XXII, Hft. 1, S. 167-181.
 ERIKSEN W., 1975: Probleme der Stadt- und Geländeklimatologie, Darmstadt, 114 S.
 FRANKE E., 1977 (Hrsg.): Stadtklima, Ergebnisse und Aspekte für die Stadtplanung, Stuttgart, 143 S.
 FEZER F., 1975: Lokalklimatische Interpretation von Thermalbildern. In: Bildmessung und Luftbildwesen, Hft. 4, S. 152-158.
 HAUF T. u. WITTE N., 1985: Fallstudie eines nächtlichen Windsystems; in: Met. Rundschau, Nr.38, S.33-42.
 LAZAR R., 1979: Kleinklimatische Untersuchungen im Gratkorner Becken, Graz, 32 S.
 LAZAR R., 1979: Geländeklimatische Untersuchungen im Felbergraben, Graz, 36 S.

- LAZAR R., 1980: Lokalklimatische Studie in der Region Aichfeld-Murboden, Graz, 197 S.
- LAZAR R., 1981a: Mächtigkeit und Intensität von Inversionen in einem ostalpinen Becken und ihre Erfassung durch Stationsprofile bzw. Meßflüge. In: Wetter und Leben, Jg.33, S. 17-26.
- LAZAR R., 1981b: Geländeklimatische Studie im Pölder Becken unter besonderer Berücksichtigung der Immissions-situation und der Änderung durch Schornsteinerhöhung, Graz, 44 S.
- LAZAR R., 1987: Immissionsklimatologien für Tal- und Beckenlagen in der Steiermark. In: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Bd. XV, S. 213-227.
- LAZAR R., 1989: Ergebnisse einer immissionklimatischen Untersuchung im Raum Bruck-Leoben-Kapfenberg. Arb. geogr. Inst. Graz, Bd. 29, Graz, S. 153-189.
- LAZAR R., 1992: Klimaeignungskarte der Region Judenburg - Knittelfeld. Erläuterungsband Teil 2., Graz, 17 S.
- LAZAR R. & ARGE LÖSS, 1992: Klimaeignungskarte Leibnitzerfeld. Erläuterungsband, Graz, 23 S.
- LAZAR R. & ARGE LÖSS, 1992: Klimaeignungskarte Kleinregion Feldbach. Erläuterungsband, Graz, 30 S.
- LAZAR R. & ARGE LÖSS, 1994: Klimaeignungskarte Leoben - Bruck/Mur. Erläuterungsband, Graz, 25 S.
- LAZAR R., BUCHROITHNER M. F., KAUFMANN V., 1995: Stadtklimaanalyse Graz. In: STEK GRAZ, 163 S.
- MÄDER F., 1970: Hinweise und Quellenangaben zu den Klimaeignungskarten, ORL-Institut ETH Zürich (Hrsg.), 22 S.
- MARR R. L., 1970: Geländeklimatische Untersuchung im Raum südlich von Basel, Baseler Beiträge zur Geogr., Hft. 12, 155 S.
- MATHYS H., MAURER R., MESSERLI B., WANNER H., WINIGER M., 1980: Klima und Lufthygiene im Raum Bern, Geographica Bernensia, Bd. G12, 40 S.
- PODESSER A., 1993: Hochnebelanalyse im Mürtal. Unveröffentl. Diplomarbeit KFU, Graz, 148 S.
- SCHNOPFHAGEN K.S., 1980: Großräumige Erfassung von Immissionszonen mit Infrarot-Film in der Steiermark, Mitt. d. forstl. BVA, H. 131, Wien, S. 33-42.
- SCHÜEPP W., 1971: Regionalplanung als meteorologisches Problem, Regio Basiliensis, Bd. XII, S. 189-201.
- STOCK P., BECKRÖGE W., KIESE O., KUTTNER W., LÜFTNER H., 1986: Klimaanalyse Stadt Dortmund, Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.), Essen, 39 S.
- STOCK P., BECKRÖGE W., BARLAG A.-B., 1991: Klimaanalyse Stadt Bochum, Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.), Essen, 123 S.
- STOCK P., BECKRÖGE W., KIESE O., OTTO G., 1995: Klimaanalyse Stadt Recklinghausen, Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.), Essen, 73 S.
- STOCK P., 1992: Synthetische Klimafunktionskarte Ruhrgebiet, Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.), 68 S.

Weiterführende Literatur zum Thema (im Text nicht zitiert)

- BARLAG A.-B., 1993: Planungsrelevante Klimaanalyse einer Industriestadt in Tallage, Essener ökolog. Schriften, Bd. 1, 185 S.
- GEHRKE A., 1982: Klimaanalyse Stadt Duisburg. Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.), Essen, 56 S.
- GEIGER M., 1974: Geländeklima an der Weinstraße und im Vorderpfälzischen Tiefland. In: Fezer F. u. Seitz R.: Klimatologische Untersuchungen im Rhein-Neckar-Raum, S. 105-134.
- GEIGER R., 1961: Das Klima der bodennahen Luftschicht, Braunschweig, 646 S.
- GENSHEIMER Ph., 1991: Raumplanerische Bewertung im Sinne einer Synthese. In: Wanner H.: Biel, Klima und Luftverschmutzung einer Schweizer Stadt, Bern, 365 S.
- GERTH W.-P., 1987: Anwendungsorientierte Erstellung großmaßstäbiger Klimaeignungskarten für die Regionalplanung. In: Berichte des deutschen Wetterdienstes Nr. 173, Offenbach/M.
- GREGOR A., 1958: Methoden der Klimabewertung für Siedlungs- und Erholungszwecke, Angew. Meteorol., Bd. 3, Hft. 3, S. 65-68.
- HAVLIK D., STOCK P., 1992: Klimaanalyse Stadt Gladbeck, Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.), Essen, 157 S.
- HORBERT M., KIRCHGEORG A., STÜLPNAGEL A.V., 1985: Umweltatlas Berlin (West), In: Geogr. Rundschau 38 (1986) Hft. 2, S.71-80.
- KIESE O. et al., 1992: Klimaanalyse Stadt Münster. Stadt Münster UA (Hrsg.), 247 S.
- KNOCH K., 1949/50: Die Geländeklimatologie, ein wichtiger Zweig der angewandten Klimatologie. In: Ber. z. dt. Ldk. 7, S. 115-123.
- KNOCH K., 1952: Plan einer Landesklimaaufnahme. In: Ber.d.dt.Wett.U.S.-Zone 32, Bad Kissingen, S. 106-108.
- KREIS UNNA, Umweltamt, Kommunalverband Ruhrgebiet, 1991, (Hrsg.): Klima- und Lufthygienegutachten für den Kreis Unna, 80 S.
- KUTTNER W., 1988: Lufthygienische und stadtklimatologische Aspekte des Rhein-Rhur-Raumes. In: Geogr. Rundschau, Bd. 40, Hft. 7/8, S. 57-62.
- KUTTNER W., SCHREIBER D., 1984 (Hrsg): Stadt- und geländeklimatische Untersuchungen im südlichen Münsterland, Mat. z. Raumordnung, Bd. XXV, 134 S.
- KUNCIC E., 1992: Klimaeignungskarte der Region Judenburg - Knittelfeld. Erläuterungsband Teil 1., Graz, 32 S.
- KUNCIC E., 1995: Klimaeignungskarte für die Bezirke Judenburg - Knittelfeld. Unveröff. Diplomarbeit KFU, Graz, 97 S.
- LANG R., 1982: Klimaökologische Bewertung der Stadt Regensburg. In: Materialien zur Phys. Geogr. Univ. Regensburg, 62 S.
- PARLOW E., 1983: Geländeklimatologische Untersuchungen im Bereich der Staufener Bucht unter besonderer Berücksichtigung lokaler Ausgleichsströmungen, Freiburger Geogr. Hefte, Hft. 20, 175 S.

- PRIMAULT B., 1971: Das Klima, eine der Grundlagen der Landesplanung, Veröff. d. Schweiz.Meteorol. Zentralanst., 27 S.
- REKLIP (Regio-Klima-Projekt), 1996: Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd. Trinationale ARGE CH / D / F, 209 S.
- SCHIRMER H., 1976: Anwendung klimatologischer Erkenntnisse und Grundlagen für die Raumordnung, Ein gedankliches Konzept, Abh. Geogr. Inst. F. Univ. Berlin, Bd. 24, S.135-144.
- SCHÜEPP W., 1971: Regionalplanung als meteorologisches Problem, Regio Basiliensis, Bd. XII, S. 189-201.
- VOLZ R., 1984: Das Geländeklima und seine Bedeutung für den landwirtschaftlichen Anbau. In: Geogr. Bernensia, Bd. G 15, 189 S.
- VDI-Kommission „Reinhaltung der Luft“, 1988: Stadtklima und Luftreinhaltung, Berlin Heidelberg, New York, 425 S.
- WAKONIGG, H., 1970: Wintertemperaturen und Inversionen in einem ostalpinen Talbecken. In: Met. Rundschau, Bd. 23, Hft. 4, S.104-110.
- WAKONIGG, H., 1978: Witterung und Klima in der Steiermark. In: Arbeiten aus dem Inst. f. Geogr. Bd.23, Graz, 473 S.
- WANNER, H., 1986: Die Angewandte Geländeklimatologie - ein aktuelles Arbeitsgebiet der Physischen Geographie. In: Erdkunde, Bd. 40, Hft.1, S 1 -14.
- Wetter und Leben 3, 1965: Aktuelles und Berichte, S. 160.

Bisher aufgelegte Klimaeignungskarten:

| Region | Erscheinungsjahr | Bearbeiter |
|----------------------------------|------------------|--------------------|
| Bezirk Voitsberg | 1992 | Lazar / Marx-Greil |
| Bezirke Judenburg u. Knittelfeld | 1992 | Lazar / Kuncic |
| Leibnitzer Feld | 1992 | Lazar / ARGE LÖSS |
| KR Feldbach | 1992 | Lazar / ARGE LÖSS |
| Bezirke Graz u. Graz-Umgebung | 1993 | Lazar / ARGE LÖSS |
| Region Leoben - Bruck/M. | 1994 | Lazar / ARGE LÖSS |

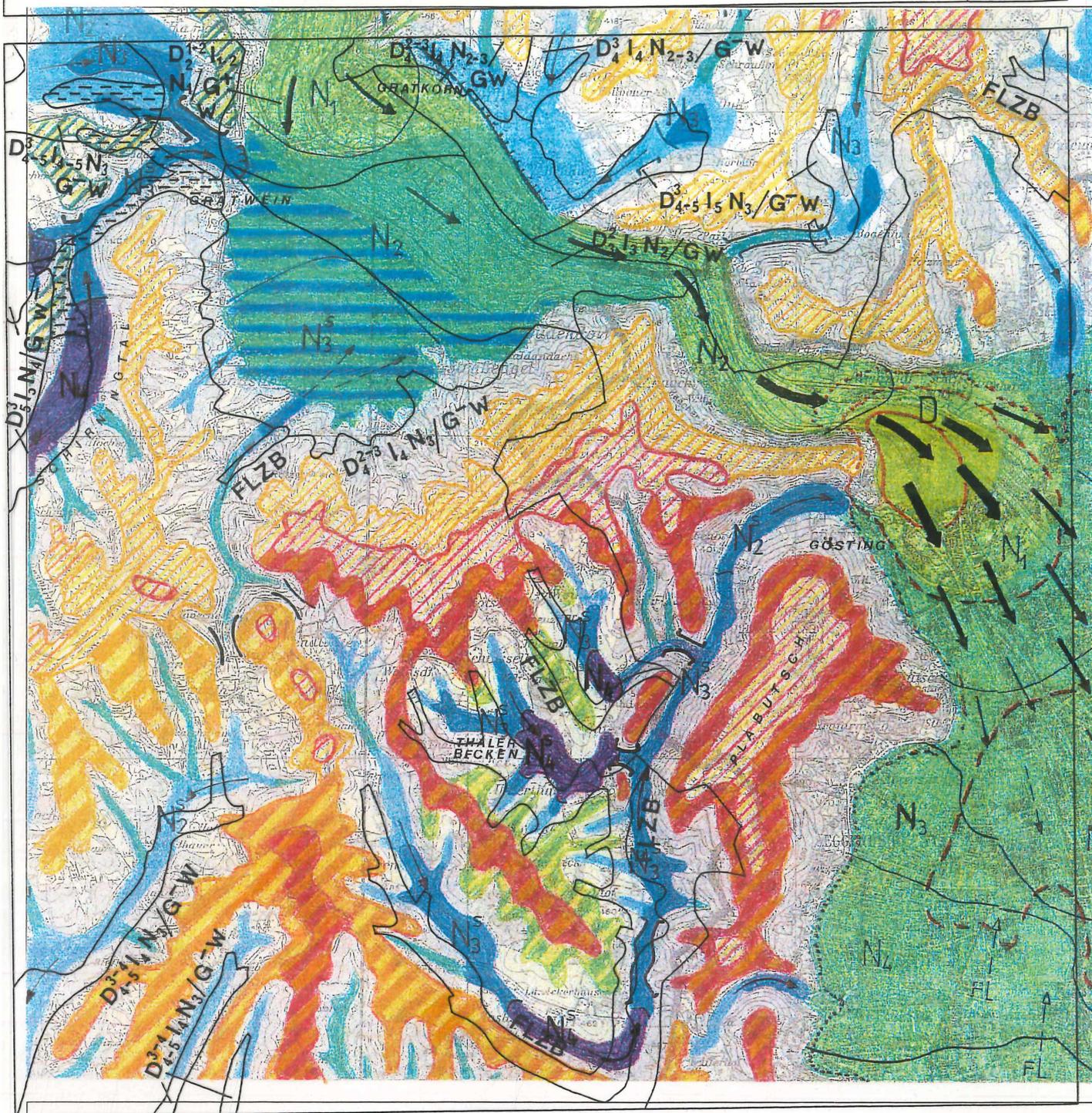
Anschrift der Verfasser:

Ass.-Prof.Univ.Doiz. Dr. Reinhold LAZAR
 Institut für Geographie
 Karl-Franzens-Universität Graz
 Heinrichstraße 36
 A-8010 Graz

Mag. Elisabeth KUNCIC
 Schillerstraße 52
 A-8010 Graz

KLIMAEIGNUNGSKARTE GRAZ/GRAZ-UMGEBUNG (Teilausschnitt Grundplan)
 KLIMAEIGNUNGSKARTE GRAZ/GRAZ-UMGEBUNG (Teilausschnitt Deckplan II)

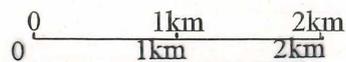
A I
 A III



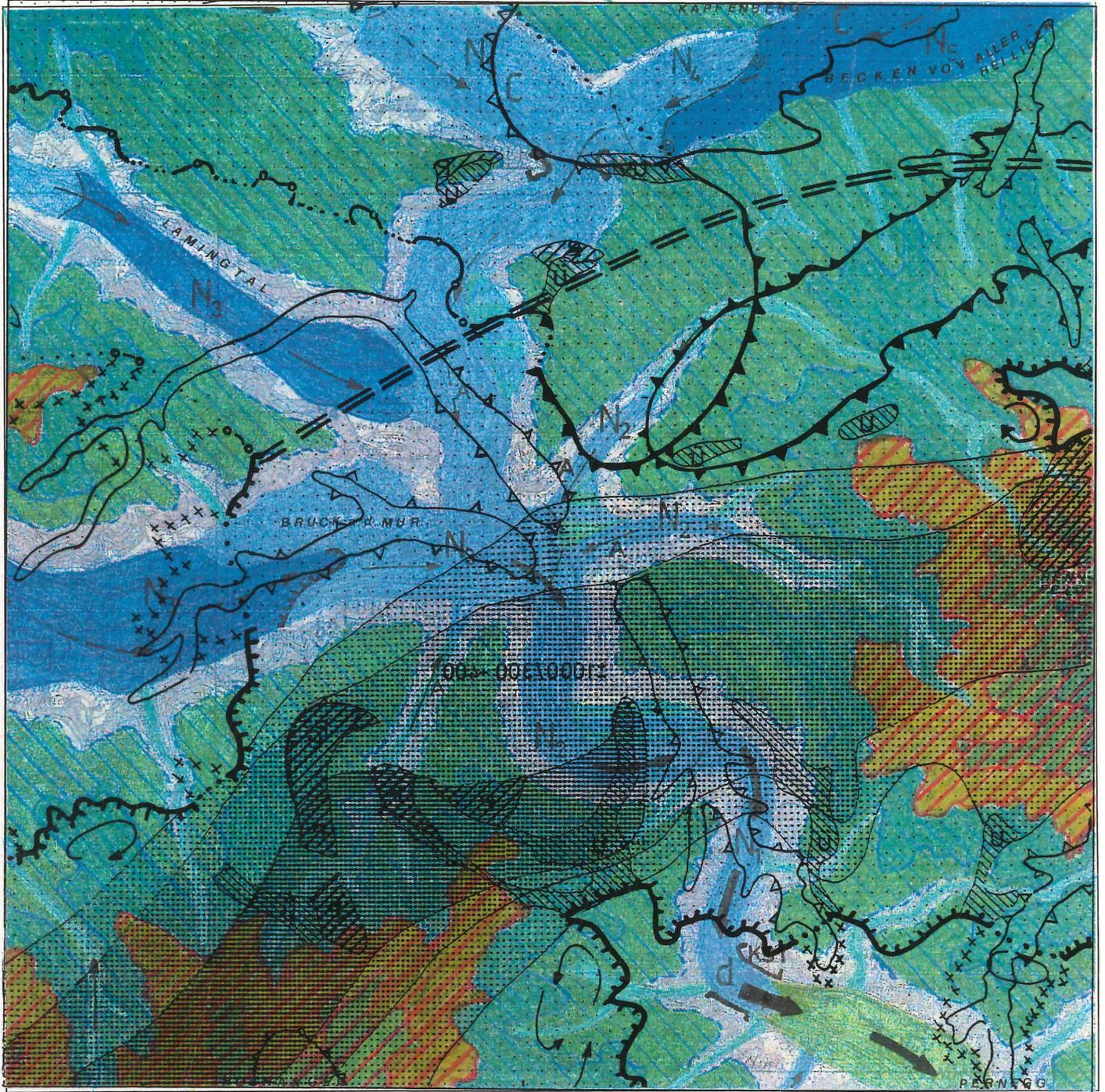
LEGENDE.

Zonengliederung

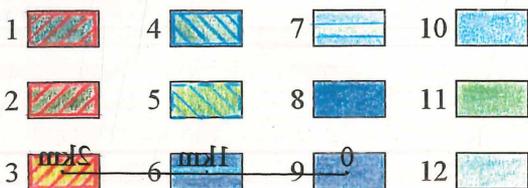
| | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|---|--|----|--|----|--|----|--|
| 1 | | 4 | | 7 | | 10 | | 13 | | 16 | |
| 2 | | 5 | | 8 | | 11 | | 14 | | 17 | |
| 3 | | 6 | | 9 | | 12 | | 15 | | 18 | |





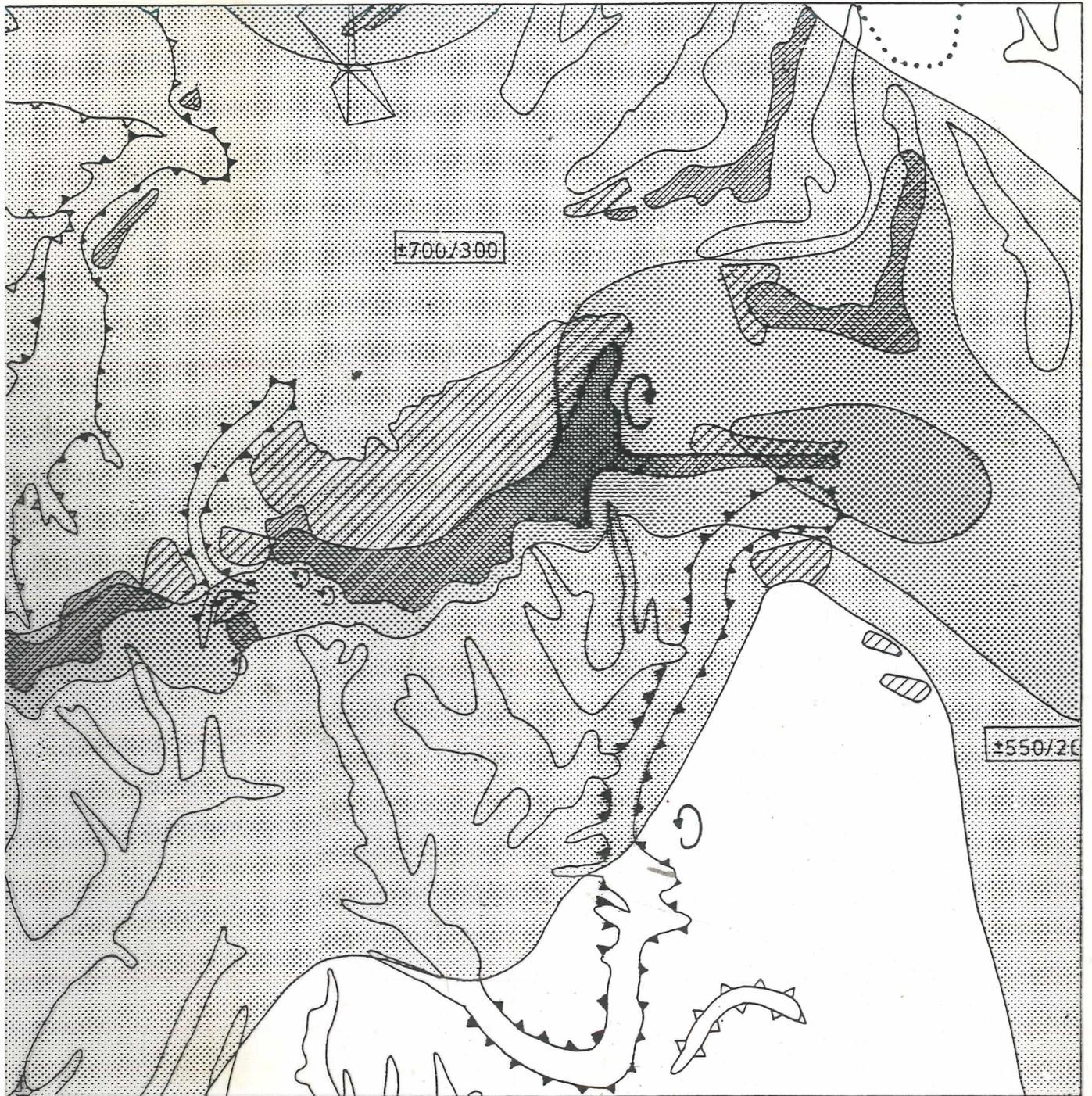


LEGENDE:
Zonengliederung



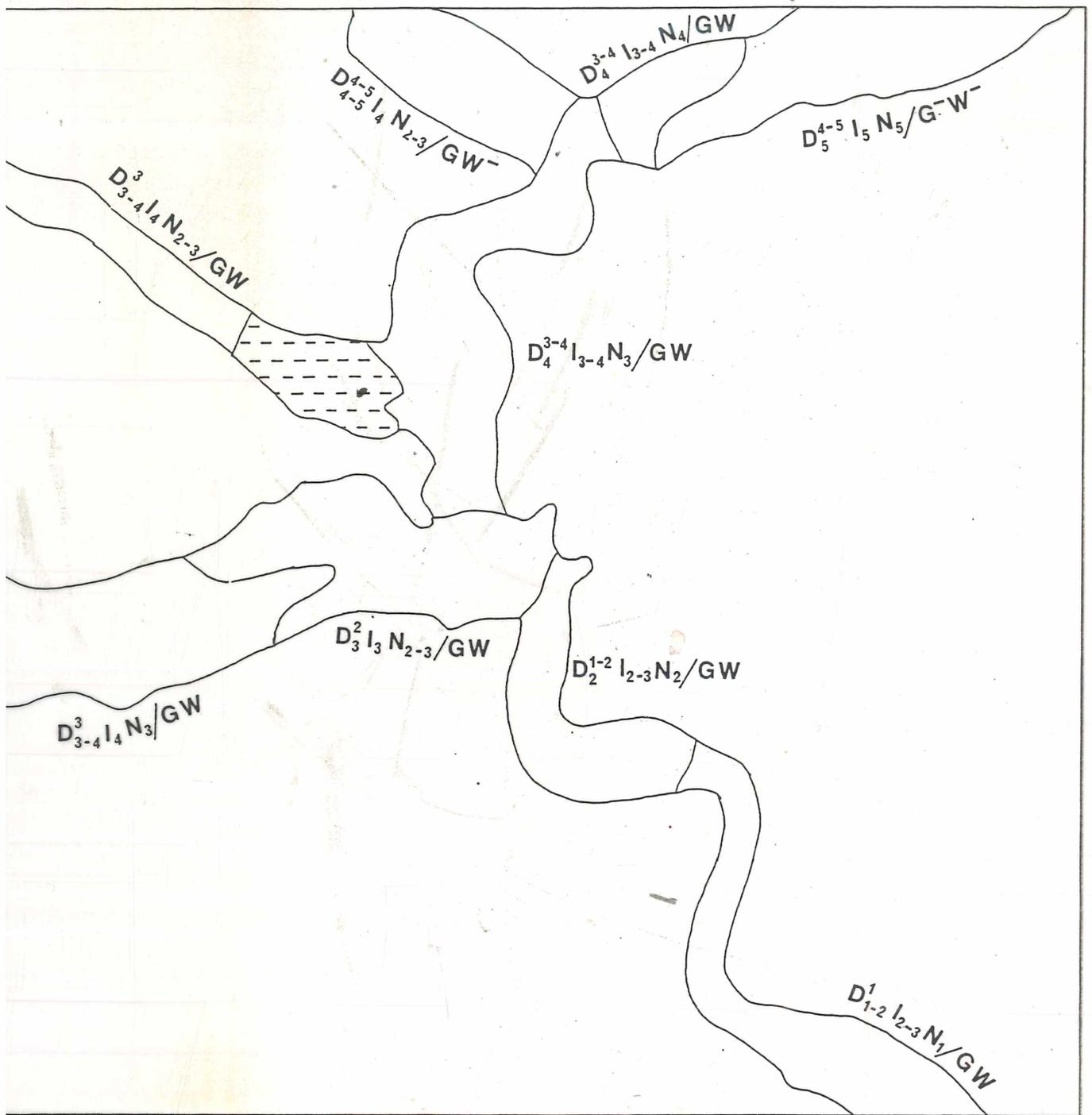
0 1km 2km





0 1km 2km





0 1km 2km



KLIMAEIGNUNGSKARTE LEOBEN/BRUCK a.d. MUR

LEGENDE

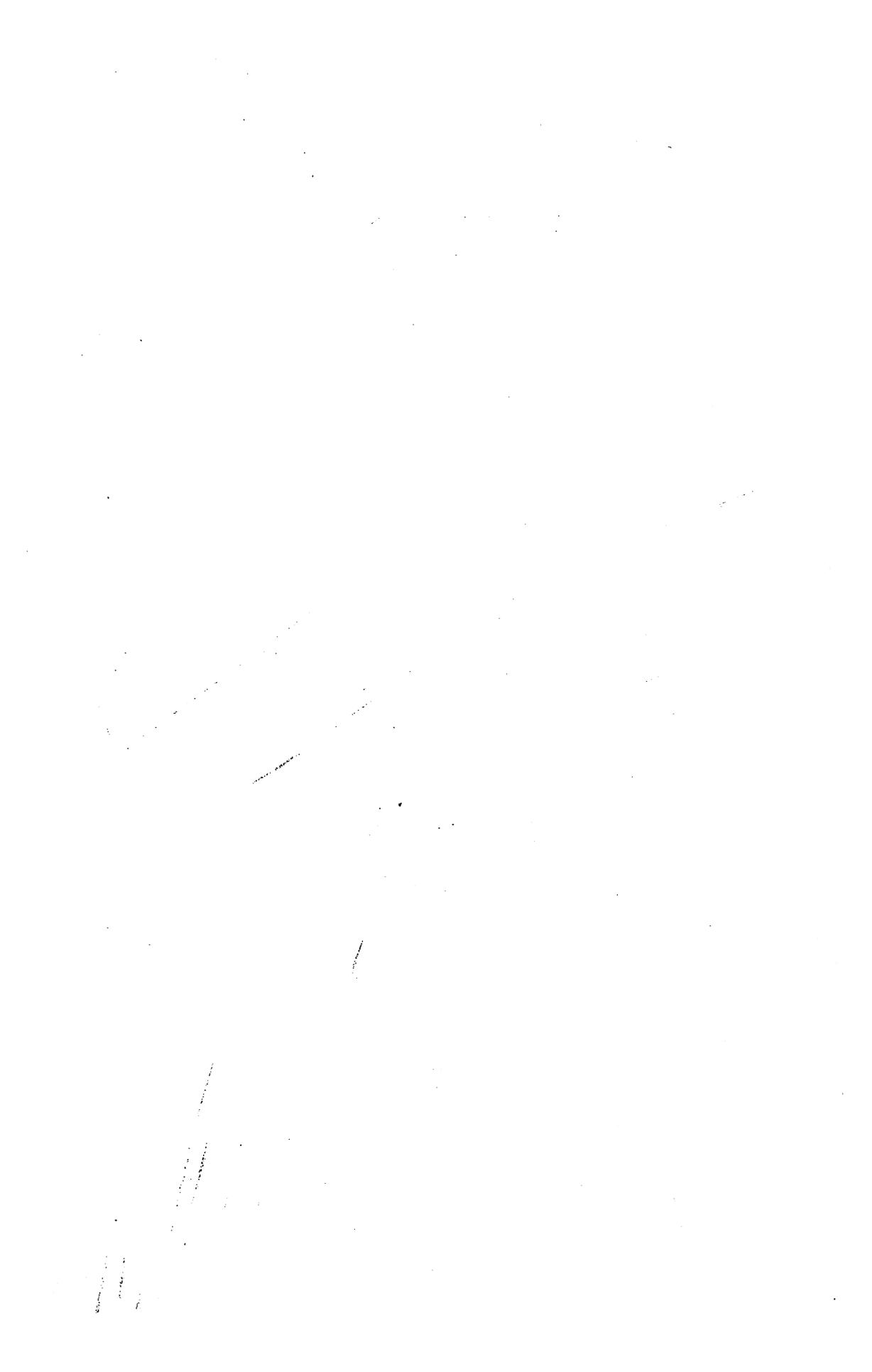
GRUNDKARTE

Gliederung nach den Hauptkriterien Inversionsgefährdung (bzw. Temperaturverhältnisse im allgemeinen) und Durchlüftung mit der Angabe weiterer Eigenschaften und Vorschläge zur Eignung aus klimatologischer Sicht (V = Vorkommen; I/T = Temperatur- u. Inversionsverhältnisse; D = Durchlüftungsverhältnisse; N = Nebelverhältnisse; E = Eignung;)

ZONE VORKOMMEN UND KLIMATISCHE EIGENSCHAFTEN

Gipfel-, Kamm- und Hanglagen

| | |
|------------|---|
| 1 | V hohe Kammlagen ab ca. 1400m SH |
| I/T | Jä: -4/-5° Ju: 11/12° JM: 3/4° FT: 140-160d/a VP: 150-170d/a inversionsfrei, sieht man von wenigen hochreichenden freien Inversionen mit HN-OG über 1000m ab. |
| D | Gipfellagen sind generell sehr windexponiert; wenig bis nicht modifizierte Gradientwinde mit Maxima der WG im Wi. (>5-7 m/s) und Minima im So. (4-6 m/s); Hpt.-Wr.: NW-N; |
| N | bei Strahlungswetterlagen nebelfrei; selten in relativ mächtigen Hochnebeldecken, bei zyklonalen Strömungslagen Bereitschaft zu aufliegender Bewölkung (Bergnebel) |
| E | Naherholungsgebiet mit eingeschränkter Wintersporteignung |
| 2 | V mittelhohe Kammlagen ab ca. 1200m SH |
| I/T | Jä: -3/-4° Ju: 13/14° JM: 4/5° FT: 130-150d/a VP: 170-190d/a im Sommerhalbjahr inversionsfrei, im Winter mitunter noch innerhalb mächtiger freier Inversionen mit Hochnebel; dabei aber schon oft oberhalb der Hochnebelfelder mit einer Obergrenze bei ca. 1000m. |
| D | windexponierte Rückenlagen mit noch ausgeprägtem Wintermaximum (2,5-4m/s) und Sommerminimum (2-3 m/s); zunehmender Anteil an tagesperiodischer Windrichtungsverteilung speziell am Tag aus S-E; noch hoher Gradientwindeinfluß |
| N | gegenüber Zone 1 speziell im Winterhalbjahr mitunter aufliegende Bewölkung; |
| E | Gunstzone im Winter mit mäßig starkem Reizklima und fast fehlender Schwüle; ungünstige Schneesicherheit; für Sommerfrische geeignet |
| 3 | V untere Kammlagenstufe im W ab 900-950m im E ab 950-1000m SH |
| I/T | ähnlich Zone 2; Jä: -2/-3° Ju: 14/16° JM: 4/6° FT: 120-140d/a VP: 160-190d/a |
| D | generell noch oberhalb des Einflußbereiches MAW bzw. von HN mit einer OG über 1000m SH |
| N | 70-100d/a |
| E | Übergang zu Schonklima (im Winter Reizklima), ansonsten analog Zone 2 |
| 4 | V obere Hochnebelzone von ca. 800 bis ca. 1000m SH |
| I/T | Jä: -3/-4° Ju: 14/15° JM: 5/7° FT: 120-150d/a VP: 170-200d/a im Winterhalbjahr innerhalb des HN oft kälteste Zone; |
| D | ausgesprochene Abhängigkeit vom MAW bzw. in den Seitentälern auch sehr windschwach; Hpt.-Wr. in Abhängigkeit zum Talverlauf |
| N | 110-135d/a; davon 80-90d/a mit Hochnebel; häufigste Obergrenze zwischen 900 - 1000m SH |
| E | Übergang zu Schonklima; Benachteiligung durch Nebel; in Prallhängen darüber hinaus erhöhter Niederschlagseintrag möglich |
| 5 | V untere Hochnebelzone von ca. 600 bis ca. 800m SH |
| I/T | Jä: -2/-3° Ju: 14/16° JM: 6/8° FT: 110-140d/a VP: 200-220d/a Dominanz von freien Inversionen; im Winterhalbjahr hohe Bereitschaft zu Inversionen (60-70% aller d/a) |
| D | durch den Einfluß des MAW geprägte Windrichtung und Windgeschwindigkeitsbedingungen; |
| N | analog Zone 4; lokal erhöhte Hangnebelbereitschaft bei Niederschlagsereignissen |
| E | analog Zone 4 |



Terrassenstufen

| | | |
|---|-----|---|
| 6 | V | thermisch wenig begünstigte Terrassenabschnitte im Trofaiacher Becken bzw. im Raum St.Marein |
| | D | nur wenig von den Talwindssystemen abhängig (nachts Kaltluftabflüsse von den benachbarten Hängen) |
| | N | keine nennenswerte Begünstigung gegenüber den Talbereichen; häufig aber Verzögerung des Nebelintritts |
| | E | insgesamt etwas günstigere klimatische Bedingungen als in den Talstandorten |
| 7 | V | niedrige Terrassen im Bereich Leoben und südlich von Bruck/M. |
| | I/T | geringfügige thermische Begünstigung gegenüber den Talsohlenbereichen |

Tallagen

| | | |
|----|-----|---|
| 8 | V | nebelreiche Talsohlenabschnitte in Haupttallagen |
| | I/T | geringe thermische Benachteiligung gegenüber Zone 9 |
| | D | merkliche Verringerung der WG; stark erhöhte Calmenbereitschaft in der gesamten Nacht (60-70 % aller d/a); mittlere WG im Wi.-HJ. 0,5-0,8 m/s, im So.-HJ. 1,3-2 m/s; |
| | N | nebelreichste Abschnitte des Untersuchungsraumes; hohe Nebelbereitschaft; > 100d/a |
| | E | Ungunststandorte bezüglich Gewerbe- und Wohnbereichen |
| 9 | V | generell Haupttallagen in den Abschnitten Preg-St.Michael und Leoben-Bruck |
| | I/T | ähnlich wie Zone 10, jedoch bei thermischer Benachteiligung und mäßig erhöhter Nebelbereitschaft |
| | D | analog Zone 10 |
| | N | analog Zone 10 |
| | E | analog Zone 10 |
| 10 | V | begünstigte Talzonen im Bereich Leoben und Bruck/M. |
| | I/T | thermisch nicht so begünstigt wie Zone 11; im Mittel um 0,5° kälter; Wärmeinseleffekte der Städte Bruck/M. und Leoben nur schwach ausgebildet und vornehmlich auf die 1. NH beschränkt |
| | D | deutlich geringere WG als Zone 11 (mittlere WG im Wi.-HJ. 1-2 m/s, im So.-HJ. 2-3 m/s); durch den Einfluß des MAW geprägte Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsbedingungen; |
| | N | etwas erhöhte Nebelbereitschaft; 40-59d/a |
| | E | unter Berücksichtigung der Entfernung zur Siedlung ist eine Eignung für Industrie und Gewerbestandorte gegeben; Prallhänge in diesem Abschnitt generell nicht so ausgeprägt |
| 11 | V | günstigste Talzonen im Abschnitt südlich von Bruck/M. |
| | I/T | Jä: -2,5/-3° Ju: 17,5/18,5° JM: 8/8,5° FT: 115-120d/a VP: 225-232d/a Zahl der ST 45-55 d/a; wärmste Talzone im Untersuchungsraum; Inversionsgefährdung sehr gering (kaum oder nur schwache Bodeninversionen; Inversionshäufigkeit 50-70% d/a) Inversionsstruktur in Abhängigkeit vom MAW. |
| | D | am stärksten durchlüfteter Talabschnitt JM: >3m/s |
| | N | geringste Nebelbereitschaft (20-39d/a) |
| | E | durch den Murtalauswind leichtes Reizklima möglich |
| 12 | | Kerbtäler (generell bewaldet) |
| | I/T | thermisch ausgeglichen infolge geringer Kaltluftgefährdung |
| | D | geringe Durchlüftung (0,8 -1,5 m/s) |

Strömungsverhältnisse in Bodennähe:

| | |
|---|---|
| C | lokal erhöhte Kalmenbereitschaft |
|  | Begrenzungslinie für erhöhte Kalmenbereitschaft |
|  | schwach 0,3-0,9 m/s |
|  | mäßig 1,0-1,9 m/s |
|  | mäßig stark 2,0-3,9 m/s |
|  | stark 4,0-4,9 m/s |
|  | Kaltluftabfluß nur am Abend und in der ersten Nachthälfte |
|  | Kaltluftstau an künstlichen Bauten |
|  | markante Talenge mit Kaltluftstau |
| d | schwacher Düseneffekt |
| N ₂ | 40-59 Tage/Jahr |
| N ₃ | 60-79 Tage/Jahr |
| N ₄ | 80-99 Tage/Jahr |



KLIMAEIGNUNGSKARTE LEOBEN/BRUCK a.d. MUR

LEGENDE

GRUNDKARTE

Gliederung nach den Hauptkriterien Inversionsgefährdung (bzw. Temperaturverhältnisse im allgemeinen) und Durchlüftung mit der Angabe weiterer Eigenschaften und Vorschläge zur Eignung aus klimatologischer Sicht (V = Vorkommen; I/T = Temperatur- u. Inversionsverhältnisse; D = Durchlüftungsverhältnisse; N = Nebelverhältnisse; E = Eignung;)

ZONE VORKOMMEN UND KLIMATISCHE EIGENSCHAFTEN

Gipfel-, Kamm- und Hanglagen

| | |
|------------|---|
| 1 | V hohe Kammlagen ab ca. 1400m SH |
| I/T | Jä: -4/-5° Ju: 11/12° JM: 3/4° FT: 140-160d/a VP: 150-170d/a inversionsfrei, sieht man von wenigen hochreichenden freien Inversionen mit HN-OG über 1000m ab. |
| D | Gipfellagen sind generell sehr windexponiert; wenig bis nicht modifizierte Gradientwinde mit Maxima der WG im Wi. (>5-7 m/s) und Minima im So. (4-6 m/s); Hpt.-Wr.: NW-N; |
| N | bei Strahlungswetterlagen nebelfrei; selten in relativ mächtigen Hochnebeldecken, bei zyklonalen Strömungslagen Bereitschaft zu aufliegender Bewölkung (Bergnebel) |
| E | Naherholungsgebiet mit eingeschränkter Wintersporteignung |
| 2 | V mittelhohe Kammlagen ab ca. 1200m SH |
| I/T | Jä: -3/-4° Ju: 13/14° JM: 4/5° FT: 130-150d/a VP: 170-190d/a im Sommerhalbjahr inversionsfrei, im Winter mitunter noch innerhalb mächtiger freier Inversionen mit Hochnebel; dabei aber schon oft oberhalb der Hochnebelfelder mit einer Obergrenze bei ca. 1000m. |
| D | windexponierte Rückenlagen mit noch ausgeprägtem Wintermaximum (2,5-4m/s) und Sommerminimum (2-3 m/s); zunehmender Anteil an tagesperiodischer Windrichtungsverteilung speziell am Tag aus S-E; noch hoher Gradientwindeinfluß |
| N | gegenüber Zone 1 speziell im Winterhalbjahr mitunter aufliegende Bewölkung; |
| E | Gunstzone im Winter mit mäßig starkem Reizklima und fast fehlender Schwüle; ungünstige Schneesicherheit; für Sommerfrische geeignet |
| 3 | V untere Kammlagenstufe im W ab 900-950m im E ab 950-1000m SH |
| I/T | ähnlich Zone 2; Jä: -2/-3° Ju: 14/16° JM: 4/6° FT: 120-140d/a VP: 160-190d/a |
| D | generell noch oberhalb des Einflußbereiches MAW bzw. von HN mit einer OG über 1000m SH |
| N | 70-100d/a |
| E | Übergang zu Schonklima (im Winter Reizklima), ansonsten analog Zone 2 |
| 4 | V obere Hochnebelzone von ca. 800 bis ca. 1000m SH |
| I/T | Jä: -3/-4° Ju: 14/15° JM: 5/7° FT: 120-150d/a VP: 170-200d/a im Winterhalbjahr innerhalb des HN oft kälteste Zone; |
| D | ausgesprochene Abhängigkeit vom MAW bzw. in den Seitentälern auch sehr windschwach; Hpt.-Wr. in Abhängigkeit zum Talverlauf |
| N | 110-135d/a; davon 80-90d/a mit Hochnebel; häufigste Obergrenze zwischen 900 - 1000m SH |
| E | Übergang zu Schonklima; Benachteiligung durch Nebel; in Prallhängen darüber hinaus erhöhter Niederschlagseintrag möglich |
| 5 | V untere Hochnebelzone von ca. 600 bis ca. 800m SH |
| I/T | Jä: -2/-3° Ju: 14/16° JM: 6/8° FT: 110-140d/a VP: 200-220d/a Dominanz von freien Inversionen; im Winterhalbjahr hohe Bereitschaft zu Inversionen (60-70% aller d/a) |
| D | durch den Einfluß des MAW geprägte Windrichtung und Windgeschwindigkeitsbedingungen; |
| N | analog Zone 4; lokal erhöhte Hangnebelbereitschaft bei Niederschlagsereignissen |
| E | analog Zone 4 |

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität Graz](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [35_1997](#)

Autor(en)/Author(s): Lazar Reinhold, Kuncic Elisabeth

Artikel/Article: [Bisherige Erfahrungen mit Klimaeignungskarten in der Steiermark 139-152](#)