

## Die Windverhältnisse in der Region Basel

### Neueste Erkenntnisse und anwendungsbezogene Umsetzungen

Kurt Kamber

#### *Zusammenfassung*

*Vor allem im Rahmen der Forschungsprojekte CLIMOD und REKLIP konnten umfassende Kenntnisse über die komplexen Windverhältnisse in der Region Basel gewonnen werden. Sie werden in diesem Beitrag kurz skizziert, wobei auf entsprechende Literaturstellen verwiesen wird. Das regionale Windfeld – oder mit anderen Worten, das dreidimensionale Muster der Luftströmungen – kann bereits heute recht verlässlich diagnostiziert werden, wobei neuere methodische Ansätze deutliche Verbesserungen in Aussicht stellen. Ein soeben angelaufenes Forschungsprojekt hat ferner zum Ziel, die regionalen Windfelder über mehrere Stunden zu prognostizieren. Der Beitrag zeigt auf, dass – auf der Grundlage der vorhandenen Daten und Methoden – mit verhältnismässig wenig Aufwand neue Instrumente im Bereich Lufthygiene und Raumplanung erarbeitet werden können, die auf spezifische praktische Fragestellungen und Bedürfnisse ausgerichtet sind.*

---

Adresse des Autors: Dipl. phil. nat. Kurt Kamber, Geographisches Institut, Klimatologie und Meteorologie, Hallerstr. 12, CH-3012 Bern

# 1 Von den ersten Beobachtungen zu umfassenden Untersuchungen

## 1.1 Die Beobachtung von Fahnen und "trockenem Nebel"

Ratsherr Peter Merian, der bedeutendste Basler Beobachter vor der Errichtung des schweizerischen Beobachtungsnetzes, hielt fest, dass die Bemerkungen über die um Basel herrschenden Winde, welche Emanuel König der Aeltere 1705 zusammengestellt hatte, manche Berichtigung und Erweiterung erfordern (Merian 1826, 7). Erste *regelmässige Windbeobachtungen* dürften von J. J. d'Annone, Doktor der Rechte und späterer Professor der Eloquenz, ab dem Jahre 1755 durchgeführt worden sein: "D'Annone beobachtete in seinem Hause auf dem Heuberg ... im höchsten Teile der Stadt. Zur Ablesung der Windrichtung diente die von d'Annone's Fenster aus sichtbare Fahne auf dem Egolphsturm, dem jetzt nicht mehr vorhandenen Schwibbogen, welcher den Spalenberg gegen die Gräben abschloss" (Riggenbach 1892, 4).

Dass bereits zu jener Zeit der *Transport von Luftfremdstoffen* über weite Teile Europas bekannt war, mag erstaunen, wird jedoch durch einen Bericht von Peter Merian dokumentiert: So konnte der Rauch, der von künstlich angelegten Moorbränden entlang der Nordseeküste herrührte, selbst in Basel sehr deutlich beobachtet werden, "... so merkwürdig auch die bedeutende Verbreitung eines künstlich erzeugten Rauches erscheinen mag" (Merian 1836, 66).

## 1.2 Das Projekt CLIMOD

Eine erste breit angelegte Untersuchung der klimatischen Verhältnisse in der Region Basel erfolgte im Rahmen des Projektes CLIMOD (Climat-Modification, 1975-1981), das den Einfluss von geplanten Kernkraftwerk-Kühltürmen auf das lokale und allenfalls regionale Klima zu beurteilen hatte (CLIMOD 1981, Winiger 1982). Zu den bemerkenswerten klimatologischen Ergebnissen gehört das Verständnis der Verknüpfung der Windverhältnisse in der Region Basel – insbesondere im Hochrheintal – mit der aus dem schweizerischen Mittelland ausfliessenden Kaltluft.

Bei geringer Mächtigkeit fliesst diese Kaltluft – wie das Wasser der Aare – vom Relief gesteuert ab und bewirkt im Hochrheintal eine 50 m bis mehrere hundert Meter mächtige Ostwindströmung. Im Winterhalbjahr ist der Kaltluftsee im Mittelland häufig mit der Bildung einer *Nebeldecke* verbunden. Liegt die Obergrenze der Nebeldecke und damit des Kaltluftsees hoch genug, beginnt die kalte Luft auch über den Jurahauptkamm in das Hochrheintal und ins Baselbiet abzufließen. Je höher der Kaltluftsee, desto weiter westlich wird der Jurahauptkamm überflossen (vgl. Abb. 1).

Der interessante Versuch im Rahmen des Projektes CLIMOD, die regionalen *Strömungsverhältnisse* mit Hilfe von eigens definierten *Grosswetterlagen* eindeutig zu beschreiben, ist nicht gelungen: In vielen Fällen kann eine Windrichtung mit über 50 % Wahrscheinlichkeit angegeben werden, aber es gibt auch Fälle, wo der Wind aus einer ganz anderen Richtung kommt (Schüepp 1982b).



Abb. 1 Abfluss von Kaltluft aus dem schweizerischen Mittelland.

Diese regionale Ausgleichsströmung, die viele Formen annehmen kann, ist mit ein Grund für die komplexen Windverhältnisse in der Region Basel.

Der Blick von der Belchenflue (1098 m.ü.M.) zeigt ein Nebelmeer im Mittelland, das den Jurahauptkamm überfließt. Dieser Prozess ist häufig gekoppelt mit der unmittelbaren Auflösung des Nebels im Baselbiet. Im Hintergrund ist der Kühlturmschwaden des Kernkraftwerkes Gösgen sichtbar. – 25.09.92, 14 Uhr, Blickrichtung Ost.

*Foto: M. Muntwiler, Suisselectra Ingenieurunternehmung AG, Basel*

## 2 Das trinationale Klimaforschungsprojekt REKLIP

### 2.1 Der Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd

Eine zweite breit angelegte Untersuchung der klimatischen Verhältnisse erfolgte im Rahmen des Regio-Klima-Projektes REKLIP (1989-1998), dessen Untersuchungsgebiet den südlichen und mittleren Oberrheingraben – zwischen Jura, Vogesen und Schwarzwald – umfasste (Parlow 1996). Eine erste Veröffentlichung dieses Projektes stellt der viel beachtete Klimaatlas dar, der aus einem Kartenteil sowie einem Textteil in deutscher und französischer Sprache besteht (REKLIP 1995). Die Windverhältnisse werden durch *Windrosenkarten* dokumentiert sowie durch zwei Darstellungen zu den *bodennahen Winden* bei grossräumiger Anströmung von Westen und von Osten.

Die durch die grossräumige Wetterlage bedingten *Windströmungen* der freien Atmosphäre werden zur Erdoberfläche hin durch das *Relief* in Richtung und Stärke verändert. Im orographisch stark gegliederten Gelände kann sich die Höhenströ-

mung nur bei besonderen Bedingungen – z. B. bei grossen Windstärken – bis zum Boden hin durchsetzen. In der Region Basel überwiegen deshalb häufig regional oder lokal modifizierte Windsysteme.

Die Darstellungen im Klimaatlas zeigen sehr anschaulich, dass bei Höhenwinden aus westlichen Richtungen (S-NW) im Projektgebiet ein Südwind erzeugt wird. Erfolgt die Anströmung dagegen aus östlichen Richtungen (N-SO), so wird die Strömung in Bodennähe zu einem Nordwind umgelenkt. An diesen beiden Darstellungen wird ersichtlich, dass im Übergangsbereich zwischen Oberrhein- und Hochrheintal verschiedene Strömungen aufeinandertreffen und – zusammen mit den regionalen Ausgleichsströmungen – zu *komplexen strömungsdynamischen Verhältnissen* führen. Wie eigene Untersuchungen zeigen, sind diese Verhältnisse im Stadtraum von Basel und im östlich anschliessenden Hochrheintal besonders ausgeprägt; sie werden von Schüepp (1982a, 39f) an ausgewählten Beispielen sehr treffend beschrieben.

## 2.2 Das Windfeldprojekt MISTRAL

Es war der Grossbrand eines Chemielagers in *Schweizerhalle* am 1. November 1986, der die Forderung nach einem regionalen Wind- und Ausbreitungsinformationssystem laut werden liess und dem schweizerischen Teilprojekt MISTRAL und in der Folge auch dem trinationalen Projekt REKLIP den zur Realisierung erforderlichen Auftrieb verlieh.

Mit dem *MISTRAL-Messnetz* wurden insbesondere die Windverhältnisse in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung gemessen (*Kamber, Kaufmann 1992*). Untersucht wurden nicht etwa die Windrosen an den 50 Stationen, sondern die dreidimensionalen Strömungsmuster, die durch sogenannte *Windfelder* beschrieben werden und die für lufthygienische Fragestellungen von grossem Interesse sind (*Moser 1992*).

Die 8784 stündlichen Windfelder eines Jahres wurden zu *zwölf* übersichtlichen regionalen *Windfeldklassen* zusammengefasst (*Kaufmann 1996, Weber & Kaufmann 1995*), womit zwangsläufig eine nicht zu vernachlässigende *Reduktion der Komplexität* verbunden ist. Auf der Grundlage dieser Windfeldklassen wurde eine Methode entwickelt, mit der die regionalen Windfelder diagnostiziert, d.h. aufgrund aktueller Informationen sofort bestimmt werden können (vgl. Kap. 3.3).

Erprobt wurde zudem ein regionales Ausbreitungsmodell, mit dem vier der insgesamt sechs Experimente mit Freisetzungen von Spurengasen – sogenannte *Tracerexperimente* (vgl. Abb. 2) – nachmodelliert worden sind. Die Ergebnisse zeigen deutlich, wie schwierig es nach wie vor ist, in einem Gebiet mit komplexer Orographie eine Ausbreitungsrechnung durchzuführen (*Feller 1994*).

Dem *Datenzugang* wurde grosse Bedeutung beigemessen: So sind die Daten der MISTRAL-Messkampagne, der sechs Tracerexperimente (*REKLIP 1998*) sowie der gleichzeitig durchgeführten Energiebilanzuntersuchungen des speziellen REKLIP-Messnetzes (*Vogt & Reber 1992, REKLIP 1999c*) auf zwei CD-ROM's archiviert. Eine zusammenfassende Darstellung des Projektes MISTRAL erfolgt im REKLIP-Schlussbericht "Luftqualität und Regionalklima" (*REKLIP 1999a*).

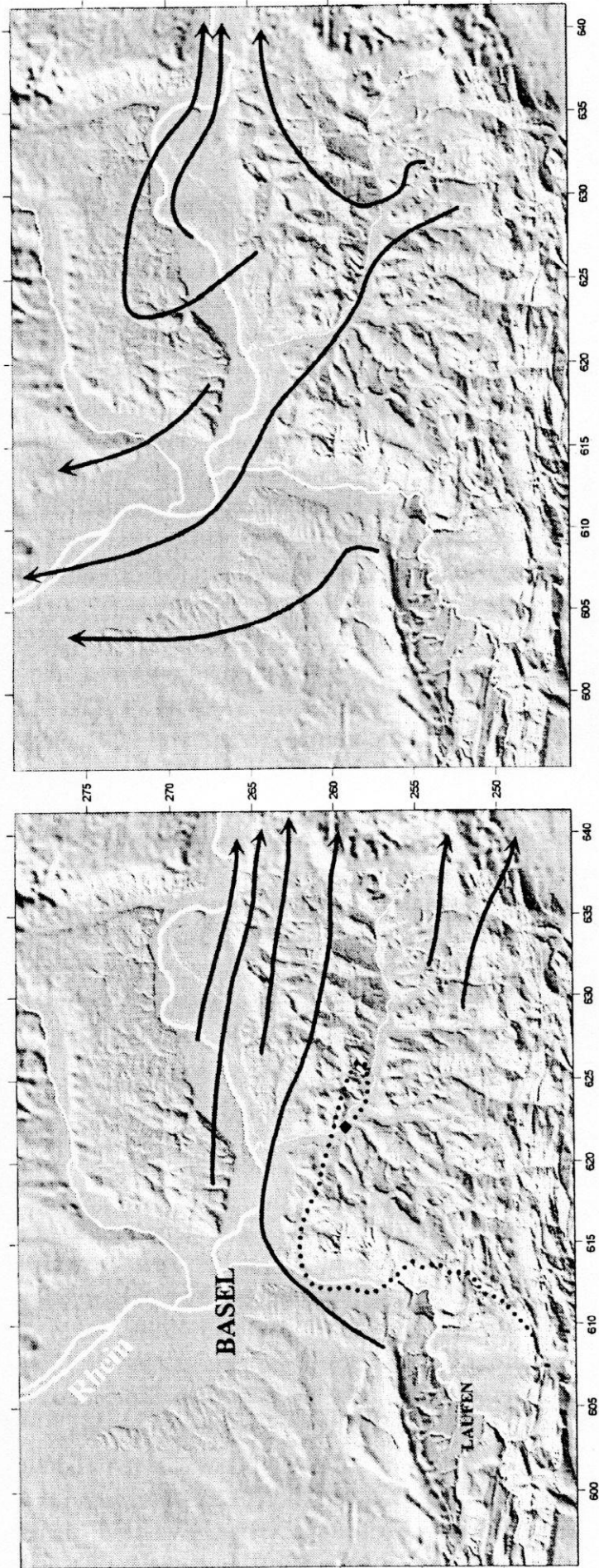


Abb. 2 Regionaler Transport von Luftfremdstoffen. Die beiden Abbildungen dokumentieren, wie Rauchgase oder Rauchpartikel durch das regionale Windfeld transportiert werden können. Dargestellt sind die Verhältnisse der *Intensivmesskampagne* vom 2. November 1992 zwischen 10 und 11 Uhr (links) bzw. zwischen 11 und 12 Uhr (rechts): Die *linke Abbildung* zeigt sechs ausgezogene Stromlinien, die durch eine beinahe typische Westwindströmung erzeugt werden. Eine Stunde später – nach einem markanten Windfeldwechsel – wurden deutlich unterschiedliche Bedingungen beobachtet. Die *rechte Abbildung* veranschaulicht zudem, wie die Partikel von zwei eng benachbarten Emissionsquellen einen ganz unterschiedlichen regionalen Transport erfahren. Dieses Beispiel mit atypischem Windfeld dokumentiert, wie komplex sich die Beurteilung des regionalen Transports im Einzelfall erweisen kann. Die *gepunktete Linie* in der linken Abbildung entspricht dem berechneten Transportweg eines Partikels, das um 10 Uhr in Liestal freigesetzt und im Verlaufe der folgenden sechs Stunden bis ins Laufener Becken verfrachtet worden ist.

Die Kartengrundlage bildet das Relief der Region Basel in einem Ausschnitt von rund 45 km auf 35 km. Am Bildrand befinden sich Informationen zum Kilometernetz der Schweizerischen Landestopographie.

## 3 Praxisbezogene Umsetzungen

### 3.1 Klimaanalyse der Region Basel (KABA)

Auf der Grundlage von Ergebnissen aus dem Projekt REKLIP hat eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Wissenschaftern, Umweltberatern sowie Anwendern aus Raumplanung und Lufthygiene, ein anwendungsorientiertes Projekt konzipiert, erarbeitet und abgeschlossen. Das Ergebnis des Projektes KABA (1995-1997) umfasst fünf Klimaanalyse- und fünf Planungshinweiskarten der Region Basel jeweils in den Massstäben 1:100 000 und 1:25 000 sowie einen erläuternden Textteil (*KABA* 1997, *REKLIP* 1999b, Kap. 6.4). Mit diesen Grundlagen können die klimatischen und lufthygienischen *Auswirkungen von Planungsmassnahmen* sehr viel besser als bisher beurteilt werden. Trotz der bemerkenswerten Planungsgrundlage werden für sehr spezifische Fragestellungen zusätzliche Untersuchungen erforderlich sein, wobei die entsprechende Datenbank sowie das Know-how am Institut für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung der Universität Basel (MCR Lab) hierfür eine ausgezeichnete Grundlage bieten.

Die durchgeführte *Klimaanalyse* basiert auf einer Überlagerung von satellitengestützten Landnutzungsinformationen mit der Durchlüftungssituation, die aus Reliefgrössen und Oberflächeneigenschaften abgeleitet worden ist. Die sieben *Durchlüftungsklassen* reichen von "windexponierten Lagen" und "Gebieten mit reduzierter Durchlüftung" bis hin zu "Kaltluftakkumulationsgebieten". Die beobachteten Windverhältnisse werden dokumentiert durch Jahreswindrosen, Windrosen der Sommer- und Wintermonate, der Tages- und Nachtzeit sowie der Stark- und Schwachwinde.

Die *Planungshinweiskarten* entstanden aus der Bewertung der Ergebnisse der Klimaanalyse und basieren auf einem gemeinsam mit den Planern erarbeiteten Katalog mit klimatischen und lufthygienischen Planungszielen in den Bereichen Durchlüftung, Lufthygiene und thermische Situation. So werden z.B. Luftleitbahnen ausgewiesen, die zur Erhaltung einer guten oder zur Verbesserung einer negativ zu bewertenden Durchlüftungssituation in Siedlungen beitragen.

### 3.2 Charakterisierung und Interpretation der Windfelder der Region Basel

Im Rahmen des im Titel genannten Projektes wurden die Datengrundlagen und Ergebnisse des Projektes MISTRAL in der Form aufbereitet, dass sie von den Ereignisdiensten und der Lufthygienefachstelle im Rahmen ihrer *anwendungsbezogenen Arbeiten* effizient eingesetzt werden können (*Kamber* 1998). Im Vordergrund standen hierbei vor allem die präventive sowie die einsatzmässige Beurteilung der Ausbreitung von Luftfremdstoffen, die bei grösseren Störfällen – im Zusammenhang mit stationären oder mobilen Risiken – freigesetzt werden.

Die Abb. 3 zeigt eines der zwölf hierzu berechneten bodennahen Windfelder. Die Berechnung erfolgte im wesentlichen nach den Regeln der *Interpolation* und der *Massenkonsistenz*. In einem nächsten Schritt muss versucht werden, die *energetischen Prozesse* an der Erdoberfläche zu integrieren, damit die beobachteten,

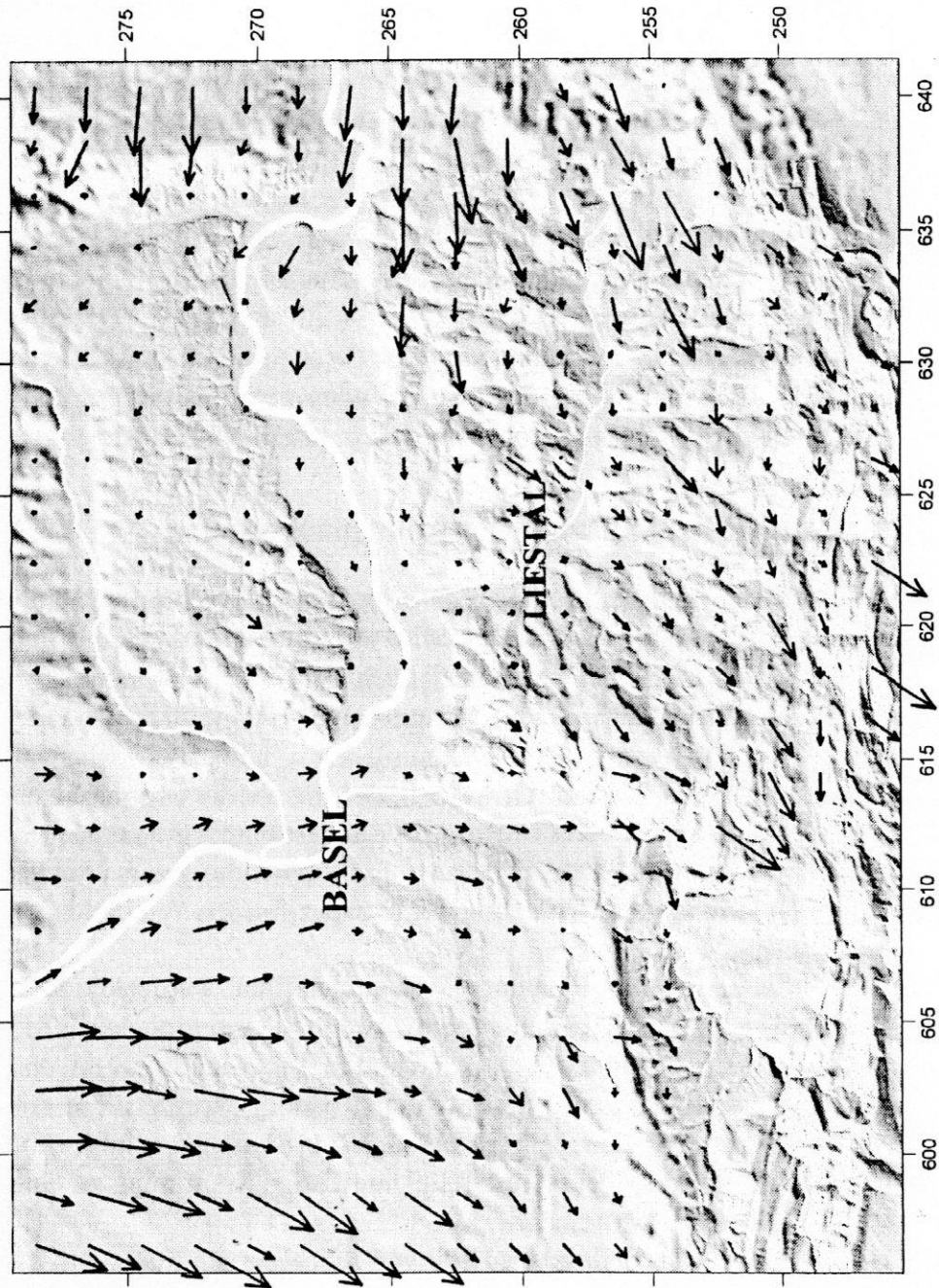


Abb. 3 Bodennahe Windverhältnisse. Die Abbildung dokumentiert die Strömungsverhältnisse von einer der zwölf regionalen Windfeldklassen; es handelt sich um die Klasse K11, die vorwiegend während des Tages beobachtet wird. Der aus dem Oberrheintal einfließende Nordwind konkurriert mit den vornehmlich in der Höhe einströmenden Ostwinden. Im Übergangsbereich der Strömungen, so z.B. im Hochrheintal östlich von Basel, werden schwache und veränderliche Windverhältnisse beobachtet (Kamber 1998).

Ein Windfeld beschreibt die dreidimensionalen Strömungsmuster bezüglich Windgeschwindigkeit und Windrichtung. In dieser Abbildung sind allerdings nur die bodennahen Strömungsverhältnisse dargestellt.

Windfeldberechnung: Paul Scherrer Institut, Villigen.

Kartographie: Institut für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung (MCR Lab), Universität Basel.

thermisch induzierten Luftströmungen – insbesondere die Bergwinde – nachgebildet und damit modellmässig auf alle Standorte in ähnlicher orographischer und topographischer Lage übertragen werden können.

Mit der Darstellung in Abb. 4 wird versucht, sowohl die dreidimensionalen Eigenschaften der Windfeldklassen als auch die *genetischen Zusammenhänge* untereinander in kompakter und verständlicher Form aufzuzeigen. Im Rahmen des Projektes wurden ferner Grundlagen entwickelt, um – auf dem Stand der aktuell vorliegenden zwölf Windfeldklassen – eine *Diagnose* durchzuführen. Mit Hilfe der Energiebilanzdaten des REKLIP-Messnetzes wurde zudem eine *Ausbreitungsklassenstatistik* erstellt, die für Immissionsprognosen von grossem Nutzen ist.

### 3.3 Operationelle Wind- und Ausbreitungsinformationssysteme

Die Methode zur Erfassung und Klassierung regionaler Windfelder, die im Rahmen des Projektes MISTRAL erarbeitet worden ist, wird aufgrund der erzielten Ergebnisse nun auch auf die Standorte der schweizerischen *Kernkraftwerke* übertragen und angewandt (Graber, Bürki 1996). Dadurch kann – in Ergänzung zu bestehenden Ausbreitungsmodellen – auch ein wesentlich komplexeres, dafür aber rechenaufwendigeres Ausbreitungsmodell eingesetzt werden, das sowohl die Orographie als auch die beobachteten Windfelder berücksichtigt. Die angestrebte Automatisierung des Systems erfordert eine automatische Erfassung und Verwendung von aktuellen meteorologischen Daten sowie die Benützung der ortsspezifischen Windfeld- und Turbulenzinformationen.

Im REKLIP-Schlussbericht "Luftqualität und Regionalklima" werden die Möglichkeiten zur *Diagnose* – d.h. zur aktuellen Identifikation – der regionalen Windfeldklassen erläutert (REKLIP 1998a, Kap. 2.2.3 b und c). Es wird aufgezeigt, dass die Informationen von sechs ausgewählten Stationen benötigt werden, um eine Trefferquote von 80 % zu erreichen; mit Hilfe von zwölf Stationen erfolgt – bei optimaler Datenverfügbarkeit – in 91 % der Fälle die richtige Zuordnung zu einer der definierten zwölf Windfeldklassen.

Neuere Ergebnisse zeigen auf, dass mit Hilfe von sehr wenigen Stationen sehr hohe Trefferquoten erzielt werden können, wobei durch eine grössere Anzahl Klassen gleichzeitig eine differenziertere Diagnose möglich ist. Der Autor wird – neben der Vertiefung des erwähnten Ansatzes – versuchen, mit Hilfe des hochauflösenden *Schweizer Modells* der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt eine mehrstündige *Windfeldprognose* zu entwickeln.

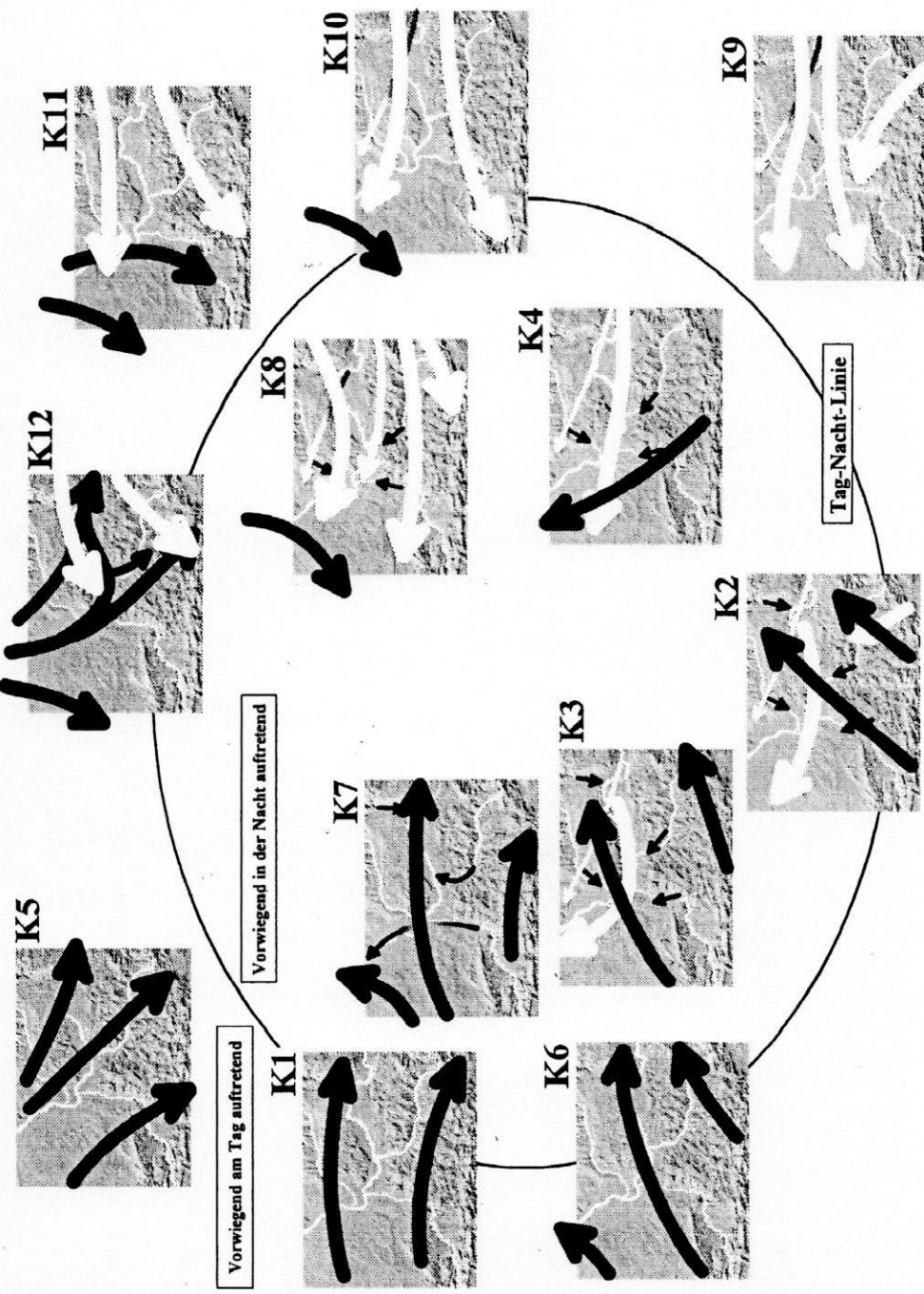


Abb. 4 Genetische Windfelddarstellung. Diese generelle Übersicht hat zum Ziel, die in zwölf Klassen zusammengefassten Windfelder der Region Basel in einem entwicklungsbezogenen Kontext zu interpretieren (Kamber 1998). Dargestellt sind jeweils dieselben Kartenausschnitte wie in Abb. 3, aus Darstellungsgründen allerdings stark verkleinert.

Mit den sich zum Teil überlagernden, schwarz bzw. weiss eingefärbten Strömungen werden die dreidimensionalen Strukturen vereinfacht charakterisiert. Die kleinen schwarzen Pfeile stellen Bergwinde dar. Die Lage der jeweiligen Windfeldklasse zur Tag/Nacht-Linie gibt Hinweise darauf, wann das Windfeld im Tagesverlauf schwerpunktmässig beobachtet wird. Eine Windfeldklasse dauert im allgemeinen oft mehrere Stunden an. Je näher sich zwei Windfeldklassen zueinander befinden, desto häufiger kann ein Übergang zwischen ihnen beobachtet werden: eine häufige Abfolge am Tag ist z.B. die Abfolge K6 – K1 – K5; typische Tag/Nacht-Abfolgen sind K1 – K7 oder K10 – K8.

## 4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die im Rahmen des *Regio-Klima-Projektes REKLIP* durchgeführten Arbeiten haben umfangreiche *Daten, Methoden und Modelle* hervorgebracht, die im Rahmen der aktuell noch andauernden Abschlussberichterstattung zusammengefasst und veröffentlicht werden.

Auf der Grundlage der vorhandenen Kenntnisse können mit verhältnismässig wenig Aufwand neue Instrumente erarbeitet werden, die auf spezifische *praktische Fragestellungen* und Bedürfnisse ausgerichtet sind. Sehr gute Ergebnisse haben insbesondere jene Projekte hervorgebracht, die *alle Akteure* miteinbezogen haben und die von interdisziplinären Arbeitsgruppen sowohl konzipiert als auch begleitet und abgeschlossen worden sind.

Hinsichtlich der regionalen Windverhältnisse kann festgestellt werden, dass das aktuell herrschende regionale Windfeld recht verlässlich *diagnostiziert* werden kann, wobei neuere methodische Ansätze deutliche Verbesserungen in Aussicht stellen.

Mit den Windfelduntersuchungen, den Tracerexperimenten, den Energiebilanzuntersuchungen und den hochaufgelösten Inventaren zur Landnutzung sowie weiteren Ergebnissen stehen *ausgezeichnete regionalklimatisch-lufthygienische Datensätze* zur Verfügung, um weitere Grundlagen zu erarbeiten, die im Rahmen von Entscheidungsfindungsprozessen mitberücksichtigt werden können.

## Literatur

- CLIMOD 1981. *Möglichkeiten regionaler Klimaveränderungen durch menschliche Einwirkungen*. Schlussbericht. Eidgenössische Kommission Meteorologie des schweizerischen Gebietes Hochrhein/Oberrhein. EDMZ, Bern.
- Feller W. 1994. *Ein regionales Ausbreitungsmodell für inerte Luftfremdstoffe basierend auf typischen Windfeldern*. Dissertation ETH Nr. 10853, Zürich.
- Graber W., Bürki D. 1996. *Projekt "Windbank unteres Aaretal", Klassifikation von Windfeldern als Grundlage zur Diagnose der aktuellen Ausbreitungssituation*. Paul Scherrer Institut, Abteilung Luftfremdstoffe. PSI Bericht Nr. 96-11.
- KABA 1997. *Klimaanalyse der Region Basel*. Arbeitsgemeinschaft KABA. MCR Lab, University of Basle. Zu beziehen bei den Raumplanungsfachstellen und der Lufthygienefachstelle der beiden Basel.
- Kamber K., Kaufmann P. 1992. Das MISTRAL-Messnetz; Konzeption, Aufbau und Betrieb. *Regio Basiliensis* 33/2, 107-114.
- Kamber K. 1998. *Charakterisierung und Interpretation der Windfelder der Region Basel*. Projektbericht, Zusammenfassung, Arbeitsmittel: interne Berichte. Erstellt im Auftrag der Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft (KCB, LHA, SIT, ABS). Suiselctra Ingenieurunternehmung AG, Basel.

- Kaufmann P. 1996. *Bodennahe regionale Windfelder über komplexer Topographie*. Dissertation ETH Nr. 11565, Zürich.
- Merian Peter 1826. *Übersicht des Zustandes unserer Kenntniss der Naturkunde des Kantons Basel*. Einladungsschrift zur Promotionsfeier des Pädagogiums und zur Eröffnung des Jahreskurses 1826 von Peter Merian, Professor der Physik und Chemie. Basel.
- Merian Peter 1836. Herr Prof. Pet. Merian erstattet Bericht über die Schrift: Der Haarrauch. *Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel* 2, 64–67.
- Moser H.R. 1992. Die Windfelder des MISTRAL-Projektes. Aspekte ihrer Anwendung für Fragestellungen der Lufthygiene. *Regio Basiliensis* 33/2, 115–122.
- Parlow E. 1996. Das Regio-Klima-Projekt REKLIP – seine Bedeutung für die engere Regio Basiliensis und das Baselbiet. *Regio Basiliensis* 37/3, 179–186.
- REKLIP 1995. *Klimaatlas Oberrhein Mitte-Süd*. Hrsg.: Trinationale Arbeitsgemeinschaft Regio-Klima-Projekt REKLIP. Offenbach, Strassburg, Zürich (Verlagsgemeinschaft IFG-vdf-Coprur). vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, ISBN 3-7281-2105-3.
- REKLIP 1998. *Tracerexperimente des Projektes MISTRAL*. REKLIP-Arbeitsbericht Nr. CH-005 & 006. Paul Scherrer Institut.
- REKLIP 1999a. *Luftqualität und Regionalklima*. REKLIP-Schlussbericht Band 3. ISBN 2-84208-035-1.
- REKLIP 1999b. *Klima und Raumplanung*. REKLIP-Schlussbericht Band 4. Im Druck. ISBN 2-84208-036-X.
- REKLIP 1999c. *Die regionale Variabilität des Klimas und der Energiebilanz des Erdbodens*. REKLIP-Schlussbericht Band 1. Im Druck. ISBN 2-84208-033-5.
- Riggenbach A. 1892. *Die Geschichte der Meteorologischen Beobachtungen in Basel*. In: Wissenschaftliche Beilage zum Bericht über das Gymnasium Schuljahr 1891-1892. Basel.
- Schüepp W. 1982a. Das Klima der Basler Region als Bestandteil des menschlichen Lebensraumes. *Regio Basiliensis* 23, 25–45.
- Schüepp W. 1982b. Untersuchungen über die Windverhältnisse in der Nordwestschweiz. *Geogr. Helvetica*, Nr. 4, 208–214.
- Vogt, R., Reber S. 1992. Das REKLIP-Energiebilanzmessnetz. *Regio Basiliensis* 33/2, 81–92.
- Weber R.O., Kaufmann P. 1995. Automated Classification Scheme for Wind Fields. *Jour. of applied meteorology*. Vol. 34, No. 5. p. 1137 resp. 1133–1141.
- Winiger M. 1982. Klimatische Aspekte des Kernkraftwerkbaus (Studie CLIMOD). *Geogr. Rundschau* 34, H. 5, 218–227.

## Inhalt

L'Alsace urbaine et son développement – Das urbane Elsass und seine Entwicklung	1
Richard Kleinschmager: <i>L'Alsace entre développement et dépendance</i>	3
Daniel Chassignet: <i>Etat et devenir de la politique des transports transfrontaliers en Alsace</i>	9
Bernard Reitel: <i>Stratégies urbaines et dimension territoriale: Le cas des trois principaux pôles urbains d'Alsace</i>	17
E. Kah et P. Zander: <i>Les déchets urbains, une matière première pour la recherche scientifique en géographie?</i>	25
Raymond Woessner: <i>Le développement industriel du Haut-Rhin</i>	35
Benjamin Kostrubiec: <i>Le modèle de la répartition de densité de la population de Strasbourg</i>	43
Regionaler Beitrag	
Kurt Kamber: <i>Die Windverhältnisse in der Region Basel. Neueste Erkenntnisse und anwendungsbezogene Umsetzungen</i>	53
Neues aus der Regio (Dieter M. Opferkuch)	65

Umschlagbild: Satellit: Landsat-TM. Aufnahme vom 3. Mai 1995. Flughöhe 705 km. Räumliche Auflösung 30 m. Grauwertbild aus dem roten Wellenlängenbereich der reflektierten Sonnenstrahlung. Datenverarbeitung: Institut für Meteorologie, Klimatologie und Fernerkundung der Universität Basel.